



Jaíne Luana Rieth

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO
DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA
MULTINACIONAL DO RAMO AGRÍCOLA**

Horizontalina - RS

2018

Jaíne Luana Rieth

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO
DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA
MULTINACIONAL DO RAMO AGRÍCOLA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Ma. Eliane Garlet.

Horizontina - RS

2018

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso:

**“ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO DE
MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO
RAMO AGRÍCOLA”**

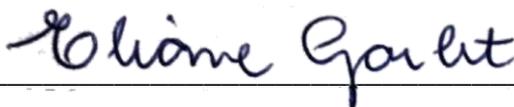
Elaborada por:

Jaíne Luana Rieth

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

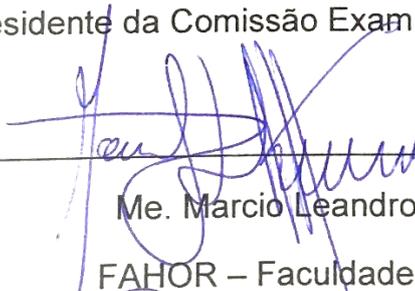
Aprovado em: 08/12/2018

Pela Comissão Examinadora



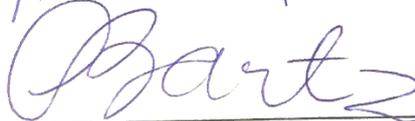
Ma. Eliane Garlet

Presidente da Comissão Examinadora – Orientadora



Me. Marcio Leandro Kalkmann

FAHOR – Faculdade Horizontina



Dra. Ma. Catia Raquel Felden Bartz

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina – RS

2018

Dedicatória

A meus pais e familiares, por acreditarem no meu potencial, e por serem a base de minha educação e personalidade. As minhas irmãs e irmão, pelo companheirismo e apoio. Aos meus amigos, pela parceria e palavras de empoderamento e motivação ao longo dos anos de minha graduação.

AGRADECIMENTO

A todas as pessoas que depositaram seu voto de confiança em mim e estiveram ao meu lado ao longo do ano de 2018, trazendo palavras de motivação e apoio, especialmente a meus amigos, colegas, professores e orientadora, o meu muito obrigado.

“Procure por oportunidades, procure por crescimento, procure por impacto, procure por missão. Construa suas habilidades, não seu currículo. Avalie o que você pode fazer, não o cargo que darão a você. Faça trabalho de verdade! ”.

(SANDBERG, Sheryl)

RESUMO

A busca das empresas por resultados sustentáveis, com processos internos cada vez mais eficientes, fomenta o desenvolvimento de equipamentos mais robustos, de melhor desempenho e menor impacto ao meio ambiente. A necessidade da análise de viabilidade para a substituição do equipamento atual, um trator John Deere modelo 6415, por outro equipamento de melhor desempenho, um rebocador elétrico movido a bateria de fosfato de ferro lítio, devido às elevadas despesas em manutenção, motivou a realização deste trabalho (TFC), que tem como objetivo analisar qual o período adequado para realizar a substituição do equipamento atual, e se esta substituição será lucrativa para o negócio. O método utilizado foi estudo de caso, e para análise da substituição foi utilizado o método CAUE. Para a análise de investimento, utilizou-se dos indicadores: VPL, TIR, IBC, ROIA e Payback Descontado. O resultado da análise do investimento apresentou-se altamente lucrativa para o negócio com um período de retorno do investimento de aproximadamente 4 anos. O CAUE do defensor já foi atingido o que torna a sua substituição necessária.

Palavras-chave: Viabilidade de Substituição. Engenharia Econômica. Equipamentos de Movimentação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Custo de Capital do Equipamento.....	24
Figura 2 - Esquema do ROIA	29
Figura 3 - Esquema do TIR	30
Figura 4 - Esquema do TIR para fluxos convencionais	31
Figura 5 - <i>Dollies</i>	36
Figura 6 - Mapa do processo de movimentação do equipamento em análise	37
Figura 7 - Defensor Modelo 6415 John Deere	39
Figura 8 - Defensor Modelo <i>Green Tug</i> <i>BYD</i>	43

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação	1	–	Lucro		Tributável
.....21					
Equação	2		–		Depreciação
Linear.....					21
Equação 3 – CAEC.....25					
Equação 4 – Fator de Recuperação de Capital.....25					
Equação			5		–
CAEM.....					25
Equação		6		–	CAUE
.....26					
Equação	7	–	Valor	Presente	Líquido
.....28					
Equação	8	–	Índice		Benefício/Custo
.....29					
Equação	9	–	Retorno	Sobre	o
Investimento.....					30
Equação	10	–	Cálculo	da	TIR
.....31					
Equação	11	–	Cálculo	da	TIR
.....31					
Equação	12	–	Cálculo	da	<i>Payback</i> Descontado
.....32					

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa anual de depreciação de alguns bens e sua vida útil	21
Tabela 2 – Características do defensor	38
Tabela 3 – Custos do defensor	40
Tabela 4 – Cálculo da depreciação linear	41
Tabela 5 – Vida econômica do defensor	41
Tabela 6 – Características do desafiante	43
Tabela 7 – Custos do desafiante	44
Tabela 8 – Cálculo da depreciação linear do desafiante.....	45
Tabela 9 – Vida econômica do desafiante	45
Tabela 10 – Tabela de consumo comparativo trator vs rebocador	46
Tabela 11 – Tabela de manutenção comparativo trator vs rebocador.....	47
Tabela 12 – Indicadores de análise de investimento	47

LISTA DE SIGLAS

BYD – *Build Your Dreams*

CAEC – Custo Anual Equivalente de Capital

CAEM – Custo de Operação e Manutenção

CAUE – Custo Anual Uniforme Equivalente

FRC – Fator de Recuperação de Capital

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

VPL – Valor Presente Líquido

IBC – Índice Benefício-Custo

ROIA – Retorno Sobre o Investimento

TIR – Taxa Interna de Retorno

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA.....	15
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	16
1.5 OBJETIVOS.....	17
1.5.1 Objetivo Geral	17
1.5.2 Objetivos Específicos.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE INVESTIMENTO	18
2.2 ENGENHARIA ECONÔMICA	19
2.3 O IMPOSTO DE RENDA E A DEPRECIAÇÃO	20
2.4 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	22
2.4.1 Vida econômica de ativos	23
2.4.2 Custos Anual Equivalente de Capital (CAEC).....	24
2.4.3 Custos de Operação e Manutenção (CAEM).....	25
2.4.4 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE).....	26
2.5 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	27
2.5.1 Indicadores de Investimentos	28
2.5.1.1 O Valor Presente Líquido (VPL).....	28
2.5.1.2 O Índice Benefício/Custo (IBC).....	29
2.5.1.3 O Retorno Sobre o Investimento (ROIA).....	29
2.5.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	30
2.5.1.5 Período de Recuperação do Investimento – <i>Payback</i> Descontado	32

3 METODOLOGIA	33
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	36
4.2 PROCESSO DE MOVIMENTAÇÃO ATUAL	36
4.3 ANÁLISE DO DEFENSOR	39
4.3.1 Características Técnicas do Defensor	39
4.3.2 Levantamento dos Custos do Defensor	41
4.3.3 Aplicação do Método CAUE para o Defensor	42
4.4 ANÁLISE DESAFIANTE	43
4.4.1 Características Técnicas do Desafiante	43
4.4.2 Levantamento dos Custos do Desafiante	45
4.4.3 Aplicação do Método CAUE para o Desafiante	46
4.5 ANÁLISE DO INVESTIMENTO	47
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A busca pela qualidade, redução de custos e métodos seguros e sustentáveis de movimentação de materiais no meio fabril, impulsiona o desenvolvimento de equipamentos cada vez mais robustos, automatizados, de melhor desempenho, com custos competitivos e menor impacto ao meio ambiente. Neste cenário, a substituição de ativos está entre uma das decisões obrigatórias e frequentes ao longo da existência das empresas, especialmente em se tratando de indústria onde para manter-se no mercado, não há espaço para decisões tardias ou equivocadas.

Este é o desafio diário de empresas que buscam manter-se competitivas no mercado de atuação, satisfazendo as necessidades dos clientes e garantindo retorno aos acionistas ou proprietários. Visão esta que está presente continuamente na empresa estudada, tornando os processos cada vez mais enxutos, seguros e de qualidade.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), uma das maneiras de manter a competitividade do negócio é o gerenciamento constante dos ativos e processos, buscando melhor produtividade, evitando falhas e perdas desnecessárias. Porém, faz-se necessária uma investigação prévia de todos os possíveis impactos dos novos projetos, tanto positiva, quanto negativa para o processo, como também para os operadores.

Segundo Valverde e Rezende (1997), há consequências tanto na substituição tardia quanto prematura, pois caso o equipamento seja substituído precocemente, a empresa pode se desfazer do bem antes do período de recuperação do capital do investimento e no caso de uma substituição tardia, o bem pode perder valor de capital, devido os custos operacionais, manutenção e redução no valor de revenda do equipamento.

Desta forma, este trabalho justifica-se pela necessidade da análise da viabilidade da substituição do equipamento atual, por outro equipamento de melhor desempenho, no que tange o custo/benefício para o negócio, como também para o processo de pagamentos dos materiais do almoxarifado para os pontos de recebimentos de materiais pré-definidos, devido aos altos dispêndios em custo de

operação e manutenção, em uma empresa multinacional, situada no estado do Rio Grande do Sul.

O equipamento utilizado no processo atual de movimentação, considerado defensor no estudo de viabilidade é um trator. O processo logístico em estudo é a movimentação dos carros de transporte de materiais, denominadas *dollies*, e o equipamento desafiante é um rebocador elétrico movido a bateria de fosfato de ferro lítio¹, tecnologia da empresa *BYD*[®].

Este trabalho, tem por objetivo, apresentar a viabilidade de substituir o equipamento de movimentação atual existente, qual o momento certo para realizar esta substituição através do cálculo da vida ótima do ativo e qual é o retorno monetário esperado para o investimento.

Destaca-se neste trabalho o estudo da Engenharia Econômica e a Análise de Investimentos, que tem papel de destaque na análise de viabilidade de substituição de equipamentos na engenharia de Produção.

1.1 TEMA

O tema do presente Trabalho de Final de Curso (TFC) se refere ao estudo da viabilidade da substituição do equipamento de movimentação no processo de pagamento de materiais do almoxarifado para o estoque final no chão de fábrica.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se na abordagem da gestão econômica de equipamentos, constituindo-se de um estudo de viabilidade e análise de investimento, para posterior tomada de decisão sobre a substituição ou não dos equipamentos com base em sua vida útil econômica e retorno para o negócio. Este trabalho não se detém a analisar a viabilidade técnica da substituição.

¹ Relacionado a baterias Li-Ion, é destinada para uso em ferramentas e veículos elétricos, e também é usado em laptops educacionais.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com o objetivo de tornar os processos fabris internos cada vez mais sustentáveis, surge a necessidade de avaliação dos processos logísticos já existentes em busca de oportunidades de melhorias.

O processo logístico atual estudado, emprega tratores na movimentação dos carros de transporte do almoxarifado para os pontos de descarga, equipamentos estes que geram um alto custo de manutenção, operação e abastecimento.

Os tratores também são considerados anti-ergonômicos, devido ao ruído que emitem e vibrações em sua movimentação. Por serem a diesel, projetam toneladas de agentes poluentes para o meio ambiente.

Com base nas situações expostas anteriormente, de uma maneira geral, é possível definir o seguinte problema de pesquisa: A substituição do equipamento de movimentação é lucrativa para o negócio e qual é o período adequado para a substituição?

1.4 JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica por apresentar os resultados de viabilidade de substituição do equipamento atual, um trator John Deere modelo 6415, à diesel, que realiza a movimentação dos carros de transporte de materiais, as chamadas *dollies*, por um rebocador elétrico *BYD*, modelo *Green Tug*, com bateria de fosfato de ferro lítio, com alimentação em qualquer tomada de 380 volts.

A utilização do trator neste processo, gera um alto custo de manutenção e operação, elevado desgaste dos pneus devido operação no asfalto, ocasiona ruído para o ambiente, expõem o operador a vibrações, assim como, por ser um equipamento movido a diesel, emite poluentes altamente tóxicos ao meio ambiente.

Segundo Souza e Clemente (2006), em geral, as empresas se orientam basicamente pelos aspectos técnicos para tomada de decisão a respeito da baixa e substituição dos equipamentos, e como consequência tomam decisões sub-ótimas. Ou seja, não consideram o momento certo para a realização desta alteração e acabam

tomando a decisão quando o equipamento já não possui valor de mercado ou chega ao fim de sua vida útil.

Segundo Hirschfeld (2010), análises envolvendo a escolha entre processos produtivos alternativos, de substituição de equipamentos, são imprescindíveis devido à escassez de recursos frente às necessidades ilimitadas das empresas.

Desta forma, este estudo de viabilidade surge para analisar os aspectos econômicos envolvidos para uma substituição de equipamentos, e assim, tornar esta decisão mais fácil e lucrativa para o negócio.

A realização do estudo de viabilidade possibilitou uma aplicação prática dos conteúdos vistos em aula, da relação da engenharia econômica e custos de manutenção e operação com a geração de retorno para o negócio e acionistas. Executar as decisões corretas, no momento adequado, é indispensável para qualquer negócio.

Este estudo reuniu as variáveis necessárias para análise comparativa dos custos do investimento, e foi ferramenta fundamental no planejamento de um projeto de substituição de equipamentos, para tomada de decisão pela alta gerência. Frente a estas situações, faz-se imprescindível a realização deste estudo de viabilidade para alteração de equipamento.

1.5 OBJETIVOS

Diante o que foi apresentado, foram elaborados os objetivos que conduziram a pesquisa, conforme são expostos nos próximos tópicos.

1.5.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade para a substituição do trator pelo rebocador no processo de movimentação de materiais.

1.5.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foram listados os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar as pesquisas bibliográficas sobre o tema viabilidade de substituição;
- b) Realizar o levantamento dos custos para a análise de viabilidade;
- c) Calcular a vida econômica do defensor e do desafiante;
- d) Calcular os indicadores de investimento para a substituição do equipamento de movimentação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, são apresentados os tópicos que compõem a temática deste estudo voltado para a viabilidade de substituição de equipamentos, que serviram de base para a construção e análises dos resultados.

2.1 TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE INVESTIMENTO

Yu et al (2011) afirmam que tomar uma decisão é alocar irreversivelmente os recursos, irreversível porque, uma vez alocados os recursos, reverter o processo decisório sempre envolverá perdas. Do ponto de vista de alocar recursos, decidir corretamente significa escolher entre alternativas que combinem tais recursos e ações a fim de alcançar determinadas preferências, tendo em vista as expectativas de resultados de cada alternativa.

Ainda segundo o autor, uma boa decisão analisa e investiga, estabelecendo alternativas econômicas e prevendo as consequências, é necessário levantar as alternativas e avaliá-las qualitativa e quantitativamente quanto às suas possibilidades de sucesso ou fracasso.

Segundo Andrade (2012), são quatro as principais motivações para os investimentos de uma empresa:

- a) Desenvolver-se: Procurar oportunidades de crescimento e desenvolvimento, alocando quantidades significativas de recursos para entrar em novos mercados, lançar novos produtos, criar novas estruturas de distribuição, entre outras;

- b) Modernizar-se: por meio da melhoria dos processos produtivos, para se manter competitiva no mercado atual, aprimorar e modificar suas linhas de produtos e para oferecer soluções para as novas necessidades dos clientes;
- c) Garantir sua sustentabilidade: por meio de projetos que propiciem um desenvolvimento autossustentável quanto à preservação das condições ambientais em todas as operações e funções de sua cadeia de criação de valor;
- d) Conservar sua capacidade atual de produção: por meio da substituição de equipamentos que atinjam o final de sua vida útil. Dificilmente essa substituição se faz sem mudanças tecnológicas que representam ganhos de produtividade, melhorias nos processos e nos produtos.

Ainda segundo Andrade (2012), a análise de viabilidade do projeto é uma etapa fundamental na análise de investimento, pois a empresa deve investir somente em alternativas que gerem retorno para seus acionistas, nesta etapa se utiliza ferramentas da engenharia econômica, fluxo de caixa, matemática financeira, tomando-se em consideração aspectos jurídicos, administrativos, comerciais, técnicos e financeiros.

Desta forma, as decisões de investimento de capital, segundo Souza e Clemente (2006), pertencem na grande maioria dos casos, ao nível estratégico da organização, pois envolvem grandes somas de recursos, afetam a empresa por um grande período de tempo e são irreversíveis ou apresentam altos custos de reversibilidade.

2.2 ENGENHARIA ECONÔMICA

A análise de investimentos é conhecida como Engenharia Econômica, segundo Antonik (2012), dada a complexidade matemática envolvida, pois requer profundos conhecimentos de cálculos, além de aplicações técnicas e teóricas.

Para Durán (2004), a Engenharia Econômica tem por objetivo identificar os benefícios gerados por determinado investimento e, desta forma, realizar um estudo comparativo entre as características de operação e custos associados ao mesmo, com o fim de analisar a sua viabilidade de substituição.

Para Hirschfeld (2010), análises envolvendo a escolha entre processos produtivos alternativos, de substituição de equipamentos, de escolha entre a compra e o aluguel de um dado imóvel industrial ou de uma máquina, são alguns dos exemplos de questões tratadas pelos engenheiros e administradores, cujas decisões serão tomadas com base, nas técnicas de Engenharia Econômica.

Ainda segundo o autor, entre os vários benefícios a serem alcançados ao analisarmos uma substituição de equipamentos, existem os benefícios tangíveis e os intangíveis, o primeiro é expresso em valores econômicos, através de raciocínio lógico, já no segundo, ocorre o contrário, não possui valor econômico, mas sim, apreciações subjetivas, como questões de ergonomia, segurança e meio ambiente.

2.3O IMPOSTO DE RENDA E A DEPRECIAÇÃO

Para Mokrzycki (2012), a depreciação e o fator do imposto de renda devem ser levados em conta no momento da análise do investimento.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), define-se depreciação como sendo a despesa relacionada a perda de valor de um determinado bem, seja por deterioração ou obsolescência. E o imposto de renda é uma forma de imposto que recai sobre o lucro tributável das empresas, que na análise de investimentos, impacta o fluxo de caixa, que é o que realmente interessa na análise de investimentos.

Por via de regra, um ativo deverá ser substituído quando atingir a sua vida útil econômica, o que segundo Antonik (2012), na prática nem sempre acontece, pois, os ativos possuem duas formas de depreciação: a econômica e a contábil.

Para Antonik (2012), a depreciação econômica corresponde ao tempo em que o ativo, efetivamente, permanece em operação, produzindo bens ou serviços. Já a depreciação contábil tem uma abordagem diferente, pois é utilizada como incentivo pelas autoridades fiscais brasileiras e deduzido do imposto de renda.

Já para Souza e Clemente (2006), depreciação contábil é a parcela teórica associada ao desgaste destes bens na fabricação de determinado produto, a qual é associada ao valor final do mesmo, como um custo indireto de fabricação. Por ser um valor teórico e não um desembolso ou saída de caixa, este valor é acumulado em um fundo de depreciação, para aquisição futura ou substituição por um bem similar.

Ainda segundo o autor, o valor da depreciação é deduzido anualmente do valor inicial de um bem, e este valor é reduzido da renda tributável da empresa, gerando um novo fluxo de caixa após o Imposto de Renda.

Para se calcular a renda tributável da empresa, utiliza-se a expressão a seguir, apresentada na Equação 1.

Equação 1: Lucro Tributável

$$\text{Lucro tributável} = \text{Receitas} - \text{Despesas} - \text{Deduções}$$

Fonte: Torres (2006).

Segundo Torres (2006), deve-se deduzir o imposto de renda somente do lucro tributável, descontando a depreciação contábil dos equipamentos e outras despesas.

Segundo Brasil (1998), dentro dos bens depreciados pelo processo produtivo estão as máquinas e equipamentos. A Tabela 1 abaixo, apresenta a taxa anual de depreciação para determinados bens de capital, permitida pela legislação brasileira.

Tabela 1: Taxa anual de depreciação de alguns bens e sua vida útil

Bens de Capital	Anos de vida útil	Taxa anual
Veículos de passageiros ou de carga	5	20%
Computadores e Periféricos	5	20%
Móveis e Utensílios	10	10%
Máquinas e Equipamentos	10	10%
Edifícios e Construções	25	4%

Fonte: Brasil, 1998.

Segundo Mokrzycki (2012), a depreciação linear é a mais utilizada, onde se deprecia sempre a mesma fração do valor inicial do bem. Esta depreciação somente deve ser aplicada durante a vida útil do bem, que é o tempo em que o bem opera em um modo mais econômico em relação aos seus custos de operação e manutenção, conforme os tópicos seguintes.

A Equação 2 apresenta o cálculo da depreciação linear.

Equação 2: Depreciação Linear

$$DLin = \frac{VC_0 - VC_n}{n}$$

Fonte: Mokrzycki, (2012).

Onde:

VC_0 = Valor de aquisição do equipamento

VC_n = Valor residual após n períodos

n = Número de períodos

Segundo Mokrzycki (2012), deve-se subtrair-se o valor residual após n períodos pelo valor de aquisição, então divide-se pelo número do período atual do valor residual.

2.4 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Segundo Ehrlich e Moraes (2011), todo equipamento em uso deve-se defender da obsolescência, pois ele é um defensor, constantemente rodeado por desafiantes, candidatos a substituí-lo. Os custos de aquisição de equipamentos, são visivelmente mais elevados, em relação aos custos de operação e manutenção, desta forma, as decisões tendem a postergar a baixa desses bens para depois da época mais vantajosa para o negócio, chamada vida útil econômica.

Na maioria das empresas, as decisões de substituição de equipamentos, se detém na avaliação técnica dos mesmos, tendo como base as orientações dos fabricantes (SOUZA e CLEMENTE, 2006). No ponto de vista econômico, este método é ultrapassado, fazendo-se necessária uma análise mais apropriada da substituição dos equipamentos.

Sendo assim, um dos problemas mais clássicos de decisão econômica nas empresas, segundo Andrade (2012) é a escolha do momento certo para substituir um equipamento que está em operação.

As razões para se realizar uma análise de substituição de equipamentos nas empresas são inúmeras, segundo o Abensur (2010), as mais importantes são:

- a) Custos elevados da manutenção e da operação devido ao desgaste;
- b) Não atende à demanda atual de produção;
- c) Torna-se obsoleto ou inadequado em comparação aos equipamentos tecnologicamente melhores e que produzem mais, com qualidade superior e custos menores;

- d) Possibilidade de locação de equipamentos similares com custos vantajosos.

Estas afirmações reforçam a importância de um bom estudo de viabilidade para substituição de equipamentos nas empresas.

Segundo Souza e Clemente (2006), são vários os tipos de baixa de certo bem de capital existentes na análise de substituição, os principais são:

- a) Baixa sem reposição: o ativo será desativado e não haverá substituto;
- b) Baixa com reposição semelhante: o ativo será substituído por outro com as mesmas características;
- c) Baixa com reposição diferente: quando se reconhece que houve um progresso tecnológico pontual, isto é, os novos equipamentos são mais aperfeiçoados, mas não é possível detectar uma tendência de evolução contínua.

2.4.1 Vida econômica de ativos

Segundo Andrade (2012), um dos problemas mais clássicos de decisão econômica nas empresas é a escolha do momento certo para substituir um equipamento que está em operação. Esta decisão de substituir equipamentos, deve ser baseada na análise econômica da operação futura. Essa análise deve ser suficientemente abrangente para considerar os aspectos estratégicos e operacionais, como gastos com mão de obra, energia, tempo, produtividade, qualidade do produto final, entre outros.

Segundo Antonik (2012), a vida econômica de um projeto deve corresponder ao período em que o ativo permanece em serviço, período pela qual a depreciação de uma máquina ou um equipamento deve ser contabilizada.

Para Souza e Clemente (2006), a vida econômica ou ótima, tem um conceito semelhante ao de vida útil, porém diferente da vida útil que se refere à capacidade física de produção, a vida econômica ou ótima se refere aos custos globais que a empresa infere por manter determinado equipamento em operação.

Segundo Durán (2004), a organização da manutenção deve estar voltada a maximização do lucro do negócio, pois a mesma apresenta custos diversos como por

exemplo: com mão de obra de manutenção própria ou terceirizada, custo de peças de reposição e/ou custos gerados pela indisponibilidade de máquinas.

Segundo Andrade (2012), de forma geral, observamos que os processos de envelhecimento dos equipamentos e, por consequência, os custos de operação manutenção correspondentes são cumulativos. De acordo com o autor, para determinar o ciclo de substituição que resulta no menor custo médio anual do bem, deve-se obter os dados de manutenção e operação como também o valor de mercado para o equipamento em estudo, a fim de somá-los, e encontrar o custo anual uniforme equivalente (CAUE).

Segundo Antonik (2012), a vida econômica de um projeto deve corresponder ao período em que o ativo permanece em serviço, período pela qual a depreciação de uma máquina ou um equipamento deve ser contabilizada.

Segundo Souza e Clemente (2006), os custos anteriormente citados são basicamente, 2 tipos:

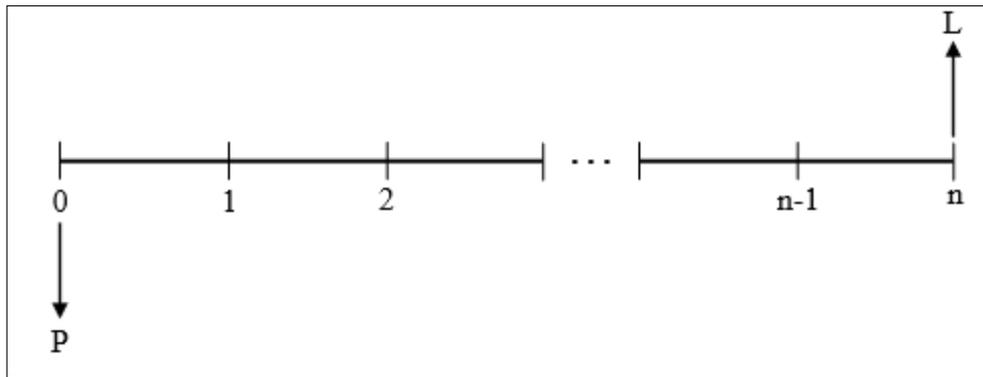
1. De capital;
2. De operação e Manutenção.

Para uma melhor compreensão de cada tipo de custo, os mesmos são destacados nos tópicos seguintes.

2.4.2 Custos Anual Equivalente de Capital (CAEC)

Segundo Souza e Clemente (2006), a perda de valor de mercado dos bens de capital é denominada depreciação econômica, conforme já referenciado anteriormente por Antonik (2012). Ainda segundo o autor, o custo de capital apresenta padrão típico, decrescente no tempo. Está diretamente ligado com a relação entre o custo total de aquisição (P), incluindo transporte e operação e a receita de venda (L) ao final n períodos. Conforme ilustra a Figura 1 abaixo:

Figura 1: Custo de Capital do Equipamento



Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Segundo Souza e Clemente (2006) apud Neves (1981), o custo anual equivalente de capital (CAEC) da decisão de manter o referido equipamento por n períodos, a uma taxa mínima de atratividade (TMA) i , é dada pela Equação 3, conforme segue:

Equação 3: CAEC

$$\text{CAEC} = \left[P - \frac{L}{(1+i)^n} \right] (A/P, i\%, n)$$

Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Onde o termo $(A/P, i\%, n)$ é encontrado em tabelas financeiras ou pode ser calculado pela Equação 4.

Equação 4: Fator de Recuperação de Capital (FRC)

$$(A/P, i\%, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Fonte: Souza e Clemente, 2006.

2.4.3 Custos de Operação e Manutenção (CAEM)

Segundo Souza e Clemente (2006), ao contrário do que ocorre com o CAEC, os custos de manutenção e operação apresentam rendimentos decrescentes, a medida que sofrem depreciação, pois passam a requerer maiores despesas em manutenção.

Segundo Durán (2004), a organização da manutenção deve estar voltada a maximização do lucro do negócio, pois a mesma apresenta custos diversos como por

exemplo: com mão de obra de manutenção própria ou terceirizada, custo de peças de reposição e/ou custos gerados pela indisponibilidade de máquinas.

Segundo Souza e Clemente (2006), o CAEM pode, então, ser definido como:

Equação 5: CAEM

$$CAEM = C \left[\frac{\left(\frac{1+f}{1+i} \right)^n - 1}{f-i} \right] (A / P, i\%, n)$$

Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Onde:

f= Taxa de crescimento do custo de operação e manutenção

C= Despesas de operação e manutenção

Vale ressaltar que o termo $(A / P, i\%, n)$ é obtido de forma idêntica à apresentada na fórmula CAEC.

2.4.4 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

Para Casarotto Filho e Kopittke (2000), a determinação da vida econômica consiste em achar o custo anual uniforme equivalente (CAUE) do ativo para todas as vidas úteis possíveis. O ano para o qual o CAUE é mínimo, é o ano da vida econômica do ativo.

Segundo Robert et al (2016), sabe-se que o custo anual equivalente uniforme (CAUE) pode ser obtido através da soma do custo anual equivalente de capital (CAEC) e do custo anual equivalente de operação e manutenção (CAEM). Desta forma é possível analisar quando é o momento ótimo para a substituição do equipamento em estudo, mantendo a disponibilidade física. A fórmula para se calcular o CAUE está expressa na Equação 6.

Equação 6: CAUE

$$CAUE = CAEC + CAEM$$

Segundo Duarte et al (2007), o método CAUE consiste em encontrar uma série anual uniforme que se equipare aos fluxos de caixa (tanto receitas quanto despesas) dos investimentos descontados a taxa mínima de atratividade (TMA).

Caso o equipamento ultrapasse o momento ótimo para a sua substituição, as despesas em manutenção tornam-se crescentes, podendo trazer prejuízos para o negócio.

2.5 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

“Uma boa decisão de investimento é aquela que agrega valor à empresa, ou seja, a aquisição de um ativo real gerando um valor superior ao seu custo.” (BREALEY & MYERS, 1998).

Veras (2001) salienta que a análise de investimentos compreende não só alternativas entre dois ou mais investimentos a escolher, mas também a análise de um único investimento com a finalidade de avaliar o interesse na implantação do mesmo.

Ao analisarmos uma possibilidade de investimento, como a alteração de equipamento, segundo Souza e Clemente (2006), estar-se-á transferindo capital por um período de tempo denominado horizonte de planejamento. Ao término deste período, é esperado que a soma do fluxo esperado de benefícios seja superior ao valor do investimento.

Para Souza e Clemente (2006), valores monetários em tempos distintos não tem o mesmo significado, desta forma, faz-se necessário um critério básico de atratividade, para o processo de descapitalização do fluxo de caixa, este critério, por via de regra, deve superar a taxa de juros do dinheiro investido. Resta saber o valor da taxa a ser usada nesse processo, essa taxa, conforme explicado a seguir, é chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Para Hirschfeld (2000), a TMA é uma taxa de juros prefixada, usada a título de comparação; portanto, é a menor taxa de juros que se pode aceitar para que o investidor considere determinado investimento interessante.

Segundo Souza e Clemente (2006), a TMA é a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A aplicação em TMA não gera

riqueza ao negócio, já ao aplicar em um projeto de investimento, a geração de riqueza é o Valor Presente Líquido (VPL), que é um dos indicadores quantitativos de investimentos.

2.5.1 Indicadores de Investimentos

Segundo Blank e Tarquin (2010), uma ou mais alternativas de engenharia são formuladas para resolver um problema ou produzir resultados específicos. Na engenharia econômica, cada alternativa tem estimativas de fluxo de caixa referentes ao investimento inicial, receitas e/ou custos periódicos (geralmente anuais) e, possivelmente, um valor recuperado no fim de seu prazo de validade esperado. Para calcular estes valores, utiliza-se indicadores de Investimentos.

Conforme cita os autores Souza e Clemente (2006), os indicadores de projetos de investimento são divididos em dois grandes grupos: os indicadores associados a rentabilidade e os indicadores associados ao risco do projeto.

Os indicadores associados a rentabilidade, ou seja, o ganho ou criação de riqueza do projeto, segundo os autores Souza e Clemente (2006), são: Valor Presente Líquido (VPL); Índice Benefício/Custo (IBC); Retorno sobre Investimento Adicionado (ROIA) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Já como indicadores associados ao risco, ou a possibilidade de se obter resultados insatisfatórios mediante uma decisão, temos o Payback Descontado, a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Ponto de Fisher.

2.5.1.1 O Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Veras (2001, p. 234), este indicador “consiste em calcular o valor presente líquido NPV do fluxo de caixa (saldo das entradas e saídas de caixa) do investimento que está sendo analisado, usando a taxa de atratividade do investidor”.

Segundo Souza e Clemente (2006), o VPL é o critério básico de atratividade financeira de projetos, a concentração de todos os valores esperados de um fluxo de caixa na data zero.

A Equação 7, apresenta a expressão que calcula o VPL.

Equação 7: Valor Presente Líquido.

$$VPL = -C + \sum \frac{CF_j}{(1+TMA)^j}$$

Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Segundo Casarotto Filho & Kopittke (1994) “normalmente, o VPL é utilizado para análise de investimentos isolados que envolvam o curto prazo ou que tenham baixo número de períodos, de sorte que um valor anual teria pouco significado prático para uma tomada de decisão”.

“Sendo $VPL > 0$, o que significa que o projeto merece continuar sendo analisado, porém, a referência $VPL > 0$ não é suficiente para saber se um investimento é atrativo ou não, é necessário recorrer a outros indicadores, de acordo com os tópicos a seguir” (SOUZA E CLEMENTE, 2006)

2.5.1.2 O Índice Benefício/Custo (IBC)

Segundo Camloffski (2014), o índice benefício-custo (IBC) é obtido através da divisão do valor presente das entradas de caixa de um determinado projeto pelo seu investimento inicial, ou seja, apura quanto as entradas previstas de caixa, já expurgado o efeito da TMA, representam percentualmente em relação ao que foi investido. A Equação 8 representa o cálculo do IBC:

Equação 8: Índice Benefício/Custo

$$IBC = \frac{VP \text{ fluxo de benefícios}}{VP \text{ fluxo de investimentos}}$$

Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Segundo Souza e Clemente (2006), o Índice Benefício/Custo (IBC) é a razão entre o Fluxo Esperado de Benefício de um projeto e o Fluxo Esperado de Investimentos necessários para realiza-lo. Conforme Equação 8, observa-se que o IBC é a comparação dos custos de cada investimento com os benefícios recebidos, recomenda-se selecionar projetos com o maior quociente e que seja maior que um.

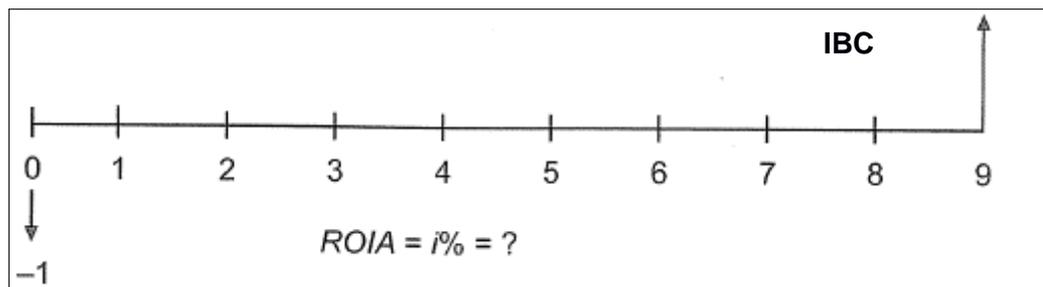
2.5.1.3 O Retorno Sobre o Investimento (ROIA)

Segundo Camloffski (2014), o ROIA é uma medida de rentabilidade que apresenta o valor agregado à empresa pelo projeto, pois já expurga o efeito da TMA.

Na verdade, pode-se simplificar o entendimento do ROIA como o que se projeta ganhar, em %, acima do mínimo estipulado pela empresa. Para o cálculo do ROIA, necessita-se do IBC.

A Figura 2 esquematiza o ROIA, a cada período do projeto:

Figura 2: Esquema do ROIA



Fonte: Souza e Clemente (2006)

A Figura 2 ilustra o esquema representativo do cálculo do ROIA, onde são levados em consideração o número de períodos do investimento e o IBC, conforme já informado anteriormente.

A Equação 9 apresenta o método para calcular o ROIA, segundo Souza e Clemente.

Equação 9: Retorno Sobre o Investimento

$$\text{Roia} = \frac{\text{Ganho Obtido} - \text{Investimento Inicial}}{\text{Investimento Inicial}}$$

Fonte: Souza e Clemente (2006)

“Em função de tudo que foi discutido acima, fica claro que quanto maior o ROIA, melhor o projeto de investimento (CAMLOFFSKI, 2014).”

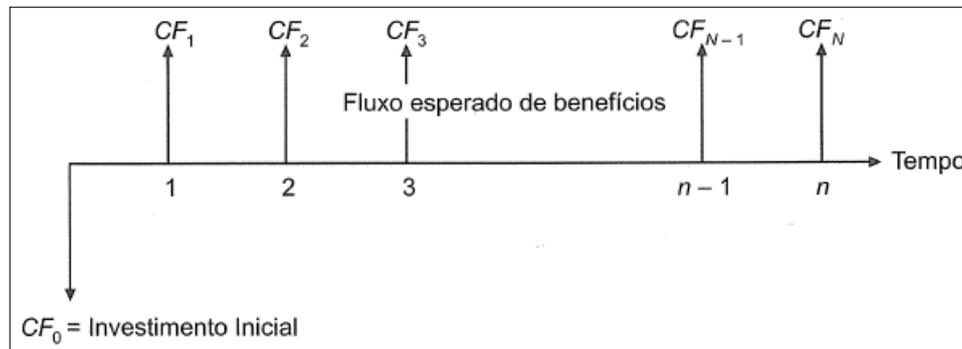
2.5.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR), segundo Souza e Clemente (2006), é a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa, igual a zero.

Segundo Camloffski (2014), dessa definição, pode-se deduzir que a TIR é, a grosso modo, a rentabilidade projetada do investimento, ou seja, quanto está se

estimando ganhar (%) de acordo com o orçamento de caixa definido. A TIR está esquematizada na Figura 3.

Figura 3: Esquema do TIR



Fonte: Souza e Clemente, 2006.

A Figura 3 apresenta a linha do tempo do fluxo esperado de benefícios em “n” anos. Ainda segundo Souza e Clemente (2006), a taxa interna de retorno é a taxa “i” que torna verdadeira a seguinte sentença, apresentada pela Equação 10, para um fluxo de caixa genérico.

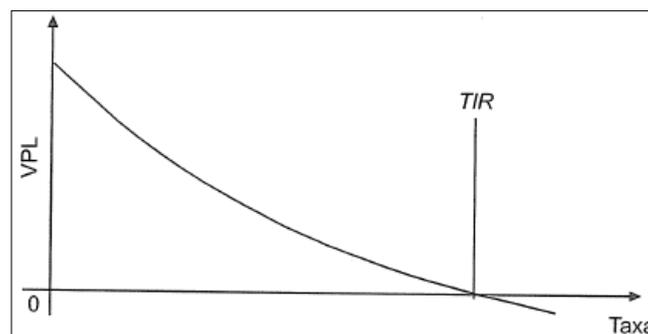
Equação 10: Cálculo da TIR

$$VPL = \sum_{j=0}^n \left[\frac{CF_j}{(1+i)^j} \right] = ZERO$$

Fonte: Souza e Clemente (2006)

Já para Fluxos de Caixa convencionais, o VPL apresenta-se com uma função monótona decrescente da taxa de juros e conforme Figura 4 a TIR encontra-se onde o VPL iguala-se a zero segundo o mesmo autor anteriormente citado.

Figura 4: Esquema do TIR para fluxos convencionais.



Fonte: Souza e Clemente, 2006.

Souza e Clemente (2006), complementam ainda que a TIR pode ser utilizada tanto como dimensão de retorno quanto para risco. Para se fazer uso da TIR para análises de retorno, ela pode ser interpretada com um limite superior para a rentabilidade, porém este dado somente será relevante se não soubermos qual é a TMA em questão. Caso tenha-se conhecimento da TMA, preferencialmente deve-se utilizar o ROIA para analisar os rendimentos. Na Equação 11 temos a relação entre elas.

Equação 11: Cálculo da TIR

$$[(1 + TMA) * (1 + ROI) - 1] < TIR$$

Fonte: Souza e Clemente (2006)

Assim sendo, conforme Souza e Clemente (2006), para determinado projeto em análise, a TIR encontra-se distante da TMA. A $TIR > TMA$ = vantajoso investir no projeto do que na TMA e a TIR próxima à TMA = risco do projeto aumenta conforme a proximidade.

2.5.1.5 Período de Recuperação do Investimento – *Payback* Descontado

Segundo Camloffski (2014), o cálculo do *Payback*, como o próprio nome sugere, demonstra em quanto tempo o investimento será recuperado. Quanto menor o *Payback*, maior a liquidez do projeto e, portanto, menor o seu risco.

Segundo Camloffski (2014), não é possível somar, diminuir ou comparar valores financeiros em datas diferentes, pois, dessa forma, estaremos desconsiderando que o saldo de caixa resultante do primeiro ano poderá ser reinvestido, rendendo juros. Desta forma deve-se calcular o *Payback* Descontado, que nada mais é do que calcular considerando o valor do dinheiro no tempo.

Sendo assim, deve-se efetuar o cálculo do período de recuperação do capital investido, conforme a Equação 12.

Equação 12: *Payback* Descontado

$$\text{Período em que o } \sum \left[\frac{\text{fluxo de caixa período } n}{(1 + i)^n} \right] \geq \text{valor do investimento}$$

Fonte: Adaptado de Camloffski, 2014.

A Equação 12 foi adaptada do conceito de Payback descontado, apresentado por Camloffski (2014), ou seja, o Payback descontado é o período de tempo em que o somatório do fluxo de caixa dividido pelo fator de desconto da taxa mínima de atratividade é maior que o valor do investimento descontando o valor do dinheiro no tempo.

3 METODOLOGIA

Baseado em seu delineamento técnico e necessidade de planejamento de pesquisa de forma mais aprofundada, trabalhando com dados e também com características técnicas, o presente trabalho é caracterizado como estudo de caso quantitativo e qualitativo. Com base em seus objetivos gerais, a pesquisa é classificada em exploratória e explicativa.

Segundo Gil (2002), o procedimento técnico para coleta de dados é o elemento mais importante para a identificação do delineamento, que são definidos em dois grandes grupos, os que se valem através de dados fornecidos bibliograficamente e os que são fornecidos por pessoas.

O presente trabalho, conforme já mencionado, um estudo de caso, se vale de dados bibliográficos e técnicos, que segundo Gil (2002), consiste em um estudo exaustivo e profundo de determinados ou poucos objetos, de maneira que se faça possível obter amplo conhecimento sobre o assunto, proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

Segundo Gil (2002) em estudos de caso, convém obter dados mediante análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observação espontânea, observação participante e análise de artefatos físicos. Para a realização do presente

trabalho realizou-se um estudo aprofundado sobre os equipamentos de movimentação, análise das suas lâminas técnicas, para então aplicação dos métodos de viabilidade de substituição do equipamento.

Para realização deste trabalho, a pesquisa aplicada foi de caráter exploratório, que ainda segundo Gil (2002), tem por objetivo ter uma maior familiaridade com o problema, que facilita a constituição das hipóteses, para aprimorar as ideias e intuições. A pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico, aplicação de entrevistas e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Este trabalho visa estudar com maior precisão a viabilidade da substituição do equipamento utilizado, encontrando a melhor época para a substituição do bem como também uma aplicação dos indicadores de análise de investimento.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

No primeiro momento realizou-se uma observação *in loco* no processo interno sob análise, para observar os comportamentos e condições ambientais relevantes. Aplicou-se então uma entrevista com o operador do trator, para obter-se maior conhecimento sobre o processo atual e suas particularidades, apresentado no Apêndice A. A entrevista sanou as dúvidas existentes em relação ao processo de movimentação de materiais e as particularidades do processo.

Para o mapeamento das atividades do equipamento atual e realização do mapa do processo, foi realizado o acompanhamento durante um dia de trabalho do mesmo, o qual está expresso no Apêndice B. No Apêndice B, está apresentado o fluxo de movimentação, a atividade realizada e o tempo levado entre as movimentações.

Para coleta dos dados do defensor, o modelo do equipamento, ano de fabricação, valor da aquisição, custo de óleo diesel, dispêndios em manutenção e horas trabalhadas por ano, contatou-se o departamento de Engenharia de Manutenção da empresa em que o trabalho foi aplicado. Os registros dos dados anteriormente mencionados, são mantidos no sistema ERP utilizado pela empresa, o SAP[®].

Os custos de manutenção registrados, não estão divididos quanto à origem, ou seja, os valores estão acumulados por ano, sendo apresentado somente o valor total de todos os dispêndios anuais. Já os dados de consumo anual de combustível,

conseguiu-se junto à central de abastecimento, a qual regista diariamente a quantidade abastecida para cada equipamento.

Os valores de compra, aluguel, consumo de energia elétrica e custos de manutenção do desafiante foram informados pelo fabricante do equipamento, a empresa BYD[®] *Build Your Dreams*.

Para estimar a vida econômica do defensor e desafiante utilizou-se o método CAUE, e para a realização da análise do investimento, utilizou-se dos indicadores financeiros: VPL, IBC, ROI, TIR e Payback Descontado.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para elaboração e análise de viabilidade da substituição do trator por um rebocador elétrico, é necessário um conhecimento técnico e financeiro mais aprofundado dos mesmos, conhecimentos estes que, geralmente, são muito dificultados pela virtual ausência de dados e informações relevantes.

Neste capítulo serão apresentados os resultados da análise de viabilidade do presente trabalho como também as informações que foram cedidas pela empresa em que este trabalho foi aplicado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este trabalho foi realizado em uma empresa multinacional, situada no estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente no departamento de Logística Interna. Atualmente a empresa possui um número aproximado de 2000 funcionários, com uma área coberta de mais de 130.000 metros quadrados, sendo uma das principais plataformas mundiais de exportação e de desenvolvimento tecnológico em seu mercado de atuação.

O trabalho foi aplicado ao processo de pagamento de materiais do almoxarifado para os pontos de descarga de materiais, para atender as linhas de produção, conforme apresentado a seguir.

4.2 PROCESSO DE MOVIMENTAÇÃO ATUAL

Após visitação *in loco* para observação direta e levantamento de percepções acerca do processo de reboque das *dollies*, efetuado pelo trator na movimentação de materiais, atentou-se ao equipamento em operação. Um trator, equipamento este que seria mais apropriado para operações na lavoura, cuja é a finalidade para que os tratores sejam fabricados.

As *dollies*, são carros utilizados para movimentar as embalagens contendo os materiais necessários para o consumo nas linhas de montagem, a Figura 5 apresenta o modelo de *dolly* do processo.

Figura 5: *Dollies*



Fonte: Autora, 2018.

Os comboios de *dollies*, são formados por quatro unidades engatadas uma na outra, e são rebocadas pelo trator. Cada *dolly* tem capacidade para quatro toneladas, totalizando um comboio de dezesseis toneladas.

Devido ao elevado peso da carga em movimentação, aumenta a complexidade do estudo de viabilidade, sendo necessário, para estudos futuros, uma análise técnica da viabilidade de substituição do equipamento.

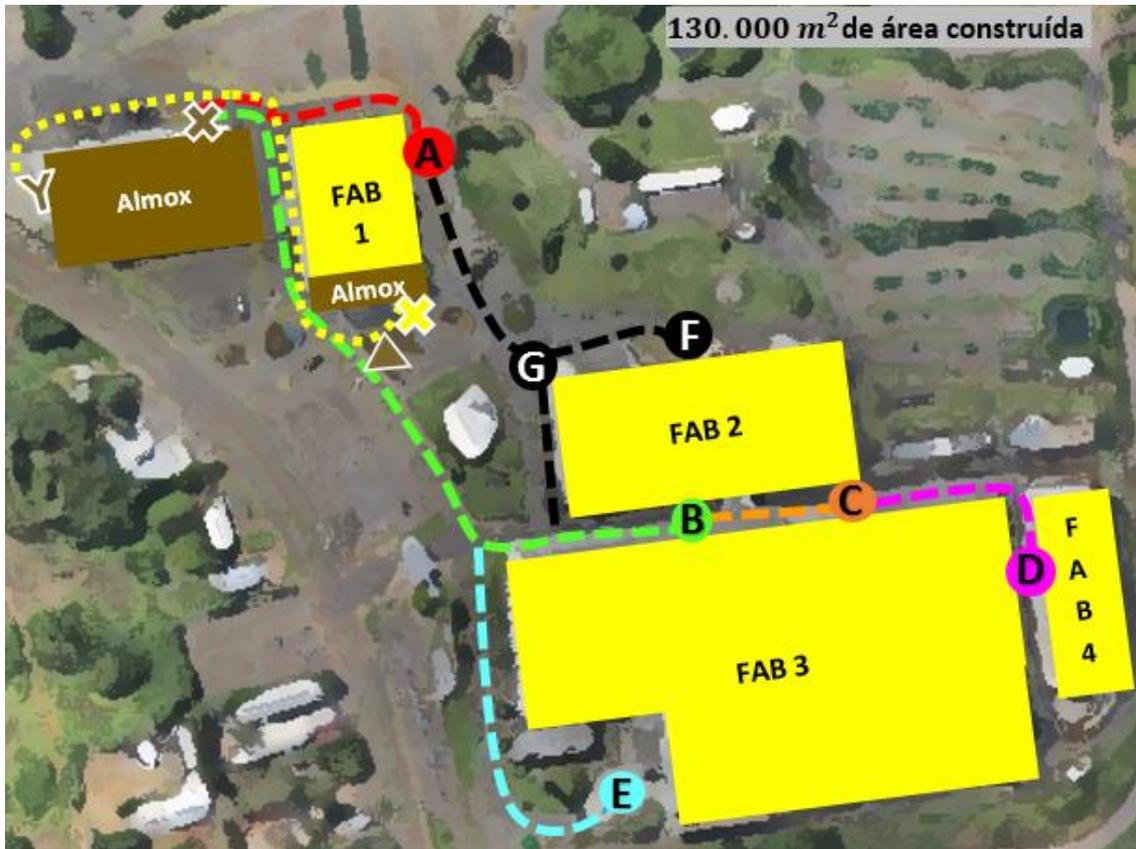
Buscou-se, em um primeiro momento, conhecer por completo o processo dos tratores realizando a aplicação de um questionário e o acompanhamento de todas as atividades realizadas pelo trator por um dia, conforme demonstrado nos Apêndices B. Passando então, a conhecer todas as particularidades do processo e roteiro percorrido pelo trator.

Através do Apêndice A, pode-se entender quais são as atividades diárias exercidas pelo trator no processo, que o mesmo segue basicamente uma rotina, movimentando materiais aproximadamente três vezes até cada ponto de recebimento, também se obteve a opinião do operador em relação ao conforto do equipamento.

A atividade do trator, consiste em rebocar o comboio contendo as quatro *dollies*, com capacidade de até quatro toneladas cada, as quais são carregadas com os materiais necessários para atender o processo produtiva da organização, até os pontos

de descarga situados nas fábricas, ilustrados na Figura 6, onde serão redistribuídos e consumidos nas linhas de produção.

Figura 6: Mapa do processo de movimentação do equipamento em análise



Fonte: Autora, 2018.

Conforme Figura 6, o local demarcado com um xis na cor marrom, é o almoxarifado onde se encontram estocados os materiais provenientes dos fornecedores, para posteriormente serem redistribuídos através das *dollies* para as linhas de produção, que por sua vez, são rebocadas pelo trator.

Cada ponto de recebimento de *dollies* está demarcado com uma letra de A a G e com uma linha tracejada que demonstra a sua rota. Nestes mesmos pontos de descarga de materiais, as *dollies* são carregadas com embalagens vazias, as quais são encaminhadas para a área demarcada por um triângulo marrom, conforme Figura 6, e descarregadas na expedição para retorno aos fornecedores.

O trator também movimenta os materiais do ponto Y para o almoxarifado identificado pelo X na cor amarela, ilustrado na Figura 6 pela linha tracejada amarela. As *dollies* carregadas neste ponto, já são rebocadas para as fábricas por um rebocador

com capacidade de até dez toneladas, por serem materiais menores, por sua vez, mais leves.

Com o avanço da tecnologia, equipamentos mais robustos vão surgindo, para suprir a necessidades das empresas. É o caso do rebocador em estudo, o qual possui capacidade de tração de até 25 toneladas, entre outras características que serão aprofundadas nos próximos tópicos.

Diante deste contexto, surgiu a seguinte questão, por que um rebocador de maior capacidade de tração, não poderia ser utilizado também, no processo de reboque do comboio de *dollies* que totaliza até dezesseis toneladas? O primeiro passo para responder este questionamento, é a aplicação do estudo de viabilidade econômica de substituição de equipamento, que abrange a teoria da análise de investimentos e engenharia econômica.

4.3 ANÁLISE DO DEFENSOR

Após adquirir uma melhor visualização do processo logístico interno, buscou-se o conhecimento técnico e financeiro do equipamento, para aplicação do cálculo de vida econômica com o fim de determinar o período de substituição que resulta no menor custo médio anual do bem.

4.3.1 Características Técnicas do Defensor

As características do equipamento atual utilizado no processo, chamado defensor, estão apresentadas na Tabela 2. Trata-se de um trator John Deere modelo 6415, modelo este já se encontra fora de linha de fabricação pelo fabricante. Foi adquirido diretamente pelo fabricante pelo valor de R\$ 136.000,00.

Tabela 2: Características do Defensor

Identificação	Aquisição	Custo de Aquisição	Modelo	Marca	Cabine	Combustível
Trator	07/08/2009	R\$136.000,00	6415	John Deere	Sim	Diesel

Fonte: Adaptado de SAP[®], 2018.

Na Tabela 2 estão apresentadas as informações relevantes para o estudo. A seguir, a Figura 7 apresenta uma foto do modelo do trator utilizado.

Figura 7: Defensor Modelo 6415 John Deere



Fonte: Autora, 2018.

A decisão de manter um trator neste processo até o momento, parte do pressuposto de que os mesmos são considerados os equipamentos com maior capacidade de tração existentes no mercado, e que devido ao seu dimensional, traria mais estabilidade para o processo de movimentação das *dollies*.

Porém estes equipamentos não são considerados equipamentos fabris, e trazem inúmeras malefícios para o negócio, pessoas e meio ambiente, conforme descrito a seguir:

- a) Diesel: O diesel além de ter o preço elevado em relação a qualquer outro equipamento fabril, também emite uma quantidade expressiva de carbono negro e aerossóis primários, além de óxido de nitrogênio para a atmosfera. O diesel é altamente poluente e tem o potencial 6,7 vezes maior de formar aerossóis secundários que a gasolina, sendo prejudicial para a saúde humana e meio ambiente;
- b) Altos custos de manutenção: O trator não gera bom rendimento operacional, pois apresenta alto índice de paradas por quebra e custos elevados para troca de peças danificadas;
- c) Pneus: O desgaste dos pneus, devido ao contato com o asfalto, tem seu desgaste acelerado.

4.3.2 Levantamento dos Custos do Defensor

Inicialmente utilizou-se da técnica do CAUE para o cálculo da vida útil econômica do equipamento atual, o trator, analisando qual o período ideal para se promover a sua substituição, para isso adotou-se os seguintes dados de entrada, apresentados no conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Custos do Defensor

Descrição	Dados
Identificação	Trator
Imposto de Renda	30%
Tempo de Operação	9 anos
Custo de Aquisição	R\$ 136.000,00
Vida Conável	11 anos
Depreciação Contábil linear	10% (5% no 1º e 11º ano)
Taxa Mínima de Atratividade	12%
Custo Anual de Manutenção 1º ano	R\$ 4.269,39
Custo Anual de Manutenção 2º ano	R\$ 5.762,09
Custo Anual de Manutenção 3º ano	R\$ 4.474,21
Custo Anual de Manutenção 4º ano	R\$ 16.074,26
Custo Anual de Manutenção 5º ano	R\$ 15.186,83
Custo Anual de Manutenção 6º ano	R\$ 9.660,67
Custo Anual de Manutenção 7º ano	R\$ 18.197,09
Custo Anual de Manutenção 8º ano	R\$ 19.034,66
Custo Anual de Manutenção 9º ano	R\$ 26.790,01

Fonte: Adaptado do SAP, 2018.

Os dados de manutenção da Tabela 3, envolvem todos os dispêndios provenientes da manutenção e operação do equipamento, como a empresa não possui os dados abertos para cada custo, não foi possível detalhar com maior profundidade os valores.

A empresa em estudo deprecia os equipamentos em 11 anos, utilizando a taxa de 5% no primeiro e no último ano e 10% nos demais. A taxa mínima de atratividade que a empresa utiliza é de 12%. E a dedução do imposto de renda é de 30%.

A Tabela 4 apresenta o cálculo da depreciação linear para cada ano, considerando 5% de depreciação para o primeiro e para o último ano, conforme legislação para equipamentos de movimentação aplicado a empresa em que se realizou o trabalho e 10% para os demais anos, totalizando os 11 anos para completar a sua depreciação total.

Tabela 4: Cálculo da depreciação linear do defensor

Período	Depreciação	Valor Contábil
0		R\$ 136.000,00
1	R\$ 6.800,00	R\$ 129.200,00
2	R\$ 13.600,00	R\$ 115.600,00
3	R\$ 13.600,00	R\$ 102.000,00
4	R\$ 13.600,00	R\$ 88.400,00
5	R\$ 13.600,00	R\$ 74.800,00
6	R\$ 13.600,00	R\$ 61.200,00
7	R\$ 13.600,00	R\$ 47.600,00
8	R\$ 13.600,00	R\$ 34.000,00
9	R\$ 13.600,00	R\$ 20.400,00
10	R\$ 13.600,00	R\$ 6.800,00
11	R\$ 6.800,00	R\$ -

Fonte: Autora, 2018.

Após obter-se os valores residuais para cada período, conforme Tabela 4, a próxima etapa foi calcular o CAUE.

4.3.3 Aplicação do Método CAUE para o Defensor

A Tabela 5 apresenta os valores residuais do equipamento, os quais foram considerados como o valor de mercado do bem, apresenta também o custo anual equivalente de operação e manutenção, e o custo anual uniforme equivalente (CAUE), a qual calculou-se pela soma dos custos anteriormente citados.

Tabela 5: Vida econômica do defensor

ANO	VALOR DO BEM	CUSTO DE MANUTENÇÃO	FRC	CAEC	VA-CMAN	CAEM	CAUE
0	R\$136.000,00						
1	R\$129.200,00	R\$ 4.269,39	1,12000	R\$23.120,00	R\$ 3.811,96	R\$ 4.269,39	R\$27.389,39
2	R\$115.600,00	R\$ 5.762,09	0,59169	R\$25.942,64	R\$ 8.405,46	R\$ 4.973,49	R\$30.916,14
3	R\$102.000,00	R\$ 4.474,21	0,41634	R\$26.395,87	R\$11.590,11	R\$ 4.825,53	R\$31.221,40
4	R\$ 88.400,00	R\$16.074,26	0,32923	R\$26.279,56	R\$21.805,60	R\$ 7.179,15	R\$33.458,71
5	R\$ 74.800,00	R\$15.186,83	0,27741	R\$25.953,48	R\$30.423,01	R\$ 8.439,64	R\$34.393,11
6	R\$ 61.200,00	R\$ 9.660,67	0,24322	R\$25.537,28	R\$35.317,41	R\$ 8.590,10	R\$34.127,39
7	R\$ 47.600,00	R\$18.197,09	0,21911	R\$25.082,01	R\$43.548,85	R\$ 9.542,32	R\$34.624,33
8	R\$ 34.000,00	R\$19.034,66	0,20130	R\$24.612,89	R\$51.236,63	R\$10.314,08	R\$34.926,97
9	R\$ 20.400,00	R\$26.790,01	0,18767	R\$24.143,68	R\$60.897,37	R\$11.429,15	R\$35.572,83
10	R\$ 6.800,00	R\$28.129,51	0,17698	R\$23.682,35	R\$69.954,32	R\$12.380,81	R\$36.063,16
11	R\$ -	R\$29.535,99	0,16841	R\$22.904,49	R\$78.445,21	R\$13.211,38	R\$36.115,88

Fonte: Adaptado de Souza e Clemente, 2006.

Conforme apresentado na Tabela 5, considerou-se para o valor de venda do equipamento usado, o valor da depreciação contábil do ativo, dados estes que já foram apresentados anteriormente na Tabela 4.

Para calcular o CAEC aplicou-se a Equação 3. Os custos de manutenção considerados na Tabela 5, foram os dados coletados do sistema SAP®, através do contato com o departamento de Engenharia de Manutenção, trazendo os custos para valor presente e acumulado ano a ano. Para trazer os custos para valor presente, multiplicou-se os mesmos pelo FRC. Já o FRC, foi calculado aplicando-se a Equação 4. Aplicou-se então o CAEM, conforme Equação 5.

Após todos os cálculos necessários tendo sido efetuados, aplicou-se então o método CAUE, conforme Equação 6, conforme apresentados na Tabela 5. Pode-se analisar então, que a vida econômica para venda do equipamento é atingida no 8º ano de sua utilização, ou seja, já foi atingida, tornando-se altamente indicada a substituição do equipamento atual.

A cada ano em que se deixa de vender o defensor, perde-se o montante da diferença entre os CAUEs encontrados em cada ano, neste caso, a soma da diferença do CAUE do 8º ano mais o do 9º ano, temos o valor acumulado de R\$ 1.058,09 de perda.

4.4 ANÁLISE DESAFIANTE

Após concluídas as análises do defensor, analisou-se então os dados do desafiante, os dados previstos de manutenção, operação e aquisição foram disponibilizados pela fabricante do rebocador.

4.4.1 Características Técnicas do Desafiante

O equipamento proposto, um rebocador elétrico, com capacidade de até 25 toneladas, modelo *Green Tug* da fabricante BYD, com sistema *one pedal drive*, que permite a condução com apenas um pedal, o do acelerador, cada vez que o operador desacelera, o sistema de freios regenerativos entra em ação, recuperando 35% da energia envolvida.

As características do equipamento proposto, chamado desafiante, estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Características do desafiante

Custo de Aquisição	Modelo	Marca	Cabine	Combustível
R\$ 290.000,00	Green Tug	BYD	Opcional	Energia Elétrica

Fonte: Autora, 2018.

As características apresentadas foram fornecidas pelo fabricante, de forma que o valor de aquisição é aproximado, fornecido exclusivamente para este estudo.

O rebocador possui sistema elétrico, alimentado por uma bateria de fosfato de ferro lítio, garantindo uma autonomia de 12 a 14 horas com uma única recarga em uma fonte de 380 Volts, levando no máximo 2 horas para recarregar. A Figura 8 apresenta uma foto do equipamento proposto.

Figura 8: Defensor Modelo Green Tug BYD



Fonte: Autora, 2018.

A fabricante do rebocador, conforme já informado, é a *BYD*[®] (*Build Your Dreams*), que segundo seu fundador e presidente do conselho de administração, Wang, é uma empresa de alta tecnologia dedicada à inovação especializada em energia limpa. A *BYD*[®] foi fundada em 1995, e depois de 23 anos de rápido crescimento, passou de um *startup*, com apenas 20 pessoas, para uma empresa global com mais de 220 mil empregados e 33 parques industriais, estando uma destas situadas no Brasil, tornando-se rapidamente a maior fabricante mundial de baterias recarregáveis, sistemas de armazenamento de energia, veículos 100% elétricos.

Além de não emitirem poluentes, os rebocadores são mais versáteis nas manobras e deslocamentos em solo, mais seguros e confortáveis e operam silenciosamente, o que contribui para a saúde dos operadores que são expostos diariamente ao ruído intenso e vibração dos tratores como também acesso ao equipamento por não possuir escadas.

4.4.2 Levantamento dos Custos do Desafiante

Segundo o fabricante, o custo da manutenção do equipamento é extremamente baixo, em comparação aos rebocadores com bateria de chumbo de outras fabricantes. Pois o equipamento *BYD*[®] não necessita de uma bateria reserva, a bateria do equipamento é fixa e inacessível e com garantia de 10 anos de durabilidade.

O fabricante estimou que um rebocador elétrico *BYD*[®], possui custo de manutenção e de operação de R\$ 2.100,00 a cada 1.000 horas.

Analisou-se o equipamento proposto, quanto a sua vida econômica, com base nos dados da Tabela 7. Para os custos de manutenção e operação foram acrescidos 5% ao ano, baseado na estimativa do fabricante.

Tabela 7: Custos do desafiante

Descrição	Dados
Identificação	Rebocador
Vida contábil	11 anos
Custo de Aquisição	R\$ 290.000,00
Depreciação contábil linear	10% (5% no 1º e 11º ano)
Imposto de Renda	30%
Custo de Abastecimento Anual	R\$ 3.507,84
Custo Anual de Manutenção 1º ano	R\$ 8.400,00
Custo Anual de Manutenção 2º ano	R\$ 8.820,00
Custo Anual de Manutenção 3º ano	R\$ 9.261,00
Custo Anual de Manutenção 4º ano	R\$ 9.724,05
Custo Anual de Manutenção 5º ano	R\$ 10.210,25
Custo Anual de Manutenção 6º ano	R\$ 10.720,77
Custo Anual de Manutenção 7º ano	R\$ 11.256,80
Custo Anual de Manutenção 8º ano	R\$ 11.819,64
Custo Anual de Manutenção 9º ano	R\$ 12.410,63
Custo Anual de Manutenção 10º ano	R\$ 13.031,16

Fonte: Autora, 2018.

Tendo o dado do custo de aquisição e possível calcular a depreciação do equipamento, seguindo os 5% de depreciação para o primeiro e para o último ano,

conforme relatado no capítulo anterior, e 10% para os demais anos, totalizando os 11 anos para completar a sua depreciação total.

Tabela 8: Cálculo da depreciação linear do desafiante

Período	Depreciação	Valor Contábil
0		R\$ 290.000,00
1	R\$ 14.500,00	R\$ 275.500,00
2	R\$ 29.000,00	R\$ 246.500,00
3	R\$ 29.000,00	R\$ 217.500,00
4	R\$ 29.000,00	R\$ 188.500,00
5	R\$ 29.000,00	R\$ 159.500,00
6	R\$ 29.000,00	R\$ 130.500,00
7	R\$ 29.000,00	R\$ 101.500,00
8	R\$ 29.000,00	R\$ 72.500,00
9	R\$ 29.000,00	R\$ 43.500,00
10	R\$ 29.000,00	R\$ 14.500,00
11	R\$ 14.500,00	R\$ -

Fonte: Autora, 2018.

A partir dos dados da Tabela 7 e 8 foi possível calcular o CAEC, o CAEM e o CAUE para o desafiante.

4.4.3 Aplicação do Método CAUE para o Desafiante

A Tabela 9 apresenta os valores encontrados utilizando dos dados levantados no tópico anterior, nela estão apresentados os custos de manutenção, e os mesmos trazidos a valor presente. Apresenta também o fator de recuperação de capital, o cálculo do CAEC, do CAEM e finalmente, o método CAUE.

Tabela 9: Vida econômica do desafiante

ANO	VALOR	CUSTO DE MANUTENÇÃO	FRC	CAEC	VA-DECIS	CAEM	CAUE
0	R\$290.000,00						
1	R\$275.500,00	R\$ 3.507,84	1,120000	R\$49.300,00	R\$ 3.132,00	R\$3.507,84	R\$ 52.807,84
2	R\$246.500,00	R\$ 8.400,00	0,591698	R\$55.318,87	R\$ 9.828,43	R\$5.815,46	R\$ 61.134,33
3	R\$217.500,00	R\$ 8.820,00	0,416349	R\$56.285,30	R\$16.106,33	R\$6.705,85	R\$ 62.991,16
4	R\$188.500,00	R\$ 9.261,00	0,329234	R\$56.037,30	R\$ 21.991,86	R\$7.240,48	R\$ 63.277,77
5	R\$159.500,00	R\$ 9.724,05	0,277410	R\$55.341,97	R\$ 27.509,55	R\$7.631,42	R\$ 62.973,39
6	R\$130.500,00	R\$10.210,25	0,243226	R\$54.454,50	R\$ 32.682,38	R\$7.949,20	R\$ 62.403,70
7	R\$101.500,00	R\$10.720,77	0,219118	R\$53.483,69	R\$ 37.531,91	R\$8.223,91	R\$ 61.707,60
8	R\$ 72.500,00	R\$11.256,80	0,201303	R\$52.483,37	R\$ 42.078,35	R\$8.470,49	R\$ 60.953,86
9	R\$ 43.500,00	R\$11.819,64	0,187679	R\$51.482,85	R\$ 46.340,63	R\$8.697,16	R\$ 60.180,00
10	R\$ 14.500,00	R\$12.410,63	0,176984	R\$50.499,14	R\$ 50.336,52	R\$8.908,77	R\$ 59.407,90
11	R\$ -	R\$13.031,16	0,168415	R\$48.840,47	R\$ 54.082,66	R\$9.108,35	R\$ 57.948,82

Fonte: Adaptado de Souza e Clemente, 2006.

Conforme a Tabela 9, pode-se verificar que a vida econômica para venda do equipamento é atingida no 9º ano de utilização. Conforme apresentado na Tabela 7, considerou-se para o valor de venda do equipamento usado, o valor da depreciação contábil do ativo, dados estes que já foram apresentados anteriormente na Tabela 8.

O CAEC foi calculado aplicando-se a sua Equação 3. Os custos de manutenção considerados foram os dados fornecidos pelo fabricante para cada 10.000 horas trabalhadas, trazendo os valores para valor presente e acumulado ano a ano. Aplicou-se então a fórmula do CAEM, expressa na Equação 5.

Após a aplicação do CAUE, conforme Equação 6, encontrou-se os valores apresentados na Tabela 9. Desta forma, este é o melhor ano para a sua substituição.

A cada ano em que se deixa de vender o defensor, perde-se o montante da diferença entre os CAUEs encontrados em cada ano, neste caso, a soma da diferença do CAUE do 9º ano mais o do 10º ano, temos o valor acumulado de R\$ 772,10 de perda.

4.5 ANÁLISE DO INVESTIMENTO

Considerou-se para a análise da substituição, que o equipamento atual possua mercado futuro, desta forma o valor mínimo estimado para leilão ou venda do trator deve estar baseado em seu valor residual, assim como o seu estado atual de conservação e características técnicas. A Tabela 10, apresenta uma comparação dos valores de consumo de combustível para cada equipamento.

Tabela 10: Tabela de Consumo Comparativo Trator vs Rebocador

Equipamento Diesel	L/h	Energia Elétrica KW/h	Custo	Horas diárias	Consumo diário	Custo diário	Custo ano Médio
Trator JOHN DEERE	6,25		R\$ 3,68	16	100	R\$ 368,00	R\$ 84.640,00
Rebocador Lítio BYD		3,375	R\$ 0,28	16	54	R\$ 15,12	R\$ 3.507,84
Redução de Despesas					46	R\$ 352,88	R\$ 81.132,16

Fonte: Autora, 2018.

O trator permanece em operação por dois turnos completos, totalizando 16 horas de trabalho em média, os custos de combustível para os equipamentos, foram

retirados do SAP e a quantidade de diesel consumida por dia, são de registros da área de abastecimento dos equipamentos. Conforme apresentados anteriormente na Tabela 9. A taxa de consumo do desafiante foi passada pelo fabricante. Um comparativo em relação a custos de manutenção é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Tabela de Manutenção Comparativo Trator vs Rebocador

Equipamento	Custo Médio/Ano
TRATOR JOHN DEERE 6415	R\$ 21.340,58
Rebocador Lítio BYD	R\$ 8.400,00
Redução de Despesas	R\$ 12.940,58

Fonte: Autora, 2018.

Analisou-se a viabilidade do investimento para substituição do equipamento de movimentação, utilizando os seguintes indicadores, listados na Tabela 12, seguindo de seus resultados, conforme estão detalhados no Apêndice C.

Tabela 12: Indicadores de Análise de Investimento

Indicador	Resultado
Valor Presente	R\$ 493.084,10
Valor Presente Líquido (VPL) @ 12%	R\$ 186.088,89
IBC	1,7003
ROI	5,45%
Taxa Interna de Retorno (TIR)	33%
Payback descontado (anos)	4,22

Fonte: Adaptado de Souza e Clemente, 2006.

Conforme Tabela 12, observa-se que o investimento é viável, sendo altamente lucrativo para o negócio. Para os cálculos da análise de investimento, utilizou-se das fórmulas do Microsoft Excel®.

Inicialmente calculou-se o VP, e após descontado o valor do investimento, obteve-se o valor do VPL.

O Valor Presente Líquido (VPL), que nada mais é do que a levar todos os retornos esperados de um fluxo de caixa para a data zero deste fluxo, usando como taxa de desconto a TMA aplicada à empresa em estudo de 12%, resultou em um VPL de R\$ 186.088,89, já descontado o valor do investimento de R\$ 290.000,00. Sendo o $VPL > 0$ considera-se que o investimento deve continuar sendo analisado.

A relação entre benefício/custo, o IBC, ou seja, a relação do fluxo esperado de benefícios de um projeto e o fluxo esperado do investimento, foi de 1,7. Se $IBC > 1$, aceitar o projeto, se $IBC < 1$, rejeitar o projeto.

A melhor estimativa da rentabilidade do projeto, ROIA, foi de 5,45%. O que representa em termos percentuais a riqueza gerada pelo projeto além da TMA de 12%.

A TIR, como a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa igual à zero, foi de 33%, com a TMA de 12% o índice é superado em 21%, havendo 21% de ganho além da TMA. Para a TIR, interpretada pela ótica de risco, observa-se que a mesma deve ser interpretada como sendo o limite superior da variabilidade da TMA, neste caso até 33%.

O Payback Descontado, como o período de tempo necessário para recuperar o investimento, avaliando-se os fluxos de caixa descontados, ou seja, considerando-se o valor do dinheiro no tempo, foi de 4,22 anos.

CONCLUSÃO

O trabalho teve por início, uma pesquisa relacionada a métodos de análise de substituição de equipamentos, assim como uma pesquisa aprofundada sobre a vida útil econômica de equipamentos, em livros, artigos e teorias sobre o assunto encontradas na internet.

Justifica-se a realização deste trabalho pela necessidade de se analisar o equipamento atual, no que tange os custos envolvidos para mantê-lo no processo, como o alto custo de manutenção e operação, elevado desgaste dos pneus devido operação no asfalto, e o custo do ativo depreciado. Por outro lado, o defensor gera ruído para o ambiente, expõem o operador a vibrações, assim como, por ser um equipamento movido a diesel, emite poluentes altamente tóxicos ao meio ambiente.

Ao que tange o objetivo geral do trabalho, que foi o de analisar a viabilidade para a substituição do trator pelo rebocador no processo de movimentação de materiais, este foi alcançado conforme descrito nos capítulos 4.3 e 4.4, o foram calculados os custos de operação e manutenção, custo equivalente de capital para então aplicação do método CAUE.

Ao que se refere aos objetivos específicos, estes também foram atingidos. O primeiro objetivo específico, que era realizar as pesquisas bibliográficas sobre o tema de análise de viabilidade de substituição, este mesmo foi atingido conforme apresentado nas referências bibliográficas, ao longo do capítulo 2. O segundo objetivo específico, que era realizar o levantamento dos custos para a análise de viabilidade, foi alcançado de acordo com os tópicos 4.3.2 e 4.4.2.

O terceiro objetivo específico foi atingido de acordo com os tópicos 4.3.3 e 4.4.3. E o quarto e último objetivo específico foi atingido, conforme apresentado no tópico 4.5 da análise do investimento.

Após calcular a vida econômica do defensor, no tópico 4.3.3, pode-se observar que o a vida econômica do trator já foi atingida no oitavo ano de utilização, estando o mesmo em utilização desde 2009, há nove anos, o que nos aponta a necessidade de substituição do mesmo. Após o cálculo da vida econômica do desafiante, no capítulo

4.4.3, conclui-se que a mesma será atingida, em caso de aquisição, em nove anos, ou seja, um ano a mais do que o defensor, e com custos menores.

Após a conclusão da análise do investimento, conclui-se que a substituição do equipamento, no ponto de vista econômico se apresentou viável, e bom índice de lucratividade para o negócio, sendo o investimento zerado em 4,22 anos.

A realização deste trabalho, focou apenas no ponto de vista econômica da análise de viabilidade de substituição de equipamento. Sugere-se para trabalhos futuros um estudo de viabilidade técnica de substituição do trator por rebocador, por ser uma operação complexa, de alto risco devido ao peso da carga em movimento. Sugere-se também um teste do equipamento proposto na operação, para se observar as intempéries presentes no processo, como declives e danificações do asfalto.

Este trabalho possibilitou um estudo aprofundado sobre a necessidade de se realizar estudos de viabilidade para substituição de equipamentos, e como evitar perdas de valores, se realizando esta substituição no momento correto e vantajoso para o negócio. Através da realização deste estudo, pode-se também, conhecer com maior quantidade de detalhes as técnicas e indicadores da engenharia econômica, e que com toda a certeza, torna-se um diferencial para tornar-se um engenheiro qualificado para o mercado de trabalho, que preza pela redução dos custos fabris.

REFERÊNCIAS

- ABENSUR, E. O. **Um modelo alternativo de otimização para a política de reposição de equipamentos**. Revista Sinergia, vol. 11, pg. 140-150, 2010.
- ANDRADE, de, E. L. (11/2012). **A Decisão de Investir - Métodos e Modelos para Avaliação Econômica**. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 15/08/2018
- ANTONIK, Roberto, L. (02/2012). **Matemática financeira: Instrumentos financeiros para tomada de decisão em administração, economia e contabilidade - 1ª Edição**. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 15/09/2018
- BRASIL, 1998. **Normativa SRF nº 162 da Receita Federal**. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=54216&visao=anotado>. Acesso em: 13/08/2018.
- BLANK, L., TARQUIN, Anthony. (09/2010). **Engenharia Econômica**. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 11/08/2018
- BREALEY, Richard A. & MYERS, Stewart, C. **Princípios de Finanças Empresariais**. 5 ed. Portugal: Mc Graw Hill.1998.
- Camloffski, R. (02/2014). **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 10/08/2018
- CASAROTTO FILHO, Nelson e KOPITTKKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. 9ed. São Paulo: Atlas,2000.
- DURÁN, O. **Engenharia de Custos Industriais**. Passo Fundo: UPF, 2004.
- EHRlich, Jacques, P., MORAES, De, E. A. (05/2011). **Engenharia Econômica**, 6ª edição. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 15/08/2018
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J.L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MOKRZYCKI, Patrícia. **Análise de Viabilidade Econômica da Substituição de Máquina Injetora de Plástico, Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Componentes Automotivos**. 2012. Monografia (Especialista em Gerência da Manutenção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SOUZA, A.; CLEMENTE A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 2006.

TORRES, O. F. F. **Fundamentos da Engenharia Econômica e da Análise Econômica de Projetos.** São Paulo: Thomson Learning, 2006.

VALVERDE R. V.; REZENDE J. L. P. **Substituição de Máquinas e Equipamentos: Métodos e Aplicações.** Revista *Árvore*, vol. 21, pg. 353-364, 1997.

VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

YU, A.S. O. **TOMADA DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES.** (05/2011). Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2190-4>. Acesso em: 15/08/2018

APÊNDICE A

Questionário	
1. As suas tarefas diárias seguem uma rotina? Ou você administra conforme demanda?	
	Segue uma rotina, porém não segue o mesmo fluxo, varia conforme o endereço dos materiais das <i>dollies</i> . <i>Dollies</i> dos urgentes também varia, chega a puxar 5 a 6 vezes por dia
2. Ao chegar com a <i>dolly</i> carregada nos pontos de descarga, você aguarda descarga e retorna com as vazias ou deixa as <i>dollies</i> aguardando para serem descarregadas e retorna com as vazias já deixadas anteriormente?	
	Chega com a <i>dolly</i> carregada e quando não tem nenhuma <i>dolly</i> carregada com embalagens vazias retorna sem reboque.
3. Qual é a frequência de entrega de <i>dollies</i> em cada ponto de descarga?	
	Varia conforme pagamentos, no máx. 3/dia
4. No seu ponto de vista, quais são fatores de risco existentes neste processo de movimentação?	
	Audição limitada fora do trator, visualização do comboio
5. No seu ponto de vista, quais são fatores ergonômicos existentes neste processo de movimentação?	
	Vibração vertical e horizontal (lombar), ruído causado pelo trator, asfalto irregular
6. Quanto tempo você leva abastecendo o equipamento?	
	15 min por dia

APÊNDICE B

Fluxo Trator Ponto de Saída	Fluxo Trator Ponto de chegada	Tempo em min do percurso	Atividade Realizada	Observação
Almox marrom	A	03:11:00	ent. dolly carregada	
A	F	00:01:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
F	expedição	02:17:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	01:46:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	E	04:41:00	ent. dolly carregada	
E	Almox marrom	04:40:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	B	04:50:00	ent. dolly carregada	
C	expedição	03:21:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
expedição	Almox marrom	01:51:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	03:26:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
C	expedição	04:32:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	01:50:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	C	05:11:00	ent. dolly carregada	
C	Almox marrom	04:11:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	F	03:15:00	ent. dolly carregada	
F	expedição	02:20:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
expedição	Almox marrom	02:33:00	ent. dolly vazia	
Y	Almox amarelo	04:00:00	ent. dolly carregada	
expedição	B	02:50:00	proc. dolly vazia	Trator vazio
B	A	04:30:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
A	Almox marrom	03:41:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	E	05:10:00	ent. dolly carregada	
E	expedição	06:00:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição KLTs	Y	03:41:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	D	08:22:00	ent. dolly carregada	
D	Almox marrom	06:27:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	B	03:25:00	ent. dolly carregada	
B	E	03:43:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
E	expedição	04:30:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	02:20:00	proc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	expedição	01:55:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
expedição	Almox marrom	01:51:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	04:42:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
B	expedição	04:46:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	02:25:00	proc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	D	04:52:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
D	Almox marrom	08:46:00	ent. dolly vazia	
Y	Almox amarelo	03:17:00	ent. dolly carregada	
expedição	F	01:19:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
F	expedição	03:06:00	ent. dolly expedição vazias	

Continuação:

expedição	Almox marrom	01:48:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	G	03:30:00	ent. dolly carregada	
G	D	03:25:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
D	expedição	05:56:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	04:16:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	05:36:00	ent. dolly carregada	
B	A	05:38:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
A	Almox marrom	04:25:00	proc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	B	03:12:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
B	expedição	05:26:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Y	03:49:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	D	07:22:00	ent. dolly carregada	
D	B	02:00:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
B	expedição	04:00:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	02:26:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	05:08:00	ent. dolly carregada	
B	expedição	05:48:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	01:52:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	DB expedição.	03:31:00	ent. dolly carregada	
expedição	Almox marrom	03:17:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	06:02:00	ent. dolly carregada	
B	expedição	04:36:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
expedição	Almox marrom	07:38:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	A	03:05:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
D	expedição	01:52:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	Almox marrom	04:13:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	G	02:36:00	busc. dolly expedição vazias	Trator vazio
G	expedição	02:34:00	ent. dolly expedição vazias	
expedição	B	03:00:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
B	Almox marrom	06:26:00	ent. dolly vazia	
Almox marrom	B	05:10:00	ent. dolly carregada	
B	expedição	04:00:00	busc. dolly vazia	Trator vazio
expedição	Almox marrom	02:50:00	ent. dolly vazia	
Y	Almox marrom amarelo	08:21:00	ent. dolly carregada	
expedição	Almox marrom	01:42:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Almox marrom	F	03:20:00	ent. dolly carregada	
F	Almox marrom	04:43:00	busc. dolly carregada	Trator vazio
Y	expedição	01:22:00	ent. dolly carregada	

APÊNDICE C

Montantes expressados em Reais	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Residual	Total
Ativo													
Custo Investimento	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000		
Depreciação acumulada	(14.500)	(43.500)	(72.500)	(101.500)	(130.500)	(159.500)	(188.500)	(217.500)	(246.500)	(275.500)	(290.000)		
Total Ativos	275.500,0	246.500,0	217.500,0	188.500,0	159.500,0	130.500,0	101.500,0	72.500,0	43.500,0	14.500,0	-		
Custos Anual e Ganhos													
Redução de Despesas (Anual)	94.073	95.484	96.916	98.370	99.845	101.343	102.863	104.406	105.972	107.562	109.175		
Depreciação	(14.500)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(29.000)	(14.500)		
Lucro Operacional antes do IR	79.573	66.484	67.916	69.370	70.845	72.343	73.863	75.406	76.972	78.562	94.675		
Impostos de Renda	(23.872)	(19.945)	(20.375)	(20.811)	(21.254)	(21.703)	(22.159)	(22.622)	(23.092)	(23.569)	(28.403)		
Lucro Operacional depois do IR	55.701	46.539	47.541	48.559	49.592	50.640	51.704	52.784	53.881	54.993	66.273		
Total Investimento	(290.000)												
Depreciação	14.500	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	14.500		
Fluxo de Caixa Líquido	(219.799,1)	75.538,7	76.541,3	77.558,9	78.591,8	79.640,1	80.704,2	81.784,3	82.880,6	83.993,3	80.772,7		497.434,1
Taxa Interna de Retorno (TIR)	33,5%												
Valor Presente	R\$ 492.372,88												
Valor Presente Líquido (VPL) 12%	R\$ 202.372,88												
IBC	1,698												
ROI/A	5,44%												
Payback Descontado (anos) MS Excel	4,08												
Payback Descontado (anos) fórmula	4,22												
Fator desconto (TMA 12%)	0,9449	0,8437	0,7533	0,6726	0,6005	0,5362	0,4787	0,4274	0,3816	0,3407	0,3407	0,3042	
Capital/Despesas Descontado	-274021,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	(274,021)
Fluxo de Caixa Operacional	66332,85	63731,99	57656,81	52166,11	47194,36	42703,05	38633,12	34954,61	31627,23	28616,51	27519,25	0,00	491.135,9
Cumulativo	66332,85	130064,84	187721,65	239887,76	287082,11	329785,16	368418,28	403372,90	435000,12	463616,64	491135,89		
Payback Descontado	0,50	1,00	1,00	1,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		4,2
Sales Tractor	50.000,00	TRATOR JOHN DEERE BM6415A090384											