VIII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE
CYRUS Institute of Knowledge
MAKE A DIFFERENCE

AVALIAÇÃO AMBIENTAL E ECONÔMICA POR MEIO DE PROCESSOS DE RECICLAGEM BASEADOS NA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO DE INJEÇÃO PLÁSTICA

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EVALUATION THROUGH CIRCULAR ECONOMY RECYCLING PROCESSES: CASE STUDY IN A PLASTIC INJECTION SECTOR INDUSTRY

JOSIANE LIMA DE ARAÚJO
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

AURO DE JESUS CARDOSO CORREIA
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:
Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020.**

VIII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE
CYRUS Institute of Knowledge MAKE A DIFFERENCE

AVALIAÇÃO AMBIENTAL E ECONÔMICA POR MEIO DE PROCESSOS DE RECICLAGEM BASEADOS NA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO DE INJEÇÃO PLÁSTICA

Objetivo do estudo
Este trabalho tem como objetivo efetuar a análise dos processos fabris "embasados na Economia Circular", buscando-se apurar os ganhos ambientais e econômicos por meio da reciclagem e reuso de materiais plásticos (ABS) gerados na linha de produção de uma indústria brasileira do segmento de injeção plástica.

Relevância/originalidade
No setor da indústria de materiais plásticos, tem-se como consequência a geração de quantidades significativas de resíduos sólidos, tornando-se um problema na disposição final dos mesmos. Para tanto, iniciativas de minimizar os riscos ambientais e gerar ganhos econômicos são consideradas relevantes, tanto para literatura científica, quanto para prática organizacional.

Metodologia/abordagem
O estudo é classificado como de natureza empírica, embasado em informações no contexto da vida real. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois as variáveis analisadas, em sua maioria são mensuráveis. Quanto ao método, trata-se de um estudo de caso.

Principais resultados
Nas interpretações dos resultados do estudo de caso, pôde-se constatar na prática que a implementação dos processos de reciclagem e reuso em ciclo fechado (embasados na Economia Circular) contribui com a redução do material primário, promovendo-se ganhos ambientais e econômicos.

Contribuições teóricas/metodológicas
Para contribuições teóricas e metodológicas, destacam-se os resultados das avaliações econômicas por meio dos cálculos de "Retorno Sobre os Investimentos (ROI) e as avaliações ambientais sob estratégias embasadas na Economia Circular.

Contribuições sociais/para a gestão
Levando-se em consideração as constatações práticas relacionadas à Economia Circular (âmbito econômico e ambiental), a apresentação e o detalhamento dos processos de reciclagem e reuso contribuem para gestão, além de também contribuir com questões sociais, servindo-se de exemplo e incentivo para novas implementações.

Palavras-chave: Economia Circular, Reciclagem, Resíduo Industrial, Avaliação Ambiental, Avaliação Econômica

VIII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302
8TH INTERNATIONAL CONFERENCE
CYRUS Institute of Knowledge MAKE A DIFFERENCE

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EVALUATION THROUGH CIRCULAR ECONOMY RECYCLING PROCESSES: CASE STUDY IN A PLASTIC INJECTION SECTOR INDUSTRY

Study purpose
The objective of this work is to analyze the manufacturing processes "based on the Circular Economy", seeking to ascertain the environmental and economic gains through the recycling and reuse of plastic materials (ABS) generated in the production line of a Brazilian industry in the plastic injection segment.

Relevance / originality
In the plastic materials industry, significant amounts of solid waste have been generated, becoming a problem in their final disposal. Therefore, initiatives to minimize environmental risks and generate economic gains are considered relevant to both scientific literature and organizational practice.

Methodology / approach
The study is classified as empirical in nature, based on information in a real life context. It is a quantitative survey, as the variables analyzed are mostly measurable. As for the method, it is a case study.

Main results
In interpretations of the results of the case study, it was observed in practice that the implementation of recycling and reuse processes in closed loop (based on Circular Economy) contributes to the reduction of primary material, promoting environmental and economic gains.

Theoretical / methodological contributions
For theoretical and methodological contributions, the results of economic evaluations are highlighted by means of "Return on Investments (ROI)" calculations and environmental evaluations under strategies based on Circular Economy.

Social / management contributions
Taking into account the practical findings related to Circular Economy (economic and environmental scope), the presentation and detailing of recycling and reuse processes contribute to management, in addition to contributing to social issues, serving as an example and incentive for new implementations.

Keywords: Circular Economy, Recycling, Industrial Waste, Environmental Assessment, Economic Assessment

1 Introdução

As atividades aceleradas da industrialização e a alta competitividade são fatores convergentes com o aumento da produção de produtos e insumos nos mais variados segmentos de mercado. Este desenvolvimento acelerado nas atividades industriais induz à geração de grandes quantidades de resíduos, ocasionando sérios riscos ao meio ambiente a níveis globais (Esposito et al., 2015).

Diante deste cenário, surge a Economia Circular, que propõe o conceito de evitar desperdícios, buscando-se reduzir o consumo de recursos naturais através da efetivação de sistemas econômicos, seguindo-se uma analogia estratégica, semelhante aos princípios cíclicos da natureza, onde os resíduos são reaproveitados como recursos para suprimento ecológico de outras cadeias produtivas" (Geng e Dobertein, 2010).

Segundo os autores Lieder e Rashid (2016), a aplicação prática da Economia Circular, ainda se encontra em etapas iniciais de evolução, o que implica na necessidade de adaptação das empresas para modelos de negócios direcionados a inovações em termos de cadeias produtivas sustentáveis.

No que se refere às questões regulatórias e legislativas sobre a preservação do meio ambiente e atividades socioeconômicas, as potências mundiais mais influentes enfatizam a necessidade da aplicação efetiva de instrumentos regulatórios e leis diretivas com o propósito de determinar o tratamento, reciclagem e a destinação correta dos resíduos sólidos, a fim de proporcionar de maneira satisfatória a redução da quantidade de resíduos poluidores ao meio ambiente (Environment Agency, 2009).

No Brasil, a legislação mais abrangente sobre resíduos sólidos, refere-se à Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS), a qual preceitua a obrigatoriedade da destinação correta dos resíduos, buscando-se promover a proteção do meio ambiente, além da geração de ganhos socioeconômicos (Brasil, 2010).

Consonante ao exposto, os autores Rogers e Tibben-Lembke (1998) evidenciam a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos, a qual pode ser compreendida por processos efetivos de planejamento e implementação de técnicas que possam promover o descarte adequado, reaproveitamento e a reciclagem dos mesmos, a fim de estabelecer alternativas ambientalmente corretas e provedoras de vantagens socioeconômicas.

No setor da indústria de plásticos, tem-se como consequência a geração de certas quantidades de resíduos sólidos oriundos do material plástico, tornando-se um problema na disposição final dos mesmos, visto que são materiais complexos para decomposição na natureza. Para tanto, iniciativas devem ser tomadas, a fim de mitigar os riscos de poluição e na qualidade de vida dos seres vivos (Sewell, 1978).

Neste setor industrial, o material plástico "Acrilonitrilo-butadieno-estireno - (ABS)", refere-se a um termoplástico muito utilizado por ser economicamente viável, flexível, leve e muito resistente, tornando-se útil para diversas aplicações (Tymrak et al., 2014).

Na literatura científica, denota-se uma carência de estudos focados na Economia Circular, quando correlacionada a avaliações ambientais e econômicas em termos de reciclagem e reuso em indústrias do segmento de injeção plástica.

Com isso, este trabalho científico tem como objetivo efetuar a análise dos processos fabris (embasados na Economia Circular), buscando-se apurar os ganhos ambientais e econômicos por meio da reciclagem e o reuso de materiais plásticos (ABS) gerados na linha de produção de uma indústria brasileira do setor de injeção plástica.

As seções subsequentes do presente trabalho científico, encontram-se estruturadas pelo "referencial teórico, metodologia, estudo de caso, resultados, conclusões, referências".

2 Referencial teórico

2.1 Economia Circular

O conceito de Economia Circular é embasado na solução contemporânea mais adequada para o desenvolvimento econômico sustentável, buscando-se substituir o paradigma anterior, que recebe a classificação de "Economia Linear" (Produzir, consumir, descartar). Desta feita, a Economia Circular é tratada como uma estratégia que não tem efeito prejudicial à natureza, buscando-se assegurar o menor desperdício possível dos recursos naturais, mantendo-se a lógica funcional embasada na reutilização de materiais, nos mais altos níveis de utilidade e geração de valor (Murray et al., 2017).

No que se refere à implementação da Economia Circular, a mesma pode ser classificada em três níveis ("micro", "meso", "macro"). No nível "micro", a Economia Circular e baseada nos preceitos de sistemas individuais de processos produtivos, onde as indústrias podem desenvolver inovações específicas, dentro de estratégias particulares e isoladas. No nível "meso", o objetivo refere-se ao desenvolvimento de uma rede eco-industrial, proporcionando ganhos e benefícios a escalas de âmbitos regionais. O "macro", trata-se do nível de maior abrangência, envolvendo a interrelação entre grandes redes industriais, as quais podem ser direcionadas para amplas divisões territoriais (Ghisellini et al., 2016).

2.2 Reciclagem industrial do material plástico

Entre os processos de reciclagem dos materiais plásticos industriais, destaca-se a reciclagem mecânica através do reprocessamento por injeção, termoformagem e extrusão. A primeira etapa, trata-se dos processos de separação dos resíduos, passando-se em seguida por processos de (moagem, lavagem, secagem e aglutinação, extrusão, resfriamento e granulação), buscando-se atingir nível aceitáveis de transformação dos materiais para que se possa utilizá-los nas plantas fabris. Por outro lado, existem diversas variações entre os processos de fabricação, e as indústrias procuram proteger essas atividades implementadas com o registro de patentes. Com isso, o propósito das indústrias é convergente com o aprimoramento de técnicas, a fim da obtenção de materiais com propriedades mais próximas possíveis do material-primário virgem (Spinacé e Paoli, 2004).

Segundo o autor Hawkins (1987), os processos de reciclagem mecânica primária são essenciais para reutilização direta do material plástico descartado, transformando-o em produtos secundários, sem perda de propriedades físicas. O autor salienta que a reciclagem mecânica do material plástico pode ser realizada pelo fabricante, sendo essa estratégia denominada "reciclagem em ciclo fechado".

3 Metodologia

O presente trabalho científico pode ser classificado como de natureza empírica, embasado em informações no contexto da vida real, principalmente quando os dados não se encontram evidentes de um modo geral (Yin, 2010).

Quanto à abordagem, refere-se a uma pesquisa quantitativa, visto que, as variáveis analisadas, em sua maioria são classificadas como mensuráveis (Martins, 2012).

Trata-se também de uma pesquisa de caráter exploratório, recomendada por Selltiz et al., (1974) quando a compreensão sobre o tema não permite conclusões incondicionais.

No que se refere ao método, trata-se de um estudo de caso, desenvolvido em uma empresa brasileira de médio porte, no setor de injeção plástica. Segundo Yin (2010), o

desenvolvimento do estudo de caso proporciona aos pesquisadores uma visão estendida do campo em estudo, tornando explícita as informações empíricas, as quais são caracterizadas no âmbito de fenômenos contemporâneos.

Para a coleta de dados, foram realizadas observações nas atividades e processos fabris da indústria em estudo, além de acessos a dados documentais. Por conseguinte, procurou-se contabilizar os investimentos necessários para implantação dos processos de reciclagem e reuso dos resíduos de plásticos ABS, além dos cálculos do balanço de massa.

Em termos de análises econômicas, os ganhos econômicos anuais obtidos com a implantação dos processos de reciclagem e reuso foram apurados, dimensionando-os em um período anual. Com isso, pôde-se mensurar o "Retorno Sobre os Investimentos (ROI)" e o período de retorno do capital investido. De acordo com Martins (2000), a realização dos cálculos de ROI representa a estratégia mais eficaz de investigar o nível de sucesso de um empreendimento.

4 Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma indústria brasileira do setor de injeção plástica, considerada de médio porte, responsável pela fabricação de bens de consumo, oriundos de materiais plásticos "Acrilonitrilo-butadieno-estireno - (ABS)", dos quais são direcionados aos mercados (automotivo, telecomunicações, hospitalar e cosméticos).

Neste setor de injeção plástica, a indústria em suas atividades fabris é geradora de determinadas quantidades de resíduos plásticos. Desta feita, buscando-se compreender o comportamento das atividades anteriores às soluções de reciclagem e reuso do material plástico na Companhia, pôde-se constatar que a indústria realizava a seguinte lógica sequencial:

• Os processos eram iniciados pela aquisição da matéria-prima primária, sendo a mesma estocada, seguindo-se o ciclo de alimentação da linha de produção, até a produção final.

• Na linha de produção, os resíduos gerados eram armazenados como sucatas sem valor de mercado, e posteriormente retirados por empresas terceirizadas a fim de dar destinações adequadas aos mesmos.

Os dirigentes da indústria, com o propósito de promoverem o reaproveitamento dos resíduos gerados nas atividades fabris, buscaram investir na implantação de processos de reciclagem e reuso dos materiais plásticos ABS. Para tanto, as seguintes estratégias funcionais foram aplicadas:

• Os resíduos gerados na linha de produção, agora são direcionados à etapa de armazenamento, passando em seguida por etapas de tratamento, reciclagem e direcionamento do material reciclado ao setor de realimentação da linha.

• Embasado na Economia Circular de nível "micro", o ciclo de realimentação da linha, por meio do uso da matéria-prima secundária se repete continuamente, suprindo o setor de produção com os materiais reciclados.

• Por outro lado, há de se destacar que o suprimento da linha de produção, por meio da matéria-prima primária, continua fazendo parte de todo o processo. No entanto, as proporções de uso do material primário foram reduzidas devido à utilização do material reciclado.

A Figura 1 apresenta a descrição dos processos fabris da empresa, antes e após a implantação das atividades de reciclagem e reuso dos resíduos plásticos ABS.

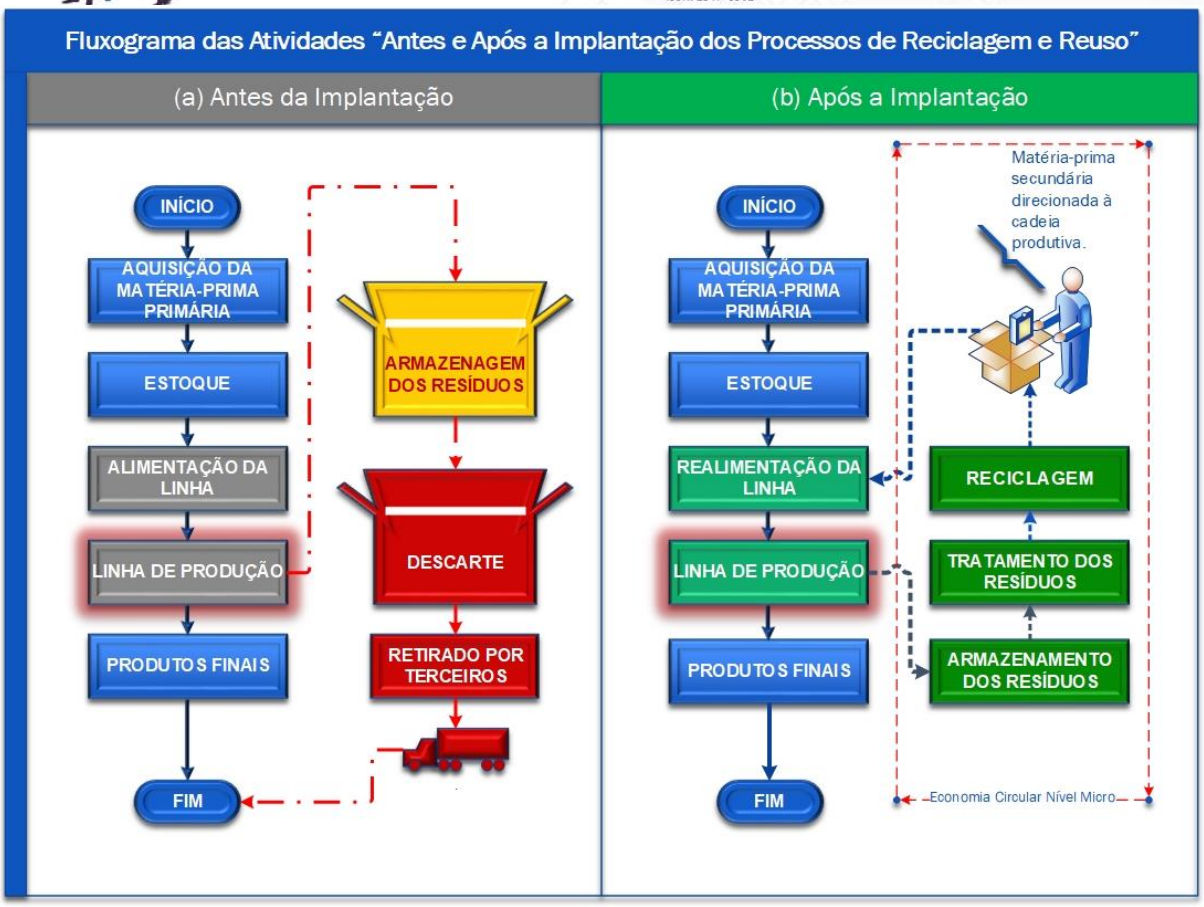

Figura 1 – Descrição das atividades "antes e após a implantação dos processos de reciclagem e reuso"
Fonte: elaborado pelos autores

Em específico à análise das atividades de reciclagem e reuso, apresenta-se a descrição detalhada dos processos divididos em blocos, seguindo-se a atual lógica funcional:

• Na linha de produção, os resíduos de plásticos ABS são enviados ao setor de armazenagem, na sequência, os mesmos são direcionados à etapa de triagem de separação primária, onde verifica-se o grau de pureza do material residual. Caso o mesmo contenha outro material agregado, diferente dos detritos de plástico ABS, este material retorna à etapa de retrabalho e posterior envio ao setor de triagem.

• Na triagem, o resíduo selecionado como plástico puro segue para a etapa de moagem, lavagem, secagem e aglutinação (sendo homogeneizado). Na etapa de extrusão, o material é derretido e transformado em filetes, passando-se também por um processo de resfriamento e posterior granulação, os quais são embalados e direcionados ao setor de realimentação da linha para o suprimento da linha de produção com o material plástico reciclado.

O setor de realimentação também é responsável por receber a matéria-prima primária, sendo a mesma direcionada à linha de produção. Com essa estratégia implementada, fecha-se o ciclo contínuo da Economia Circular de nível Micro.

A Figura 2 apresenta o detalhamento das etapas de reciclagem e reuso, implementadas e embasadas na Economia Circular de nível Micro.

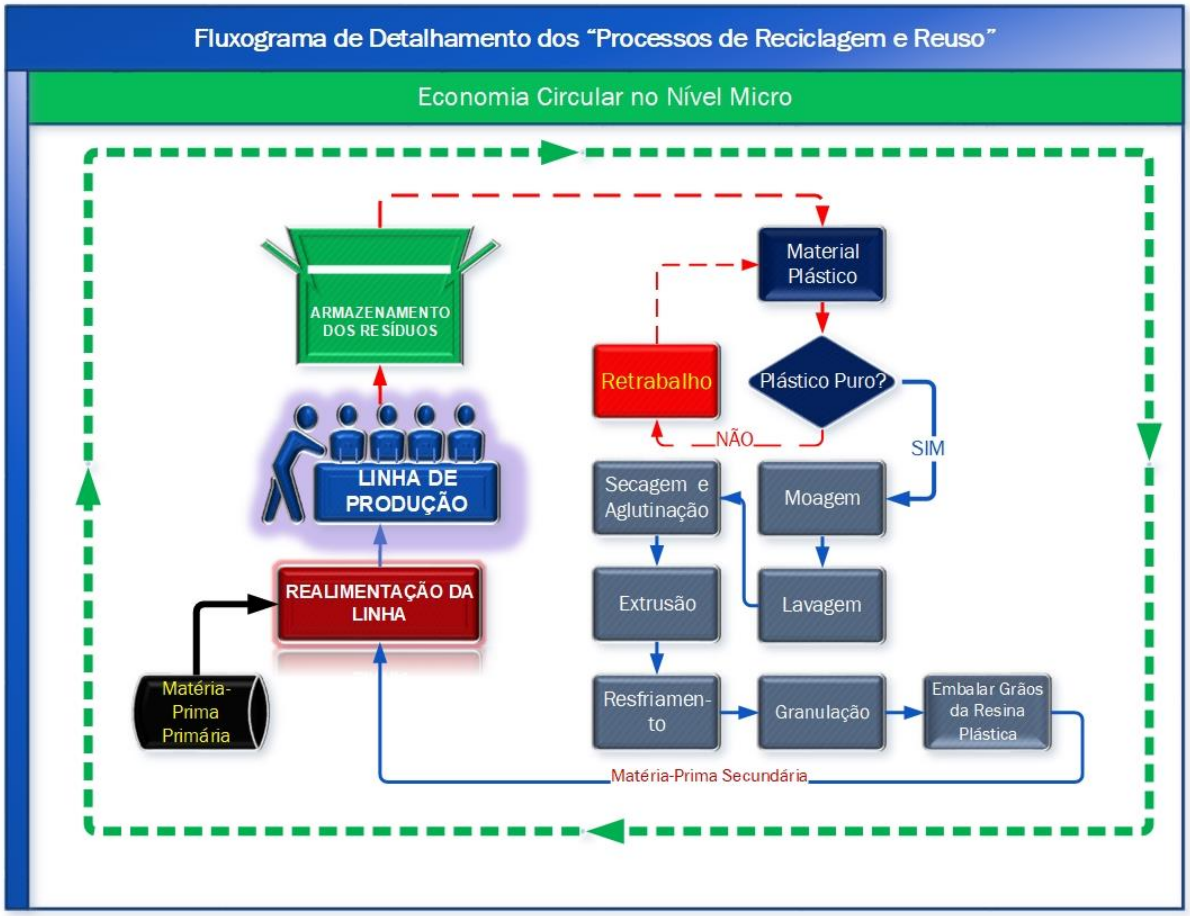

Figura 2 – Etapas de reciclagem e reuso, com base na Economia Circular de nível "Micro"
Fonte: elaborado pelos autores

5 Resultados

Apresenta-se nesta seção os resultados em termos de análise do balanço de massa, avaliação dos ganhos ambientais, além da realização da avaliação econômica, após a implementação dos processos de reciclagem e reuso na indústria estudada.

5.1 Análise do balanço de massa e avaliação dos ganhos ambientais

Diante da apuração dos cálculos de balanço de massa (após a implantação dos processos de reciclagem e reuso), pôde-se mensurar o reaproveitamento de 1588 kg mensal da matéria-prima secundária na indústria.

Por conseguinte, o redimensionamento do balanço de massa em um período anual (reaproveitamento do material plástico ABS reciclado) na linha de produção, pôde-se mensurar a economia material na ordem de 17856 kg / ano. Com essa nova estratégia funcional implementada, a indústria garante economias de uso no consumo do material plástico ABS primário.

5.2 Análise dos investimentos e avaliação econômica após a implantação

No que se refere às apurações relacionadas às vantagens econômicas, considerou-se o levantamento dos investimentos totais realizados na implantação dos processos de reciclagem

e reuso, a apuração das receitas anuais, além dos cálculos relacionados ao Retorno Sobre os Investimentos (ROI) e a análise do período para o retorno do capital total investido.

Nos investimentos necessários para validação dos processos de reciclagem e reuso, a indústria investiu o valor de R$ 85.438,00 para a aquisição de equipamentos e infraestrutura do setor, a fim de validar a nova área implementada.

Em termos de economia de retorno anual bruto após a implantação de todos os processos, pôde-se mensurar o valor de R$ 392.832,00 com o uso da matéria-prima secundária (material reciclado), deixando-se de consumir boa parcela da matéria-prima primária.

A receita líquida anual foi mensurada em R$ 278.304,00, levando-se em consideração o abatimento dos custos anuais envolvidos (manutenções, eletricidade, água, recursos humanos) no valor de 114.528,00.

Diante da apuração destes valores, calculou-se o Retorno sobre os Investimentos (ROI) de 230,4% ao ano e o período para o retorno do capital investido em um prazo de 0,64 anos ou 7,8 meses.

Na tabela 1, apresenta-se os cálculos efetuados sobre o ROI e o período de retorno para o capital investido.

Tabela 1:
Base de Cálculo para o Retorno sobre os Investimentos (ROI)

Investimento na Implementação dos Processos	R$ 85.438,00					
Prazo de depreciação (anos)	10					
Depreciação Anual	R$ 8.544,00					
Redução de Custo Anual Obtida	R$ 278.304,00					
Depreciação Anual	-R$ 8.544,00					
Base para cálculo do Imposto de Renda (IR)	**R$ 269.760,00**					
IRPJ + CSLL (Contrib. Social Sobre Lucro)	30%					
Valor do IR + CSSL Anual	-R$ 80.928,00					
Redução de Custo Líquida Anual	**R$ 188.832,00**					
Redução de Custo Líquida Anual	R$ 188.832,00					
Depreciação Anual	R$ 8.544,00					
Geração de Caixa Anual	**R$ 197.376,00**					
Fluxo de Caixa	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento	-R$ 85.438,00					
Geração de Caixa Anual		R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00
Fluxo de Caixa Total	-R$ 85.438,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00	R$ 197.376,00
ROI ou TIR	**230,4% ao Ano**					
PayBack Descontado a 15% ao Ano	**0,65 Anos**					

Nota. Fonte: elaborado pelos autores

6 Conclusões

Com base nas interpretações da presente pesquisa científica, as quais se encontram embasadas na Economia Circular de nível "micro", pôde-se constatar na prática que a implementação dos processos de reciclagem e reuso em ciclo fechado contribui com a redução do uso do material primário, deixando-se de consumir quantidades significativas deste material ao inserir a matéria-prima secundária nas atividades fabris da indústria estudada.

Em termos de viabilidade econômica, ganhos significativos foram detectados com a implantação dos processos de reciclagem e reuso dos materiais plásticos ABS. Além disso, pôde-se também constatar a efetividade do investimento, onde o "Retorno Sobre os Investimentos (ROI) indicou o percentual atrativo de 230,4% ao ano, e o retorno para o capital investido em um prazo de 7,8 meses, o que pode ser considerado um prazo relativamente curto, além de servir de exemplo para que outras empresas possam adotar essa estratégia embasada na Economia Circular de nível "micro".

Os resíduos de materiais plásticos ABS, que antes da implantação eram descartados como sucatas sem valor de mercado, agora passam por tratamento, reciclagem e reuso, fatores contribuintes com a mitigação do impacto ambiental e o controle do volume detritos gerados na Companhia, de modo que os mesmos não são direcionados à natureza. Ademais, pôde-se quantificar por meio do balanço de massa, a quantidade de 17856 kg de material reciclado, indicando que a adoção de processos de reciclagem e o reuso de resíduos industriais em ciclo fechado, trata-se de uma alternativa viável, tanto ambiental como econômica.

No que se refere a questões legislativas, denota-se que a indústria se encontra em concordância com Lei 12.305 "Política Nacional de Resíduos Sólidos", de modo que a adoção dos processos de reciclagem e reuso dos materiais plásticos contribui com a mitigação de riscos à natureza, além de gerar vantagens econômicas.

Sugere-se para pesquisas futuras a ampliação do número de casos, procurando-se aplicar e estudar as mesmas estratégias aqui apresentadas, em outros segmentos industriais ou a combinação de vários setores de mercado, buscando-se consolidar os resultados aqui apresentados.

Referências

Brasil. (2010***). Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, Distrito Federal***. Recuperado em 20 novembro 2019, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/Lei/L12305.htm.

Environment Agency. (2009). ***Waste and Electronic Equipment (weee)***. Recuperado em 28 novembro, 2019, de http://www.environment-agency.gov.ukbusiness/topics/waste/32084.aspx.

Esposito, M.; Tse, T., & Soufani, K. (2015). Is the Circular Economy a New Fast‐Expanding Market? ***Thunderbird International Business Review***, 59(1), 9-14.

Geng, Y., & Doberstein, B. (2010). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving 'leapfrogdevelopment.' ***International Journal of Sustainable Development & World Ecology***, 15(3), 231–239.

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. ***Journal of Cleaner Production***, 114, 11–32.

Hawkins, W. L. (1987). Recycling of polymers. ***Conservation & Recycling***. 10(1), 15-19.

Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. ***Journal of Cleaner Production***, 115(1), 36–51.

Martins, E. (2000). ***Contabilidade de Custos***. (1a ed.). São Paulo: Atlas.

Martins, R. A. (2012). ***Abordagens quantitativas e qualitativas***. (2a ed.). São Paulo: Elsevier.

Murray, A; Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. ***Journal of Business Ethics***, 140(3), 369–380.

Selltz, C. (1974). ***Métodos de pesquisa nas relações sociais***. (1a ed.). São Paulo: Editora Pedagógica Universitária.

Sewell, G. H. (1978). ***Administração e controle da qualidade ambiental***. (1a ed.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Spinacé, M. A. S., & Paoli, M. A. (2004). A tecnologia de reciclagem de polímeros. ***Química Nova***, 28 (1), 65-72.

Tymrak, B. M., Kreiger, M., & Pearce, J. M. (2014). Mechanical properties of components fabricated with open-source 3-D printers under realistic environmental conditions. ***Materials & Design***, 58, 242-246.

Yin, R. K. (2010). ***Estudo de Caso: planejamento e métodos***. (4a ed.). Porto Alegre: Bookman.