



Centro de Reciclagem da Escola de Engenharia Mackenzie: um programa de extensão universitária voltado para a sustentabilidade¹

Renato Meneghetti Peres²

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-5914-0743>

Juliano Martins Barbosa³

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-1516-3470>

Gisele Szilágyi⁴

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-6769-6653>

Resumo: A busca pelo desenvolvimento de competências para a formação de um profissional consciente e engajado com o desenvolvimento sustentável, envolve ações que ultrapassam os limites da sala de aula e que promovam o diálogo e o compartilhamento do conhecimento gerado com a sociedade como objetiva a extensão universitária. Com estes objetivos, foi criado na Escola de Engenharia Mackenzie o programa de Extensão Centro de Reciclagem com o objetivo de promover a educação ambiental a partir da discussão sobre o uso racional do plástico, abordando as possibilidades e desafios existentes nesta cadeia por meio da oferta de cursos, palestras e a realização de oficinas práticas nas quais alunos de todos os níveis de ensino tem a oportunidade de conhecer toda a cadeia de reciclagem do plástico, o processo e as possibilidade pós-consumo que existem para este material, trabalhando com metodologias práticas que

¹ Recebido em: 30/10/2025. Aprovado em: 05/08/2025.

² Possui graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2007), Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2010), MBA em Gestão Estratégica de Negócios pela USCS (2017), Doutorado em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2020) e Especialização em Gestão Estratégica da Sustentabilidade e ESG pela FIA (2023). Atua nas áreas de caracterização de materiais e sustentabilidade, com ênfase em gestão de resíduos e ESG. E-mail: renato_mperes@yahoo.com.br

³ Doutor em Ciências e Engenharia dos Materiais pela UFSCAR, Engenheiro de Materiais com Ênfase em Polímeros e Bacharel em Química, pela Universidade Mackenzie, com 18 anos de experiência e vivência em ambiente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, com forte atuação em pesquisa para formulações de novos produtos e caracterização de polímeros, pigmentos e aditivos (masterbatch). E-mail: barbosa_jm@yahoo.com.br

⁴ Graduação em Engenharia de Materiais, habilidade Materiais Metálicos, pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1997), Mestrado em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2002) e Especialização em Administração Industrial pela Universidade de São Paulo (2004). Professora em regime de dedicação parcial na Universidade Presbiteriana Mackenzie, vinculada ao curso de Graduação em Engenharia de Materiais. Consultora para a indústria do alumínio desde 2005. E-mail: gisz@uol.com.br

colocam o estudante em posição de protagonismo dentro do processo de aprendizagem para o desenvolvimento de suas competências.

Palavras-chave: Reciclagem. Plásticos e Polímeros. Extensão Universitária. Desenvolvimento Sustentável.

Centro de Reciclaje de la Escuela de Ingeniería Mackenzie: un programa de extensión universitaria centrado en la sostenibilidad

Resumen: La búsqueda del desarrollo de habilidades para formar un profesional consciente y comprometido con el desarrollo sostenible implica acciones que van más allá de los límites del aula y que promueven el diálogo y el intercambio de conocimientos generados con la sociedad como es objetivo de la extensión universitaria. Con estos objetivos, se creó el programa de Extensión del Centro de Reciclaje de la Escuela de Ingeniería Mackenzie, con el objetivo de promover la educación ambiental con base en el debate acerca del uso racional del plástico, abordando las posibilidades y desafíos que existen en esta cadena a través de la oferta de cursos y charlas y realización de talleres prácticos en los que estudiantes de todos los niveles educativos tengan la oportunidad de conocer toda la cadena de reciclaje del plástico, el proceso y las posibilidades postconsumo que existen para este material trabajando con metodología práctica, lo que coloca al estudiante en una posición de liderazgo en el proceso de aprendizaje para el desarrollo de sus habilidades.

Palabras-clave: Reciclaje. Plásticos y polímeros. Extensión Universitaria. Desarrollo Sostenible.

Mackenzie Engineering School Recycling Centre: a university extension program aiming towards sustainability

Abstract: The search for skills development for the formation of a conscious and engaged professional with sustainable development involves actions that surpass the classroom limits and promote the dialogue and knowledge generated sharing with the Society as the university extension objective is defined. In order to reach these goals, the Mackenzie Engineering School created the extension program named Recycling Centre with the aim of promoting environmental education based on the discussion about the rational use, the challenges and possibilities of the plastic chain through actions like courses, lectures and workshops where students of all levels, since the child education until the college have the opportunity to know the polymers recycling chain, the recycling process and after use possibilities of those materials thru practical methodology, placing the student in a leading position within the learning process for development of their skills

Keywords: Recycling. Plastics and polymers. University Extension. Sustainable development.

INTRODUÇÃO

As constantes mudanças no mercado de trabalho têm exigido cada vez mais novas competências na formação profissional. O debate sobre as necessidades dos futuros profissionais transcende as discussões sobre *hard skills* e *soft skills*, sendo fundamentais tanto o desenvolvimento das competências técnicas quanto competências emocionais e sua aplicação em práticas inovadoras e sustentáveis (Chell; Athayde, 2017) (Balcar, 2016). Os temas emergentes que nortearão as discussões profissionais ao

longo das próximas décadas envolvem, invariavelmente, temas como o desenvolvimento sustentável.

É de fato, um desafio para as gerações, tanto as que já se encontram no mercado de trabalho como as que chegarão nos próximos anos buscar, conforme a definição de Brundtland (1987), o desenvolvimento atendendo suas necessidades sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Em um mundo no qual notícias sobre os eventos que resultam de mudanças climáticas surgem em profusão, é importante trazer ao debate da formação universitária, além do desenvolvimento sustentável, discussões sobre reciclagem, transição energética, economia circular, impacto de carbono das cadeias produtivas, geração de gases de efeito estufa, uso racional de recursos não-renováveis, gestão de resíduos, entre muitos outros temas que podem ser destacados.

Dentre estes temas, surge este trabalho cujo objetivo é promover a discussão sobre a educação ambiental e as possibilidades representadas pela cadeia de reciclagem do plástico por meio de iniciativas que empreguem metodologias ativas e que coloquem o aluno como figura central neste processo de compreensão sobre as possibilidades pós-consumo oferecidas pelos materiais.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei 9.795/99, Educação Ambiental pode ser definida como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999). Para Oliveira e Nunes (2023) é papel da Educação ambiental formar cidadãos para uma reflexão tanto em termos ambientais quanto sociais. É uma demanda do presente que entrega resultados no futuro.

Esta demanda excede o diálogo da formação profissional e envolve toda a sociedade, logo, dentro deste contexto, é imprescindível que o profissional em formação compreenda estas demandas, desenvolva ações e iniciativas que transcendam os muros universitários a partir de práticas extensionistas já em seu período de formação profissional. A Extensão Universitária apresenta importante papel no processo de ensino-aprendizagem, em especial, colocando em prática o que se aprende em sala de aula e desenvolvendo fora dela ações que geram importantes contribuições à sociedade (Rodrigues *et al*, 2013) utilizando como estratégia de aprendizagem o processo *learning*

by teaching (aprender ensinando) e a assim levar o conteúdo e a discussão da temática para os alunos no processo de formação básica.

As demandas da sociedade somadas aos avanços tecnológicos trazem ao longo do tempo importantes desafios à educação superior e a busca por elementos e metodologias que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, sendo um exemplo, o uso de metodologias ativas a partir das quais busca-se uma prática pedagógica eficaz, que possibilite o processo de treinamento técnico e tradicional, para alcançar a formação do profissional como um ser ético, crítico, reflexivo, humanizado e transformador do espaço onde está inserido (Duro; Peres, 2023). Segundo Kobayashi (2019), aprender ensinado é uma estratégia de aprendizagem eficaz, pois envolve selecionar as informações para incluir na explicação e elaborar o material incorporando o conhecimento existente (Fiorella; Mayer, 2016, *apud* Kobayashi, 2019 p. 192).

O desenvolvimento do pensamento crítico em um aluno de Engenharia vai além da resolução de problemas técnicos, envolve também a integração desse indivíduo no meio em que vive; ele deve ter a autonomia de refletir sobre questões do seu cotidiano, como política, economia e convivência (Kuhn; Siqueira; Gomes, 2019). Kleba (2017) destaca que a Extensão se apresenta em iniciativas plurais dentro de escolas de engenharia, ações de desenvolvimento inclusivo, diretrizes de educação, organizações sem fins lucrativos, negócios sociais e redes de tecnologias sociais, entre outros.

No atual contexto político, econômico e social, é tendência pensar em como a extensão universitária pode contribuir com a solução de problemas sociais (Carbonari; Pereira, 2007) ou ambientais (Juliani; Freire; 2016). Dentro deste contexto, a instituição de um programa de extensão responsável por levar o conhecimento técnico sobre as ações de reciclagem e todas as percepções desenvolvidas a partir das discussões amplas de sustentabilidade desenvolvidas em sala de aula é uma importante ferramenta para a transferência do conhecimento para a comunidade.

O estudo de Baierl, Jonhson e Bogner (2022) mostram melhorias na convergência entre conhecimento e comportamento ambiental a partir de intervenções informais executadas ao ar livre. Saraiva *et al* (2024) observou que a execução de atividades práticas aumentou a curiosidade científica e pensamento crítico de alunos da educação básica, quando realizando uma tarefa relacionada à educação ambiental *in loco*. A partir de experiências como estas relacionadas à educação ambiental (em algum

de seus aspectos) na educação básica, motiva o desenvolvimento de ações práticas voltadas a este público específico.

A experiência do desenvolvimento do modelo de coleta seletiva (Brasil, 2001), no qual a educação ambiental foi utilizada como base para a formação a longo prazo de uma sociedade com o conceito da separação dos materiais já enraizado é um importante modelo sobre como a educação ambiental e a apresentação de seus conceitos já nas idades escolares trazem benefícios futuros para toda a sociedade. É a partir deste modelo que podemos discutir sobre reciclagem e o uso do plástico.

O debate sobre o uso do plástico envolve alguns mitos e muitas possibilidades que são desconhecidas do grande público, sendo necessária além da conscientização uma mudança na cultura de uso do material, reformulando o conceito do lixo e considerando práticas como o reuso e a reciclagem (Friede *et al*, 2019). O processo de mudança cultural é um processo longo e complexo, que segundo Salles, Wood Júnior e Caldas (2018) destacam, dentro de uma organização, as mudanças que devem abranger todos os atores nela envolvidos, sendo fundamental a capacitação para a mudança cultural. Evidentemente, este desdobramento acrescenta novas vozes dentro do processo (Salles; Wood Junior, Caldas; 2018). Analogamente, trazendo este conceito corporativo para a sociedade, trata-se de uma mudança morosa e complexa, que demanda um início pela educação básica, com o desenvolvimento de valores culturais e éticos (Francisco, 2011). Experiências bem-sucedidas nesta área são alcançadas como, por exemplo, com o padrão de cores estabelecido para a coleta seletiva (Brasil, 2001).

No âmbito da reciclagem de materiais, a promulgação da Lei 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual estabeleceu uma ordem para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos (Brasil, 2010) representa um grande impacto para as ações que envolvam a conscientização não apenas da importância, como também da viabilidade técnica dos processos de reciclagem e desenvolvimento da gestão de resíduos no país (Besen, 2006, apud Sousa, 2012 p.115), considerando que esta Lei define os papéis de cada agente, delega as funções das diversas esferas do governo e determina os melhores instrumentos e tecnologias de forma de garantir a sustentabilidade, além de sua importância na promoção da educação ambiental (Sousa, 2012). Familiarizar, portanto, o aluno da educação infantil ou do ensino fundamental, médio, técnico-profissionalizante ou eventualmente do ensino superior com as discussões que envolvem a educação ambiental e hábitos de consumo e processos de

reciclagem, suas características, viabilidade e infraestrutura necessários, além da discussão sistemática sobre os problemas causados pelos resíduos sólidos são os objetivos específicos do projeto do Centro de Reciclagem de Materiais da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

O tema é prolífico e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas, apresentados na Figura 1, trazem à tona uma diversidade de temas relacionados às temáticas de reciclagem de materiais, como a logística reversa, o consumo e a produção responsáveis, a destinação dos resíduos e as possibilidades de trabalho decente gerados a partir destas cadeias, entre outros. Segundo a Rede Brasil do Pacto Global (2022), os ODS representam um esforço conjunto de países, empresas, instituições e sociedade civil, em busca de que ações que assegurem os direitos humanos, o combate à fome, a pobreza extrema, a desigualdade e a injustiça social e as ações contra as mudanças climáticas, sejam efetivamente desenvolvidas, promovendo uma sociedade inclusiva e sustentável.

Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU (2024)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo 9º (Brasil, 2010) estabelece uma ordem de prioridades no gerenciamento dos resíduos sólidos na qual a reciclagem precede a destinação final dos resíduos, como alternativa para a redução de consumo de materiais de fontes não-renováveis e diminuição do volume de materiais depositados em aterros. Callister Jr. e Rethwisch (2023) apresenta razões pela qual a reciclagem de produtos usados, em vez do seu descarte como resíduo, é um procedimento desejável, sendo elas: i) o uso de materiais reciclados reduz a necessidade

de extração de matérias-primas de fonte não-renovável e, assim, há conservação de recursos naturais e diminuição de impactos ecológicos associados à fase de extração; ii) as necessidades de energia para o refino e o processamento de materiais reciclados são, normalmente, menores que as dos seus equivalentes naturais; iii) a redução do volume de descarte de material.

Michaeli *et al* (1995) apresenta três diferentes rotas para a reciclagem dos materiais poliméricos: mecânica, química e energética. A rota mecânica, é a mais simples e aplicada em maior volume no mundo e consiste no reaproveitamento dos resíduos mediante um processo de triagem em espécies químicas compatíveis, lavagem, trituração e extrusão, transformando novamente os materiais em *pellets*, ou seja, a matéria-prima aplicada em processos de transformação de polímeros como a extrusão e a injeção. A Figura 2 apresenta um fluxograma simplificado do processo de reciclagem de polímeros.

Figura 2: Reciclagem de Polímeros



Fonte: Os Autores (2024), baseado em Zanin e Mancini (2015).

Segundo Piva *et al* (2023) a reciclagem mecânica é a mais utilizada no Brasil. De acordo com a Associação Brasileira do Plástico (ABIPLAST, 2023) o índice de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil atingiu a marca de 25,6% em 2022, totalizando 1,7 milhão de toneladas. Quando consideradas as embalagens plásticas, o Brasil apresenta um índice de reciclagem mecânica de 28,7%, à frente de países como Estados Unidos, Argentina e Chile (Stumpf; Jaroski, 2023). Alternativas com custos maiores que os da reciclagem mecânica, dado o potencial energético requerido são comumente aplicados, como por exemplo, a reciclagem química, que apesar de seus desafios ambientais são cruciais para o desenvolvimento da economia circular (Schade *et al*, 2024)

Uma classificação dos processos de reciclagem dos polímeros é proposta por

Spinacé e De Paoli (2005), classificando a reciclagem de polímeros em quatro categorias, apresentadas na Figura 3.

Figura 3: Categorias da Reciclagem de Polímeros.

Categoria	Processo Principal	Descrição
Reciclagem Primária	Mecânico	Representa a conversão dos resíduos poliméricos provenientes dos processos industriais por métodos de processamento mecânico em produtos com características equivalentes àquelas dos produtos originais produzidos com polímeros virgens.
Reciclagem Secundária	Mecânico	Processo similar ao de reciclagem primária, aplicado, no entanto, para resíduos pós-consumo, como aqueles provenientes, por exemplo, de resíduos sólidos urbanos
Reciclagem Terciária	Químico	Aplicado à produção de petroquímicos primários como resultado da quebra das cadeias poliméricas por meio de processos químicos
Reciclagem Quaternária	Energético	Processo de aproveitamento energético dos resíduos poliméricos a partir de sua combustão completa.

Fonte: Os Autores (2024), baseado em Spinacé e De Paoli (2005).

Considerando as diversas propriedades apresentadas pelos polímeros em seu processamento, como temperatura de fusão, transição vítrea, composição química e diferentes parâmetros relacionados com sua fluidez, todos eles com efeito direto sobre o comportamento do material em fluxo, a separação torna-se uma etapa vital para o sucesso do processo de reciclagem mecânica, pois, a partir de uma correta separação ocorre o agrupamento de materiais com características químicas e propriedades semelhantes, viabilizando o processo de reciclagem e melhorando as características dos produtos obtidos por meio deste processo.

Uma das formas de promoção de separação, por meio manual, consiste no uso da simbologia apresentada na norma NBR 13.230 (Brasil, 2008), que apresenta um padrão de simbologia para diversos tipos de resinas poliméricas, como apresentado na Figura 4.

Figura 4: Padrão de Simbologia de Resinas Poliméricas



Fonte: ABNT NBR 13230 – Disponível em: sindiplast.org.br/tipos-de-plasticos/. Acesso em 30/04/2024.

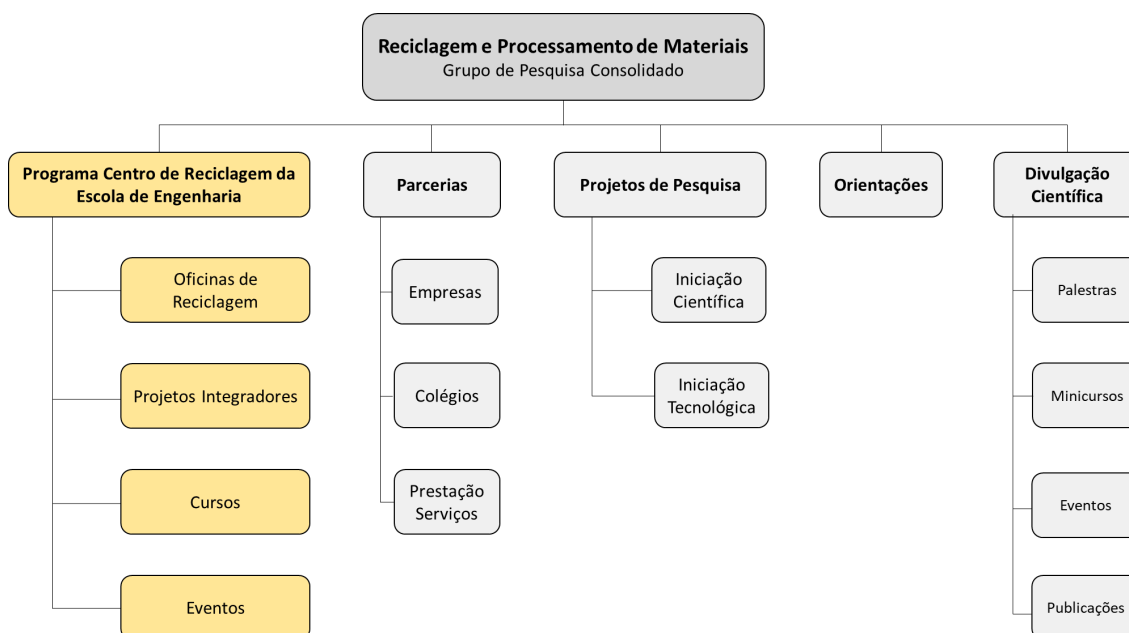
Passada esta importante etapa, as resinas coletadas, agora classificadas de acordo com suas características, são submetidas ao processo de trituração, produzindo *flakes*. Estes *flakes* podem ser submetidos ao processo de extrusão, incorporando novas cargas e aditivos e por fim transformados em *pellets*, que é a matéria-prima do processo de injeção. Caso nenhum ajuste seja necessário, os *flakes* podem ser submetidos diretamente ao processamento por injeção. Da injetora, novos materiais produzidos com este conteúdo integralmente reciclado passam a ter um novo ciclo de vida e utilização como novo produto, incentivando assim a circularidade do plástico.

DESENVOLVIMENTO

O Programa de Extensão Centro de Reciclagem de Materiais da Escola de Engenharia, implantado e gerido pelo curso de Engenharia de Materiais da Universidade Presbiteriana Mackenzie baseia-se na indissociabilidade do tripé ensino-pesquisa-extensão e na interlocução natural destas esferas nas quais se organizam o ensino superior brasileiro (Diehl; Terra, 2017), o projeto surge trazendo uma atividade executada há quase 30 anos no curso de Engenharia de Materiais, que são as ações relacionadas à reciclagem dos materiais poliméricos para dentro do grupo de pesquisa de Reciclagem e Processamento de Materiais, grupo de pesquisa da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie consolidado e registrado no CNPQ.

A infraestrutura de equipamentos disponível na Escola de Engenharia, que originou o Centro de Reciclagem da Escola de Engenharia é a base de trabalho na qual são executadas as ações. No Centro de Reciclagem e demais laboratórios do curso de Engenharia de Materiais, estão à disposição equipamentos como lavadora de polímeros, aglutinadora, moinho de facas, estufa, extrusora e injetora. Tais equipamentos permitem a realização do ciclo completo de reciclagem mecânica dos polímeros. A Figura 5 apresenta a estrutura das ações de reciclagem de materiais dentro do grupo de pesquisa e onde está localizado o programa de extensão.

Figura 5: Estrutura do Programa de Extensão

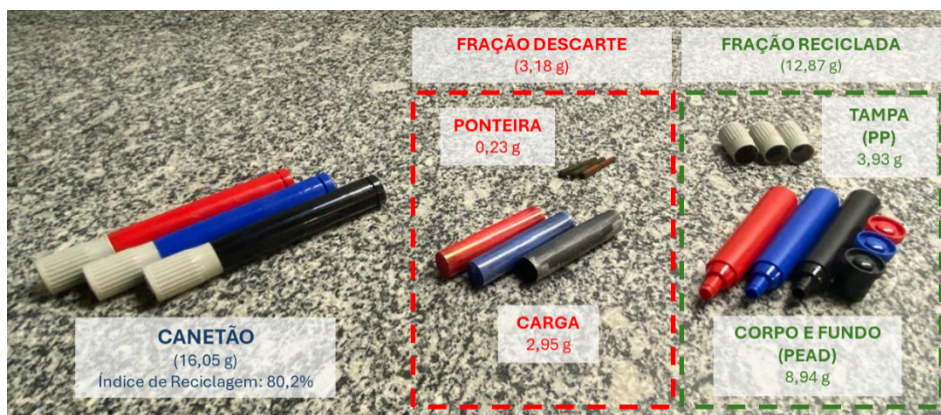


Fonte: Os Autores (2024).

As ações realizadas na forma de oficinas práticas de reciclagem são pensadas em quatro etapas, ajustadas ao perfil do grupo para o qual será feita a apresentação. A primeira etapa, alinha-se com os conteúdos abordados em sala de aula promovendo a conscientização sobre a temática de forma contextualizada ao cenário atual da cadeia de reciclagem do plástico. A segunda etapa consiste na execução prática das etapas de transformação do resíduo em matéria-prima. Nesta etapa, de acordo com o tipo de material utilizado, em geral canetões de quadro branco ou tampas de garrafas é feita a triagem do material por cor seguido da trituração e transformação do material em *pellets* ou *flakes*. A Figura 6 apresenta os canetões em fim de uso após o processo de

desmontagem, quando são transformados em matéria-prima e na sequência em novos produtos. O índice de reciclagem do produto (80,2%) pode ser determinado a partir da fração reciclável do material.

Figura 6: Identificação das partes do material após desmontagem



Fonte: Os Autores (2024).

A terceira etapa realizada no Centro de Reciclagem é a transformação em novos produtos (réguas, chaveiros, pranchetas, porta-crachás), apresentados na Figura 7. que é realizada a partir de processamento por injeção com equipamentos e ferramentas disponíveis nos laboratórios da Escola de Engenharia.

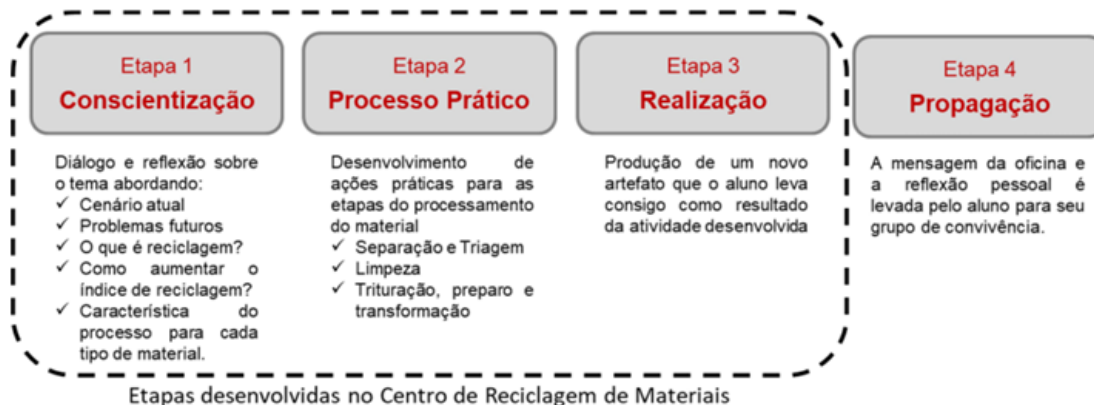
Figura 7: Produtos produzidos no Centro de Reciclagem da Escola de Engenharia



Fonte: Os Autores (2024)

Há ainda uma quarta etapa que ocorre fora da Universidade, que consiste em uma etapa de propagação. Nesta etapa, os conteúdos são fixados na escola e ocorre o debate doméstico sobre a ação desenvolvida no dia a dia escolar dos alunos. A Figura 8 apresenta o detalhamento das etapas desenvolvidas nas oficinas.

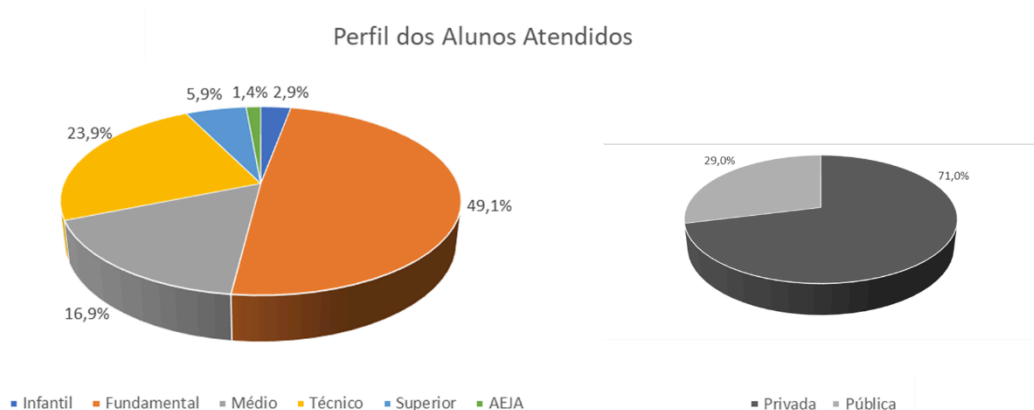
Figura 8: Etapas desenvolvidas nas oficinas de reciclagem.



Fonte: Peres, Szilágyi, Barbosa (2022).

Desde a realização da primeira oficina presencial, no retorno da pandemia da COVID-19 em maio de 2022, foram realizadas 55 oficinas presenciais. Nestas oficinas, o projeto atendeu 1347 pessoas entre crianças, jovens e adultos. São alunos das redes pública e privada de ensino que fazem parte da educação infantil (39 alunos), do ensino fundamental (661 alunos), do ensino médio (227 alunos), técnico-profissionalizante (322 alunos), superior (79 alunos) e AEJA (19 alunos). Do total de alunos atendidos, 957 são da rede privada de ensino e 390 da rede pública. A Figura 9 apresenta a estratificação do perfil dos alunos atendidos nas oficinas.

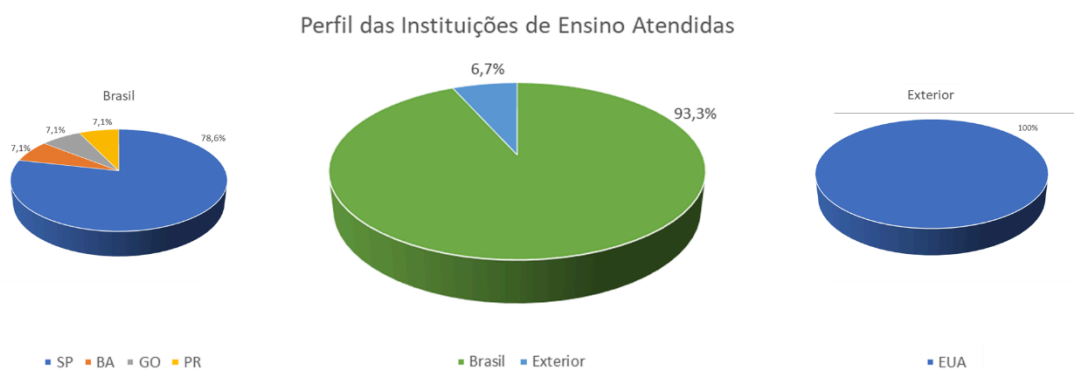
Figura 9: Perfil dos alunos atendidos nas oficinas



Fonte: Os Autores (2024).

Quanto ao perfil dos colégios atendidos, o programa atendeu no período 15 instituições de ensino, sendo 9 privadas e 6 públicas. Destas 15 instituições, 14 são do Brasil e 1 dos Estados Unidos. As instituições do Brasil estão localizadas nos estados de São Paulo (11), Bahia (1), Goiás (1) e Paraná (1). A Figura 10 apresenta uma consolidação do perfil das instituições de ensino que participaram das oficinas.

Figura 10: Perfil das Instituições de Ensino Atendidas.



Fonte: Os Autores (2024).

Outro importante resultado obtido a partir das ações do Programa foram as ações de coleta de polímeros realizadas com o Colégio Mackenzie, unidades Tamboré e Higienópolis nos anos de 2022 e 2023, respectivamente. As ações foram responsáveis pela coleta de mais de 1 tonelada de tampinhas plásticas que foram doadas para

entidades não-governamentais assistenciais selecionadas pela Gerência de Responsabilidade Social e Filantropia do Instituto Presbiteriano Mackenzie.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelo projeto se destacam pela quantidade tanto de oficinas realizadas quanto de pessoas atendidas, reforçando o potencial extensionista desta atividade. A adesão dos colégios aos convites realizados pelos organizadores das oficinas, demonstram a importância que as instituições de ensino vêm dando à temática da reciclagem e da sustentabilidade. A oferta de uma atividade *hands on* na qual os alunos podem colocar a mão na massa ou ainda desenvolver ações envolvendo atividades *maker* promove forte engajamento dos alunos e começam a colocar estas atividades como uma rotina para todos os alunos dos colégios. Alguns dos colégios participantes realizam as atividades práticas nas oficinas pelo terceiro ano consecutivo.

Colocar o conhecimento aprendido nos componentes curriculares desenvolvidos no curso em prática é uma importante forma de consolidação do processo de ensino-aprendizagem já que representa o processo de aprender ensinando e a possibilidade real de desenvolver *soft skills* que ajudarão o futuro profissional em seu ingresso no mercado de trabalho. A extensão universitária é uma ferramenta importante para fazer esta conexão da Universidade com a sociedade e constituir uma forma segura e propagação de informações científicas confiáveis, baseadas na ciência, na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico.

As oficinas se transformam a cada turma atendida e o desenvolvimento de novas parcerias não impõe limites de alcance do Programa. Existem desafios na promoção de um maior engajamento discente para expansão da agenda de oferta das oficinas. De igual forma, um importante desafio é o aumento da participação da rede pública neste projeto, em especial da educação profissionalizante.

Ainda que a repercussão com os colégios participantes seja positiva, o desenvolvimento de mecanismos que permitam ainda que de forma simples, uma avaliação do impacto das oficinas é uma importante fonte de estudos sobre o processo de aprendizagem dos envolvidos nas ações corroborando a expectativa do projeto de formar profissionais engajados quanto às necessidades atuais da sociedade e do meio

ambiente em sua área de formação e contribuir para a formação de uma geração consciente e engajada na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Importante destacar que toda a ação é baseada na reciclagem de um resíduo gerado a partir das próprias atividades realizadas na Universidade, atingindo um índice de reaproveitamento próximo a 80% da massa total do material e alimentando as linhas de pesquisa e extensão existentes na Universidade.

Para a sequência do projeto, busca-se o desenvolvimento de uma ferramenta que permita uma avaliação do impacto provocado pelas ações realizadas nas oficinas no aprendizado, engajamento e conscientização dos alunos da educação básica que passam pelo projeto e pelos alunos do ensino superior que atuam como multiplicadores da mensagem proposta por este programa de extensão.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST – Associação Brasileira do Plástico. **Índice de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil atinge 25,6% em 2022, revela estudo do PICPLAST**. Disponível em: <

<https://www.abiplast.org.br/noticias/indice-de-reciclagem-mecanica-de-plastico-no-brasil-atin>

[ge-256-em-2022-revela-estudo-do-picplast/](https://www.abiplast.org.br/noticias/indice-de-reciclagem-mecanica-de-plastico-no-brasil-atin-ge-256-em-2022-revela-estudo-do-picplast/)>. Acesso em 08/05/2025.

BAIERL, Tessa-Marie; JOHNSON, Bruce; BOGNER, Franz X. Informal Earth Education: Significant Shifts for Environmental Attitude and Knowledge. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 1-8, 2022.

BALCAR, Jiří; Is it better to invest in hard or soft skills? **The Economic and Labour Relations Review**. Cambridge, v. 27 n. 4, p. 453-470, 2016.

BRASIL. Lei 9.795 de 27 de abril de 1999 – Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em 08/06/2025

BRASIL. Resolução CONAMA 275 de 25 de abril de 2001. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>. Acesso em 13/07/2024

BRASIL. Lei 12.305/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 25/05/2024

BRUNDTLAND, Gro Harlem *et al.* **Our common future**; by world commission on environment and development. Oxford: Oxford University Press. Acesso em: 11 jan. 2024. 1987.

CARBONARI, Maria Elisa Ehrhardt; PEREIRA, Adriana Camargo; A extensão universitária no Brasil, do assistencialismo à sustentabilidade. **Revista de Educação**, v. 10, n. 10, p. 23-28 2007

CALLISTER JR., William D.; RETHWISCH, David G.; **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma introdução. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023

CHELL, Elizabeth; ATHAYDE, Rosemary; Planning for uncertainty: soft skill, hard skills and innovation. **Reflective Learning in Management, Development and Education**. 1 ed. Abingdon: Routledge, 2014.

DIEHL, Bianca Tams; TERRA, Elisa Lubeck. A indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão: do legal ao real. **Revista De Humanidades (Descontinuada)**, 28(2), 166–185. 2017.
<https://doi.org/10.5020/23180714.2013.28.2.166-185>

DURO, Magda Aparecida Salgueiro; PERES, Renato Meneghetti; Cidades Inteligentes no Ensino de Engenharia: o início da formação de um profissional consciente e responsável. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 62-75, 2023.

FRANCISCO, Maria Beatriz Lopes; Informação ambiental e mudança cultural: a escola em rede. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011, 94 p.

FRIEDE, Reis; REIS, Danielle de Souza; AVELAR; Katia Eliane Santos; MIRANDA, Maria Geralda; Coleta Seletiva e Educação Ambiental: Reciclar Valores e Reduzir o Lixo. **Educação & Formação**. v.4, n. 11, p. 117-141, 2019.

JULIANI, Sama de Freitas; FREIRE, Laísa; Representações Discursivas de Educação Ambiental: Uma Análise no Âmbito da Extensão Universitária. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 9, n. 2, p. 35-60, 2016.

KLEBA, John Bernhard. Engenharia engajada—desafios de ensino e extensão. **Revista Tecnologia e Sociedade**, vol. 13, núm. 27, janeiro-abril, 2017, pp. 170-187
Universidade Tecnológica Federal do Paraná Curitiba, Brasil

KOBAYASHI, Keiichi; Learning by Preparing-to-Teach and Teaching: A Meta-Analysis. **Japanese Psychological Research**, v. 61, n. 3, p. 192-203, 2019.

KUHN, Caiubi Emanuel de Souza; SIQUEIRA, Flávia Regina Pereira Santos; GOMES, Ana Cláudia; Extensão universitária e desenvolvimento do pensamento crítico de estudantes de engenharia de minas e geologia. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 3, p. 01-11, 2019

MICHAELI, Walter et al. **Tecnologia dos Plásticos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher, 1995.

OLIVEIRA, Vera Lúcia Martins de Sá; NUNES, Marcus Antonius da Costa; Educação ambiental para a reciclagem e manejo de resíduos sólidos: Uma análise das concepções dos educandos sobre o consumo excessivo e o descarte inadequado. **Research, Society and Development**. V. 12, n. 13, p. 1-13, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 jan. 2024.

PACTO GLOBAL. Entenda melhor os ODS. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/ods>. Acesso em: 15 jan. 2024.

PIVA, Ana Magda; ROSA, Derval dos Santos; WIEBECK, Hélio; BRUNO, Marcelo; **Reciclagem do Plástico**: como fazer da reciclagem um negócio lucrativo. 2 ed. São Paulo: Artliber Editora, 2023.

PERES, Renato Meneghetti; SZILÁGYI, Gisele; BARBOSA, Juliano Martins. Reciclagem de Materiais na Educação Básica: Um caminho sustentável na formação de uma geração responsável. In: **Anais do IV Seminário do GEICS & I Encontro dos grupos de pesquisa em currículo, didática e formação de professores - Docência na escola deste século: entre a nova e a velha escola**. Anais...São Paulo (SP) Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/IVSEMINARIOGEICS/578677-RECICLAGEM-DE-MATERIAIS-NA-EDUCACAO-BASICA--UM-CAMINHO-SUSTENTAVEL-NA-FORMACAO-DE-UMA-GERACAO-RESPONSAVEL>. Acesso em: 22/01/2024

RODRIGUES, Andréia Lilian Lima *et al*; Contribuições da Extensão Universitária na Sociedade; **Cadernos de Graduação - Ciências Humanas e Sociais**, Aracaju, v. 1, n.16, p. 141-148, mar. 2013

SALLES, José Renato.; WOOD JUNIOR, Thomaz.; CALDAS, Miguel Pinto. O desafio da mudança cultural. **Revista GV Executivo**, v. 17, n. 3, p. 40-43; 2018. <https://doi.org/10.12660/gvexec.v17n3.2018.75750>

SARAIVA, Elisa *et al*. Education for sustainability through field activities and game-based tasks. **Journal of Teacher Education for Sustainability**, v. 26, n. 1, p. 81–98, 2024. DOI: 10.2478/jtes-2024-0008.

SCHADE, Alexander *et al*; Plastic Waste Recycling – A Chemical Recycling Perspective. **ACS Sustainable Chem. Eng.** v.12, p. 12270-12288, 2024

SOUSA, Cláudia Orsini Machado de; Política Nacional dos Resíduos Sólidos: uma busca pela redução dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). *InterfacEHS – Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*. V. 7, n. 3, p. 113-127, 2012.

SPINACÉ, Maria Aparecida da Silva; DE PAOLI, Marco Aurélio; A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.

STUMPF, Solange; JAROSKI, Maurício; (2023) Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plásticos Pós-Consumo no Brasil [Webinar]. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Indices-Reciclagem-2022_PICPlast_Webinar_20out23_Revisado_2.pdf> Acesso em 16/05/2025

ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini; **Resíduos Plásticos e Reciclagem:** aspectos gerais e tecnologia. 2 ed. São Carlos: EDUFSCar, 2015.