

**OS IMPACTOS AMBIENTAIS NA FABRICAÇÃO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS: UM ESTUDO DE CASO***ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE MANUFACTURE OF MOLDS FOR THERMOPLASTIC INJECTION: A CASE STUDY**IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FABRICACIÓN DE MOLDES PARA INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS: UN ESTUDIO DE CASO*

Marco Aurélio Feriotti<sup>1</sup> (*marco.a.feriotti@gmail.com*)  
Mayara Neves Pohlmann<sup>1</sup> (*mayara.pholmann@gmail.com*)  
Pedro Canteiro Silva<sup>2</sup> (*p.canteiro1999@gmail.com*)  
Jorge Luiz Rosa<sup>2</sup> (*jorge.rosa2@fatec.sp.gov.br*)  
Alexandre Formigoni<sup>1</sup> (*a\_formigoni@yahoo.com.br*)

<sup>1</sup>Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS-SP

<sup>2</sup>Faculdade de Tecnologia Guarulhos-SP

**Resumo**

A geração de resíduos sólidos é uma característica de diversas atividades industriais. Na metalurgia, há um destaque para a preocupação com a geração desse tipo de resíduo devido à diversidade e ao grande volume gerado, considerados potenciais responsáveis por impactos ambientais. Empresas de médio e pequeno porte muitas vezes não dispõem de incentivos para a disseminação de práticas que promovam a destinação correta dos seus resíduos em função dos investimentos necessários. Baseado neste contexto, este estudo avaliou os aspectos ambientais mapeando os atuais processos produtivos em uma microempresa do setor de ferramentaria de moldes de injeção, identificando os possíveis impactos ambientais com a observação do gerenciamento de resíduos. A partir dessas ações, o trabalho também visou apresentar propostas de melhorias que contribuam com a gestão ambiental para pequenas empresas adequadas às suas realidades. Após as análises, os resultados obtidos permitiram estabelecer quais os aspectos e impactos associados aos resíduos de cada uma das atividades da empresa. Com isso a empresa pode concentrar seus esforços em pontos considerados mais críticos e, diante de uma proposta de gestão ambiental adequada, aplicar as práticas para mitigar os impactos com a destinação correta dos resíduos gerados.

**Palavras-chave:** Resíduo Sólido, Ferramentaria de Moldes para Injeção, Gestão Ambiental.

**Abstract**

The generation of solid waste is characteristic of several industrial activities. In metallurgy, there is an emphasis on concern about the generation of this type of waste due to its diversity and the large volume generated, which is considered potentially responsible for environmental impacts. Medium and small companies often do not have incentives to disseminate practices that promote the correct disposal of their waste, depending on the necessary investments. Based on this context, this study evaluated environmental aspects by mapping current production processes in a micro-company in the injection mold tooling sector and identifying possible environmental impacts by observing waste management. Based on these actions, the work also aimed to present proposals for improvements that contribute to environmental management for small companies and are suited to their realities. After the analyses, the results obtained made it possible to establish which aspects and impacts were associated with waste from each of the company's activities. With this, the company can concentrate its efforts on points considered most critical and,

faced with an adequate environmental management proposal, apply practices to mitigate impacts with the correct disposal of waste generated.

**Keywords:** Solid Waste, Injection Mold Tooling, Environmental Management.

### **Resumen**

La generación de residuos sólidos es una característica de varias actividades industriales. En la metalurgia se destaca la preocupación por la generación de este tipo de residuos debido a la diversidad y el gran volumen generado, considerados potencialmente responsables de impactos ambientales. Las medianas y pequeñas empresas muchas veces no tienen incentivos para difundir prácticas que promuevan la correcta disposición de sus residuos en función de las inversiones necesarias. A partir de este contexto, este estudio evaluó aspectos ambientales mediante el mapeo de los procesos productivos actuales en una microempresa del sector de herramientas para moldes de inyección, identificando posibles impactos ambientales mediante la observación de la gestión de residuos. A partir de estas acciones, el trabajo también tuvo como objetivo presentar propuestas de mejoras que contribuyan a una gestión ambiental de las pequeñas empresas adecuadas a sus realidades. Luego de los análisis, los resultados obtenidos permitieron establecer qué aspectos e impactos estaban asociados a los residuos de cada una de las actividades de la empresa. Con esto, la empresa puede concentrar sus esfuerzos en los puntos considerados más críticos y, ante una adecuada propuesta de gestión ambiental, aplicar prácticas para mitigar los impactos con la correcta disposición de los residuos generados.

**Palabras clave:** Residuos Sólidos, Utillaje para Moldes de Inyección, Gestión Ambiental.

### **Introdução**

Sabe-se que no setor industrial de países em desenvolvimento existe hoje uma tendência de investimento para tornar plantas industriais mais limpas por meio de sistemas de gestão ambiental e implementação de programas de responsabilidade socioambiental. Entretanto, na contramão dessa tendência, empresas de médio e pequeno porte muitas vezes não dispõem de incentivos para disseminação de práticas que promovam o desenvolvimento sustentável (SANTOS e WAGNER, 2008).

Dessa forma, atualmente, garantir que todos os resíduos sejam controlados de forma devidamente segura, desde a geração até a destinação correta, envolvendo as etapas de geração, diferenciação, manipulação, disposição, retirada, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, é um dos grandes desafios das empresas (MAIER e CRUZ, 2014).

Em empresas de manufatura, por exemplo, é possível notar que um dos processos mais utilizados é a usinagem. Nela, o uso de fluidos de corte é uma estratégia bastante disseminada devido à melhora nas condições tribológicas, pois ele aumenta a vida útil da ferramenta, minimiza a geração de calor durante o processo, auxilia na remoção dos cavacos e geralmente melhora a eficiência do sistema produtivo (ALVES e OLIVEIRA, 2007).

A Alfa é uma microempresa situada na grande São Paulo, que atua há 30 anos no setor de ferramentaria de moldes para injeção de termoplásticos e encontra-se em uma fase de formação de mecanismos para o gerenciamento de seus resíduos, de maneira que seu processo se torne mais sustentável, por isso foi utilizada como objeto deste estudo.

Uma microempresa, como essa ferramentaria de moldes para injeção de termoplásticos, é

capaz de atenuar os impactos ambientais em seus processos produtivos, de maneira que se tornem mais sustentáveis? Tendo como base essa questão, o objetivo principal do presente trabalho é analisar os impactos ambientais e o gerenciamento de resíduos desta empresa. Além disso, os objetivos indiretos são identificar as entradas e saídas para realizar um diagnóstico para o atual cenário e verificar os procedimentos adotados para a destinação dos resíduos.

Assume-se que os resultados irão evidenciar que, mesmo em empresas de pequeno porte, cujos recursos são limitados, é possível desenvolver ações com baixos investimentos para reduzir os impactos ambientais em seus processos produtivos.

Este trabalho possui natureza aplicada com objetivos exploratórios e uma abordagem qualitativa. Os procedimentos técnicos adotados foram um estudo de caso acompanhado por uma revisão bibliográfica de maneira que ambos deram o embasamento necessário para a avaliação dos impactos ambientais na indústria metalúrgica e na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos.

Com este estudo foi observado que o processo de usinagem gera vários tipos de resíduos sólidos, portanto refletem um grande impacto ambiental, sendo assim devem ser priorizados dentro da gestão ambiental. Além disso, foi possível fazer algumas inferências acerca dos impactos ambientais e apresentar as medidas mitigatórias no gerenciamento dos resíduos para atenuar seus impactos.

## 1 Referencial Teórico

### 1.1 A indústria e a preocupação ambiental

A questão da proteção ao meio ambiente vem sendo debatida com uma maior frequência dentro das empresas, com a finalidade de buscar o equilíbrio das indústrias, do homem e do meio ambiente (MOTTA, *et al.*, 2019).

Mesmo que o principal objetivo de uma empresa seja o lucro, as questões ambientais têm se tornado cada vez mais significativas em função do aumento da conscientização do consumidor e de seu crescente interesse na forma como os produtos e serviços são produzidos, utilizados e descartados e de que forma prejudicam o meio ambiente (OLIVEIRA e SERRA, 2010).

Muitas organizações estão realizando grandes avanços na redução de seus impactos ambientais, o que também traz benefícios sociais, além de que ser ecologicamente correto também pode gerar benefícios econômicos (AIGBEDO, 2019).

Um cliente contemporâneo costuma a ser ecologicamente consciente. É por isso que as organizações estão competindo pelo mercado prestando mais atenção às questões ambientais. Esse fato, juntamente com o desejo de melhorar, provoca um aumento no número de organizações com sistemas ISO 14001 a cada ano (PACANA, LEW e KULPA, 2017). Esses sistemas, amplamente implementados na atualidade por empresas, com especificações

determinadas pela norma ISO14001 são conhecidos como Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs) e são formados por uma grande quantidade de princípios e aspectos estratégicos, sistemas de controle de qualidade e políticas ambientais (PEIXE *et al.*, 2019).

As empresas são responsáveis indiretas pela ampliação do interesse pelo meio ambiente, devido ao fato de serem as fomentadoras dos principais impactos ambientais que estimularam a compreensão da sociedade quanto a essas questões (RODRIGUES, 2018).

A precaução com a preservação ambiental assume uma relevância cada vez maior para as empresas e uma particularidade muito importante a ser apreciada nessa questão é o nível de engajamento cada vez maior de microempresários na busca de medidas ambientalmente apropriadas adotadas nas linhas de produção, na logística, na distribuição e no consumo de bens e serviços (RODRIGUES, 2018).

Vale ressaltar que as organizações podem otimizar o processo de produção e o desenvolvimento de novos produtos por meio do uso de práticas ambientais, como as Metodologias de Produção Mais Limpa (SEVERO, GUIMARÃES e DORION, 2017).

## 1.2 Gerenciamento de resíduos sólidos

A geração de resíduos sólidos é bastante comum em atividades industriais. Para as indústrias do segmento metalúrgico, os resíduos sólidos são um tema de preocupação específica devido à variedade e ao grande volume gerado e, ainda, devido aos possíveis impactos ambientais relacionados a esse ramo de atividade (MOTTA, *et al.*, 2019).

Este gerenciamento de resíduos sólidos possui uma hierarquia em que o acondicionamento ambientalmente apropriado de rejeitos é a última opção dessa série de medidas, que inclui a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos (CALLEFI, *et al.*, 2020).

Um dos enfoques que necessita de avanços no gerenciamento de resíduos sólidos é o custo com os serviços de coleta e transporte de resíduos. Um serviço que não tenha seus custos já inseridos dentro do orçamento, pode se tornar inviável (CALLEFI, *et al.*, 2020).

O descarte correto de resíduos sólidos é auxiliado pela logística reversa, sendo ela definida como um instrumento que conduz a reciclagem, reutilização e redução destes produtos, proporcionando o melhoramento de seu volume (ROCHA e DE SOUZA, 2017).

## 1.3 Processo de usinagem

Na empresa de usinagem, é incorporada a matéria-prima no processo produtivo e as operações são concretizadas através dos processos de fresamento, retificação, torneamento, furação, rosqueamento e lixamento entre outras. Após a finalização da peça, podem ser gerados como saídas cavacos, fluídos do corte usados, óleos lubrificantes usados, panos contaminados e o consumo de energia elétrica (MUCHA, 2014).

A exploração desenfreada de recursos e variados tipos de poluição resultam em perda de

biodiversidade e mudanças climáticas. Com isso, a cada dia, cresce a consciência pública sobre as relações entre crescimento econômico e conservação ambiental. A respeito disso, paradigmas de sustentabilidade podem desempenhar um papel crucial em encontrar um equilíbrio entre atender as necessidades sociais futuras e proteção do meio ambiente contra a superexploração de recursos e da produção de poluição (ZAGONARI, 2016).

### **1.3.1. Cavacos gerados no processo de usinagem**

No processo de usinagem ocorre a interação entre a peça, matéria-prima que sofrerá a transformação, e a ferramenta. O cavaco é a porção de material da peça retirada pela ferramenta e caracterizada por apresentar forma geométrica irregular. Trata-se, portanto, de um dos resíduos gerados no processo de usinagem para obtenção de uma determinada peça (RODRIGUES, 2018).

A matéria-prima metálica utilizada na indústria depende da extração e transformação do minério em metal. Essa dependência justifica a continuação da exploração por empresas de mineração. Por ser um recurso não renovável, uma mina em algum momento tem que parar de operar. Isso aumenta, na mineração, a consideração pela sustentabilidade tornando-a mais importante (PARAMESWARAN, 2016).

Outro atributo que contribui para a sustentabilidade da mineração metálica é a reciclagem dos metais. Muitos metais, uma vez produzidos, podem ser reciclados, fundidos várias vezes à sua forma elementar original e refinados para especificações exigentes. Além disso, a reciclagem pode economizar energia, uma vez que os processos de reciclagem consomem muito menos energia que os processos primários de produção de metais. A reciclagem também contribui para a conservação dos recursos naturais, fornecendo uma mina virtual acima do solo (PARAMESWARAN, 2016).

### **1.3.2. Fluido de corte utilizado no processo de usinagem**

Nas indústrias de usinagem e máquinas, os fluidos de corte são utilizados durante o processo de usinagem para resfriar a alta temperatura gerada no intenso contato entre uma peça de trabalho e uma ferramenta de corte, além de lubrificar o atrito (LEE, *et al.*, 2017).

Com as crescentes desvantagens dos fluidos de corte convencionais, a busca por fluidos de corte ecológicos está em andamento. Existe uma grande variedade de fluidos de corte disponíveis no mercado e, dentre eles, os miscíveis em água são usados em quase 80% das aplicações. Embora os fluidos de corte tenham um papel significativo na melhoria do desempenho da usinagem, eles são como ameaças ao equilíbrio ecológico e à saúde dos operadores que estão expostos a esses ambientes (RAPETI, *et al.*, 2018).

Os fluidos de corte são as principais causas de poluição ambiental durante o armazenamento e transporte, por isso seu descarte correto e a sua reciclagem podem resolver problemas de poluição ambiental. Os fluidos de corte são geralmente em forma líquida e existem

vários tipos, como minerais, sintéticos, semissintéticos, emulsificáveis e os vegetais (LEE, *et al.*, 2017).

De acordo com as preocupações com a sustentabilidade, a utilização do fluido de corte está sendo reexaminada pela indústria e pela academia. A utilização de fluidos de corte envolve alto custo de descarte, problemas de saúde e sua formulação é principalmente tóxica e não biodegradável na natureza (PERVAIZ, KANNAN e KISHAWY, 2018).

#### **1.4. Sistema da gestão ambiental (SGA)**

Para as indústrias do segmento metalúrgico, os resíduos sólidos são um dos aspectos ambientais mais significativos e devem ser vistos como prioridade dentro da gestão ambiental. (RODRIGUES, 2018).

Corporações buscam reduzir impactos ambientais gerados por suas atividades através da inserção do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), pelo fato de este gerar oportunidades de resultados financeiros através do desempenho ambiental (MUCHA, 2014).

De forma prática, o sistema de gestão ambiental permite à empresa controlar os efeitos ambientais de todo o processo de produção, desde a escolha da matéria-prima até o destino final do produto e dos resíduos gerados no seu processo (CAVALINI, 2008).

O sistema de gestão ambiental baseado na norma ISO 14001 tem como objetivo prover as organizações de elementos de um SGA eficaz, que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos (OLIVEIRA e SERRA, 2010). A finalidade geral de um SGA é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades socioeconômicas. Muitos desses requisitos podem ser abordados simultaneamente ou reapreciados a qualquer momento (ISO, 2004).

Teoricamente, a implantação do Sistema de Gestão Ambiental deve ser comum, os custos devem ser mínimos e os benefícios, significativos. Para abordar este estado, o SGA deve ser implementado com habilidade e de acordo com uma metodologia (PACANA, LEW e KULPA, 2017).

Uma das metodologias de implantação dos SGA mais usadas é o chamado Ciclo PDCA, que é um processo contínuo formado por fases interdependentes e agregadoras. São elas: planejar, desenvolver, checar e atuar.

## **2 Método**

Para a realização deste trabalho, a definição do método, baseada em Gil (2002) e Knechtel (2014), caracteriza esta pesquisa como de natureza aplicada, pois envolve conhecimento disponível e sua ampliação, e no conhecimento visando utilidade econômica e social. Caracteriza-se como exploratória, pois proporcionou maior familiaridade com o problema ao torná-lo mais explícito levando-se à construção de hipótese (GIL, 2002, p. 41). A forma de abordar o problema

foi a modalidade de pesquisa qualitativa “interpreta as informações por meio de dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014, p. 106). Suas principais características são: ressalta a natureza socialmente construída da realidade; existe a relação entre o pesquisador e o objeto de estudo; enfatiza as qualidades e os processos, com destaque para a forma como a experiência social é criada e adquire significado; utiliza entrevistas e observação detalhada (métodos interpretativos); estuda casos específicos (KNECTHEL, 2014).

Na pesquisa bibliográfica, adotou-se material já elaborado constituído principalmente de artigos científicos, que abordam os temas pertinentes ao objeto deste estudo e sua problemática. Para esta pesquisa foi escolhida a plataforma Google Scholar, cujo tipo de pesquisa selecionado foi “documentos”, o campo de busca definido foi “Título do Artigo, Resumo, Palavras-chave”, as palavras-chave foram “Environmental Impacts”, e dentro dos resultados foram pesquisadas as palavras “Metallurgical Industry” e “Machining”. Vale ressaltar que os resultados foram limitados para a exibição de artigos e periódicos no período de 2005 a 2020, com o idioma inglês e pertencentes à área de estudo da engenharia.

Em um estudo de caso o foco consiste em um fenômeno contemporâneo (YIN, 2015), sendo assim esse foi o procedimento técnico escolhido, pois para a verificação dos impactos ambientais é necessária a realização de observações e coletas de dados cujas análises costumam ser feitas por meio desse método. Uma abordagem desse procedimento técnico foi usada para permitir a avaliação da aplicação prática das pesquisas bibliográficas apresentadas acima, para tanto, foi realizada pesquisa exploratória em cinco etapas:

- Definição da empresa com uma ocorrência de experimento passada;
- Identificação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes do processo produtivo;
- Análise dos resíduos gerados na fabricação de moldes;
- Levantamento e coleta dos dados sobre as destinações dos resíduos;
- Avaliação detalhada dos dados coletados e análise das suas inferências acerca do objeto deste trabalho.

Os dados foram coletados, *in loco*, com pessoas chave da empresa denominada “Alfa”. As observações, avaliações e informações obtidas foram necessárias para entender as entradas e saídas do processo com foco na geração dos resíduos e sua destinação.

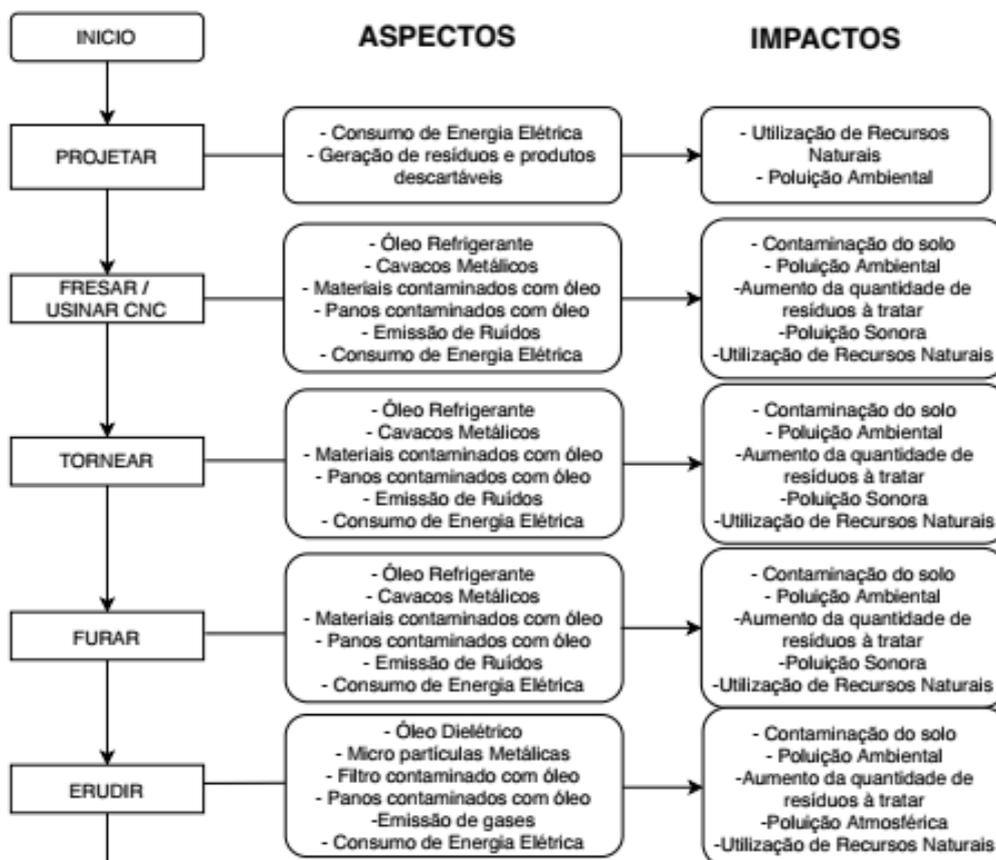
A metodologia matriz de impacto ambiental desempenha um papel crucial na avaliação e compreensão dos efeitos ambientais decorrentes da interação entre atividades humanas e o meio ambiente. A utilização dessas matrizes possibilita a identificação dos impactos mais relevantes, a avaliação de sua extensão e magnitude, bem como a tomada de decisões embasadas (BIRKELAND, 2002).

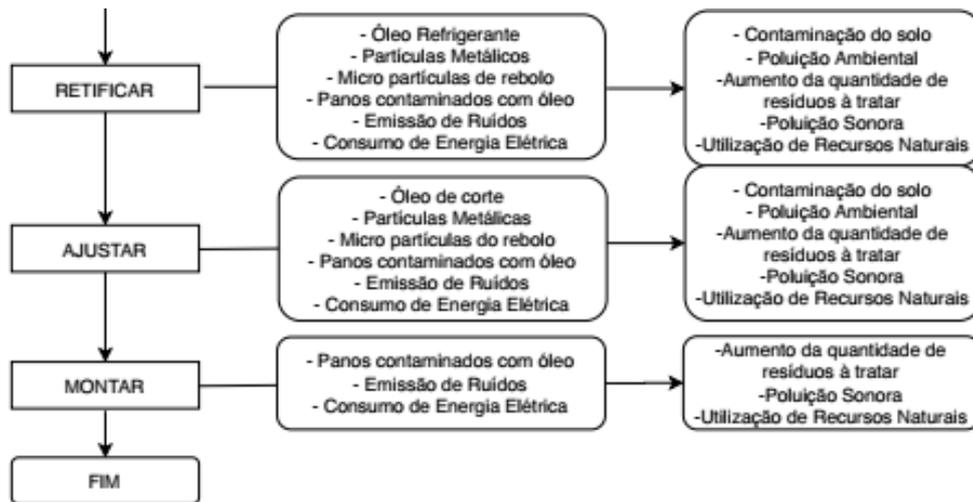
A utilização da metodologia da matriz de impacto ambiental envolveu as seguintes etapas no estudo de caso:

- i. Identificação das Atividades: Foram listadas todas as atividades associadas ao processo produtivo (Figura 1).
- ii. Identificação dos Fatores Ambientais: Especificaram-se os fatores ambientais que podem ser afetados pelas atividades identificadas (Quadro 1).
- iii. Atribuição de Pesos e Valores: Cada interação entre uma atividade e um fator ambiental foi avaliada quanto à sua importância e magnitude, atribuindo pesos e valores, considerando a intensidade do impacto.
- iv. Análise e Interpretação: As informações coletadas foram analisadas para identificar os impactos mais significativos. Isso auxiliou na priorização de ações de mitigação e na tomada de decisões para minimizar ou compensar os impactos negativos.

A Figura 1 demonstra o modelo de estrutura de padronização dos processos empregados no estudo de caso, utilizado como definição para os fluxos e macrofluxos desenvolvidos para verificar os principais aspectos e impactos ambientais.

**Figura 1 – Fluxograma dos Principais Aspectos e Impactos Ambientais do Processo**





Fonte: Autores

O Quadro 1 representa a análise das entradas e saídas dos processos produtivos verificados no estudo de caso, diante do ambiente em que a empresa está inserida.

**Quadro 1** – Gerenciamento das entradas e saídas do processo produtivo

ENTRADAS	ATIVIDADES	SAÍDAS
Papéis e materiais de Informática	Desenvolver produto, Projetar e Fabricar Moldes de Injeção de Termoplásticos	Papéis e materiais de informática usados
Materiais embalados		Embalagens de papelão usadas
Aço barras e tarugos		Cavacos metálicos
Óleos Lubrificante e de corte		Óleo usado
Pano limpo		Pano sujo de óleo
Ferramentas		Sucatas de aço
EPI		EPI usado
Energia Elétrica		Ruído

Fonte: Autores

A etapa seguinte foi observar os dados da empresa com relação à atribuição de pesos e valores de cada atividade e verificar as ações mitigatórias com relação aos impactos e quais são as decisões com relação à destinação dos resíduos.

### 3 Resultados e discussões

Em estudos anteriores sobre os impactos ambientais no setor metal mecânico, descobriu-se que diferentes resíduos são gerados nas operações de usinagem e causam grande preocupação com relação à sua correta destinação para que não tragam prejuízos ao meio ambiente.

Nesse sentido, foi utilizada a metodologia matriz de impacto ambiental no estudo de caso para identificar os aspectos ambientais das atividades da empresa considerando as condições operacionais normais e anormais de operação.

### 3.1 Principais aspectos e impactos ambientais das instalações

O Quadro 2 apresenta os aspectos e impactos ambientais das instalações administrativas, refeitório e limpeza.

**Quadro 2 – Principais aspectos e impactos ambientais das instalações administrativas**

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS	INCID.	SIT.	FREQ.	PROB.	TEMP.	CLAS.	SEV.	ESC.
Escritório e Refeitório	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	D	P	3	1	A	1	1	3
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	D	P	3	1	A	1	1	3
	Geração de efluentes e esgoto sanitário	Contaminação das águas	D	P	3	1	A	1	1	3
	Geração de resíduos e produtos descartáveis perecíveis	Poluição ambiental	D	P	1	1	A	1	1	3
Limpeza	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	D	P	1	1	A	1	1	3
	Consumo de água	Utilização de recursos naturais	D	P	2	1	A	1	1	3
	Geração de efluentes	Poluição ambiental	D	P	2	1	A	1	1	3
	Geração de resíduos e embalagens	Poluição ambiental	D	P	2	1	A	1	1	3

Legenda					
D	Direta	P	Planejada	1	Baixa
I	Indireta	A	Atual	2	Média
				3	Alta

Fonte: Autores

O Quadro 3 apresenta os aspectos e impactos ambientais das instalações operacionais.

**Quadro 3 – Principais aspectos e impactos ambientais das instalações operacionais**

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS	INCID.	SIT.	FREQ.	PROB.	TEMP.	CLAS.	SEV.	ESC.
Projeto	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	D	P	3	1	A	1	1	3
	Geração de resíduos e produtos descartáveis	Poluição ambiental	D	P	1	1	A	1	1	3
Recebimento	Circulação de Caminhões	Poluição atmosférica	I	P	2	1	A	1	1	3
	Emissão de Ruído	Poluição sonora	D	P	2	1	A	1	1	3
	Geração de resíduos e embalagens	Poluição ambiental	D	P	2	1	A	1	1	3
Usinagem	Consumo de energia elétrica	Utilização de recursos naturais	D	P	3	1	A	1	1	3
	Emissão de Ruído	Poluição sonora	D	P	3	1	A	1	2	2
	Geração de cavacos metálicos	Poluição ambiental	D	P	3	1	A	1	2	3
Expedição	Circulação de Caminhões	Poluição atmosférica	I	P	2	1	A	1	1	3
	Emissão de Ruído	Poluição sonora	D	P	2	1	A	1	1	2
	Geração de resíduos e embalagens	Poluição ambiental	D	P	2	1	A	1	1	3

Legenda					
D	Direta	P	Planejada	1	Baixa
I	Indireta	A	Atual	2	Média
				3	Alta

Fonte: Autores

### 3.2 Ações mitigatórias

No processo de usinagem são gerados resíduos sólidos. A destinação correta dos resíduos sólidos industriais segundo o que prevê a legislação brasileira lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é de obrigação do gerador.

#### 3.2.1 Ação mitigatória com resíduo de cavaco metálico

O cavaco é o resíduo gerado no processo de usinagem para obtenção de uma

determinada peça. É a fração de material da peça removida pela ferramenta e especificada por denotar forma geométrica irregular. Esse resíduo é separado dos demais e acondicionado em tambores metálicos de 200 litros.

Os tambores ficam armazenados em local livre de umidade até se acumular o peso aproximado de 1 tonelada então é solicitada a retirada para a empresa “A”, devidamente certificada pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), o material é destinado para as siderúrgicas que fazem o reaproveitamento no processo de fundição na aciaria.

### **3.2.2 Ação mitigatória com óleo contaminado**

A empresa objeto deste estudo acondiciona o óleo contaminado em tambores metálicos de 200 litros que ficam armazenados em ambiente fechado e arejado, dispostos na posição vertical, apoiado sobre palete para contenção de tambores.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua resolução de número 9/93, artigo 2º, determina a obrigatoriedade de recolhimento e correta destinação de todo óleo lubrificante usado ou contaminado para não prejudicar o meio ambiente. O artigo T da mesma resolução estabelece que o destino adequado de todo o óleo lubrificante utilizado deve ser a reciclagem.

A empresa “Alfa” destina a coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado para a empresa “B”, devidamente cadastrada pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), conforme portaria n.º. 71 de 25/04/00, que recicla este óleo.

### **3.2.3 Ação mitigatória com panos contaminados com óleo**

A empresa “Alfa” utiliza toalhas industriais recicláveis, locadas da empresa “C”, que possui Certificação ISO 14001 para lavagem de toalhas industriais e equipamentos de proteção individual contaminados com alto teor de solventes, óleos e graxas.

Periodicamente as toalhas contaminadas são retiradas pela empresa “C” e substituídas por toalhas higienizadas.

### **3.2.4. Ação mitigatória com caixas de madeira**

Os porta-moldes são recebidos em embalagens de caixas de madeira que são reutilizadas para envio do molde acabado ao cliente.

## **Considerações Finais**

Estudos anteriores demonstraram que nas indústrias do segmento metalúrgico o processo de usinagem é gerador de vários resíduos sólidos, sendo estes um dos aspectos ambientais mais relevantes para empenhar-se dentro da gestão ambiental, pois apontam alto potencial de ameaça para poluição ambiental, devido, particularmente, à variedade de tipos e ao alto volume.

A comparação dos dados obtidos com os dados de outros estudos demonstrou que a empresa, objeto de estudo de caso, apresentou plano de destinação dos resíduos sólidos gerado no seu processo produtivo de acordo com a PNRs. A destinação de seus resíduos sólidos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos ambientais.

Este estudo buscou contribuir com orientações de uma gestão ambiental que pode ser aplicada nas empresas de pequeno porte, é possível realizar o gerenciamento de resíduos de forma a minimizar os impactos ambientais provenientes do seu processo produtivo sem a necessidade de altos investimentos, utilizando práticas de conscientização e treinamento de seus colaboradores para a separação correta dos resíduos por sua classificação, preparando locais e recipientes adequados para o seu armazenamento e procurando empresas certificadas pelos órgãos regulamentadores para a correta destinação dos seus resíduos.

Objetivando avançar na mitigação dos impactos ambientais gerados pelo processo de usinagem, são necessários estudos de alguns aspectos que deveriam ser alvos de trabalhos futuros como, por exemplo, aplicação da manufatura aditiva na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos.

## Referências

AIGBEDO, H. Assessment of the effect of location and financial variables on environmental management performance for industrial goods supply chains. **Journal of Environmental Management**, v.236, 2019. p. 254-268.

ALVES, S. M.; OLIVEIRA, J. F. G. D. Adequação Ambiental dos Processos Usinagem Utilizando Produção mais Limpa como Estratégia de Gestão Ambiental. **Production**, v.17, n. 1, 2007. p. 129-138.

BIRKELAND, Janis. **Design for sustainability: a sourcebook of integrated, eco-logical solutions**. Earthscan, 2002.0

CALLEFI, M. H. B. M. *et al.* Localização de Pontos de Entrega Voluntária de Materiais Recicláveis: Estudo de Caso No Município de Maringá – Pr. **South American Development Society Journal**, v.06, n. 17, 2020. p.286-302.

CAVALINI, R. **Identificação de aspectos e avaliação de impactos ambientais na implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em uma empresa metalúrgica: um estudo de caso**, 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade de Taubaté, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções**. Brasília, 2021. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br> > Acesso em:25 maio 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 41 p.

KNECTHEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. 1. ed. Curitiba, PR: Inter Saberes, 2014. 106 p.

LEE, C.-M. *et al.* Eco-friendly technology for recycling of cutting fluids and metal chips: A review. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v.4, 2017. p.457–468.

MAIER, R. I.; CRUZ, H. A. D. Logística Reversa: Gerenciamento Ambiental de Resíduos Gráficos – Um Estudo em uma Microempresa De SC. **XI Simpósio de excelência em gestão e tecnologia**, 2014.

MOTTA, M. C. A. D. L. *et al.* Gestão Ambiental - O Descarte Correto das Sobras de Ferro em uma Metalúrgica no Município de Guarapuava-Pr. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, 2019.

MUCHA, J. T. Proposta de Adequação Ambiental em uma Microempresa Metalmeccânica. **Bacharelado de Engenharia Produção da Faculdade**, 2014.

OLIVEIRA, O. J. D.; SERRA, J. R. Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. **Production**, v.20, n. 3, 2010. p. 429-438.

PACANA, A.; LEW, ; KULPA,. Rating the quality of implementation of environmental management systems. **Journal of Business and Retail Management Research**, v.11, 2017. p.154-157.

PARAMESWARAN, K. Sustainability Considerations in Innovative Process Development. **Innovative Process Development in Metallurgical Industry**, 2016. p. 257-28.

PEIXE, B. C. S. *et al.* Fatores Relacionados com a Maturidade do Sistema de Gestão Ambiental de Empresas Industriais Brasileiras. **Revista de Administração de Empresas**, v. 59, n. 1, p. 29–42, fev. 2019.

PERVAIZ, S.; KANNAN, ; KISHAWY, H. A. An extensive review of the water consumption and cutting fluid based sustainability concerns in the metal cutting secto. **Journal of Cleaner Production**, v.197, n. 1, 2018. p.134-153.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. [s.l.] Editora Feevale, 2013.

RAPETI, P. *et al.* Performance evaluation of vegetable oil based nano cutting fluids in machining using grey relational analysis-A step towards sustainable manufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.172, 2018. p. 2862-2875.

ROCHA, A.; DE SOUZA, F. R. D. S. Obsolescência Programada de Produtos Eletroeletrônicos: Dimensão Social, Ambiental Econômica. **South American Development Society Journal**, v.3, n. 7, 2017. p.50-67.

RODRIGUES, F. **Diagnóstico Ambiental em Uma Indústria Metalúrgica de Imbituva**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

SANTOS, L. P.; WAGNER, R. Gestão Estratégica de Pessoas no Contexto de Demanda por Sustentabilidade. **XXXIII EANPAD**, 2008.

SEVERO, E. A.; GUIMARÃES, J. C. F. D.; DORION, C. H. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. **Journal of Cleaner Production**, v.142, 2017. p. 87-97.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**. 5 ed. Planejamento e Métodos. [s.l.] Bookman Editora, 2015.

ZAGONARI, F. Four Sustainability Paradigms for Environmental Management: A Methodological Analysis and an Empirical Study Based on 30 Italian Industries. **Sustainability**, v.8, n. 6, 2016. p. 504.

**Recebido em 11/09/2023**

**Aceito em 29/11/2023**