

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

THIAGO DIEMINGER ALBRING

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA CONSTRUÇÃO DE UM
TRITURADOR DE PEQUENO PORTE PARA RECIPIENTES PLÁSTICOS PÓS-
CONSUMO**

**Alegrete
2019**

THIAGO DIEMINGER ALBRING

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA CONSTRUÇÃO DE UM
TRITURADOR DE PEQUENO PORTE PARA RECIPIENTES PLÁSTICOS PÓS-
CONSUMO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Fladimir Fernandes dos Santos.

**Alegrete
2019**

THIAGO DIEMINGER ALBRING

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA CONSTRUÇÃO DE UM
TRITURADOR DE PEQUENO PORTE PARA RECIPIENTES PLÁSTICOS PÓS-
CONSUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Mecânica da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Mecânica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26 de nov. de 2019.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Fládmir Fernandes dos Santos
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Tonilson de Souza Rosendo
UNIPAMPA



Prof. Me. Thiago Eliandro de Oliveira Gomes
UNIPAMPA

Dedico este trabalho à minha família e a minha namorada, pois estão sempre ao meu lado, acreditando e apoiando, sempre com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais, Miguel e Gelvane, por todo amor, carinho e incentivo, apoiando sempre as minhas escolhas e decisões. Agradeço a minha irmã Taciana pela ajuda nos estudos.

A minha namorada Nadja, por estar sempre ao meu lado com muito amor e carinho, com apoio e incentivo em todos os momentos, bons ou ruins. Por me ajudar nos trabalhos, artigos e até nesse TCC, com as devidas correções de texto e gramática. Por ser a minha companheira de viagens, cuidando do repertório musical e dos lanches.

Ao meu orientador, professor Fladimir Fernandes dos Santos, por ter aceitado o meu convite para orientação, acreditando no tema e no meu potencial, além da orientação e conhecimento transmitido.

Aos meus amigos e colegas pelos momentos de estudo, festas e amizade.

A Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de obter a graduação em Engenharia Mecânica.

RESUMO

Os resíduos plásticos pós-consumo provêm do descarte de embalagens plásticas pelos consumidores, sendo esse um dos assuntos mais abordados em discussões em relação ao meio ambiente. No Brasil, desde 2010, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, há o incentivo à prevenção e a redução na geração destes resíduos. Com a reciclagem em larga escala, entende-se como viável a redução do acúmulo de resíduos plásticos nas cidades, visto que a separação dos resíduos reprocessados possibilita a transformação em novos materiais. Com um triturador, com a finalidade de processar o material reciclável, esse tipo de atividade pode ser expandido em vários pontos e regiões, além do custo reduzido de investimento. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo mostrar a viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo. Metodologicamente, a presente pesquisa é caracterizada como exploratória e quantitativa, e o trabalho desenvolvido envolve um estudo de caso. Na análise de viabilidade econômica foram simulados três cenários diferentes, onde foi possível concluir que os valores de VPL nos três cenários foram positivos e que a TIR é maior que a TMA em ambos cenários, tendo o maior prazo de retorno do investimento somente no pior cenário, o de produção/venda mínimo. Ademais, foi possível constatar que o prazo de retorno do investimento, no melhor cenário, o de produção/venda máximo, ocorre antes do término do primeiro período, ou seja, em menos de um ano o investimento inicial é recuperado.

Palavras-Chave: Viabilidade econômica. Resíduos plásticos. PET. Triturador. Reciclagem.

ABSTRACT

Post-consumer plastic waste comes from the disposal of plastic packaging by consumers, which is one of the most addressed issues in discussions regarding the environment. In Brazil, since 2010, with the National Solid Waste Policy, there is an incentive to prevent and reduce the generation of this waste. With large-scale recycling, it is understood as feasible to reduce the accumulation of plastic waste in cities, since the separation of reprocessed waste enables the transformation into new materials. With a shredder for processing recyclable material, this type of activity can be expanded to various points and regions, in addition to the reduced investment cost. In this sense, the present study aims to show the economic viability of building a small crusher for post-consumer plastic containers. Methodologically, the present research is characterized as exploratory and quantitative, and the work developed involves a case study. In the economic feasibility analysis, three different scenarios were simulated, where it was concluded that the NPV values in the three scenarios were positive and that the IRR is higher than the TMA in both scenarios, having the highest return on investment only. In the worst case scenario, the minimum production / sale. Moreover, it was found that the return on investment in the best scenario, the maximum production / sale occurs before the end of the first period, ie in less than one year the initial investment is recovered.

Keywords: Economic viability. Plastic waste. PET. Shredder. Recycling.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de trituradores.....	11
Quadro 2 – Exemplos de aplicação e reciclagem de recipientes pós-consumo.....	26
Quadro 3 – Relação de elementos referentes à entradas e saídas de caixa	30
Quadro 4 – Cenários para a análise de sensibilidade	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de decisões de um projeto	13
Figura 2 – Ciclo de vida do plástico.....	24
Figura 3 – Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas	25
Figura 4 – Protótipo do triturador de resíduos recicláveis	27
Figura 5 – Caracterização da Pesquisa	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos iniciais de investimento	34
Tabela 2 – Custos indiretos anuais	35
Tabela 3 – Custos diretos anuais nos três cenários	35
Tabela 4 – Sistema Tributário do Simples Nacional	36
Tabela 5 – Cálculo do imposto para os três cenários.....	36
Tabela 6 – Saídas de Caixa para os três cenários.....	37
Tabela 7 – Valores de venda do <i>flake</i>	38
Tabela 8 – Tabela dos faturamentos do 1º ano de acordo com os cenários.....	38
Tabela 9 – Entradas de caixa reajustados de acordo com os três cenários	39
Tabela 10 – Fluxo de caixa para o cenário máximo	40
Tabela 11 – Fluxo de caixa para o cenário médio.....	41
Tabela 12 – Fluxo de caixa para o cenário mínimo.....	42
Tabela 13 – Síntese dos resultados para os cenários máximo, médio e mínimo.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário máximo).....	43
Gráfico 2 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário médio).....	44
Gráfico 3 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário mínimo).....	44

LISTA DE SIGLAS

C – Capital

COPOM – Comitê de Política Monetária

EPS – Poliestireno Expandido

GPPS – Poliestireno de Propósito Geral

HIPS – Poliestireno de Alto Impacto

IGP-M – Índice Geral de Preços do Mercado

J – Juros

Nm – Newton metro

PBS – *Payback* Simples

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de alta densidade

PEBD – Polietileno de baixa densidade

PELBD – Polietileno linear de baixa densidade

PET – Polietileno Tereftalato

PEUAPM – Polietileno de ultra alto peso molecular

PEUBD – Polietileno de ultra baixa densidade

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Cloreto de Polivinil

SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custódia

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

VP – Valor Presente

VPL – Valor Presente Líquido

WWF – Fundo Mundial para a Natureza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
1.2 Justificativa	10
1.3 Estrutura do trabalho	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Análise econômica de investimentos em projetos de engenharia	13
2.1.1 Juros	14
2.1.2 Taxa mínima atrativa	15
2.1.3 Fluxo de caixa	16
2.1.4 Valor presente	16
2.1.5 Valor presente líquido	17
2.1.6 Taxa interna de retorno	18
2.1.7 <i>Payback</i>	19
2.1.8 Análise de projetos sob condições de risco e incerteza	20
2.2 Conceitos dos principais polímeros sintéticos	22
2.2.1 Poli (Tereftalato de Etileno) – PET	22
2.2.2 Polietileno – PE	22
2.2.3 Polipropileno – PP	23
2.2.4 Poliestireno – PS	23
2.2.5 Policloreto de vinila - PVC	23
2.3 Reciclagem mecânica	24
2.4 Triturador de resíduos recicláveis	26
3 METODOLOGIA	28
3.1 Coleta de dados	29

3.2 Apresentação dos dados	29
3.3 Análise dos dados	30
4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1 Custos de investimentos inicial.....	33
4.2 Demais saídas de caixa	34
4.3 Entradas de caixa.....	37
4.4 Fluxo de caixa do triturador nos três cenários	39
4.5 Síntese dos resultados	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.1 Conclusões.....	47
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – Tabela com os Custos de Investimento Inicial.....	54
APÊNDICE B – Tabela dos Salários	55
APÊNDICE C – Tabela Outros Custos.....	56
ANEXO A – Tabela do Simples Nacional – Industria (Anexo II)	57

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da indústria de reciclagem, no Brasil, até o início da década de noventa, era irrisório. A partir de 1992, essa prática passou a ser progressivamente incentivada pela administração pública e, com a demanda da sociedade, tornou-se importante alternativa de manuseio dos resíduos processados no país (FIGUEIREDO, 2012).

Aprovada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/10, propicia e incentiva atividades relacionadas ao aumento da reciclagem no país. Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, com um conjunto de instrumentos para assegurar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos, promovendo a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Particularmente, os resíduos plásticos têm pouca degradabilidade e podem permanecer no meio ambiente, por um longo período de tempo. O uso do plástico, essencialmente no setor de embalagens, tem rápido descarte, gerando dificuldades em relação ao destino desse resíduo. Para tal, cada vez mais se faz necessário tornar viável a reciclagem desse material.

Os recipientes plásticos são formados por polímeros (macromoléculas), que podem ser classificados quanto à ocorrência em naturais ou sintéticos. Sendo, o primeiro, encontrado na natureza e, o segundo, obtido industrialmente. Os polímeros sintéticos são classificados como termoplásticos (plásticos), termofixos, borrachas e fibras. Alguns exemplos de termoplásticos são o Polipropileno (PP), o Polietileno (PE), o Polietileno Tereftalato (PET), o Policloreto de Vinila (PVC) e o Poliestireno (PS), que representam o maior consumo nacional (SPINACÉ, 2005).

Segundo o relatório do Fundo Mundial para a Natureza (WWF, 2019), publicado em março deste ano, quase metade dos produtos plásticos poluentes foram gerados depois dos anos 2000 e, 75% do que já foi produzido, foi rejeitado.

O Brasil, segundo dados do Banco Mundial, é o **4º maior produtor de lixo plástico no mundo**, com 11,3 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia. Desse total, mais de 10,3 milhões de toneladas foram coletadas (91%), mas **apenas 145 mil toneladas (1,28%) são efetivamente recicladas**, ou seja, reprocessadas na cadeia de produção como produto secundário. Esse é um dos menores índices da pesquisa e bem abaixo da média global de reciclagem plástica, que é de 9% (WWF, 2019b, não paginado).

Diante o exposto, este estudo aborda a viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo, com o auxílio de ferramentas da Engenharia Econômica para verificar a sua viabilidade. Cabe dizer que, para o desenvolvimento desta pesquisa foi estabelecida a seguinte questão de pesquisa: a construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo é viável economicamente?

Para responder à questão de pesquisa proposta foram definidos o objetivo, geral e específicos, apresentados na sequência.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo.

1.1.2 Objetivos específicos

- ◆ apresentar o projeto técnico de construção do triturador;
- ◆ orçar os custos para a construção do triturador;
- ◆ determinar a taxa mínima atrativa para o retorno deste tipo de investimento;
- ◆ aplicar as ferramentas de análise de viabilidade econômica para analisar o investimento proposto;
- ◆ analisar os resultados econômicos do projeto, sob condições de incerteza, por meio de análise de cenários.

1.2 Justificativa

Grande parte dos resíduos plásticos não está sendo tratada da forma correta e eficiente. Resíduos não administrados adequadamente, ou seja, abandonados em aterros não regulamentados, ou na rua, têm grande possibilidade de tornar-se poluição, causando desde impactos ambientais, até problemas relacionados à qualidade do ar; a saúde humana e animal; e a contaminação da água e do solo.

É importante frisar que a reciclagem, em larga escala, proporciona a redução do acúmulo de resíduos plásticos nas cidades, visto que a separação dos resíduos reprocessados possibilita a transformação em novos materiais.

Devido aos altos níveis de contaminação, entende-se que, com a reciclagem deste tipo de material, ele pode ser convertido em material secundário, podendo ser utilizado na fabricação de cerdas de vassouras, carpetes, embalagens para produtos de limpeza, baldes, roupas, materiais construtivos, entre outras aplicações.

Atualmente, é possível adquirir um triturador para o processamento e/ou gerenciamento de resíduos plásticos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Exemplos de trituradores

IMAGEM	MARCA	MODELO	MOTOR	TENSÃO	PREÇO
	HPM solutions	HPM 10	3 HP	220/380 V	R\$ 11.000,00
	Freitec	FT – T001	2 HP	220/380 V	R\$ 7.500,00
	Fragmaq	Mini triturador de garrafa PET	2 HP	220/380/440 V	R\$ 14.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Contudo, pode-se notar que esse equipamento tem um alto custo de investimento, o que dificulta a compra do mesmo, por empresas menores, ou por associação de catadores.

Nesse sentido, ressalta-se a importância de verificar a viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte, para recipientes plásticos pós-consumo, que auxilie a subtração do volume de resíduos recicláveis pós-consumo, de forma a possibilitar a estocagem, facilitar o transporte do mesmo e a reciclagem. Contribuindo, assim, para a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

O intuito desta pesquisa também é mostrar que esse tipo de reciclagem pode ser expandido em vários pontos e regiões do Brasil, com menor custo de investimento, contribuindo para a destinação final adequada desses resíduos.

O estudo de análise de viabilidade econômica deste projeto, ainda apresenta como benefício colaborar com uma proposta de criação de um triturador de recipientes pós-consumo, para melhor entendimento da relevância e vantagens da viabilidade do

mesmo. Desse modo, diminuindo a possibilidade de insucesso ou prejuízos decorridos da escolha de critérios insatisfatórios e sem eficácia.

1.3 Estrutura do trabalho

Após a introdução deste trabalho, a continuidade do mesmo está organizada da seguinte forma: no item 2 consta o referencial teórico utilizado, sendo apresentados alguns conceitos da Engenharia Econômica, dos principais polímeros sintéticos, reciclagem mecânica e uma sucinta explanação à respeito do triturador de resíduos recicláveis que será utilizada como base para a análise econômica proposta nesta pesquisa.

No item 3 encontra-se a metodologia que indica o tipo e os instrumentos da pesquisa, bem como a forma de coleta, apresentação e análise de dados. No item 4, consta a análise e discussão dos resultados. Por fim, no item 5, têm-se as considerações finais.

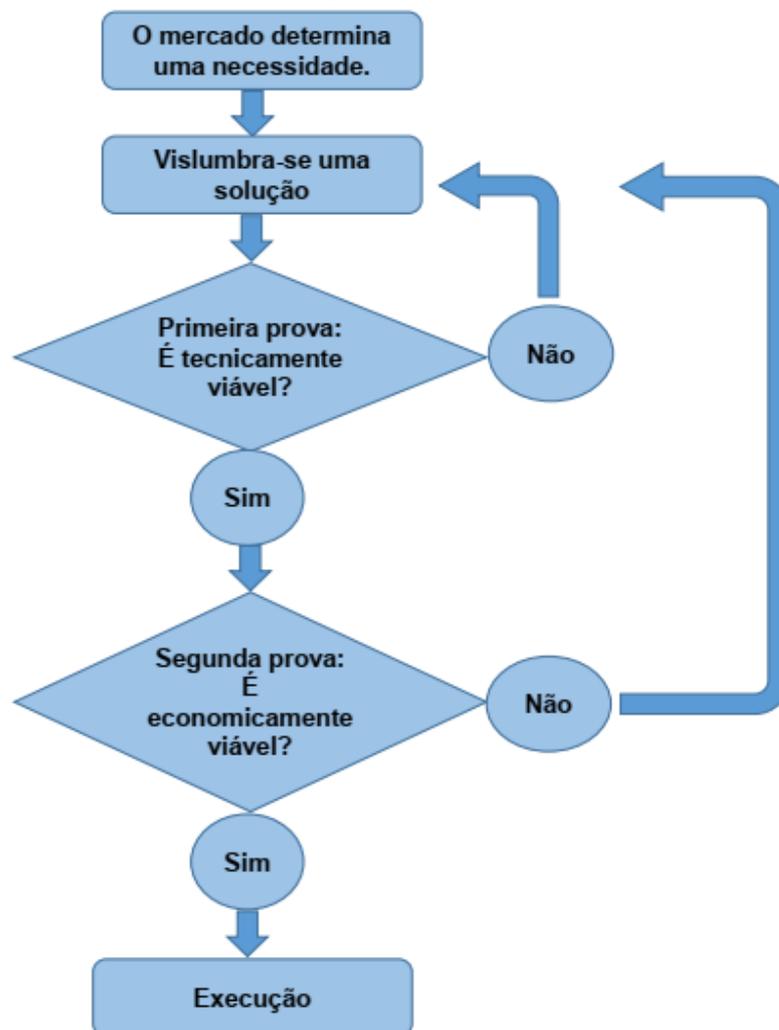
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para realizar análises de investimentos, torna-se necessário utilizar alguns conceitos e princípios da Engenharia Econômica. Além disso, é fundamental abordar sobre os polímeros sintéticos e a reciclagem mecânica, bem como o projeto de construção de um triturador. Diante disso, tais elementos são apresentados na sequência.

2.1 Análise econômica de investimentos em projetos de engenharia

No desenvolvimento de projetos de investimentos, a engenharia é elaborada ao mesmo tempo que outras etapas. Sendo assim, entende-se que são necessárias a realização de avaliações por meio de duas provas: a viabilidade técnica e a viabilidade econômica (BUARQUE, 1984), conforme a Figura 1 mostra essas etapas.

Figura 1 – Ciclo de decisões de um projeto



Fonte: Adaptado de Buarque (1984)

Na prova pertinente a viabilidade técnica, busca-se verificar se o projeto proposto atende aos diversos requisitos técnicos – dimensionamento de equipamento, peças necessárias, rendimento do equipamento, testes etc. – e, de maneira satisfatória, a necessidade imposta pelo mercado. Na segunda prova é avaliado o potencial econômico do projeto, por meio da aplicação de métodos da engenharia econômica, que possibilitam a tomada de decisão para a execução, ou não do projeto.

Na tomada de decisão sobre determinado investimento, há questionamentos a respeito dos métodos que podem ser utilizados e os parâmetros a serem seguidos para a análise de viabilidade econômica.

Nesse sentido, Casarotto Filho e Kopittke (2000) aconselham a realização de um estudo econômico visando a análise de viabilidade do investimento, assim como a organização do projeto, denominado projeto de investimento.

De acordo com Cavalcanti e Plantullo (2007) é possível definir a análise e elaboração de projetos, como um grupo de técnicas de decisão e análise que possibilitam a comparação, metodológica e científica, entre inúmeros resultados obtidos por meio da tomada de decisões relativas às distintas alternativas.

Para a decisão da implantação de um projeto é preciso considerar alguns critérios, nos quais, Casarotto Filho e Kopittke (2000) destacam:

- ◆ critérios econômicos: rentabilidade do investimento;
- ◆ critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- ◆ critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

De acordo com os princípios de análise econômica, para se realizar a viabilidade econômica são necessários os conhecimentos de quanto o investidor pretende investir, como representar os custos e as receitas de um determinado projeto, qual taxa de juros a ser considerada para avaliar o retorno para o investimento e que ferramentas serão utilizadas para a análise econômica. Diante disso, apresenta-se na sequência uma descrição sobre tais aspectos.

2.1.1 Juros

Juro (J) é o valor da remuneração do capital (C) acertado entre o fiduciário e o tomador em certa operação financeira (PUCCINI, 2011). Para Viera Sobrinho (2000), juros é o pagamento do capital emprestado, ou seja, é o aluguel pago pelo uso do dinheiro. Conforme Azeredo Filho (2013), a taxa de juros é a razão entre o juro

recebido e o capital inicial disponibilizado, sendo essa taxa, relativa a unidade de tempo como dia, mês, semestre, entre outros.

Comumente, os juros são classificados em simples e composto, de acordo com os métodos de cálculo utilizado (PUCCINI, 2011). Para Viera Sobrinho (2000), a taxa de juros é simples quando o valor total dos juros é o resultado da sua ocorrência apenas em relação ao capital inicial, isto é, não reflete sobre o valor dos juros acumulados regularmente. Já a taxa de juros é denominada composta quando o valor total dos juros é o resultado da sua ocorrência sobre o capital inicial e o valor dos juros acumulados periodicamente.

Posteriormente, a cada período de capitalização, os juros são agregados ao principal e também começam a gerar juros (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2000). Para esta pesquisa foi considerado os juros compostos, sendo este, o tipo de juros utilizado pela maioria das operações financeiras no Brasil.

Casarotto Filho (2011) enfatiza que na análise de propostas de investimentos, é preciso considerar que se está deixando de obter retornos sobre o mesmo capital investido em outros projetos. Na visão do autor, para ser atrativa a proposta deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco, no caso, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), explicada na sequência.

2.1.2 Taxa mínima atrativa

A TMA é a taxa de juros com a qual o investidor avalia a obtenção de lucros financeiros. É relacionada a um baixo risco, onde qualquer sobra de caixa pode ser aplicada na TMA. Uma das formas de se analisar um investimento é confrontar a Taxa Interna de Retorno (TIR) com a TMA do investidor (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2000).

A referida taxa diz respeito à rentabilidade mínima determinada por líderes de uma empresa, como parte de sua política de investimentos (GALESNE; FENSTERSEIFER, 1999). Sendo assim, para Souza e Clemente (1997), é fundamental a escolha apropriada da TMA para a aceitação ou rejeição do projeto, visto que uma TMA superior ao custo de capital é capaz de eliminar projetos que adicionam valor ao negócio.

No Brasil, para pessoas físicas, comumente a TMA é igual ao rendimento da caderneta de poupança. Para empresas, depende do prazo ou da importância estratégica das alternativas (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2000).

Cabe destacar que a TMA também é denominada de outras formas, tais como: taxa de desconto, retorno exigido, custo de capital ou custo de oportunidade (GITMAN, 2004).

2.1.3 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é um recurso fundamental para elaborar a gestão financeira de uma empresa. Nele, compreendem-se registros das movimentações do caixa em determinado período de tempo. Com isso, destaca-se a importância dele ser atualizado regularmente, para que a tomada de decisões seja precisa, possibilitando a adoção de medidas para evitar liquidez e falência (FRIEDRICH, 2005).

Para Weston e Brigham (2000), o mais difícil e primordial na análise de um projeto é estimar seu fluxo de caixa. Visto que, se as receitas forem superestimadas e os custos subestimados, será difícil encontrar clientes propensos a pagar o valor determinado para cobrir os custos do projeto.

Segundo Gitman (2010), o fluxo de caixa pode ser classificado como fluxo de caixa convencional e fluxo de caixa não convencional. O primeiro é o desembolso inicial, seguido com uma série de entradas, as quais podem ser anuais e iguais, ou entradas anuais e irregulares. Já o fluxo de caixa não convencional, é o desembolso inicial acompanhado por um encadeamento de entradas e saídas. E é neste ponto que podem surgir dificuldades na avaliação de projetos.

2.1.4 Valor presente

O Valor Presente (VP) refere-se ao valor atual de um fluxo de caixa, ou uma sucessão de fluxos de caixa. Para atualizar os fluxos, utiliza-se o custo médio ponderado de capital, que representa o rendimento exigido pelos investidores pelo prorrogamento do rendimento (FONSECA, 2003). Para Gitman (2010), o Valor Presente também pode ser chamado de desconto de fluxo de caixa.

O Valor Presente é proporcional à soma dos fluxos de caixa futuros, descontados por uma taxa de dedução que representa a percepção de risco. Deste modo, o Valor Presente apresenta o preço atual de uma empresa (BRANDÃO, 2009).

Com o Valor Presente é possível calcular quanto vale, no dia corrente, um fluxo de caixa que ocorrerá em uma data futura. Serve para fazer a análise de projetos com diferentes prazos, conforme Brandão (2009).

Segundo Assaf Neto (2003), sempre que as entradas e saídas de caixa são de mesmo valor e mesmo período, o Valor Presente pode ser representado conforme Equação 1.

$$PV = PMT * \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \quad \dots(1)$$

Onde:

- **PV** = Valor Presente;
- **PMT** = Valor de cada pagamento ou recebimento;
- **n** = unidade de tempo;
- **i** = juros.

2.1.5 Valor presente líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) indica o valor presente dos fluxos de caixa gerados ao longo de sua vida útil (SAMANEZ, 2007). Todos os fluxos de caixa são subtraídos a uma TMA até a data do investimento. Esses fluxos são somados e, de seu total, é abatido o valor do investimento (SOUZA; CLEMENTE, 2008).

Dessa forma, segundo Fracari (2017), o Valor Presente Líquido faz o comparativo às alternativas de investimentos desde a data zero do fluxo de caixa. O cálculo para saber qual a opção é a mais viável economicamente deve apresentar como resultado o maior valor presente líquido. A seguir, tem-se a Equação 2, que mostra como calcular o Valor Presente Líquido.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - I \quad \dots(2)$$

Onde:

- **VPL** = Valor Presente Líquido;
- **FC_t** = Fluxo de Caixa do período t;
- **I** = Investimento inicial;
- **i** = Taxa de desconto (TMA);
- **t** = Período genérico;
- **n** = Número de períodos.

Então, como critérios de análise de tomada de decisão conforme Vale (2018), tem-se que:

- ♦ se o resultado do cálculo do VPL for positivo: o projeto tem capacidade de gerar lucros;
- ♦ se seu valor for nulo (zero): o projeto se paga ao longo dos anos, mas sem gerar lucro;
- ♦ se o resultado for negativo: o projeto não gera lucro e sim prejuízo.

2.1.6 Taxa interna de retorno

Conforme Casarotto Filho e Kopittke (2008), visando realizar um investimento, é preciso levar em conta a taxa de retorno que se almeja alcançar com esta aplicação de capital, isto é, a Taxa Interna de Retorno (TIR). A TIR de um fluxo de caixa é a taxa para qual o Valor Presente do fluxo é nulo. Ou seja, é a taxa que equipara em certo período do tempo, o Valor Presente das entradas com o das saídas previstas de caixa.

A Taxa Interna de Retorno é usada como um recurso para a análise de investimentos, no qual o mesmo será economicamente viável, se a Taxa Interna de Retorno for maior do que a taxa mínima de atratividade (CLEMENTE; SOUZA, 2008).

O fluxo de caixa inicial (ou seja, no momento zero) é demonstrado através do valor de investimento, e os demais fluxos de caixa apontam os valores de entrada ou das parcelas em débito (ASSAF NETO, 2006).

Conforme Gitman (2004), para fins de tomada de decisão no modelo aceita-rejeita, se:

- ♦ TIR > Taxa Mínima de Atratividade: ACEITA
- ♦ TIR < Taxa Mínima de Atratividade: REJEITA
- ♦ TIR = Taxa Mínima de Atratividade: INDIFERENTE

Em um comparativo entre duas opções econômicas, com taxas de retorno distintas, a alternativa que apresentar a maior taxa é o investimento que favorece o maior índice de retorno (DAMODARAN, 2002).

Desta forma, é garantido que se obtenha, no mínimo, a taxa requerida de retorno, possibilitando o aumento de valor de mercado do produto (GITMAN, 2004).

Considera-se a Taxa Interna de Retorno a taxa mais apropriada para os fluxos de caixa básicos. É possível, também, haver divergências entre o Valor Presente

Líquido e a TIR. Caso isso ocorra, recomenda-se aderir o Valor Presente Líquido (BRITO, 2003).

Como a TIR é a taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero, matematicamente ela é obtida resolvendo-se a Equação 3, para o valor de k que torne o Valor Presente Líquido igual a zero (GITMAN, 2004).

$$VPL=0=\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad \dots(3)$$

Onde:

- F_t = Refere-se ao fluxo de caixa de cada período;
- k = taxa de desconto;
- I_0 = investimento Inicial;
- n = tempo de desconto do último fluxo de caixa;
- t = tempo de desconto de cada entrada de caixa.

Cada fluxo de caixa é dividido pela TIR, elevada ao seu período correspondente. Neste caso, os juros são compostos. O resultado deve ser igual à zero. Este cálculo também poder ser realizado de forma mais prática e rápida, com o auxílio de uma calculadora financeira, ou computador, com software adequado.

2.1.7 Payback

Para Lemes, Cherobim e Rigo (2002), ao avaliar um projeto de investimento é preciso definir o tempo necessário para a retomada do capital aplicado. Este tempo de recuperação, denominado de *Payback*, representa a identificação do período no qual o valor das despesas de recursos investidos é recuperado mediante os fluxos líquidos de caixa alcançados pelo investimento, ou seja, é o período em que os valores do investimento se anulam com os valores de caixa relacionados (KASSAI et al., 2000).

Há dois métodos de *Payback*: o Simples e o Descontado (LAPPONI, 2000). A diferença entre os modelos *Payback* Simples e *Payback* Descontado é pelo fato de o segundo considerar o valor do dinheiro no tempo. Já o *Payback* simples não analisa o valor do dinheiro no decorrer do tempo, desconsiderando o princípio fundamental da Engenharia Econômica (BRUNI, 2007).

Para o *Payback* Descontado são calculados todos os valores presentes do fluxos de caixa. Diante disso, o tempo necessário para recuperar o valor investido pode ser obtido pela Equação 4 (BORDEAUX-REGO,2015).

$$VP(\text{período}) = \frac{\text{Fluxo de Caixa}(\text{período})}{(1 + TMA)^{\text{período}}} \quad \dots(4)$$

Onde:

- **Período:** anos ou meses;
- **VP:** valor presente no período (R\$);
- **Fluxo de caixa:** fluxo de caixa no período (R\$);
- **TMA:** Taxa mínima atrativa.

Cabe enfatizar, conforme cita Damodaran (2004), que projetos que apresentam *Payback* menores são os mais atraentes, pois, as receitas, após os períodos necessários para que o fluxo de caixa acumulado se torne positivo, passam a ser consideradas como lucros.

2.1.8. Análise de projetos sob condições de risco e incerteza

Como já citado deste trabalho, é importante destacar que o procedimento padrão de análise de projetos de investimento tem como início a determinação do fluxo de caixa. Essa abordagem determinística se completa por meio da utilização de uma taxa de desconto livre de risco, na qual é mantida inalterada durante todo o ciclo de vida de um projeto. Trata-se de uma simplificação que é necessária durante o processo de análise, na qual, não pode pressupor clarividência do analista (CÔRTEZ, 2012).

No entanto, Côrtes (2012) afirma ser preciso abandonar o confortável e hipotético mundo da certeza, pois a tomada de decisão em projetos de investimento é cercada de riscos, diante de fatores e eventos futuros e imprevisíveis. Logo, o autor entende que o modelo de análise deve abranger procedimentos adequados para lidar com a insuficiência do conhecimento humano (CÔRTEZ, 2012).

O supracitado autor ainda declara que a análise de projetos lida com o incerto de duas formas: (1) faz o risco se refletir nas estimativas de seu fluxo de caixa e (2) deposita o peso do risco na taxa de desconto aplicada ao fluxo de caixa (não ajustado pelo risco).

Diante o exposto, fica visível que a análise de viabilidade econômica precisa levar em conta o risco e a incerteza nas estimativas do fluxo de caixa. Segundo Cortês (2012), somente o uso dos equivalentes de certeza transfere integralmente o risco para o fluxo de caixa.

Contudo, sabemos que, à medida que nossas projeções pretendem retratar um comportamento futuro, menores são as chances de que estejam corretas. Neste sentido, maior refinamento nos cálculos pode tornar-se apenas mero exercício matemático. Emprestamos um caráter determinístico às projeções, quando, na verdade, o futuro se nos apresenta probabilístico (WOILER; WASHINGTON, 1996, p. 238).

A presente pesquisa leva em consideração a incerteza. Nesse sentido Casarotto e Kopittke (2000, p. 338) relatam que, sob condições de incerteza, existem basicamente três alternativas para a solução dos problemas, quais sejam:

- a) Uso de regras de decisão às matrizes de decisão.
- b) Análise de sensibilidade: quando se dispõe de alguma informação para que ela possa transformar a incerteza em risco.
- c) Simulação: Quando se dispõe de alguma informação para que ela possa transformar a incerteza em risco.

Na análise de sensibilidade, a qual será aplicada na pesquisa realizada neste trabalho, é elaborado o estudo do efeito que a variação de um determinado dado de entrada poderá ocasionar nos resultados.

Quando uma pequena variação num parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, diz-se que o projeto é muito sensível a este parâmetro e poderá ser interessante concentrar esforços para obter dados menos incertos. As planilhas eletrônicas são um dos melhores instrumentos para elaborar um estudo com análise de sensibilidade (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2000, p. 341).

No entendimento de Casarotto Filho (2002), diferentes variáveis podem ser utilizadas para a análise de sensibilidade, tais como: variação cambial, inflação, análise do retorno com diferentes taxas de reaplicação e estudo de diferentes cenários em relação ao desempenho da empresa.

Conforme Gitman (2004, p. 367), “um dos enfoques mais comuns de análise de sensibilidade consiste em estimar os Valores Presentes Líquidos associados às estimativas pessimista (pior), mais provável (esperada) e otimista (melhor) das entradas de caixa”. Tal procedimento foi adotado na presente pesquisa, apenas sendo denominados de cenários: mínimo, médio e máximo.

2.2 Conceitos dos principais polímeros sintéticos

Conforme ABIPLAST (2012, p.18) O plástico pode ser de fonte sintética ou derivados de substâncias naturais. Com um baixo custo de produção, entre outras qualidades, o plástico é utilizado por vários setores da indústria.

Será abordado a seguir, os conceitos sobre os principais polímeros sintéticos.

2.2.1 Poli (Tereftalato de Etileno) – PET

Para Mancini, Bezerra e Zanin (1998), um dos plásticos que se percebe em grande quantidade nos resíduos urbanos é o Poli (Tereftalato de Etileno) – PET. Esse polímero termoplástico oferece maior resistência, sendo o material mais aplicado na indústria de fabricação de embalagens, garrafas, medicamentos, entre outros. Apesar de ser cem por cento (100%) reciclável, o descarte do PET causa danos negativos para o meio ambiente, devido ao seu descarte inadequado.

O PET pode ser moldado diante alta temperatura, e é eficiente isolante térmico e elétrico, resistente e de baixo custo, possibilitando, assim, extensa faixa de aplicabilidade (SPINACÉ, 2005).

Segundo ABIPLAST (2012, p.26), "o PET ainda é o material plástico mais reciclado no Brasil, seguido pelos produtos de polietileno, os quais são, na sua maioria, embalagens de alimentos e bebidas".

2.2.2 Polietileno – PE

O Polietileno (PE) é um polímero relativamente cristalino, flexível e com propriedades influenciadas pelas porções relativas de fases amorfa e cristalina. As menores unidades cristalinas, as lamelas, são planares e consistem de cadeias perpendiculares ao plano da cadeia principal e dobradas em zig-zag, para cada 5 a 15 nanômetro, sem defeitos regulares (DOAK, 1986).

Para produção, são duas matérias primas, utilizadas para obter o etileno, o etanol ou nafta. Atualmente, a maior parte dos polietilenos produzidos tem a nafta, um dos derivados do petróleo (BATISTA, 2013).

Com a criação de novas tecnologias, o mercado brasileiro de polietileno deve continuar crescendo, visto que o mesmo vem registrando crescimento mundial, nos últimos anos, por ser um polímero barato e com diversas aplicações como

embalagens, sacolas plásticas, tubulações, entre outros. Isso gera maior oferta, desempenho e produtividade para a indústria de plástico (NEVES, 1999).

Segundo Lontra (2011), é possível classificar o polietileno em cinco tipos diferentes:

- ◆ polietileno de baixa densidade (PEBD);
- ◆ polietileno de alta densidade (PEAD);
- ◆ polietileno linear de baixa densidade (PELBD);
- ◆ polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM);
- ◆ polietileno de ultra baixa densidade (PEUBD).

2.2.3 Polipropileno – PP

O polipropileno (PP) é um dos mais importantes termoplásticos comerciais, pois apresenta processamento e reciclagem versáteis. Além disso, possui baixa transferência de odor e sabor, alta resistência química e baixa densidade. É o plástico que apresenta menor densidade, permitindo a obtenção de peças e produtos de baixo peso. Por sua versatilidade, é aplicado nos diversos segmentos do mercado (PETRY, 2011).

2.2.4 Poliestireno – PS

Poliestireno (PS) é um polímero termoplástico, de fácil sintetização, processamento e reciclagem. É resistente em relação à degradação, porém, possui baixa resistência ao impacto (COUTINHO, 2007).

É um dos mais importantes polímeros derivados do estireno, sendo amplamente utilizado devido seu baixo custo, fácil processamento e boas propriedades mecânicas (CANEVAROLO JUNIOR, 2002).

O Poliestireno é encontrado em três formas ou tipos:

- ◆ Cristal Standard (Poliestireno de Propósito Geral - GPPS);
- ◆ Poliestireno Expandido (EPS);
- ◆ Poliestireno de Alto Impacto (HIPS).

2.2.5 Policloreto de vinila - PVC

Conhecido como Policloreto de Vinila (PVC), sigla do inglês *Polyvinyl Chloride*, é um polímero termoplástico que tem como origem a polimerização do monocloreto

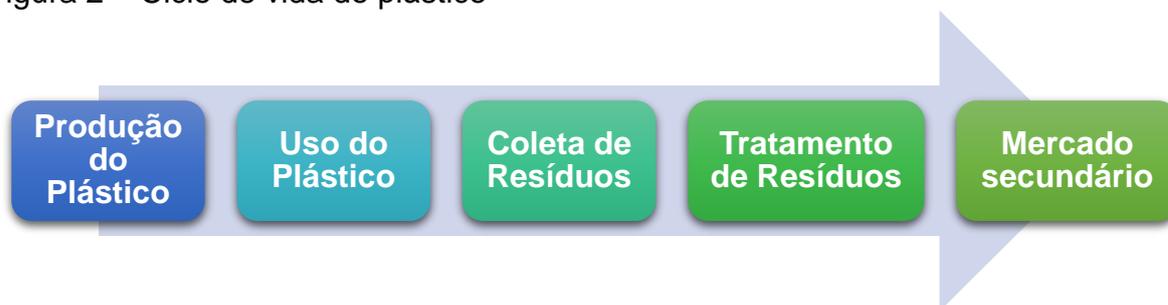
de vinil. É leve, resistente à maior parte dos agentes químicos, bom isolante térmico, acústico e elétrico, bem como resistente (BOICKO *et al.*, 2004).

É definido como um material com aplicações de longo tempo de vida útil, antes do descarte para o meio ambiente, cerca de 20 anos (RODOLFO JR. *et al.*, 2006). É o único material plástico que não é completamente derivado do petróleo, sendo originário de 57% de cloro e 43% de eteno. Além disso, as embalagens de PVC são 100% recicláveis (INSTITUTO DO PVC, 2007).

2.3 Reciclagem mecânica

Para Gonçalves-Dias e Teodósio (2006), a reciclagem mecânica é a maneira mais comum de recuperação de resíduos plásticos. Sendo o ciclo de vida do plástico composto pelas seguintes etapas dispostas na Figura 2.

Figura 2 – Ciclo de vida do plástico



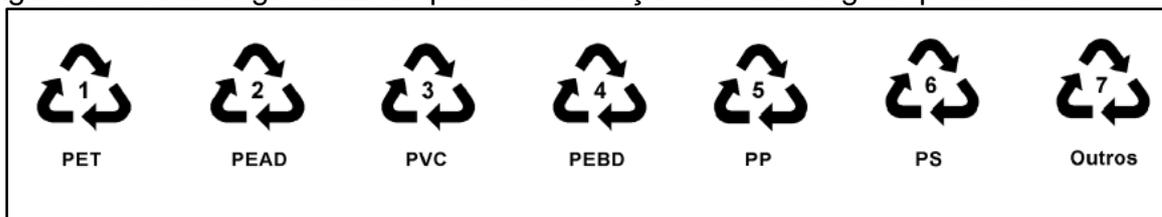
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Já o processo da reciclagem mecânica consiste em (LONTRA, 2011):

- ◆ seleção;
- ◆ trituração (moagem);
- ◆ lavagem;
- ◆ separação por diferença de densidade;
- ◆ secagem;
- ◆ reprocessamento.

A etapa de seleção pode ser realizada manualmente por meio da identificação da simbologia contida no produto virgem, conforme Figura 3.

Figura 3 – Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas



Fonte: Adaptado de Coltro, Gasparino e Queiroz (2008)

Segundo Lontra (2011), no processo de trituração, o material é moído e fragmentado em pequenas partes. Posteriormente, o plástico passa pelo estágio de lavagem, no qual é feita a retirada dos contaminantes. Salienta-se que, nessa etapa, a água é reutilizada ou recebe tratamento para ser descartada. A secagem é executada por meio de secadores com circulação de ar quente, ou em cima de chapas quentes.

O reprocessamento é constituído por outros três processos, como segue (LONTRA, 2011):

- Aglutinação: esse equipamento complementa a secagem e realiza a compactação, onde o atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento e as facas, gera elevação da temperatura transformando os pedaços de plásticos em grãos menores, facilitando a extrusão.
- Extrusão: a massa plástica torna-se homogênea. São formados os filamentos contínuos, comumente chamados de "espaguetes" resfriados com água a temperatura ambiente e cortados em uma granuladora, formando os grânulos de material plástico (pellets) reciclado que são embalados.
- Injeção: o molde é preenchido com material fundido e, posteriormente, resfriado para a solidificação do material moldado (MANRICH, 2005).

No Quadro 2 são apresentadas algumas aplicações, antes e depois, do processo de reciclagem.

Quadro 2 – Exemplos de aplicação e reciclagem de recipientes pós-consumo

RESINA	APLICAÇÃO	PÓS-RECICLAGEM
 PET	Garrafas de: refrigerante, água, óleo comestível, xampu, entre outros.	Roupas, tecidos, vassouras, embalagens de produtos de limpeza.
 PEAD	Garrafas de: iogurte, leite, suco, potes de sorvete.	Frascos para produtos de limpeza, tubulação de esgoto.
 PVC	Filmes estiráveis, <i>blister</i> , produtos de higiene pessoal.	Tubulações para construção civil, cabos, mangueira para jardim, cones de tráfego.
 PEBD	Embalagens flexíveis para leite ou iogurte, filme encolhível, sacolinhas de compras.	Envelopes, sacos, sacos para lixo, tubulação para irrigação.
 PP	Potes de margarina, tampas, rótulos, copos descartáveis.	Caixas, baldes, bacias, escovas, vassouras, bandejas.
 PS	Copos e pratos descartáveis, potes de iogurte, embalagem para ovos.	Acessórios para escritório, bandejas.
 OUTROS	CD's, DVD's, embalagens multicamada para biscoitos e salgadinhos.	Madeira plástica, reciclagem energética.

Fonte: Adaptado de Coltro *et al.*(2008)

O Quadro 2, apresenta na primeira coluna a simbologia dos plásticos, na segunda coluna, alguns exemplos de produtos que utilizam plástico e, na terceira coluna, alguns exemplos de produtos que utilizam plásticos reciclados.

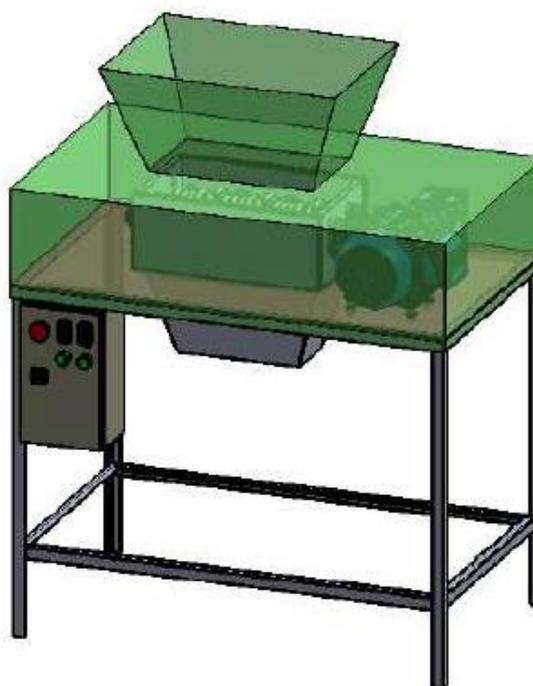
2.4 Triturador de resíduos recicláveis

A análise da viabilidade econômica é baseada no modelo de um triturador de resíduos recicláveis para uso em residências e/ou pequenas empresas.

Essa máquina é constituída por um conjunto rotativo de facas, conectado por um motor elétrico e um redutor. Nela, é colocado o resíduo por meio de um bocal de alimentação e o material triturado é removido de uma gaveta de coleta.

O equipamento tem acionamento elétrico com inversão de rotação e pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Protótipo do triturador de resíduos recicláveis



Fonte: Candioto, Vasconcelos Junior e Larsen (2015, p. 44)

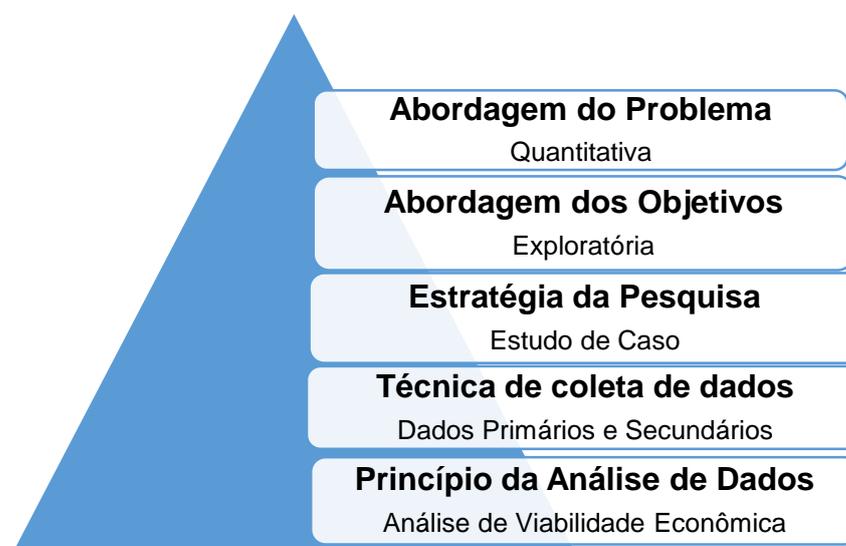
De acordo com a Figura 4, o triturador é composto de: um motor de 1 HP, um redutor (redução de 1:80), dois eixos com dez facas e dez espaçadores em cada, uma carenagem de proteção com funil superior, um funil inferior, um painel elétrico e uma estrutura metálica de base de apoio. O triturador tem como dimensões, 1004 mm de largura, 604 mm de comprimento e 1280 mm de altura, com um peso total de 96 kg.

3 METODOLOGIA

É fundamental, para a realização da pesquisa, a descrição dos procedimentos metodológicos que validem a forma como a mesma está organizada (GIL, 2009).

Na presente pesquisa, ela é caracterizada com base na abordagem de Saunders, Lewis e Thornhill (2003). Na Figura 5, está mostrada a sequência de procedimentos metodológicos a serem utilizados nesta pesquisa.

Figura 5 – Caracterização da Pesquisa



Fonte: Adaptado de Saunders, Lewis e Thornhill (2003)

A presente pesquisa é caracterizada como exploratória – abordagem dos objetivos – e quantitativa – abordagem do problema –, buscando-se a familiarização com o objeto de estudo e também a sua quantificação, sendo apresentada por avaliações de viabilidade econômica, através de valores numéricos, tornando-se uma vantagem para demonstrar valores precisos.

O trabalho desenvolvido envolve um estudo de caso, no qual, Gil (2009) destaca que esta estratégia de estudo é a mais adequada nas pesquisas exploratórias, permitindo o conhecimento exaustivo e profundo de um objeto, proporcionando o seu detalhamento. Diante disso, busca-se aprofundar a descrição de determinada realidade, visando apresentar a análise de viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo.

Com base em Triviños (1987) e Yin (2001), entende-se que a pesquisa proporcionará investigar um fenômeno da vida real, no caso um triturador,

especificamente quando alguns pontos não estão claramente definidos; nesse sentido, a sua viabilidade econômica.

3.1 Coleta de dados

Na operacionalização do estudo de caso, optou-se pela escolha de um projeto técnico já existente, no qual não foi realizada a análise de viabilidade econômica. Portanto, na coleta documental foram adquiridos dados do projeto encontrado em Candioto, Vasconcelos Junior e Larsen (2015), com dados técnicos do triturador, seu projeto técnico e relação de peças necessárias para a sua fabricação.

No que se refere aos custos para a fabricação do triturador, os mesmos foram obtidos por meio de fornecedores das peças necessárias, bem como em Portais na *Internet* que continham informações quantitativas de valores envolvidos na construção do triturador.

Os dados econômico-financeiros, para análise de viabilidade econômica foram obtidos em *sites* e revistas especializadas que contenham informações econômicas, buscando-se a taxa de juros fixada pelo Comitê de Política Monetária (COPOM), bem como em livros e revistas especializadas que tratam de projetos e de análises de investimentos.

3.2 Apresentação dos dados

A apresentação dos dados econômicos foi fundamentada nos mecanismos oriundos da Engenharia Econômica, visto que a análise de viabilidade do investimento proposto ocorre por meio da utilização dos métodos básicos baseados no fluxo de caixa, calculando-se a Taxa Interna de Retorno, o Valor Presente Líquido e o *Payback* Descontado.

Para realizar a apresentação dos métodos avaliativos de viabilidade econômica foi utilizada como ferramenta de apoio o *software Excel*, do pacote *Office da Microsoft*, com a apresentação das entradas e saídas de dados do fluxo de caixa, equacionadas pelas fórmulas necessárias para a realização dos cálculos. Os elementos que fazem parte das entradas e saídas de caixa estão relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 – Relação de elementos referentes à entradas e saídas de caixa

ENTRADAS DE CAIXA	SAÍDAS DE CAIXA
Vendas com PET (<i>flake</i>)	Salários (Apêndice B)
Vendas com PE (<i>flake</i>)	Aluguel
	Internet
	Água
	Energia elétrica
	Matéria – prima (compra de embalagens de PET e PE)
	Impostos
	Fretes
	Custos de lavagem, secagem e embalagem
	Outros custos (Apêndice C)
	Custos de investimento inicial (Apêndice A)

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Cabe dizer que o *software Excel* contém fórmulas e equações, previamente configuradas, que calcularam e proporcionaram a geração dos resultados, dos quais são apresentados em gráficos de estimativa de retorno do investimento, sendo também representados os indicadores de VPL (Equação 2), TIR (Equação 3) e *Payback* Descontado (método do tempo de recuperação do investimento, baseado nas entradas e saídas de caixa, além do investimento inicial).

Salienta-se que os valores do preço de venda, no mercado do PET e do PE, foram obtidos em empresas do ramo de reciclagem de plásticos. E, para o estudo, foram utilizados os valores médios de venda dos *flakes*.

3.3 Análise dos dados

Para analisar a viabilidade econômica do projeto, fez-se a utilização de ferramentas da engenharia econômica, como os métodos VPL, TIR, e *Payback* Descontado. Esse último – método complementar – auxiliando como indicador na tomada de decisão.

Para o estudo considerou como TMA a mesma taxa praticada na utilização dos recursos de terceiros (financiamentos). Logo, a TMA utilizada foi baseada no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Taxa Selic), que é a taxa básica de juros da economia brasileira, utilizada para financiamentos de operações com duração diária, e que é ajustada, quando necessária, a cada 45 dias pelo Comitê de Política Monetária (COPOM). Na reunião realizada pelo COPOM em 18/09/2019 a taxa SELIC foi

mantida em 5,5% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019), sendo esta utilizada como a TMA nessa pesquisa.

Como taxa de reajuste dos fluxos de caixa utilizou-se 4,95%, conforme o Índice Geral de Preços - Mercado (IGP-M), referente ao acumulado dos meses de agosto/2018 a agosto/2019 (FGV IBRE, 2019). O horizonte de planejamento foi de 10 anos, sendo considerada a vida útil contábil de máquinas e equipamentos, como recomenda Casarotto Filho e Kopittke (2000).

Cabe salientar que também foi realizada análise de sensibilidade, estimando VPL, TIR, e *Payback* Descontado, associados às estimativas das entradas de caixa, para os cenários apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Cenários para a análise de sensibilidade

CENÁRIOS	DESCRIÇÃO
<p>Otimista (máximo produzido/vendido)</p>	<p>O cenário com a máxima produção refere-se ao caso de produção total e venda total dos <i>flake</i> produzidos. Caso, no cenário máximo, o VPL encontrado fosse viável e o retorno do investimento fosse nos primeiros anos da vida econômica do projeto, definiu -se a necessidade de calcular os cenários de produção/venda mínimo e médio.</p>
<p>Mais provável (produzido/vendido em nível médio)</p>	<p>A produção do cenário médio foi ajustada, para até o ponto de produção/venda em que ocorresse o retorno na metade da vida útil do projeto.</p>
<p>Pessimista (mínimo produzido/vendido)</p>	<p>A produção do cenário mínimo foi ajustada, ao ponto de produção em que ainda fosse viável economicamente investir no projeto. Esse procedimento foi adotado para tentar encontrar até que produção/venda mínima seria viável investir no projeto.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para a presente pesquisa, os critérios de análise de decisão foram baseados nos seguintes métodos de avaliação econômica:

Conforme Vale (2018):

- VPL > 0: o projeto é considerado economicamente viável;
- VPL = 0: o projeto se paga ao longo dos anos, sem gerar lucro, mas a alternativa ainda é considerada viável;
- VPL < 0: o projeto é considerado economicamente inviável.

Conforme Gitman (2004):

- $TIR > TMA$: o projeto é dito economicamente viável;
 - $TIR = TMA$: considera-se como sendo indiferente investir os recursos no projeto;
 - $TIR < TMA$: o projeto é considerado economicamente inviável.
-
- O *Payback* Descontado foi utilizado apenas como método complementar para verificar o tempo necessário para recuperar o investimento, baseado nas entradas e saídas de caixa, e investimento inicial do projeto (GITMAN, 2004).

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção estão apresentados os resultados do estudo da viabilidade econômica da construção de um triturador de resíduos pós-consumo, bem como a discussão e análise dos resultados econômicos obtidos e apresentados neste estudo.

Não foi necessário estabelecer um cliente específico, contudo, foi essencial realizar uma análise acerca das corretas e eficientes formas de tratamento dos resíduos plásticos e o impacto que esses resíduos podem causar ao meio ambiente.

Foi executada uma simulação do projeto para determinar a viabilidade econômica da proposta de criação de um triturador de recipientes plásticos pós-consumo. Os resultados fazem referência à viabilidade da construção do equipamento no cenário econômico atual – ano de 2019 –, considerando como TMA a Taxa Selic de 5,5% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019) e como taxa de correção monetária das entradas e saídas de caixa conforme o Índice Geral de Preços - Mercado (IGP-M), referente ao acumulado dos meses – agosto/2018 à agosto/2019 –, no valor de 4,95% ao ano (FGV IBRE, 2019).

Na sequência, consta a apresentação dos resultados encontrados de acordo com a metodologia adotada na pesquisa.

4.1 Custos de investimentos inicial

Para compreender a viabilidade econômica do equipamento é necessário determinar o investimento inicial, que se trata de uma saída de caixa com os custos dos itens necessários para a fabricação do triturador, realizados conforme o projeto técnico proposto por Candioto, Vasconcelos Junior e Larsen (2015). Além disso, foi necessário considerar os custos para abertura da empresa que executa o processamento dos materiais recicláveis. A Tabela 1 apresenta um resumo dos custos iniciais e a tabela completa é encontrada no Apêndice A.

Tabela 1 – Custos iniciais de investimento

Custos Iniciais de Investimento	Valor	
Custo de Projeto		
Custo Total 1	R\$	3.427,58
Custo Total 2	R\$	782,72
Custo de Fabricação		
Custo Total 3	R\$	280,00
Custo de Montagem		
Custo Total 4	R\$	350,00
Custo Total do Equipamento	R\$	4.840,30
Custo de Abertura da Empresa		
Custo Total de Abertura da Empresa	R\$	2.300,00
Total do Investimento Inicial	R\$	7.140,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Tabela 1, dentro do custo de projeto, o custo total 1 refere-se ao custo de compra de material e peças do triturador; já o custo total 2, trata-se do custo de material para a fabricação de peças projetadas, e o custo de montagem abrange a montagem de todo o triturador. Somados estes valores, o custo total do equipamento ficou em R\$ 4.840,30.

Para determinar o investimento inicial, ainda foram agregados o custo de abertura da empresa, que engloba o custo de taxas, inscrições e alvará, necessários para abertura e funcionamento da empresa. Diante dos valores apresentados, na Tabela 1, chegou-se a um custo total de investimento inicial no valor de R\$ 7.140,30.

4.2 Demais saídas de caixa

Também foi preciso conhecer as demais saídas de caixa, ou seja, os custos com salários, luz, água, aluguel, internet, fretes, serviços contábeis, manutenção, impostos, matéria-prima, entre outros.

Alguns são chamados de custos indiretos, que independem da quantidade de processamento do material, e outros são os custos diretos, dependentes do processamento de material, conforme demonstram a Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 – Custos indiretos anuais

Custos Indiretos	Valor	
Salários	R\$	17.352,65
Aluguel	R\$	30.000,00
Internet	R\$	1.200,00
Outros Custos	R\$	7.730,00
Água	R\$	1.800,00
Total dos Custos Indiretos	R\$	58.082,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Os custos indiretos anuais correspondem aos salários de 8 colaboradores, cuja a referência é a Tabela Salarial de 2019 (SALÁRIO, 2019), considerando colaboradores para a carga e descarga do material, para manusear o triturador e outros equipamentos da linha de reciclagem, além do pró-labore. A descrição dos encargos sobre o salário está disposta no Apêndice B.

O aluguel, consultado por meio de uma pesquisa em imobiliárias de Alegrete e região, refere-se à uma estrutura coberta com uma área de 400 m². O valor do serviço de internet é uma média de plano básico e o valor da água é referente a uma estimativa de consumo. O item “outros custos” está disposto no Apêndice C.

Os custos diretos anuais (Tabela 3), atrelados à quantidade de produção de *flake*, são divididos conforme os cenários citados anteriormente, sendo dessa forma:

- **Máximo:** com 100% produzido/vendido. Refere-se ao caso de produção total e venda total dos *flake* produzidos.
- **Médio:** com 27% produzido/vendido. Foi ajustado até o ponto de produção/venda em que ocorre o retorno do investimento (*Payback* Descontado) na metade da vida útil do projeto.
- **Mínimo:** com 26,56% produzido/vendido. Que foi até o ponto mínimo de produção/venda em que ainda é viável investir no projeto.

Tabela 3 – Custos diretos anuais nos três cenários

Custos Diretos	Máximo	Médio	Mínimo
Energia elétrica	R\$ 4.020,00	R\$ 1.085,40	R\$ 1.067,71
Matéria-Prima	R\$ 249.700,00	R\$ 67.419,00	R\$ 66.320,32
Impostos	R\$ 45.320,00	R\$ 7.190,37	R\$ 7.073,19
Fretes	R\$ 48.000,00	R\$ 12.960,00	R\$ 12.748,80
Custo de Lavagem, Secagem e Embalagem	R\$ 41.820,00	R\$ 11.291,40	R\$ 11.107,39
Total dos Custos Diretos	R\$ 388.860,00	R\$ 99.946,17	R\$ 98.317,41

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Os custos diretos anuais abrangem a energia elétrica, a matéria-prima, os impostos, fretes e os custos de lavagem, secagem e embalagens, que dependem diretamente da produção de *flake*.

De acordo com os cenários de produção, os faturamentos do 1º período estão dentro da 1ª faixa (cenário mínimo e médio) e da 3ª faixa (cenário máximo) do Sistema Tributário do Simples Nacional para indústrias (RESOLUÇÃO CGSN, 2018), conforme a Tabela 4. Para saber os tributos que fazem parte deste imposto, consultar Anexo A.

Diante o exposto, cabe dizer que a empresa se enquadra como Microempresa (ME) nos cenários mínimo e médio e como uma empresa de pequeno porte (EPP) no cenário máximo.

Tabela 4 – Sistema Tributário do Simples Nacional

ANEXO 2 - Tabela Simples Nacional 2018 - Indústria			
Faixa	Alíquota	Valor a deduzir	Receita Bruta dos 12 meses
1ª Faixa	4,50%	-	Até 180.000,00
2ª Faixa	7,80%	5.940,00	De 180.000,01 a 360.000,00
3ª Faixa	10,00%	13.860,00	De 360.000,01 a 720.000,00
4ª Faixa	11,20%	22.500,00	De 720.000,01 a 1.800.000,00
5ª Faixa	14,70%	85.500,00	De 1.800.000,01 a 3.600.000,00
6ª Faixa	30,00%	720.000,00	De 3.600.000,01 a 4.800.000,00

Fonte: Adaptado de Resolução CGSN (2018)

Para se chegar ao Simples – Imposto, foi utilizada a Equação 5 para calcular a alíquota de tributação (BRASIL, 2019), levando em consideração o faturamento previsto como base para o enquadramento conforme a Tabela 4.

$$\text{Alíquota Efetiva \%} = \frac{(\text{Faturamento Bruto} * \text{Alíquota}) - \text{Valor a Deduzir}}{\text{Faturamento Bruto}} \quad \dots(5)$$

Encontrado a alíquota efetiva, essa é aplicada ao faturamento, para assim se chegar ao valor do imposto devido.

Tabela 5 – Cálculo do imposto para os três cenários

Imposto	Máximo	Médio	Mínimo
Faturamento bruto anual	R\$ 591.800,00	R\$ 159.786,00	R\$ 157.182,08
Alíquota S.N. anexo 2	10%	4,50%	4,50%
Valor a deduzir	R\$ 13.860,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Nova alíquota do imposto	7,66%	4,50%	4,50%
Valor total do imposto	R\$ 45.320,00	R\$ 7.190,37	R\$ 7.073,19

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Conforme a Tabela 5, para o cenário máximo, o faturamento passou para a 3ª faixa de tributação, com alíquota de 10% e com valor a deduzir de R\$ 13.860,00 totalizando, assim, o imposto a pagar no valor de R\$ 45.320,00.

O cenário médio está na 1ª faixa de tributação, com uma alíquota de 4,50% e sem valor a deduzir, tendo como imposto a pagar, o valor de R\$ 7.190,37 e, para o cenário mínimo, o faturamento está também dentro da 1ª faixa de tributação, com uma alíquota de 4,50% e sem valor a deduzir. Sendo assim, o imposto a pagar é de R\$ 7.073,19. O valor de imposto a pagar é adicionado no total da saídas de caixa do período 1.

O total das contas de saída de caixa corresponde ao somatório do total dos custos indiretos, diretos, conforme os três cenários (máximo, com 100% produzido/vendido; médio, com 27% produzido/vendido; e mínimo, com 26,56% produzido/vendido). Os valores totais de saída de caixa, para todos os cenários, constam na Tabela 6.

Tabela 6 – Saídas de Caixa para os três cenários

Saídas de Caixa	Máximo	Médio	Mínimo
Período 0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Período 1	R\$ 446.942,65	R\$ 158.028,82	R\$ 156.400,07
Período 2	R\$ 469.066,31	R\$ 165.851,24	R\$ 164.141,87
Período 3	R\$ 492.285,09	R\$ 174.060,88	R\$ 172.266,89
Período 4	R\$ 516.653,20	R\$ 182.676,89	R\$ 180.794,10
Período 5	R\$ 542.227,54	R\$ 191.719,40	R\$ 189.743,41
Período 6	R\$ 569.067,80	R\$ 201.209,51	R\$ 199.135,71
Período 7	R\$ 597.236,66	R\$ 211.169,38	R\$ 208.992,93
Período 8	R\$ 626.799,87	R\$ 221.622,27	R\$ 219.338,08
Período 9	R\$ 657.826,46	R\$ 232.592,57	R\$ 230.195,31
Período 10	R\$ 690.388,87	R\$ 244.105,90	R\$ 241.589,98

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

É importante lembrar que os valores da Tabela 6, a partir do período 1, foram reajustados anualmente à uma taxa de 4,95%, conforme o IGP-M (FGV IBRE, 2019).

4.3 Entradas de caixa

Para verificar a viabilidade econômica foi necessário conhecer as entradas de caixa, ou seja, determinar a produção do *flake* triturado – em quilograma (kg) – e os seus respectivos valores – em reais (R\$) – adquiridos com a sua venda. Os valores

de venda do PET e do PE (alta e baixa densidade), por quilograma, são encontrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de venda do *flake*

Material (Kg)	Triturado (<i>flake</i>)	
PET cristal	R\$	5,50
PET verde	R\$	5,00
PET azul	R\$	5,00
Média de valor do PET	R\$	5,17
PEAD	R\$	3,80
PEBD	R\$	3,80
Média do Valor do PE	R\$	3,80

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Ainda, de acordo com a Tabela 7, os valores de venda foram obtidos em empresas do ramo de reciclagem de plásticos, e, para o estudo, encontrou-se a média dos valores consultados nas empresas que vendem PET e PE.

Durante o desenvolvimento da pesquisa também foi necessário conhecer a capacidade de trituração da máquina. Para isso, foram considerados dados de um triturador semelhante, com a capacidade máxima de 50kg/h, da empresa FRAGMAQ (2012).

Com os valores de venda do *flake*, disponibilizados na Tabela 7, foi possível calcular o faturamento do primeiro ano, em cada cenário de produção simulado, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Tabela dos faturamentos do 1º ano de acordo com os cenários

Material	Valor de Venda/kg	Cenário	Quantidade (kg/mês)	Faturamento mensal	Faturamento no 1º ano
PET	R\$ 5,17	Máximo	5.500,0	R\$ 28.416,67	R\$ 591.800,00
PE	R\$ 3,80	Máximo	5.500,0	R\$ 20.900,00	
PET	R\$ 5,17	Médio	1.485,0	R\$ 7.672,50	R\$ 159.786,00
PE	R\$ 3,80	Médio	1.485,0	R\$ 5.643,00	
PET	R\$ 5,17	Mínimo	1.461,0	R\$ 7.547,47	R\$ 157.182,08
PE	R\$ 3,80	Mínimo	1.461,0	R\$ 5.551,04	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Com os valores de venda (R\$/kg), e a quantidade em (kg/mês), chegou-se no faturamento mensal de cada material, que, multiplicado por 12 meses, proporcionou o faturamento do 1º ano, em todos os cenários. A partir dos valores de faturamento do 1º ano, e utilizando como taxa de reajuste de 4,95% ao ano, foi possível obter o

faturamento reajustado para os próximos anos, para os três cenários, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Entradas de caixa reajustados de acordo com os três cenários

Entradas de Caixa	Máximo	Médio	Mínimo
Período 0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Período 1	R\$ 591.800,00	R\$ 159.786,00	R\$ 157.182,08
Período 2	R\$ 621.094,10	R\$ 167.695,41	R\$ 164.962,59
Período 3	R\$ 651.838,26	R\$ 175.996,33	R\$ 173.128,24
Período 4	R\$ 684.104,25	R\$ 184.708,15	R\$ 181.698,09
Período 5	R\$ 717.967,41	R\$ 193.851,20	R\$ 190.692,14
Período 6	R\$ 753.506,80	R\$ 203.446,84	R\$ 200.131,41
Período 7	R\$ 790.805,39	R\$ 213.517,45	R\$ 210.037,91
Período 8	R\$ 829.950,25	R\$ 224.086,57	R\$ 220.434,79
Período 9	R\$ 871.032,79	R\$ 235.178,85	R\$ 231.346,31
Período 10	R\$ 914.148,91	R\$ 246.820,21	R\$ 242.797,95

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A Tabela 9 mostra o faturamento dos 10 anos, nos três cenários. O cenário máximo, com 100% da capacidade, equivalente a 11.000,0 kg de *flake*. O cenário médio, com sua capacidade de produção de 27%, equivalente à 2.970,0 kg de *flake*. E, por fim, o mínimo com sua capacidade de produção de 26,56%, equivalente à 2.922,0 kg de *flake*.

Cabe lembrar, como já apresentado neste trabalho no Quadro 4, os percentuais de produção supracitados foram definidos com base em alguns procedimentos.

4.4 Fluxo de caixa do triturador nos três cenários

Os fluxos de caixa, nos três cenários, bem como os resultados após a aplicação das ferramentas da Engenharia Econômica, citadas no item 2, estão demonstrados, respectivamente, nas Tabelas 10, 11, 12 e 13.

Nas Tabelas 10, 11 e 12, no período zero refere-se a uma “saída de caixa” correspondente ao valor do investimento inicial. A coluna “Entradas de Caixa” traz todos os valores de receitas obtidas em todos os períodos e a coluna “Saídas de Caixa” mostra todos os valores de desembolsos para o desenvolvimento do projeto, em todos os períodos. A coluna “Fluxo de Caixa no Período”, refere-se aos valores do saldo da diferença entre as entradas e saídas de caixa em todos os períodos, servindo de base para calcular o VPL e a TIR.

Já na coluna “Fluxo de Caixa no Período – Descontado”, tem-se o cálculo que é feito da mesma forma que o “fluxo de caixa no período”, porém, com a utilização da

TMA para descontos dos fluxos de caixa para a data presente, ou seja, considerando-se o valor do dinheiro no tempo.

A coluna “Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado” refere-se ao valor acumulado, em cada período, dos “Fluxo de Caixa no Período – Descontado”, servindo de base para calcular em qual período ocorreu o retorno do investimento, no caso, o *Payback* Descontado.

Na Tabela 10 estão demonstrados os resultados para o fluxo de caixa no cenário máximo, servindo de base para os cálculos dos indicadores de VPL, TIR e *Payback* Descontado, que estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 10 – Fluxo de caixa para o cenário máximo

Período	Entradas de Caixa	Saídas de Caixa	Fluxo de Caixa no Período	Fluxo de Caixa no Período – Descontado	Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado
0	R\$ 0,00	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30
1	R\$ 591.800,00	R\$ - 446.942,65	R\$ 144.857,35	R\$ 137.305,55	R\$ 130.165,24
2	R\$ 621.094,10	R\$ - 469.066,31	R\$ 152.027,79	R\$ 136.589,74	R\$ 266.754,98
3	R\$ 651.838,26	R\$ - 492.285,09	R\$ 159.553,17	R\$ 135.877,66	R\$ 402.632,64
4	R\$ 684.104,25	R\$ - 516.653,20	R\$ 167.451,05	R\$ 135.169,29	R\$ 537.801,93
5	R\$ 717.967,41	R\$ - 542.227,54	R\$ 175.739,88	R\$ 134.464,62	R\$ 672.266,54
6	R\$ 753.506,80	R\$ - 569.067,80	R\$ 184.439,00	R\$ 133.763,62	R\$ 806.030,16
7	R\$ 790.805,39	R\$ - 597.236,66	R\$ 193.568,73	R\$ 133.066,27	R\$ 939.096,43
8	R\$ 829.950,25	R\$ - 626.799,87	R\$ 203.150,38	R\$ 132.372,56	R\$ 1.071.468,99
9	R\$ 871.032,79	R\$ - 657.826,46	R\$ 213.206,33	R\$ 131.682,47	R\$ 1.203.151,45
10	R\$ 914.148,91	R\$ - 690.388,87	R\$ 223.760,04	R\$ 130.995,97	R\$ 1.334.147,42

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Tabela 10 nota-se que, no “Fluxo de Caixa no Período”, do ano 1 ao ano 10, os resultados foram positivos, devido ao fato de que as entradas superaram as saídas. De posse desses dados, para o cenário máximo, foram calculados o VPL e a TIR, considerando-se a TMA de 5,5% ao ano.

Diante disso, foram obtidos um VPL de R\$ 1.334.147,42 e uma TIR de 2.033,68% (mostrados na Tabela 13). Ademais, pode-se perceber que o retorno do investimento (*Payback* Descontado) ocorreu no 1º mês, perceptível (Tabela 10) na coluna “Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado”, com um valor positivo de R\$130.165,24. Isto também pode ser notado, na mesma tabela supracitada, ao confrontar o valor que foi investido (saldo negativo de R\$7.140,30) com o valor do fluxo de caixa descontado, no ano 1 (na coluna Fluxo de Caixa no Período –

Descontado consta o valor positivo de R\$ 137.305,55). Pode-se dizer que o saldo obtido entre as entradas e saídas de caixa superou o investimento inicial do projeto.

Satisfeita a condição imposta neste trabalho, de que se no cenário máximo o VPL fosse viável – e no caso foi, pois o VPL obtido é positivo –, partiu-se para os cálculos dos outros cenários.

Diante o exposto, na Tabela 11, estão evidenciados os resultados para o fluxo de caixa no cenário médio, servindo de base para os cálculos dos indicadores de VPL, TIR e *Payback* Descontado, mostrados na Tabela 13. Lembrando-se, aqui, que o valor da produção/venda foi ajustado até o ponto em que ocorresse o retorno do investimento na metade da vida útil do projeto.

Tabela 11 – Fluxo de caixa para o cenário médio

Período	Entradas de Caixa	Saídas de Caixa	Fluxo de Caixa no Período	Fluxo de Caixa no Período – Descontado	Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado
0	R\$ 0,00	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30
1	R\$ 159.786,00	R\$ - 158.028,82	R\$ 1.757,18	R\$ 1.665,58	R\$ - 5.474,73
2	R\$ 167.695,41	R\$ - 165.851,24	R\$ 1.844,16	R\$ 1.656,89	R\$ - 3.817,83
3	R\$ 175.996,33	R\$ - 174.060,88	R\$ 1.935,45	R\$ 1.648,25	R\$ - 2.169,58
4	R\$ 184.708,15	R\$ - 182.676,89	R\$ 2.031,25	R\$ 1.639,66	R\$ - 529,92
5	R\$ 193.851,20	R\$ - 191.719,40	R\$ 2.131,80	R\$ 1.631,11	R\$ 1.101,20
6	R\$ 203.446,84	R\$ - 201.209,51	R\$ 2.237,32	R\$ 1.622,61	R\$ 2.723,81
7	R\$ 213.517,45	R\$ - 211.169,38	R\$ 2.348,07	R\$ 1.614,15	R\$ 4.337,96
8	R\$ 224.086,57	R\$ - 221.622,27	R\$ 2.464,30	R\$ 1.605,74	R\$ 5.943,69
9	R\$ 235.178,85	R\$ - 232.592,57	R\$ 2.586,28	R\$ 1.597,36	R\$ 7.541,06
10	R\$ 246.820,21	R\$ - 244.105,90	R\$ 2.714,31	R\$ 1.589,04	R\$ 9.130,10

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Tabela 11 é possível ver que, do ano 1 ao ano 10 (na coluna “Fluxo de Caixa no Período”), os resultados também foram positivos, devido ao fato de que as entradas superaram as saídas. De posse desses dados, para o cenário médio, foram calculados o VPL e a TIR, considerando-se a TMA de 5,5% ao ano.

Diante disso, foram obtidos um VPL de R\$ 9.130,10 e uma TIR 25,42% (mostrados na Tabela 13). Além disso, nota-se que o retorno do investimento (*Payback* Descontado) ocorreu entre o 4º ano e o 5º ano, representado (na Tabela 11) na coluna “Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado”, com um valor positivo no 5º ano de R\$1.101,20. Isto também pode ser notado ao confrontar o valor que foi investido (saldo negativo de R\$7.140,30) com os valores positivos do fluxo de caixa descontado até o 5º ano (na coluna Fluxo de Caixa no Período – Descontado soma-se os valores

de R\$1.665,58 + R\$1.656,89 + R\$1.648,25 + R\$1.639,66 + R\$1.631,11). Pode-se dizer que o saldo obtido entre as entradas e saídas de caixa superou o investimento inicial do projeto.

Na Tabela 12, estão evidenciados os resultados para o fluxo de caixa no cenário mínimo, servindo de base para os cálculos dos indicadores de VPL, TIR e *Payback* Descontado, mostrados na Tabela 13. Cabe lembrar que o valor da produção/venda foi ajustado até o ponto em que ainda fosse viável investir no projeto.

Tabela 12 – Fluxo de caixa para o cenário mínimo

Período	Entradas de Caixa	Saídas de Caixa	Fluxo de Caixa no Período	Fluxo de Caixa no Período – Descontado	Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado
0	R\$ 0,00	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30	R\$ - 7.140,30
1	R\$ 157.182,08	R\$ - 156.400,07	R\$ 782,01	R\$ 741,25	R\$ - 6.399,06
2	R\$ 164.962,59	R\$ - 164.141,87	R\$ 820,72	R\$ 737,38	R\$ - 5.661,67
3	R\$ 173.128,24	R\$ - 172.266,89	R\$ 861,35	R\$ 733,54	R\$ - 4.928,14
4	R\$ 181.698,09	R\$ - 180.794,10	R\$ 903,99	R\$ 729,71	R\$ - 4.198,42
5	R\$ 190.692,14	R\$ - 189.743,41	R\$ 948,73	R\$ 725,91	R\$ - 3.472,51
6	R\$ 200.131,41	R\$ - 199.135,71	R\$ 995,70	R\$ 722,12	R\$ - 2.750,39
7	R\$ 210.037,91	R\$ - 208.992,93	R\$ 1.044,98	R\$ 718,36	R\$ - 2.032,03
8	R\$ 220.434,79	R\$ - 219.338,08	R\$ 1.096,71	R\$ 714,62	R\$ - 1.317,41
9	R\$ 231.346,31	R\$ - 230.195,31	R\$ 1.151,00	R\$ 710,89	R\$ - 606,53
10	R\$ 242.797,95	R\$ - 241.589,98	R\$ 1.207,97	R\$ 707,18	R\$ 100,66

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

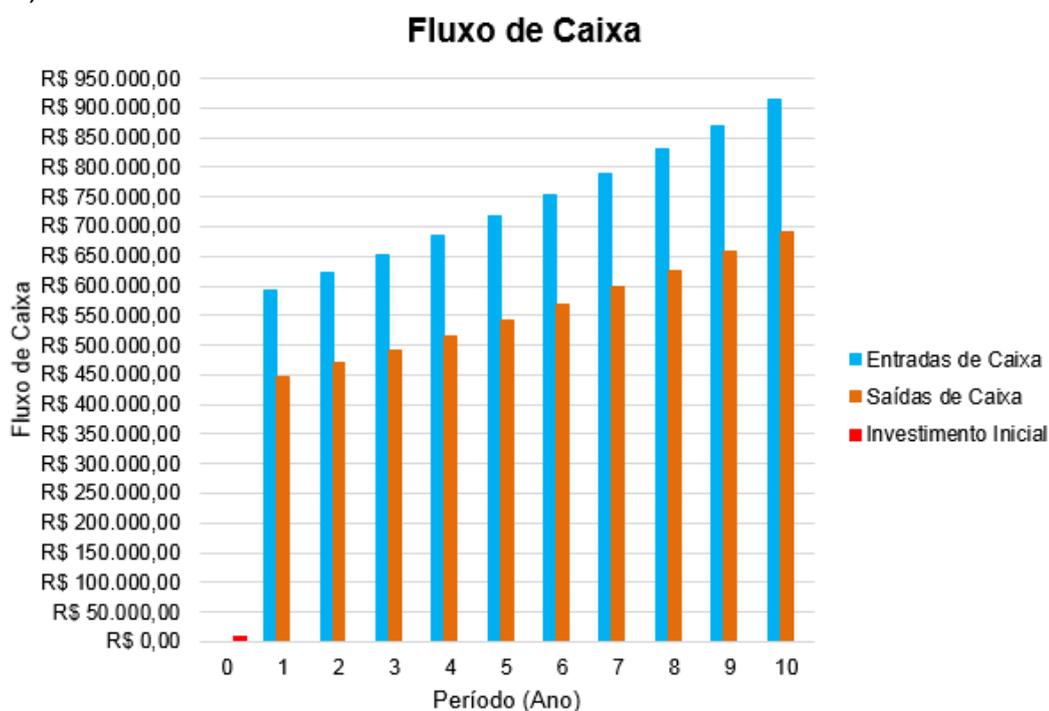
Na Tabela 12 nota-se que, no “Fluxo de Caixa no Período”, do ano 1 ao ano 10, os resultados foram positivos, devido ao fato de que as entradas superaram as saídas. De posse desses dados, para o cenário mínimo, foram calculados o VPL e a TIR, considerando-se a TMA de 5,5% ao ano.

Diante disso, foram obtidos VPL de R\$100,66 e uma de TIR 5,77%, mostrados na Tabela 13. Ademais, pode-se perceber que o retorno do investimento (*Payback* Descontado) ocorreu entre o 9º ano e o 10º ano, demonstrado (na Tabela 12) na coluna “Fluxo de Caixa Acumulado – Descontado”, com um valor positivo no 10º ano de R\$100,66. Isto também pode ser notado ao confrontar o valor que foi investido (saldo negativo de R\$7.140,30) com os valores positivos do fluxo de caixa descontado até o 9º ano (na coluna Fluxo de Caixa no Período – Descontado soma-se os valores de R\$ 741,25 + R\$ 737,38 + R\$ 733,54 + R\$ 729,71 + R\$ 725,91 + R\$ 722,12 + R\$ 718,36 + R\$ 714,62 + R\$ 710,89 + R\$ 707,18). Pode-se afirmar que o saldo obtido entre as entradas e saídas de caixa superou o investimento inicial do projeto.

4.5 Síntese dos resultados

Nesta seção encontra-se uma síntese dos resultados apresentados anteriormente, de acordo com os cenários máximo, médio e mínimo. Os Gráficos 1, 2, e 3 representam o fluxo de caixa em cada cenário – gerado a partir das colunas “Entradas de Caixa” e “Saídas de Caixa”, explicitadas nas Tabelas 10, 11 e 12 –, onde é possível observar o valor do investimento inicial, no período zero, bem como as entradas e saídas de caixa.

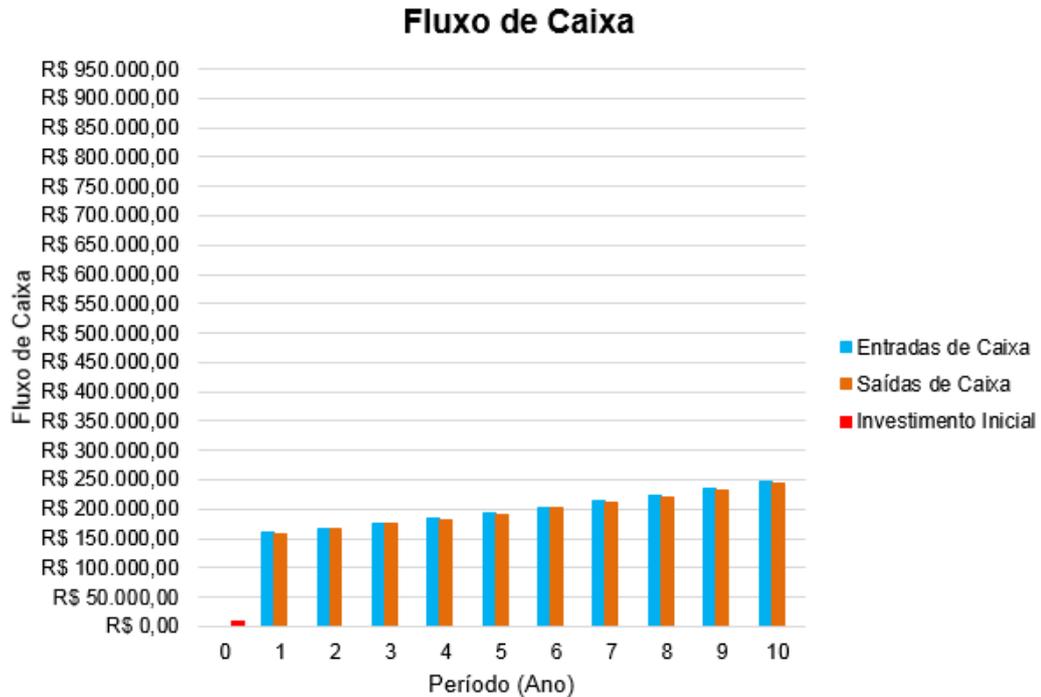
Gráfico 1 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário máximo)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O Gráfico 1, trata-se da representação do Fluxo de caixa para o cenário máximo, onde no Período zero, tem-se o “Investimento Inicial”, e a partir do Período 1 até o Período 10, tem-se as “Entradas de Caixa” e “Saídas de Caixa”.

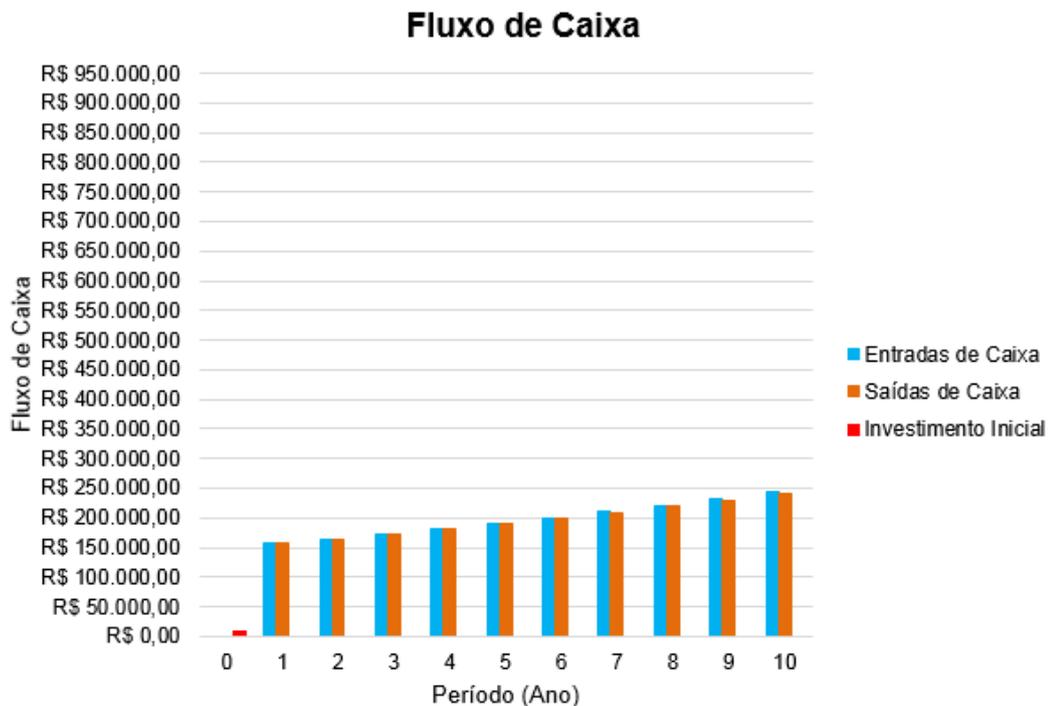
Gráfico 2 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário médio)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O Gráfico 2, trata-se da representação do Fluxo de caixa para o cenário médio, onde no Período zero, tem-se o “Investimento Inicial”, e a partir do Período 1 até o Período 10, tem-se as “Entradas de Caixa” e “Saídas de Caixa”.

Gráfico 3 – Fluxo de caixa com entradas, saídas e investimento inicial (cenário mínimo)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O Gráfico 3, trata-se da representação do Fluxo de caixa para o cenário mínimo, onde no Período zero, tem-se o “Investimento Inicial”, e a partir do Período 1 até o Período 10, tem-se as “Entradas de Caixa” e “Saídas de Caixa”.

De acordo com os gráficos apresentados anteriormente, pode-se dizer que as entradas superaram as saídas de caixa nos três cenários. Apesar disso, na simulação do cenário mínimo, ou seja, o pior cenário, ficou evidenciado que é preciso atingir um produção/venda, de material triturado, equivalente a 26,56% da capacidade máxima, para que a diferença entre entradas e saídas seja positiva, a fim de recuperar o investimento inicial, sendo isto comprovado na Tabela 13, no indicador obtido com o VPL de R\$100,66. Abaixo desse percentual o VPL torna-se negativo e é inviável investir no projeto.

Tabela 13 – Síntese dos resultados para os cenários máximo, médio e mínimo

Cenário	Produção/venda (%)	flake (kg)	Imposto a Pagar (R\$)	VPL (R\$)	TIR (%)	Payback Descontado (prazo)
Máximo	100	11.000	45.320,00	1.334.147,42	2033,68	18 dias
Médio	27	2.970	7.190,37	9.130,10	25,42	4 anos e 3 meses
Mínimo	26,56	2.922	7.073,19	100,66	5,77	9 anos e 7 meses

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Tabela 13 apresenta-se, ainda, a porcentagem de produção/venda; a quantidade de *flake* triturado; em quilograma; o imposto a pagar no primeiro período (no qual é corrigido pelo IGP-M nos próximos períodos); o VPL; a TIR; e o *Payback* Descontado. Todos esses itens, de acordo com os cenários mínimo, médio e máximo.

Nota-se que o VPL para o cenário mínimo é de R\$ 100,66. Para o cenário médio, o VPL é de R\$ 9.130,00, visto que, com o aumento da produção em 0,44%, equivalente a uma diferença de 48 kg de *flake*, o cenário mínimo passa para médio. Já o VPL do cenário máximo é R\$ 1.334.147,42, com uma produção de 11.000 kg de *flake*. Esse aumento de produção de cenário médio para o máximo é de 8.030 kg de *flake*, equivalente a uma diferença de 73% na produção. Com esses dados de VPL, é possível observar que nos três cenários os valores são positivos, propiciando a viabilidade econômica do projeto.

A TIR do cenário mínimo é 5,77%. Com o aumento de produção de 48 kg de *flake*, passa para uma TIR de 25,42%, referente ao cenário médio. Para o cenário máximo, a TIR é de 2033,68%, necessitando um aumento na produção em 8.030 kg

de *flake*. Em todos os cenários a TIR é maior que a TMA, evidenciando que o projeto é economicamente viável.

O retorno do investimento (*Payback* Descontado) para o cenário mínimo é de 9 anos e 7 meses. Pode-se verificar que com um crescimento em 48 kg de *flake* produzidos, o *Payback* Descontado reduz para 4 anos e 3 meses, ou seja, diminui para a metade o *Payback* Descontado. Para o cenário máximo, o *Payback* Descontado é de 18 dias, ou seja, em menos de um mês de produção já é possível obter o retorno do investimento inicial.

No que se refere a quantidade de material triturado em quilograma (*flake*), para o cenário mínimo é necessário produzir uma quantidade mínima de 2.922 kg de *flake* para viabilizar o investimento. Com um acréscimo em 0,44% na produção, ou seja, passando a produzir 2.970 kg de *flake*, passa a estar no cenário médio, onde diminui-se o risco de inviabilidade.

O imposto a pagar referente ao cenário mínimo é de R\$ 7.073,19. Para o cenário médio é de R\$ 7.190,37. Com a diferença de imposto entre esses dois cenários, e considerando a diferença de valores do VPL entre eles, mantém-se na 1ª faixa de alíquota de imposto. Para o cenário máximo, o valor do imposto é de R\$ 45.320,00, alterando para a 3ª faixa de alíquota de imposto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

O presente trabalho abrangeu o estudo de viabilidade econômica da construção de um triturador de pequeno porte para recipientes plásticos pós-consumo. A revisão bibliográfica sobre o assunto possibilitou o melhor entendimento a respeito dos diversos materiais plásticos e alguns conceitos e princípios da Engenharia Econômica.

Para que fosse realizada a análise de viabilidade econômica do projeto, foi necessário determinar o projeto técnico do triturador, o qual foi utilizado como base, o projeto técnico de Candioto, Vasconcelos Junior e Larsen (2015). Tal projeto, continha as condições de viabilidade técnica necessárias para a análise econômica, devido sua aprovação em outra pesquisa.

O orçamento de custos – com a respectiva descrição no item 4 –, contendo os custos de investimento inicial, que são a soma dos custos totais da construção do triturador e da abertura da empresa e os custos diretos e indiretos da produção, bem como as receitas com a venda do *flake*, viabilizou a aplicação das ferramentas de Engenharia Econômica e, posterior, análise de viabilidade econômica.

A determinação da Taxa Mínima Atrativa (TMA), como base na revisão bibliográfica, teve como parâmetro a taxa de juros cujo o investidor avalia a obtenção de lucros financeiros. Para isso, neste trabalho foi utilizada uma TMA de 5,5%, referente a Taxa Selic do Banco Central do Brasil, referente a setembro de 2019.

Ficou claro que, para a aplicação das ferramentas da Engenharia Econômica, as ferramentas ideais para este estudo foram: VPL, TIR e *Payback* Descontado, como também a aplicação da análise em três cenários de produção/venda – máximo, médio e mínimo.

Na viabilidade econômica foram simulados três cenários diferentes, onde foi possível concluir que os valores de VPL, nos três cenários, foram positivos, e que a TIR é maior que a TMA em ambos cenários. Ademais, o pior tempo de retorno do investimento (*Payback* Descontado) ocorreu no pior cenário, o de produção/venda mínimo. O investimento foi recuperado neste cenário somente no último ano da vida útil do equipamento (dentro dos 10 anos).

Na análise dos dados econômicos, concluiu-se os objetivos satisfatoriamente, onde em todos os cenários de estudo obtiveram VPL maior que zero, indicando que o projeto deve ser aceito. No entanto, deve-se ter o cuidado se a produção/venda

ocorrer com base nos dados do pior cenário, devido ao elevado prazo de retorno do investimento, ao VPL estar bem próximo de zero e a TIR estar quase se igualando a TMA.

Esse trabalho indica a importância da realização do estudo de viabilidade econômica de construção de um equipamento, em que o investidor possa constatar se ele é viável, observando os possíveis cenários econômicos. Além disso, para área acadêmica, a pesquisa evidenciou que, além do estudo da viabilidade técnica de um projeto, também é necessária a análise da viabilidade econômica do mesmo.

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Ao término de uma pesquisa, outros trabalhos podem ser realizados com outras perspectivas. Sendo assim, esse trabalho pode ser replicado a outros projetos de equipamentos, inclusive como sugestão de aprimoramento da análise considerando mais de um triturador na produção do *flake*.

Também pode ser realizado outro estudo sobre a viabilidade econômica da abertura da empresa com todos os equipamentos em determinada cidade, ou para investigar em qual região do estado, ou do país, o projeto pode ser rentável.

E, por fim, pode ser realizada a viabilidade econômica desse triturador, porém, com a análise voltada a uma cooperativa de recicladores, onde pode haver incentivos fiscais e sem o custo de compra da matéria prima.

REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003. v 5.
- ASSAF NETO, A. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 9 ed. São Paulo: ATLAS, 2006.
- ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico). **Perfil 2012: Indústria brasileira de transformação de material plástico**. Disponível em <<http://www.sindiplasba.org.br/perfil2012.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.
- ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico). **Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos**. Disponível em http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/guia_ambiental_WEB.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.
- AZEREDO FILHO, U. G. **Matemática financeira: juros simples e composto**. 2013. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1672-8.pdf>. Acesso em 29 mai. 2019.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Histórico das Taxas de Juros**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: 22 out. 2019.
- BATISTA, R.A. **Obtenção do polietileno a partir de fontes renováveis**. 2013. 84f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Química) - Universidade de São Paulo: Lorena, 2013.
- BOICKO, A. L.; HOTZA, D.; SANT'ANNA, F. S. P. **Utilização das conchas da ostra Crassostrea gigas como carga para produtos de policloreto de vinila (pvc)**. Anais IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, v.1, p. 1- 8. Porto Alegre, 2004.
- BORDEAUX-REGO, R. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. [S.l.]: Editora FGV, 2015.
- BRANDÃO, L. **Projetos de Empresas**. Apostila de Aula. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos>. Acesso em: 19 mai. 2019.
- BRITO, P. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **As decisões de investimentos**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

CANDIOTO, D.; VASCONCELOS JUNIOR, F. B.; LARSEN, M. M. **Triturador de Resíduos Recicláveis**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em engenharia mecânica) - Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Tuiuti do Paraná. Disponível em: <https://tcconline.utp.br/media/tcc/2017/09/TRITURADOR-DE-RESIDUOS-RECICLAVEIS.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

CANEVAROLO JUNIOR, S. V. **Ciência dos Polímeros: Um Texto Básico para Tecnólogos e Engenheiros**. Editora Artliber Ltda, São Paulo, 2002. 2 ed. revista e ampliada. 2006.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B. H. **Análise de investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CASAROTTO FILHO, N. **Projeto de Negócio: estratégias e estudos de viabilidade**: redes de empresas, engenharia simultânea, plano de negócio. São Paulo: Atlas, 2002.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B. H. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CASAROTTO FILHO, N. **Elaboração de Projetos Empresariais: análise estratégica, estudo de viabilidade e plano de negócio**. São Paulo: Atlas, 2011.

CAVALCANTI, M.; PLANTULLO, V. L. **Análise e Elaboração de Projetos de Investimento de Capital: Sob uma Nova Ótica**. Curitiba: Juruá, 2007.

COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. C. **Reciclagem de Materiais Plásticos: A Importância da Identificação Correta**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v 18, n 2, p. 119-125, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a08v18n2.pdf>. Acesso em 14 jun. 2019.

CÔRTEZ, J. G. P. **Introdução à economia da engenharia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

COUTINHO, F. M.B.; COSTA, M. P.M.; GUIMARÃES, M. J. O.C.; SOARES, B. G. **Estudo Comparativo de Diferentes Tipos de Polibutadieno na Tenacificação de Poliestireno**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v 17, n 4, p. 318-324, 2007.

DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas, manual do usuário**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAMODARAN, A. **Finanças Corporativas: Teoria e Prática**. 2, ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

DOAK, K. W. Ethylene Polymers. In: MARK, H. M.; BIKALES, N. M.; OVERBERG, C. G.; MENGES, G. **Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**. New York : John-Wiley & Sons, 1986. v. 6.

FGV-IBRE. IGP-M. Índice Geral de Preços-Mercado. **IGP-M de agosto de 2019**. Rio de Janeiro. Disponível em:

<<https://portalibre.fgv.br/data/files/E6/15/F3/21/8ECDC6102B1DEBC68904CBA8/IGP%20M%20fechamento%20AGO%202019%20resumido.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

FIGUEIREDO, F. F. **O desenvolvimento da indústria da reciclagem dos materiais no Brasil: Motivação econômica ou benefício ambiental conseguido com a atividade?** Scripta Nova, Barcelona, v. 16, n. 387, 2012. Disponível em: <www.ub.edu/geocrit/sn/sn-387.htm>. Acesso em: 19 mai. 2019.

FONSECA, Y. D. **Técnicas de Avaliação de Investimentos: Uma breve Revisão da Literatura**. Cadernos de Análise. São Paulo. v.1, 2003. Disponível em: <http://www.infinitaweb.com.br/albruni/artigos/a0303_CAR_AvallInvest.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2019.

FRACARI, L. O. **Análise da viabilidade econômica de substituição de um veículo em uma transportadora de cargas frigorificadas de Santa Maria**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

FRAGMAQ. **Confira o Mini Triturador de Garrafa PET**. Disponível em: <https://www.agmaq.com.br/blog/mini-triturador-de-garrafa-pet/> . Acesso em 25 de agosto de 2019.

FRIEDRICH, J. **Fluxo de Caixa: sua importância e aplicação nas empresas**. Revista Eletrônica de Contabilidade. Universidade Federal de Santa Maria - RS. p.1-21. v. 2, n. 2. Novembro de 2005.

GALESNE, A.; LAMB, R.; FENSTERSEIFER, J. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. - 12. reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. – Tradução técnica Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. dos S. de S. **Estrutura da cadeia reversa: "caminhos" e "descaminhos" da embalagem PET**. Prod. online. 2006, v.16, n.3, p.429-441.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. de S. **Reciclagem do PET: desafios e possibilidades**. 2006. Anais do Encontro Nacional de Engenharia da Produção, Fortaleza, CE, Brasil.

INSTITUTO DO PVC. **PVC, preservando o meio ambiente**. 2007. Disponível em <https://pvc.org.br/conhecimento/artigos-tecnicos/pvc-preservando-o-meio-ambiente-%E2%80%93-2007>. Acesso em 04 jun. 2019.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A. dos; ASSAF NETO, A. A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em excel**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora; 2000.

LEMES JUNIOR, A. B.; CHEROBIM, A. P.; RIGO, C. M. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LONTRA, B. G. da F. **Reciclagem mecânica de polietileno de alta densidade obtido a partir de sacolas plásticas**. 2011. Projeto de Graduação (Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003385.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2019.

MANCINI, S. D.; BEZERRA, M. N.; ZANIN, M. **Reciclagem de PET Advindo de Garrafas de Refrigerante Pós-Consumo**. Polímeros: Ciência e Tecnologia; abr/jun, 1998.

MANRICH, S. **Processamento de termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes**. São Paulo: Ed. Artliber. 2005.

NEVES, F. L.; **Reciclagem de embalagens cartonadas Tetra Pak**. Revista 'O Papel' n 2, p. 38-45, 1999.

PETRY, A. **Mercado Brasileiro de Polipropileno com Ênfase no setor Automobilístico**. 2011. Trabalho de Conclusão do Curso (Engenharia Química). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/36895>. Acesso em: 1 jun. 2019.

PUCCINI, A. de L. **Matemática Financeira: Objetiva e Aplicada**. 9. ed. São Paulo: Elsevier, 2011.

RESOLUÇÃO CGSN n 140, de 22 de maio de 2018. **Dispõe sobre o Regime Especial Unificado de Arrecadação de Tributos e Contribuições devidos pelas Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (Simples Nacional)**. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=92278>. Acesso em: 21 out. 2019.

RODOLFO JUNIOR, A.; NUNES, R. N.; ORMANJI, W. **Tecnologia do PVC**. São Paulo: ProEditores / Braskem, 2002. 2 ed. revista e ampliada. 2006.

SALÁRIO. **Tabela Salarial 2019 - Cargos e salários**. Disponível em: <https://www.salario.com.br/tabela-salarial/>. Acesso em: 21 out. 2019.

SAMANEZ, C. P. **Matemática Financeira: Aplicações à análise de investimentos**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research Methods for business students**. England: Prentice Hall, 2003.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SPINACÉ, M. A. da S.; DE PAOLI, M. A. 2005. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**. Quím. Nova, v. 28, p. 65-72.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALE, B. R. **Análise da viabilidade econômica de implantação de um estacionamento solar: estudo de caso**. São João Del-Rei, 2018.

VIEIRA SOBRINHO, J. D. **Matemática Financeira**. Editora Atlas S.A. São Paulo, 2000.

WESTON, F. J.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da administração financeira**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000. v. 10.

WOILER, S. M., WASHINGTON F.. **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise**. São Paulo: Atlas, 1996.

WWF (World Wildlife Fund) - Banco Mundial. **Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e Responsabilização**. 2019a, p 25.

WWF (World Wildlife Fund – Fundo Mundial para a natureza). **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. 2019b. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/participe/horadoplaneta/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em: 1 mar. 2019.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

APÊNDICE A – Tabela com os Custos de Investimento Inicial

Investimento Inicial						
CUSTO DE PROJETO						
ITEM	PEÇAS COMPRADAS	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	OBSERVAÇÕES
1	Motor Bifásico 1 CV	1	Unitário	R\$ 951,47	R\$ 951,47	motor WEG
2	Caixa Redutora p/ 1CV	1	Unitário	R\$ 1.622,55	R\$ 1.622,55	Lilo redutores
3	Chaveta Paralela	5	Unitário	R\$ 21,52	R\$ 107,60	8x10x500 mm
4	Mancal de apoio c/ rolamento	4	Unitário	R\$ 25,00	R\$ 100,00	PA005 - 25 mm
5	Parafusos (mancais, motor, redutor)	8	Unitário	R\$ 0,50	R\$ 4,00	
6	Porcas (mancais, motor, redutor)	8	Unitário	R\$ 0,15	R\$ 1,20	
7	Arruelas Lisas (mancais, motor, redutor)	8	Unitário	R\$ 0,10	R\$ 0,80	
8	Vibra stop	4	Unitário	R\$ 20,00	R\$ 80,00	200 kg/peça
9	Parafusos p/ Proteção	40	Unitário	R\$ 0,10	R\$ 4,00	
10	Contadoras	2	Unitário	R\$ 40,00	R\$ 80,00	32A
11	Disjuntor Bipolar	1	Unitário	R\$ 31,78	R\$ 31,78	32 A
12	Chave reversora	1	Unitário	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Botão liga o giro horário e anti-horário
14	Botão de Emergência	1	Unitário	R\$ 24,45	R\$ 24,45	Botão desliga
15	Cabo Flexível	5	metro	R\$ 0,90	R\$ 4,50	2,5 mm
16	Cabo de Força 20 A	2	Unitário	R\$ 1,40	R\$ 2,80	2 metros - 20 A
17	Terminal Cabo	20	Unitário	R\$ 0,15	R\$ 3,00	
18	Painel Elétrico	1	Unitário	R\$ 96,00	R\$ 96,00	Caixa de montagem - 200x300x140mm
19	Trilho de montagem DIN	0,5	metro	R\$ 11,10	R\$ 5,55	2 metros
20	Borne de ligação	12	Unitário	R\$ 1,00	R\$ 12,00	
21	Cintas Hellerman	1	pacote	R\$ 3,50	R\$ 3,50	2,5x100mm
22	Prensa cabos	2	Unitário	R\$ 2,40	R\$ 4,80	
23	Acoplamento 32 mm	1	Unitário	R\$ 132,00	R\$ 132,00	
24	Engrenagem 31 dentes	1	Unitário	R\$ 59,05	R\$ 59,05	Aço 1020
25	Engrenagem 28 dentes	1	Unitário	R\$ 51,53	R\$ 51,53	Aço 1020
26	Tinta Verde	1	litro	R\$ 15,00	R\$ 15,00	Tinta para metal
CUSTO TOTAL 1					R\$ 3.427,58	
ITEM	PEÇAS FABRICADAS	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	OBSERVAÇÕES
1	Eixo das facas	2	Unitário	R\$ 75,00	R\$ 150,00	Aço 1020
2	Aço para as facas	20	Unitário	R\$ 6,09	R\$ 121,80	Aço 1020
3	Espaçadores	20	Unitário	R\$ 2,90	R\$ 58,00	Nylon
4	Aço estrutura (Base de apoio)	10	Unitário	R\$ 10,00	R\$ 100,00	Cantoneiras de aço 1/4x1,1/2"
5	Aço componentes do triturador	46	Unitário	R\$ 5,68	R\$ 261,14	Aço 1020
6	Aço galvanizado em chapas	1	Unitário	R\$ 91,78	R\$ 91,78	Chapa 28 (0,43mm) 1,2x3,0m
CUSTO TOTAL 2					R\$ 782,72	
CUSTO DE FABRICAÇÃO						
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	OBSERVAÇÕES
2	Torneamento e fresamento dos eixos	2		R\$ 150,00	R\$ 200,00	
5	Corte das peças da estrutura	1		R\$ 80,00	R\$ 80,00	
CUSTO TOTAL 3					R\$ 280,00	
CUSTO DE MONTAGEM						
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	OBSERVAÇÕES
1	Furos e roscas (Brocas e macho aço 1/4)	1		R\$ 50,00	R\$ 50,00	
2	Solda da estrutura	1		R\$ 200,00	R\$ 150,00	
3	Montagem do painel elétrico	1		R\$ 100,00	R\$ 100,00	
4	Montagem dos conjuntos (motor, redutor)	1		R\$ 100,00	R\$ 50,00	
CUSTO TOTAL 4					R\$ 350,00	
CUSTO TOTAL DO EQUIPAMENTO					R\$ 4.840,30	
Custo de Abertura da Empresa						
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	OBSERVAÇÃO			
1	Inscrição na junta comercial, receita federal e estadual	R\$ 1.000,00	Pagamento de inscrição, taxas entre outros			
2	Alvará municipal e taxas	R\$ 300,00	Município de Porto Xavier (inscrição R\$170,00 + anual R\$ 130,00)			
3	Projeto técnico de prevenção e combate a incêndios	R\$ 1.000,00	Projeto e taxas			
4		R\$ -				
CUSTO TOTAL DE ABERTURA DA EMPRESA		R\$ 2.300,00				
CUSTO TOTAL DO INVESTIMENTO INICIAL					R\$ 7.140,30	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

APÊNDICE B – Tabela dos Salários

Itens do Salário (mês)	Valor
Salário bruto em R\$	1360,00
FGTS (%)	8,0
FGTS/Provisão de multa para rescisão (%)	4,0
INSS (%)	8,0
13º Salário (%)	8,3
Férias (%)	11,1
Previdenciário sobre 13º/Férias/DSR (%)	2,3
Total de encargos (%)	41,8
Total de encargos em R\$	568,07
Total (mês) em R\$	1928,07
7 Colaboradores + Pró-labore em R\$	15424,58
Colaboradores p/ triturador	1
Salário colaboradores p/ triturador em R\$	1928,07
Total Ano (Colab. + pró-labore) em R\$	17352,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

APÊNDICE C – Tabela Outros Custos

Outros Custos		Valor
Materiais de escritório	R\$	1.200,00
Materiais de limpeza	R\$	1.200,00
Serviço contábil (R\$ 350,00/mês)	R\$	4.200,00
Manutenção de 1 Máquina	R\$	1.000,00
Alvará municipal	R\$	130,00
Total (ano)	R\$	7.730,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

ANEXO A – Tabela do Simples Nacional – Indústria (Anexo II)

ANEXO II

Alíquotas e Partilha do Simples Nacional - Indústria

Receita Bruta em 12 Meses (em R\$)		Alíquota Nominal	Valor a Deduzir (em R\$)
1ª Faixa	Até 180.000,00	4,50%	–
2ª Faixa	De 180.000,01 a 360.000,00	7,80%	5.940,00
3ª Faixa	De 360.000,01 a 720.000,00	10,00%	13.860,00
4ª Faixa	De 720.000,01 a 1.800.000,00	11,20%	22.500,00
5ª Faixa	De 1.800.000,01 a 3.600.000,00	14,70%	85.500,00
6ª Faixa	De 3.600.000,01 a 4.800.000,00	30,00%	720.000,00

Faixas	Percentual de Repartição dos Tributos						
	IRPJ	CSLL	Cofins	PIS/Pasep	CPP	IPI	ICMS
1ª Faixa	5,50%	3,50%	11,51%	2,49%	37,50%	7,50%	32,00%
2ª Faixa	5,50%	3,50%	11,51%	2,49%	37,50%	7,50%	32,00%
3ª Faixa	5,50%	3,50%	11,51%	2,49%	37,50%	7,50%	32,00%
4ª Faixa	5,50%	3,50%	11,51%	2,49%	37,50%	7,50%	32,00%
5ª Faixa	5,50%	3,50%	11,51%	2,49%	37,50%	7,50%	32,00%
6ª Faixa	8,50%	7,50%	20,96%	4,54%	23,50%	35,00%	–

Para atividade com incidência simultânea de IPI e ISS: (inciso VII do art. 25)

Com relação ao ISS, quando o percentual efetivo do ISS for superior a 5%, o resultado limitar-se-á a 5%, e a diferença será transferida para os tributos federais, de forma proporcional aos percentuais abaixo. Os percentuais redistribuídos serão acrescentados aos percentuais efetivos de cada tributo federal da respectiva faixa.

Quando o valor do RBT12 for superior ao limite da 5ª faixa, para a parcela que não exceder o sublimite, o percentual efetivo do ISS será calculado conforme segue:

$$\{[(RBT12 \times 21\%) - R\$ 125.640,00]/RBT12\} \times 33,5\%.$$

O percentual efetivo resultante também ficará limitado a 5%, e eventual diferença será redistribuída para os tributos federais na forma acima prevista, de acordo com os seguintes percentuais:

Redistribuição do ISS excedente	IRPJ	CSLL	Cofins	PIS/Pasep	CPP	IPI	Total
	8,09%	5,15%	16,93%	3,66%	55,14%	11,03%	100%

Fonte: Adaptado de Resolução CGSN (2018)