

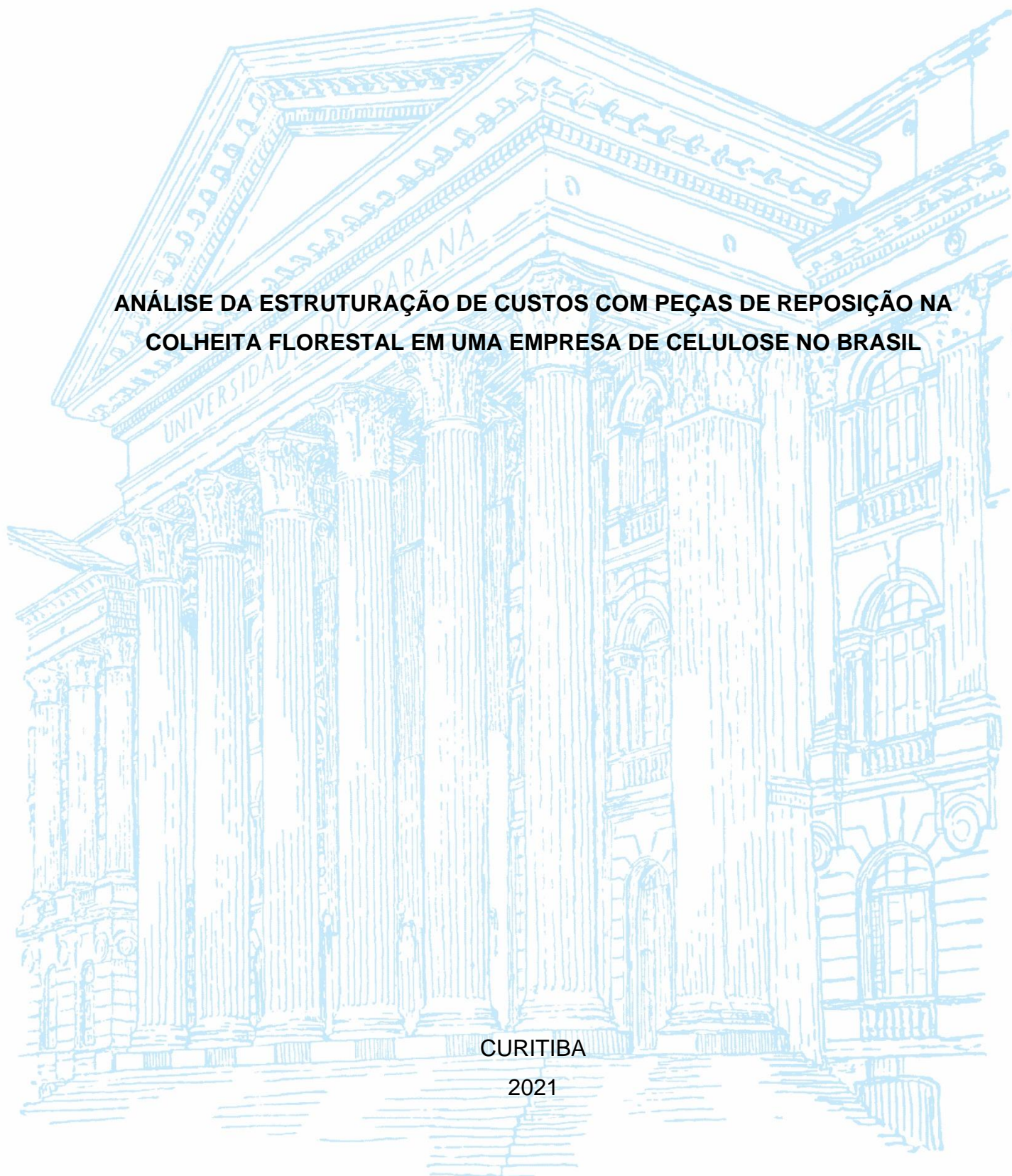
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO VICTOR FERREIRA

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE CUSTOS COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO NA
COLHEITA FLORESTAL EM UMA EMPRESA DE CELULOSE NO BRASIL**

CURITIBA

2021



JOÃO VICTOR FERREIRA

ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE CUSTOS COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO NA
COLHEITA FLORESTAL EM UMA EMPRESA DE CELULOSE NO BRASIL

TCC apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

JOÃO VICTOR FERREIRA

ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE CUSTOS COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO NA COLHEITA FLORESTAL EM UMA EMPRESA DE CELULOSE NO BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert

Orientador – Departamento de tecnologia e engenharia florestal,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Prof. Dr.

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Prof. Dr.

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Curitiba, 14 de dezembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por todo apoio e suporte no decorrer de toda minha trajetória. Aos meus mestres e professores por todo conhecimento compartilhar e experiências trocadas. A minha namorada pelo apoio incondicional. E aos meus colegas e amigos por todos os momentos vividos em todos esses anos.

Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é
tentar mais uma vez.

Thomas Edison

RESUMO

A operação de colheita florestal geralmente representa a maior parcela dentro da cadeia produtiva da madeira. E dentro da estrutura de custos da colheita florestal, as peças de reposição representam, na maioria dos casos, a maior parcela do desembolso monetário desse setor. Com isso, este presente trabalho busca, analisar, evidenciar e comparar o funcionamento da estruturação de custos com peças de reposição de uma empresa de celulose locada no Brasil. Tal análise será baseada nas 25 peças de reposição utilizadas pela colheita florestal mecanizada desta empresa por um período de 18 meses as quais tiveram maior custo, onde obteve-se um desembolso total de US\$ 7.005.466,41 no período com essas peças. Com isso, foram comparadas peças alternativas para redução do custo e análise da durabilidade dessas peças para se chegar em uma razão custo benefício. Visando analisar quais são as peças alternativas que gerarão maior *saving* de recursos financeiros e quais ações geram maior incremento na durabilidade dos itens, gerando de quebra, maior redução dos custos da colheita florestal da empresa. Para comparação dos resultados, será utilizada análise de regressão para análise comparativa entre as diferentes peças e seus respectivos custos-benefícios. A análise estatística da relação entre custo das peças de reposição e suas durabilidades será feita por regressão linear simples. Após feitas as análises dos dados, foi possível obter a distribuição dos mesmos para as análises agrupadas e estratificadas e estimar através de uma equação linear a durabilidade e a relação custo e benefício das peças analisadas.

Palavras-chave: Manutenção Florestal. Mecânica Florestal. Custo e Benefício. Desgaste de Peças. Manutenção Mecânica.

ABSTRACT

The forest harvesting operation generally represents the largest portion within the wood production chain. And within the forest harvesting cost structure, as income pieces they represent, in most cases, the largest portion of the monetary disbursement of this sector. Thus, this present works to search, analyze, evidence and compare the operation of the cost structuring with the pieces according to a pulp company located in Brazil. This analysis will be based on the 25 pieces of harvest used by the mechanized forest harvesting of this company for a period of 18 months, which had the highest cost, where a total disbursement of US\$ 7,005,466.41 was obtained in the period with these pieces. Thus, alternative parts were compared to reduce the cost and analysis of the durability of these parts to arrive at a cost-benefit ratio. Aiming to analyze which are the alternative parts that will generate greater savings in financial resources and which actions generate a greater increase in the durability of the items, generating a greater reduction in the costs of the company's forest harvesting. To compare the results, regression analysis will be used for comparative analysis between the different pieces and their respective cost-benefits.

Keywords: Forestry Maintenance. Forestry Mecanic. Benefits and Costs. Parts Use. Mechanical Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CURVA ABC DA ESTRUTURA DE CUSTOS	26
Figura 2 – CABEÇOTE KOMATSU 370E	28
Figura 3 – <i>Harvester</i> PC200F KOMATSU.....	28
Figura 4 – <i>Forwarder</i> 895 KOMATSU	29
Figura 5 – CURVA ABC DOS DESEMBOLSOS COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO.....	32
Figura 6 – HORÍMETRO MÉDIO DOS EQUIPAMENTOS:	34
Figura 7 – AUMENTO DO PREÇO DO DOLAR:.....	35
Figura 8– PAINEL DE CONTROLE MOTOR DE ROLO POCLAIN.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DISPERSÃO RESÍDUOS PARA A ANÁLISE AGRUPADA DOS ITENS	38
GRÁFICO 2 – DISPERSÃO DE RESÍDUOS CABEÇOTE 370E.....	40
GRÁFICO 3 – DEISPERSÃO DOS RESÍDUOS PC200F	41
GRÁFICO 4 – DEISPERSÃO DOS RESÍDUOS 895	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – MODELO DE PLANO DE AÇÃO	30
QUADRO 2 – PLANO DE AÇÃO MOTOR POCLAIN	45
QUADRO 3 – PLANO DE AÇÃO CILINDROS	46
QUADRO 4 – PLANO DE AÇÕES FILTROS	46
QUADRO 5 – PLANO DE AÇÕES MANGUEIRAS	46
QUADRO 6 – PLANO DE AÇÕES BUCHAS	47
QUADRO 7 – PLANO DE AÇÕES RADIADOR	47
QUADRO 8 – PLANO DE AÇÃO ROLAMENTO	47
QUADRO 9 – PLANO DE AÇÃO RÓTULA	48
QUADRO 10 – PLANO DE AÇÃO ARITICULADOR	48
QUADRO 11 – PLANO DE AÇÃO ROLETE	48
QUADRO 12– PLANO DE AÇÃO CAME	49
QUADRO 13 – PLANO DE AÇÃO ESPAÇADOR	49
QUADRO 14 – PLANO DE AÇÃO ROTATOR	49
QUADRO 15 – PLANO DE AÇÃO TURBINA.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LISTA DE PEÇAS ANALISADAS	33
TABELA 2 – REPRESENTATIVIDADE DOS 25 ITENS NA ESTRUTURA DE CUSTOS	33
TABELA 3 – ESTRATIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE ACORDO COM O EQUIPAMENTO DE UTILIZAÇÃO:.....	34
TABELA 4 – DURABILIDADE DAS PEÇAS ANALISADAS	35
TABELA 5 – RELAÇÕES DE CUSTO E BENEFÍCIO DOS ITENS	36
TABELA 6 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PARA OS ITENS AGRUPADOS.....	37
TABELA 7 – ANOVA ITENS AGRUPADOS.....	37
TABELA 8 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PARA O CABEÇOTE	39
TABELA 9 – ANOVA CABEÇOTE	39
TABELA 10 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PC200F	40
TABELA 11 – ANOVA <i>HARVESTER</i>	41
TABELA 12 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO 895	42
TABELA 13 – ANOVA <i>FORWARDER</i>	42

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CAPEX	- Capital Expenditure
OPEX	- Operational Expenditure
C/B	- Razão custo benefício
ANOVA	- Análise de variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3 METODOLOGIA.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 ESTRUTURA DE CUSTOS.....	22
2.2 <i>CAPITAL EXPENDITURE</i>	23
2.3 <i>OPERATIONAL EXPENDITURE</i>	23
2.4 CUSTOS FIXOS.....	24
2.5 CUSTOS VARIÁVEIS.....	24
2.6 CUSTOS <i>OVERHEAD</i>	24
2.6.1 <i>Overhead</i> fixo	25
2.6.2 <i>Overhead</i> variável	25
2.6.3 <i>Overhead</i> semivariável.....	25
2.7 CURVA ABC	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 ETAPA ANALÍTICA	27
3.2 VISITAÇÃO DA OPERAÇÃO EM CAMPO.....	29
3.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS.....	30
3.4 DETERMINAÇÃO DA DURABILIDADE	31
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	32
4.1 CURVA ABC DOS ITENS ANALISADOS	32
4.2 HORÍMETRO DOS EQUIPAMENTOS ANALISADOS	34
4.3 VARIAÇÃO CAMBIAL NO PERÍODO	34
4.4 DURABILIDADE	35
4.5 RELAÇÃO ENTRE DURABILIDADE E PREÇO UNITÁRIO.....	37
4.5.1 Análise dos itens agrupados	37
4.5.2 Análise dos itens estratificados	38
4.5.2.1 Análise estratificada cabeçote 370E.....	39
4.5.2.2 Análise estratificada <i>harvester</i> PC200F.....	40

4.5.2.3 Análise estratificada <i>forwarder</i> 895 Komatsu	42
4.6 AUMENTO DO PREÇO MÉDIO UNITÁRIO.....	43
4.7 PLANOS DE AÇÕES	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Segundo o IBÁ (2020), a contribuição do setor floretal na balança comercial foi de US\$ 10,3 bilhões em 2019, o segundo melhor resultado dos últimos 10 anos. Essa cadeia industrial representa 1,2% do PIB Nacional. Além de atuar de forma sustentável, é um importante gerador de riqueza compartilhada. Em 2019, foram 1,3 milhão de postos de trabalho, na cadeia de árvores plantadas, somando oportunidades para 3,75 milhões de brasileiros em todo o País. Com os investimentos de expansão devem ser criados mais 36 mil novos postos de trabalho.

Segundo Machado (1989), no setor florestal, a colheita da madeira é uma das atividades mais importantes economicamente, pois representa 50% ou mais no custo final do produto. Com isso, a pressão para o aumento da eficiência operacional do setor é constante. Dito isso, quando analisamos a estruturação dos custos dentro do setor florestal, é evidenciado a robusta participação da colheita florestal dentro dos custos do setor.

Segundo Purfüst et. al. 2010, os altos investimento inicial e custos operacionais associados dessas máquinas requerem que a produção de madeira de qualidade seja otimizada no menor tempo possível para que a operação seja financeiramente viável.

Com isso, o investimento na otimização de processos e busca por novas tecnologias e produtos mais eficientes é indispensável, essas informações serão o subsídio para tomadas de decisões de empresas para compra de maquinários e equipamentos. Por isso, as empresas as quais contam com algum diferencial competitivo no quesito equipamentos florestais tendem a ter uma alta demanda para seus equipamentos. Visto que dentro dos custos da colheita florestal, a manutenção de equipamentos, geralmente é o maior desembolso, a otimização da manutenção e sua assertividade faz-se extremamente importante no mercado florestal.

A produtividade das operações de colheita de madeira é uma das principais variáveis de viabilidade de retirada de madeira dos projetos florestais, sendo, normalmente, inversamente proporcional ao custo por m³ produzido e diretamente influenciada pelas variáveis do terreno, do povoamento e do planejamento feito pelos técnicos e exigidos pelas fontes consumidoras. (Malinovski, R. A. et al. 2006).

A mecanização da colheita de madeira no Brasil modernizou-se a partir da década de 1990, com a abertura do mercado brasileiro à importação de máquinas de

elevada tecnologia e produtividade. O avanço da mecanização trouxe vários benefícios às empresas florestais, como redução da dependência de mão de obra, melhoria das condições de trabalho, fornecimento regular e em quantidade crescente de madeira, aumento de produtividade e redução de custos. (Brown, 2017).

A manutenção é um bem necessário que envolve todas as ações para que determinado equipamento seja conservado ou restaurado e que desta forma possa permanecer em condições específicas e com a possibilidade de otimizar o processo e tornar viável a sua duração. Ela ainda previne o desperdício evitando que o equipamento se deteriore prematuramente. (Soeiro, 2012)

Sabe-se também, a ampla discussão que envolve a manutenção e suas várias técnicas para a obtenção da disponibilidade mecânica, e que esta seja realizada de forma eficaz prevenindo as falhas e reduzindo ao máximo os defeitos, de maneira que todos os equipamentos estejam em perfeitas condições de operação quando solicitados ou, em caso de falhas e/ou defeitos, que estes possam ser reparados no menor tempo possível com custos dentro das metas estabelecidas. (Soeiro, 2012)

A manutenção de máquinas florestais na colheita mecanizada (harvester, feller buncher, forwarder, clambunck), entre outros, deve garantir a disponibilidade da função dos equipamentos de modo a atender a um processo de produção com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e adequação das melhores práticas. Isso significa em disciplina aplicada e conseqüentemente modificações na forma de atuar. (Soeiro, 2012)

Por isso, para que a disponibilidade e a confiabilidade ocorram, torna-se necessário o uso de indicadores para mensuração do resultado obtido, verificando se está adequado às metas e prazos propostos. Além dos indicadores operacionais é necessário medir a moral e motivação do grupo de colaboradores, garantindo maior confiabilidade dos indicadores operacionais. (Brown, 2017)

1.1 JUSTIFICATIVA

No Brasil o custo de manutenção por faturamento bruto das empresas foi de 4,11% entre os anos de 1995 a 2011. Após publicação do Documento nacional de 2013 da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos – ABRAMAN, o valor médio deste custo entre 1995 a 2013 subiu para 4,17%, expondo a importância do custo de manutenção nas operações. Entretanto, além de continuar reduzindo

custo de manutenção, é necessário dar prioridade ao aumento da disponibilidade e confiabilidade, visto que esses são fatores fundamentais para o rendimento dos processos das empresas. (Brown, 2017).

Com isso, a determinação da distribuição desses custos e também a busca pela sua mitigação e diluição dentro da cadeia produtiva é de suma importância para as empresas de base florestal. Pois nos possibilita a alocação dos custos conforme suas respectivas classes, tais como:

- *Capital expenditure (CapEx)*;
- *Operational expenditure (OpEx)*;
- Custos *Overhead*;
- Custos fixos;
- Custos variáveis.

Isso é de suma importância dentro da estrutura de custos de uma operação de colheita florestal, pois permite que a análise e a tomada de decisão sejam feitas de maneira mais assertiva.

1.2 OBJETIVOS

Baseado em todas as evidências da importância da manutenção de equipamentos florestais e os custos com peças de reposição que envolvem a manutenção, o objetivo deste trabalho será determinar a relação entre os custos de reposição e suas respectivas durabilidades a fim de determinar uma relação de custo/benefício entre esses itens.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho é determinar a inter-relação entre a durabilidade dos itens e seus respectivos custos de obtenção, após isso será feita a relação entre a razão custo e benefício da interação entre esses itens.

Assim como a determinação da curva ABC de custos para a operação.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho será a determinação das razões entre custo e benefício necessárias para que peças de reposição alternativas sejam de aplicação viável, determinando a razão custo/benefício que uma determinada peça a uma determina durabilidade e custo deve ter para que sua aplicação seja viável.

Assim como a determinação de planos de ações para a mitigação de custos com essas peças de reposição.

1.3 METODOLOGIA

Para elaboração desse presente trabalho, foram realizadas três etapas distintas para realizá-lo, onde podemos dividi-las em:

- A) Etapa analítica – Determinação dos maiores desembolsos e delineamento dos objetos de estudo;
- B) Visitação da operação em campo - Determinação os planos de ações específicos para as peças de reposição e determinar ações que gerariam o maior *saving* monetário;
- C) Análise dos dados obtidos – Interpretação e análise dos dados obtidos tanto durante a etapa analítica e durante a visitação da operação em campo.

Com isso, foram factíveis a determinação da estruturação dos custos da operação de colheita e a realização da sua análise.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para Arce et al. (2004) a colheita florestal representa a operação final de um ciclo de produção florestal, na qual são obtidos os produtos mais valiosos, constituindo um dos fatores que determinam a rentabilidade florestal. Esta atividade é, a que também mais sofre o processo de mecanização.

Com o aumento do grau de mecanização empregado no processo, teremos, inevitavelmente o aumento na necessidade da realização de manutenções e do aumento da sua assertividade.

De acordo com o Dicionário Aurélio, manutenção caracteriza-se como medidas adotadas para a conservação ou a permanência de um determinado produto ou situação, bem como os cuidados técnicos indispensáveis para o funcionamento regular e permanente de motores e máquinas. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT considera a manutenção como um conjunto de ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a permanecer de acordo com uma condição preestabelecida.

Para que a manutenção seja possível, é necessário, invariavelmente, do emprego de peças de reposição para que o equipamento possa ter melhor performance e possibilitar o seu uso de maneira plena.

O controle de estoque de peças de reposição é muito crítico para a maioria das empresas devido ao alto custo de estoque associado a estes itens e à complexidade em desenvolver modelos de estoque para controlá-los. (Silva, 2009)

Em um ambiente de negócios altamente competitivo, melhorar a utilização dos ativos é fundamental para se alcançar a produtividade necessária à sobrevivência e sucesso da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a Gestão da Manutenção. (Soeiro, 2012)

A história da manutenção que teve seu início a partir de 1930 pode ser dividida em três gerações: a primeira geração a mecanização, a segunda geração a industrialização e a terceira geração a automatização. A primeira geração se iniciou com o final da segunda guerra mundial, sendo uma mecanização da indústria incipiente, com utilização de equipamentos simples para as funções onde eram aplicados (Kardec e Nascif, 1999).

Logo, é possível supor que a sociedade da época muito pouco dependia do desempenho desses equipamentos, fazendo apenas a manutenção quando o mesmo

apresentava falhas, com isso, é possível determinar que etapas de manutenções preventivas e programadas pouco ou nunca existiam.

Segundo Moubray:

Naquele tempo, a indústria não era altamente mecanizada, portanto, os períodos de paralisação à espera de recuperação de falhas não eram muito importantes. Isso significa que a prevenção contra falhas de equipamentos não era uma prioridade alta na mente da maioria dos gerentes. Moubray (2000, p. 2).

A manutenção da automatização que faz parte da terceira geração evolui com técnicas modernas, maior disponibilidade, confiabilidade e com mais possibilidade de vida útil, pois a sociedade passou a exigir maior qualidade, garantia de desempenho dos produtos, preservação do meio ambiente e segurança para usuários de processos e produtos industriais, gerando assim as condições que motivam o surgimento de uma manutenção mais aplicada e confiável. (Soeiro, 2012)

Segundo Dorneles (2001), o nível de mecanização da colheita de madeira varia entre os diferentes ramos do setor florestal, e mesmo entre as indústrias de um mesmo ramo. As grandes indústrias do setor de celulose e papel são as que se encontram num patamar de mecanização mais elevado, utilizando equipamentos especificamente projetados para a colheita e o transporte florestal, implementados com desenvolvimento da indústria nacional e a abertura das importações.

Com isso, é possível que tenhamos dimensão da importância da manutenção florestal para a qualidade da operação, além disso, as durabilidades de peças de reposição estão diretamente relacionadas a qualidade e assertividade das operações de manutenções preventivas e preditivas de qualidade.

Segundo a norma NBR-5462, Manutenção Preventiva é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. O objetivo da manutenção preventiva é restabelecer as condições originais do equipamento, visando reduzir a probabilidade de falhas.

A manutenção preditiva também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento. (Teles, 2020)

Tanto as manutenções preventivas e preditivas são preferíveis do que as manutenções corretivas, uma vez que quando a manutenção corretiva se faz necessária, o custo tende a ser maior e o desembolso com peças de reposição também tende a ser mais custoso.

Segundo a Norma NBR-5462, a Manutenção Corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha (ou pane), destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

A Manutenção Corretiva é o tipo de manutenção mais caro, que toma mais tempo e traz mais prejuízo para a empresa. Chegando a ser, no mínimo, sete vezes mais cara que os demais tipos de manutenção.

2.1 ESTRUTURA DE CUSTOS

A estrutura de custos de um empreendimento ou operação reúne os custos mais importantes envolvidos em toda a operação, desde o início. Trata-se do bloco final, exatamente porque precisamos ter todos os componentes anteriores já definidos para podermos estimar os custos de cada um.

Dentro da estrutura de custos do presente trabalho, podemos citar:

- 1) *Capital expenditure (CapEx)*;
- 2) *Operational expenditure (OpEx)*;
- 3) Custos *Overhead*;
- 4) Custos fixos;
- 5) Custos variáveis.

Com a análise desses 5 tipos diferentes de custos nós podemos determinar a estruturação dos custos envolvidos na operação.

Além disso foi realizada a análise da curva ABC desses custos a fim de determinar a maior concentração dos custos com peças de reposição na operação de colheita florestal.

2.2 CAPITAL EXPENDITURE

CAPEX significa *Capital Expenditure* e está relacionada às despesas de capital, como investimentos em máquinas, equipamentos e outras benfeitorias nas instalações das empresas.

O CAPEX funciona como um investimento para a melhoria operacional do negócio, assim, quanto mais recursos são destinados a essa modalidade, melhor deve ser o desempenho da operação.

Como exemplos de CAEX, podemos citar:

- Aquisição de novas tecnologias;
- Expansão industrial;
- Instalação de uma nova base;
- Aquisição da frota (ativos);
- Aquisição de terras.

O CAPEX está relacionado aos ativos da empresa, logo, apenas novos bens são alocados nessa categoria.

2.3 OPERATIONAL EXPENDITURE

Operational Expenditure (OPEX), o objeto do controle são as despesas operacionais. Assim, está relacionado aos custos com folha de pagamento, manutenção, contratação de terceiros, contas de consumo, dentre outros.

São gastos de curto prazo usados para manter o negócio operacional, além de despesas relacionadas à venda de seus produtos e/ou serviços.

Alguns exemplos dessa operação, são:

- Contratação de serviços de terceiros como limpeza etc;
- Investimentos em treinamentos;
- Aluguéis de infraestruturas pontuais;
- Aquisição de insumos;
- Manutenção e reparos;
- Seguros.

2.4 CUSTOS FIXOS

Despesas ou Custos fixos são aqueles que não sofrem alteração de valor em caso de aumento ou diminuição da produção. Independem, portanto, do nível de atividade, conhecidos também como custo de estrutura. (Zanluca, 2020)

Como exemplos de custos fixos podemos citar:

- Custos com limpezas;
- Aluguéis;
- Segurança e vigilância.

2.5 CUSTOS VARIÁVEIS

Classificamos como custos ou despesas variáveis aqueles que variam proporcionalmente de acordo com o nível de produção ou atividades. Seus valores dependem diretamente do volume produzido ou volume de vendas efetivado num determinado período. (Zanluca, 2020)

Como exemplos podemos citar:

- Insumos (diesel, graxas, óleos);
- Prêmios de produção;
- Energia.

2.6 CUSTOS OVERHEAD

Overhead é um termo utilizado para classificar os custos indiretos e despesas gerais de uma empresa.

Ou seja, os custos overhead são aqueles ligados à manutenção das operações da organização, sem vinculação direta à sua atividade-fim.

Dentro dos tipos de custos *overhead* nós temos:

- *Overhead* fixo;
- *Overhead* variável;
- *Overhead* semi-variável.

2.6.1 *Overhead* fixo

O *overhead* fixo é um custo indireto que não varia conforme o volume produzido ou vendido pela empresa.

Exemplos:

- Aluguéis de espaços comerciais;
- Pagamento da folha de funcionários administrativos.

2.6.2 *Overhead* variável

O *overhead* variável acompanha os resultados de produção e vendas, aumentando ou diminuindo os custos conforme as variações da empresa.

Um exemplo dessa categoria é a depreciação dos equipamentos, que é acelerada com o aumento da produção, embora não esteja diretamente ligada à atividade-fim.

2.6.3 *Overhead* semivariável

O *overhead* semivariável combina custos indiretos fixos e variáveis, ou seja, possuem uma parcela que varia conforme o nível de atividade e outra independente.

O melhor exemplo é a conta de energia elétrica, que pode ter uma parte fixa de fornecimento mínimo e acréscimo de gastos variáveis conforme a produção do mês.

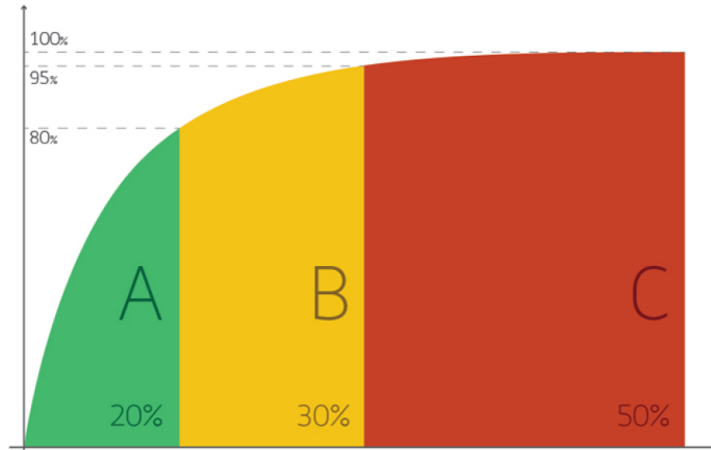
2.7 CURVA ABC

Conhecida também como 80-20, a Curva ABC é baseada em um teorema do economista Vilfredo Pareto. Esse pesquisador, em um estudo do século XIX sobre renda e riqueza, observou que 20% da população detinha 80% da riqueza.

Na classificação estatística de materiais, a Curva ABC considera sua importância baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. A Curva ABC também pode ser aplicada para a classificação de clientes. Nesse caso, a Curva ABC relaciona seus volumes de compras ou lucratividade proporcionada. (Lima, 2017).

Na figura 1 nós temos a representação da curva ABC para a identificação de custos.

FIGURA 1 – CURVA ABC DA ESTRUTURA DE CUSTOS



FONTE: Construtiva (2021)

Após determinada a curva ABC das peças de maior desembolso foi possível realizar a análise e focar naquelas que apresentam maior desembolso e de quebra, maior potencial de *saving*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada na elaboração desse presente trabalho foi subdividida em três etapas, sendo elas:

- A) Etapa analítica – Determinação dos maiores desembolsos e delineamento dos objetos de estudo;
- B) Visitação da operação em campo - Determinação os planos de ações específicos para as peças de reposição e determinar ações que gerariam o maior saving monetário;
- C) Análise dos dados obtidos – Interpretação e análise dos dados obtidos tanto durante a etapa analítica e durante a visitação da operação em campo.

O estudo se deu no município de Três Lagoas no estado do Mato Grosso do Sul, em uma operação de colheita florestal de uma grande empresa produtora de celulose.

3.1 ETAPA ANALÍTICA

Na etapa de análise preliminar dos dados foi realizada a análise da estrutura da base de dados de desembolsos de todos os insumos consumidos pela operação de colheita florestal no período de janeiro de 2020 a junho de 2021.

Com isso foi determinado a curva ABC dos custos para as peças de reposição utilizados.

Com a determinação da curva ABC dos custos com peças de reposição foi possível determinação da lista das 25 peças de maior desembolso e determinar os planos de ações a serem empregados nas mesmas.

Feito isso, foi feita a distribuição dos custos com as peças de reposição de acordo com o equipamento em que elas são utilizadas, sendo as divisões realizadas em:

- Peças utilizadas no cabeçote *harvester* 370E Komatsu;
- Peças utilizada na máquina base Komastu PC200F (*harvester*);
- Peças utilizadas no *forwarder* Komatsu 895.1.

Na figura 3 nós temos a representação do tipo de cabeçote utilizado na operação de estudo.

FIGURA 2 – CABEÇOTE KOMATSU 370E



FONTE: O autor (2021)

Já na figura 4 nós temos a representação da máquina base (*harvester*) utilizada na operação de estudo.

FIGURA 3 – HARVETER PC200F KOMATSU



Fonte: O autor (2021)

Já na figura 5 nós temos a ilustração do *forwarder* utilizado na operação avaliada.

FIGURA 4 – FORWARDER 895 KOMATSU



FONTE: O autor (2021)

3.2 VISITAÇÃO DA OPERAÇÃO EM CAMPO

Após realizada a etapa analítica para determinação do objeto de estudo, foram realizadas visitas as operações para ser determinado juntos aos técnicos de manutenção de alternativas e determinações de tratativas para elaboração dos planos de ações para cada um dos 25 itens de acordo com a realidade da operação e suas especificidades.

Com isso foi determinado um plano de ação para cada item de acordo com o quadro 1.

QUADRO 1 – MODELO DE PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:		
Código:		Categoria de ação:
Descrição:		Início:
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:

Fonte: O autor (2021)

Feito isso, foi iniciada a testagem dos respectivos planos de ações a fim de verificar se o efeito esperado será o mesmo que o efeito obtido, por questão do período de avaliação desses itens serem elevados os mesmos não serão apresentados nesse presente trabalho.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Por fim, foi realizada a análise dos dados obtidos por meio de regressão linear simples com o uso do *software* Excel. Com isso, foi possível chegar a equação I:

$$Pu = Bo + B_1 * Dmd$$

Onde:

- Pu: Preço unitário da peça (US\$);
- Bo: Coeficiente 1;
- B₁: Coeficiente 2;
- Dmd: Durabilidade média da peça (horas).

Tal análise foi realizada de 2 formas distintas, sendo elas:

- De maneira agrupada: todas as peças foram avaliadas juntos independente do equipamento de utilização;
- De maneira estratificada: as peças foram estratificadas e posteriormente analisadas de acordo com o seu equipamento de utilização (*cabeçote, harvester e forwarder*).

Feito isso, foi possível chegar a relação custo/benefício para as peças e realizar a determinação da peça com melhor relação. Tal relação é dada pela seguinte equação II:

$$\mathbf{CB = Pu / Dmd}$$

Onde:

- CB: relação custo benefício (US\$/hora);
- Pu: Preço unitário da peça (US\$);
- Dmd: Durabilidade média da peça (horas).

Com essa equação é possível balizar a decisão de substituição de um item de reposição por outro de acordo com a relação CB apresentada.

3.4 DETERMINAÇÃO DA DURABILIDADE

A determinação da durabilidade dos itens foi feita a partir da interpolação entre a quantidade total de peças utilizadas e o número total de horas trabalhadas pelo equipamento, esses dados foram obtidos através do programa de monitoramento de frotas SGF (sistema de gestão florestal).

Chegando a seguinte equação III:

$$\mathbf{Dmd = Qt / Htrab}$$

Onde:

- Dmd: Durabilidade média (horas);
- Qt: Quantidade total utilizada;
- Htrab: Horas trabalhadas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

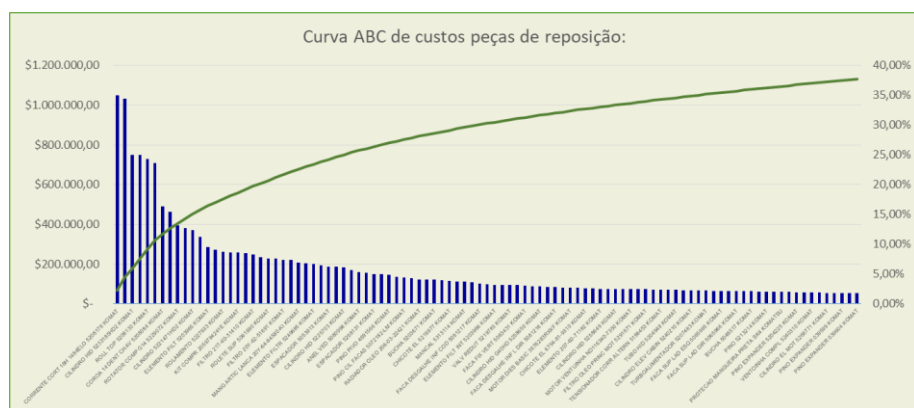
A seguir temos a apresentação dos resultados obtidos a partir da realização das etapas supracitadas anteriormente.

4.1 CURVA ABC DOS ITENS ANALISADOS

Na etapa de análise preliminar dos dados foi realizada a análise da estrutura da base de dados de desembolsos de todos os insumos consumidos pela operação de colheita florestal no período de janeiro de 2020 a junho de 2021.

Com isso foi determinado a curva ABC dos custos para as peças de reposição utilizados. Assim como pode ser observado na figura 6.

FIGURA 5 – CURVA ABC DOS DESEMBOLSOS COM PEÇAS DE REPOSIÇÃO



FONTE: O autor (2021).

Com a determinação da curva ABC dos custos com peças de reposição foi possível determinação da lista das 25 peças de maior desembolso e determinar os planos de ações a serem empregados nas mesmas. A lista de peças analisadas está descrita na tabela 1.

TABELA 1 – LISTA DE PEÇAS ANALISADAS

25 ITENS COM MAIOR DESEMBOLSO:				
PART NUMBER:	DESCRIÇÃO:	QUANTIDADE UTILIZADA:	DESEMBOLSO TOTAL:	
506969	MOTOR POCLAIN 627CC 5199180 KOMAT	32	\$	667.079,41
563987	CILINDRO ROL 5221474HD2 KOMAT	315	\$	612.354,31
552767	CILINDRO HID 5233185HD2 KOMAT	310	\$	598.043,26
514198	KIT REP COMPL CIL FACA 5198557 KOMAT	229	\$	381.478,80
503875	ROTULA GE30 HO-2RS 5062472 KOMAT	3239	\$	381.404,07
525378	ROTATOR COMP G14 5229072 KOMAT	17	\$	367.493,47
567992	CILINDRO 5221471HD2 KOMAT	232	\$	311.522,44
505533	ELEMENTO FILTR RET 20Y965B720 KOMAT	458	\$	286.463,83
503866	MANG MOT ROL 5075811 GATES	1051	\$	244.247,74
526626	RADIADOR AGUA 206-03-22413 KOMAT	16	\$	236.170,88
578248	ELEMENTO FILT 5203965 KOMAT	299	\$	223.852,00
500192	KIT FILTR AR 600-185-4100 KOMAT	515	\$	220.238,50
516551	ROLAMENTO 5227633 KOMAT	291	\$	224.388,10
506265	BUCHA BRZ 5048516 KOMAT	1832	\$	217.311,84
507158	TURBINA 6754-81-8090 KOMAT	55	\$	206.789,18
564589	MANG ARTIC LANCA 20Y-64-84580-KI KOMAT	91	\$	201.694,89
510176	FILTRO 21T-60-31410 KOMAT	448	\$	195.192,98
507454	BUCHA BRZ 9602160 KOMAT	704	\$	194.359,61
510179	MANG HID 35476 KOMAT	358	\$	186.432,47
516749	ROLETE SUP 5061690 KOMAT	80	\$	183.486,56
534744	ELEMENTO FILTR 5249685 KOMAT	351	\$	175.294,73
500184	FILTRO 20Y-62-51691 KOMAT	2515	\$	169.265,46
506931	ARTICULADOR 5083236 KOMAT	28	\$	190.961,82
506542	CAME 5065540 KOMAT	56	\$	175.117,46
506319	ESPACADOR 5053913 KOMAT	3130	\$	154.822,60
			TOTAL: \$	7.005.466,41

FONTE: O autor (2021).

Com isso foi possível chegar a representatividade desses custos na estrutura de custos de maneira geral, conforme ilustrado pela tabela 2.

TABELA 2 – REPRESENTATIVIDADE DOS 25 ITENS NA ESTRUTURA DE CUSTOS

Itens mais custosos:					
Total desembolsado:	Parcela desembolsada itens mais custosos:	Percentual dos itens mais custosos (%):	Número de peças itens mais custosos:	Número de peças utilizadas:	Percentual das peças analisadas:
\$ 34.524.973,68	\$ 7.005.466,41	20,29%	25	8173	0,31%

FONTE: O autor (2021).

Feito isso, foi realizada a estratificação desses custos de acordo com o equipamento de utilização, conforme a tabela 3.

TABELA 3 – ESTRATIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE ACORDO COM O EQUIPAMENTO DE UTILIZAÇÃO:

DESEMBOLSO POR TIPO DE EQUIPAMENTO:		
CABEÇOTE	\$	4.528.650,88
HARVESTER	\$	1.515.815,72
FORWARDER	\$	960.999,81

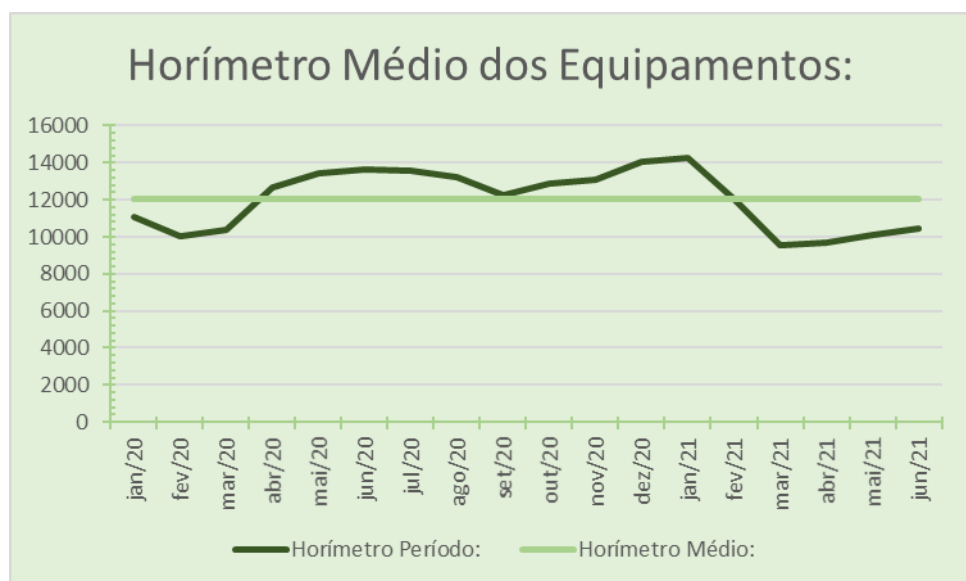
FONTE: O autor (2021)

Com isso, podemos ver a representatividade de 65% do custo total para o cabeçote, 22% para o *harvester* e 14% para o *forwarder*. Isso se dá pelo maior número de *harvester* (52) do que de *forwarders* (21) e pelo fato do cabeçote sofrer mais com o tipo da operação.

4.2 HORÍMETRO DOS EQUIPAMENTOS ANALISADOS

Para a realização do presente estudo, foram analisados equipamento que apresentaram seus horímetro médio de acordo com o gráfico 1.

Figura 6 – HORÍMETRO MÉDIO DOS EQUIPAMENTOS:



Fonte: O autor (2021)

4.3 VARIAÇÃO CAMBIAL NO PERÍODO

Durante o período de análise, houve uma intensa variação cambial e uma estabilização num patamar elevado da moeda US\$ em relação ao R\$ brasileiro. O que gerou, como consequência, uma escalada abrupta dos preços das peças durante o período analisado, tal aumento está representado pela figura 7.

Figura 7 – AUMENTO DO PREÇO DO DOLAR:



Fonte: Google.com (2021)

4.4 DURABILIDADE

Tendo essas informações, foi possível realizar a determinação da durabilidade desses itens, a partir da equação III. As durabilidades observadas para as peças analisadas estão descritas na tabela 4.

TABELA 4 – DURABILIDADE DAS PEÇAS ANALISADAS

DESCRIÇÃO:	DURABILIDADE DOS ITENS:		
	QUANTIDADE UTILIZADA:	HORAS TRABALHADAS:	DURABILIDADE:
ARTICULADOR 5083236 KOMAT	28	245909,53	8782,48
BUCHA BRZ 5048516 KOMAT	1832	245909,53	134,23
BUCHA BRZ 9602160 KOMAT	704	110109,49	156,41
CAME 5065540 KOMAT	56	245909,53	4391,24
CILINDRO 5221471HD2 KOMAT	232	245909,53	1059,95
CILINDRO HID 5233185HD2 KOMAT	310	245909,53	793,26
CILINDRO ROL 5221474HD2 KOMAT	315	245909,53	780,67
ELEMENTO FILT 5203965 KOMAT	299	133908,01	447,85
ELEMENTO FILTR 5249685 KOMAT	351	133908,01	381,50
ELEMENTO FILTR RET 20Y965B720 KOMAT	458	333790,8	728,80
ESPACADOR 5053913 KOMAT	3130	245909,53	78,57
FILTRO 20Y-62-51691 KOMAT	2515	333790,8	132,72
FILTRO 21T-60-31410 KOMAT	448	333790,8	745,07
KIT FILTR AR 600-185-4100 KOMAT	515	333790,8	648,14
KIT REP COMPL CIL FACA 5198557 KOMAT	229	245909,53	1073,84
MANG ARTIC LANCA 20Y-64-84580-KI KOMAT	91	245909,53	2702,30
MANG HID 35476 KOMAT	358	245909,53	686,90
MANG MOT ROL 5075811 GATES	1051	245909,53	233,98
MOTOR POCLAIN 627CC 5199180 KOMAT	32	245909,53	7684,67
RADIADOR AGUA 206-03-22413 KOMAT	16	245909,53	15369,35
ROLAMENTO 5227633 KOMAT	291	245909,53	845,05
ROLETE SUP 5061690 KOMAT	80	245909,53	3073,87
ROTATOR COMP G14 5229072 KOMAT	17	110109,49	6477,03
ROTULA GE30 HO-2RS 5062472 KOMAT	3239	245909,53	75,92
TURBINA 6754-81-8090 KOMAT	55	333790,8	6068,92

FONTE: O autor (2021)

Tendo em mãos os dados sobre a durabilidade dos itens analisados, foi possível determinar a relação C/B de acordo com a equação II. Tais relações estão descritas na tabela 5.

TABELA 5 – RELAÇÕES DE CUSTO E BENEFÍCIO DOS ITENS

DURABILIDADE DOS ITENS:				
DESCRIÇÃO:	DURABILIDADE:	PREÇO MÉDIO/UNIDADE:	RELAÇÃO C/B:	
ARTICULADOR 5083236 KOMAT	8782,48	\$	6.820,07	\$ 0,78
BUCHA BRZ 5048516 KOMAT	134,23	\$	118,62	\$ 0,88
BUCHA BRZ 9602160 KOMAT	156,41	\$	276,08	\$ 1,77
CAME 5065540 KOMAT	4391,24	\$	3.127,10	\$ 0,71
CILINDRO 5221471HD2 KOMAT	1059,95	\$	1.342,77	\$ 1,27
CILINDRO HID 5233185HD2 KOMAT	793,26	\$	1.929,17	\$ 2,43
CILINDRO ROL 5221474HD2 KOMAT	780,67	\$	1.943,98	\$ 2,49
ELEMENTO FILT 5203965 KOMAT	447,85	\$	748,67	\$ 1,67
ELEMENTO FILTR 5249685 KOMAT	381,50	\$	499,42	\$ 1,31
ELEMENTO FILTR RET 20Y965B720 KOMAT	728,80	\$	625,47	\$ 0,86
ESPAÇADOR 5053913 KOMAT	78,57	\$	49,46	\$ 0,63
FILTRO 20Y-62-51691 KOMAT	132,72	\$	67,30	\$ 0,51
FILTRO 21T-60-31410 KOMAT	745,07	\$	435,70	\$ 0,58
KIT FILTR AR 600-185-4100 KOMAT	648,14	\$	427,65	\$ 0,66
KIT REP COMPL CIL FACA 5198557 KOMAT	1073,84	\$	1.665,85	\$ 1,55
MANG ARTIC LANCA 20Y-64-84580-KI KOMAT	2702,30	\$	2.216,43	\$ 0,82
MANG HID 35476 KOMAT	686,90	\$	520,76	\$ 0,76
MANG MOT ROL 5075811 GATES	233,98	\$	232,40	\$ 0,99
MOTOR POCLAIN 627CC 5199180 KOMAT	7684,67	\$	20.846,23	\$ 2,71
RADIADOR AGUA 206-03-22413 KOMAT	15369,35	\$	14.760,68	\$ 0,96
ROLAMENTO 5227633 KOMAT	845,05	\$	771,09	\$ 0,91
ROLETE SUP 5061690 KOMAT	3073,87	\$	2.293,58	\$ 0,75
ROTATOR COMP G14 5229072 KOMAT	6477,03	\$	21.617,26	\$ 3,34
ROTULA GE30 HO-2RS 5062472 KOMAT	75,92	\$	117,75	\$ 1,55
TURBINA 6754-81-8090 KOMAT	6068,92	\$	3.759,80	\$ 0,62

FONTE: O autor (2021)

Com os dados sobre a relação C/B de cada item, é possível balizar decisões futuras baseadas no desembolso de cada item por US\$/hora, o qual é um indicador de fácil obtenção e de grande valia para embasamento de decisões táticas e operacionais na colheita florestal.

Com esses dados é possível também determinar a durabilidade mínima aceitável para realizar a substituição de um item por um similar de maior ou menor valor unitário.

4.5 RELAÇÃO ENTRE DURABILIDADE E PREÇO UNITÁRIO

A seguir temos a representação da análise estatística por meio de análise de regressão linear para os itens agrupados e estratificados.

4.5.1 Análise dos itens agrupados

Para realização da análise dos itens de maneira agrupada, foram consideradas para análise os itens pertencentes ao:

- Cabeçote 370E;
- *Harvester* PC200F;
- *Forwarder* 895.

Na tabela 6 temos a estatística de regressão para esses itens.

TABELA 6 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PARA OS ITENS AGRUPADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,78
R-Quadrado	0,61
R-quadrado ajustado	0,59
Erro padrão	3992,87
Observações	24,00

FONTE: O autor (2021)

Com isso, é possível ver que quando analisados de forma agrupada, a significância estatística é relativamente baixa, devido ao fato das peças não pertencerem ao mesmo equipamento.

Abaixo nós temos os valores dos coeficientes de regressão do item:

- B_0 : 334,0768024
- B_1 : 1,031933768

Já na tabela 7, nós a representação da ANOVA dos itens agrupados.

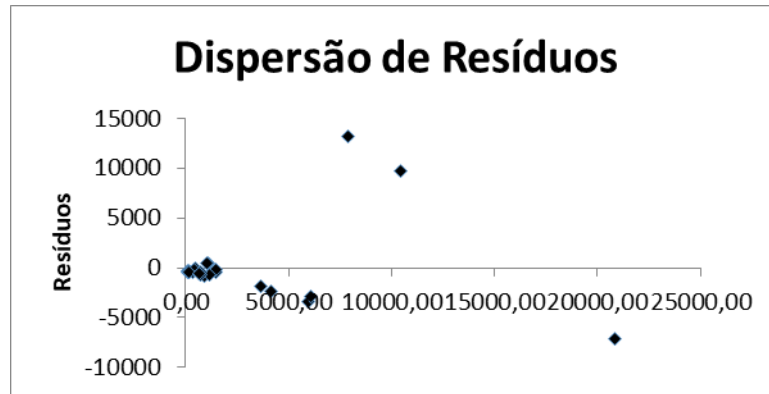
TABELA 7 – ANOVA ITENS AGRUPADOS

ANOVA	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	548480503,5	548480503,5	34,40	6,68E-06
Resíduo	23	350745555,8	15942979,81		
Total	24	899226059,3			

FONTE: O autor (2021)

Já no gráfico 1 nós temos a dispersão dos resíduos para a análise agrupada.

GRÁFICO 1 – DISPERSÃO RESÍDUOS PARA A ANÁLISE AGRUPADA DOS ITENS



FONTE: O autor (2021)

Como podemos analisar no gráfico de dispersão dos resíduos, temos os *outliers*, ou seja, dados que não seguem a tendência da nulidade, esses dados, são, em sua maioria, itens de valor ou muito baixo, ou muito alto, o que acaba gerando esse comportamento.

Isso também se dá pela presença da análise de cilindros hidráulicos, que são itens que apresentam falhas muito prematuras e acabam desencadeando um comportamento anormal dos dados.

No caso dos dados agrupados, isso também acontece pois estamos analisando dados oriundos de três fontes diferentes (*cabeçote*, *máquina base* e *forwarder*).

Após feita a análise de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov Smirnov, foi possível determinar que a distribuição dos dados não é do tipo normal.

4.5.2 Análise dos itens estratificados

Após realizada a análise dos itens de maneira agrupada, foi realizada a análise dos mesmos divididos em três estratos, que são eles os equipamentos de utilização, ou seja:

- *Cabeçote*;
- *Harvester*;
- *Forwarder*.

4.5.2.1 Análise estratificada cabeçote 370E

Para a realização da análise estatística de forma estratificada para o cabeçote 370E Komatsu, foram separados os itens utilizados os itens do cabeçote e realizada a análise de regressão.

Na tabela 8 temos a estatística de regressão das peças do cabeçote.

TABELA 8 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PARA O CABEÇOTE

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,90
R-Quadrado	0,80
R-quadrado ajustado	0,79
Erro padrão	2567,89
Observações	13,00

FONTE: O autor (2021)

Já quando observamos a análise feita de maneira estratificada, é possível ver que a relação estatística de R^2 é consideravelmente maior do que quando comparado a análise agrupada.

Abaixo nós temos os valores dos coeficientes de regressão do item:

- B_0 : -916,5800607
- B_1 : 1,651343196

Já na tabela 9 nós temos a tabela ANOVA para a análise dos cabeçotes.

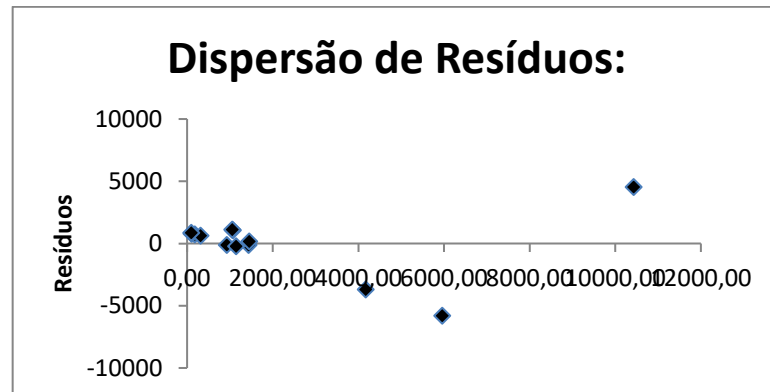
TABELA 9 – ANOVA CABEÇOTE

ANOVA	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>e significaç</i>
Regressão	1	2,96E+08	2,96E+08	4,49E+01	3,37E-05
Resíduo	12	7,25E+07	6,59E+06		
Total	13	3,69E+08			

FONTE: O autor (2021)

Já no gráfico 2 nós temos a dispersão de resíduos para os itens do cabeçote.

GRÁFICO 2 – DISPERSÃO DE RESÍDUOS CABEÇOTE 370E



FONTE: O autor (2021)

Como podemos analisar no gráfico de dispersão dos resíduos, temos os *outliers*, ou seja, dados que não seguem a tendência da nulidade, esses dados, são, em sua maioria, itens de valor ou muito baixo, ou muito alto, o que acaba gerando esse comportamento.

Isso também se dá pela presença da análise de cilindros hidráulicos, que são itens que apresentam falhas muito prematuras e acabam desencadeando um comportamento anormal dos dados.

Após feita a análise de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov Smirnov, foi possível determinar que a distribuição dos dados não é do tipo normal.

4.5.2.2 Análise estratificada *harvester* PC200F

Para a realização da análise estatística de forma estratificada para o *forwarder* 895 Komatsu, foram separados os itens utilizados os itens do *forwarder* e realizada a análise de regressão.

Na tabela 12 temos a estatística de regressão das peças do *harvester*.

TABELA 10 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO PC200F

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,999
R-Quadrado	0,998
R-quadrado ajustado	0,998
Erro padrão	248,996
Observações	6,000

FONTE: O autor (2021)

É possível ver que para o *harvester* a inter-relação entre durabilidade e preço unitário é altíssima, sendo o $R^2 = 99,8\%$.

Abaixo nós temos os valores dos coeficientes de regressão do item:

- B_0 : -193,407674
- B_1 : 0,710603684

Já na tabela 11, podemos ver a tabela ANOVA para o *harvester*.

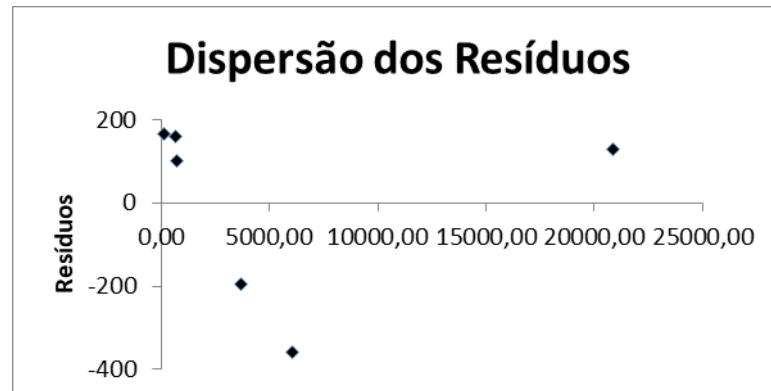
TABELA 11 – ANOVA *HARVESTER*

ANOVA	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>de significã</i>
Regressão	1	1,59E+08	1,59E+08	2,56E+03	9,12E-07
Resíduo	5	2,48E+05	6,20E+04		
Total	6	1,59E+08			

FONTE: O autor (2021)

Já no gráfico 3 podemos ver a dispersão dos resíduos para a PC200F.

GRÁFICO 3 – DEISPERSÃO DOS RESÍDUOS PC200F



FONTE: O autor (2021)

Como podemos analisar no gráfico de dispersão dos resíduos, temos os *outliers*, ou seja, dados que não seguem a tendência da nulidade, esses dados, são, em sua maioria, itens de valor ou muito baixo, ou muito alto, o que acaba gerando esse comportamento.

Isso também se dá pela presença da análise de cilindros hidráulicos, que são itens que apresentam falhas muito prematuras e acabam desencadeando um comportamento anormal dos dados.

Após feita a análise de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov Smirnov, foi possível determinar que a distribuição dos dados não é do tipo normal.

4.5.2.3 Análise estratificada *forwarder* 895 Komatsu

Para a realização da análise estatística de forma estratificada para o *forwarder* 895.1 Komatsu, foram separados os itens utilizados os itens do *forwarder* e realizada a análise de regressão.

Na tabela 12 temos a estatística de regressão das peças do *forwarder*.

TABELA 12 – ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO 895

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,999997
R-Quadrado	0,999993
R-quadrado ajustado	0,999987
Erro padrão	44,262515
Observações	3

FONTE: O autor (2021)

É possível ver que para o *forwarder* a inter-relação entre durabilidade e preço unitário é altíssima, sendo o $R^2 = 99,99\%$.

Abaixo nós temos os valores dos coeficientes de regressão do item:

- B_0 : -542,7153327
- B_1 : 2,813307145

Já na tabela 13, podemos ver a tabela ANOVA para o *forwarder*.

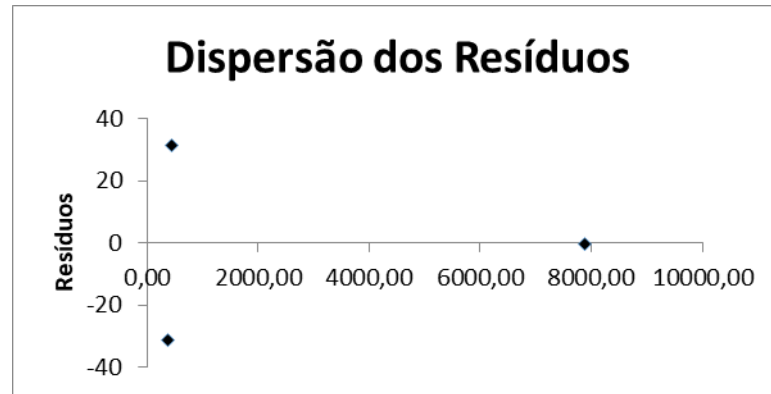
TABELA 13 – ANOVA FORWARDER

ANOVA	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	2,94E+08	2,94E+08	149981,5	0,001643843
Resíduo	2	1959,17	1959,17		
Total	3	2,94E+08			

FONTE: O autor (2021)

Já no gráfico 4 podemos ver a dispersão dos resíduos para o *forwarder* 895.

GRÁFICO 4 – DEISPERSÃO DOS RESÍDUOS 895



FONTE: O autor (2021)

Como podemos analisar no gráfico de dispersão dos resíduos, temos os *outliers*, ou seja, dados que não seguem a tendência da nulidade, esses dados, são, em sua maioria, itens de valor ou muito baixo, ou muito alto, o que acaba gerando esse comportamento.

Isso também se dá pela presença da análise de cilindros hidráulicos, que são itens que apresentam falhas muito prematuras e acabam desencadeando um comportamento anormal dos dados.

Após feita a análise de normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov Smirnov, foi possível determinar que a distribuição dos dados não é do tipo normal.

4.6 AUMENTO DO PREÇO MÉDIO UNITÁRIO

Com a variação cambial observada no período de análise do trabalho (2020 e 1º semestre de 2021), a variação no preço das peças devido a variação da taxa cambial foi consideravelmente alta, com isso, foi criado um painel de controle de preços e de tipos de utilização da peça no período.

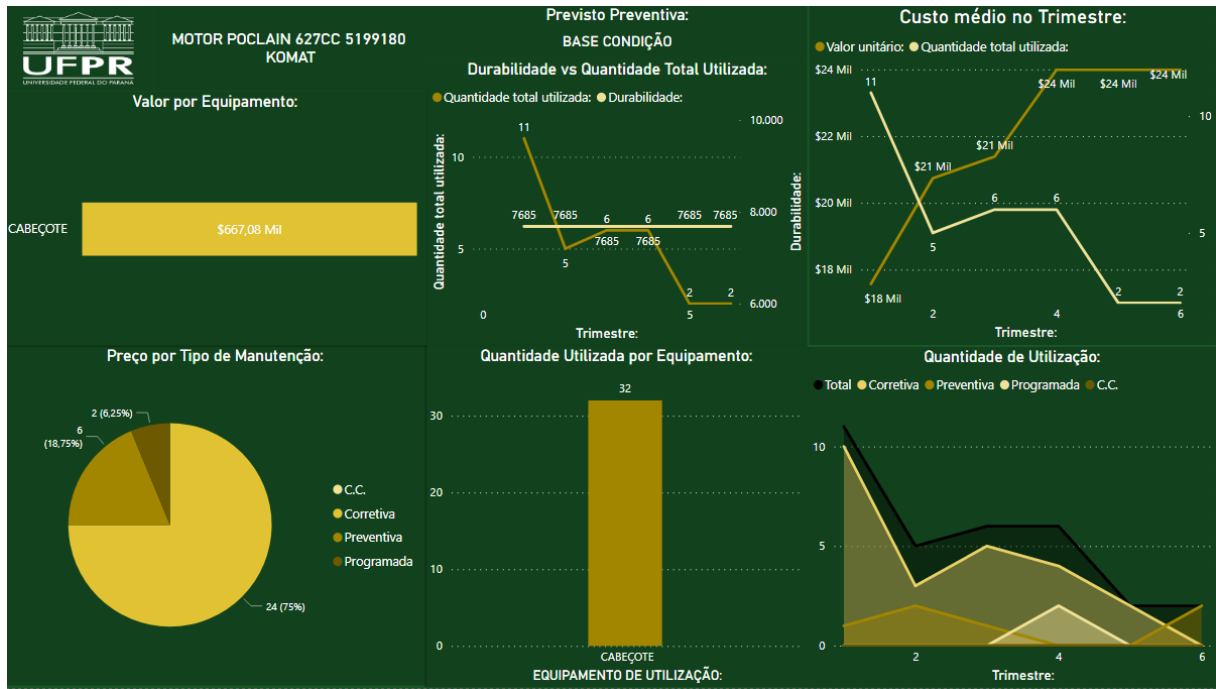
Onde pode ser avaliado:

- Consumo da peça;
- Equipamento de utilização (custo);
- Durabilidade vs Quantidade Utilizada;
- Valor unitário vs Quantidade Utilizada;
- Preço por tipo de manutenção (preventiva, corretiva e programada);

- Equipamento de utilização (quantidade);
- Quantidade por tipo de manutenção (preventiva, corretiva e programada).

Um exemplo desse painel está representado na figura 7.

FIGURA 8– PAINEL DE CONTROLE MOTOR DE ROLO POCLAIN



FONTE: O autor (2021)

Nesse painel, é possível vermos a quantidade da peça em questão (motor de rolo) utilizada por tipo de equipamento assim como o total gasto por tipo de equipamento, que no caso, foi utilizado apenas no cabeçote.

Assim como é possível analisarmos o horímetro previsto para troca, que no caso, é base condição e associado a isso a durabilidade do item.

É possível também ver o aumento do preço da peça durante ao período associado ao consumo trimestral dessa peça.

É possível analisarmos também a quantidade utilizada e total gasto por cada um dos tipos de manutenção no período analisado.

4.7 PLANOS DE AÇÕES

Como é possível identificar no gráfico acima, houve um aumento significativo no preço médio dos produtos ao longo desse período de 18 meses.

Com isso faz se necessário a criação de um plano de ação para diminuição do desprendimento de recursos da colheita para a obtenção de peças de reposição.

Para isso, será criado um plano de ações item a item (para aqueles que se mostrem possíveis de tal), para criar uma linha de ação para o item em questão. Essas linhas de ação serão baseadas principalmente em:

- Possibilidade de recuperar peças de reposição, a fim de diminuir o custo com obtenção de peças novas;
- Busca por marcas/fornecedores alternativos para compra de produtos similares e realizar a testagem dos mesmos a fim de verificar a durabilidade em campo;
- Alterar (prolongar) o plano de manutenção preventiva para itens que talvez possam estar com o período estipulado subestimado;
- Criar novas etapas de manutenção preventiva para alguns itens a fim de prolongar a vida útil dos mesmos.

Com isso, vão ser criadas 4 categorias de ação:

- 1) Recuperação;
- 2) Substituição de fornecedor;
- 3) Alteração do plano de manutenção;
- 4) Criação de plano de manutenção.

Abaixo, nos quadros 2 a 14 nós teremos os itens analisados e seus respectivos planos de ações.

QUADRO 2 – PLANO DE AÇÃO MOTOR POCLAIN

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	506969	Categoria de ação:	Alteração plano de manutenção
Descrição:	Motor POCLAIN	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Substituição de reparos na meia vida e outros componentes que possam estar danificados.	Efeito esperado:	Efeito obtido:
		Prolongar a vida útil do motor, diminuindo assim os custos de obtenção desse item.	

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 3 – PLANO DE AÇÃO CILINDROS

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	Diversos	Categoria de ação:	Substituição de fornecedor
Descrição:	Cilindros	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de cilindros por parte de Brasil, sem (pequenas) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 4 – PLANO DE AÇÕES FILTROS

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	Diversos	Categoria de ação:	Alteração plano de manutenção
Descrição:	Filtros	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Buscar por fornecedores alternativos a fim de reduzir custos com compra de filtros. Realizar análise de falha para identificar equipamentos com maior consumo de filtros e buscar componentes da máquina com eventuais falhas.	Diminuir o custo da empresa com compra de filtros.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 5 – PLANO DE AÇÕES MANGUEIRAS

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	Diversos	Categoria de ação:	Substituição de fornecedor
Descrição:	Mangueiras	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de mangueiras por parte da Brasil, sem (pequenas) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 6 – PLANO DE AÇÕES BUCHAS

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	Diversos	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Buchas	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a I Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa. E diminuir o intervalo de lubrificação a fim de aumentar a durabilidade desses itens.	Redução do custo com aquisição de buchas por parte da Brasil, sem (pequena) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 7 – PLANO DE AÇÕES RADIADOR

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	526626	Categoria de ação:	Alteração plano de manutenção
Descrição:	Radiador	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Enviar item para análise em um especialista e verificar a possibilidade da prolongação do período de troca desse radiador.	Diminuir o custo da empresa com compra de filtros.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 8 – PLANO DE AÇÃO ROLAMENTO

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	51655	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Rolamento	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de rolamentos por parte da Brasil, sem (pequena) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 9 – PLANO DE AÇÃO RÓTULA

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	503875	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Rótula	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de rótulas por parte da Brasil, sem (pequena) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 10 – PLANO DE AÇÃO ARTICULADOR

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	506931	Categori	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Articulador	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Avaliação da necessidade de troca (algumas vezes se quebra antes da preventiva e mesmo assim é trocado na preventiva, mesmo quando em bom estado).	Redução do custo com aquisição de articulador de forma duplicada por parte de Brasil.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 11 – PLANO DE AÇÃO ROLETE

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	516749	Categoria de ação:	Recuperação.
Descrição:	ROLETE SUP	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Recuperação do rolete assim como realizado com as capas de rolo (grafitagem e soldagem de novas taliscas).	Não será mais necessário comprar peças de reposição novas, diminuindo assim o custo.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 12– PLANO DE AÇÃO CAME

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	506542	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Came	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a l Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de came por parte da Brasil, sem (pequena) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 13 – PLANO DE AÇÃO ESPAÇADOR

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	506319	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Espaçador	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Diminuir o intervalo de lubrificação (principalmente do cabeçote) para aumentar a durabilidade desse componente.	Redução do custo com aquisição de espaçador por parte da Brasil.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 14 – PLANO DE AÇÃO ROTATOR

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	525378	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Rotator	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Substituição de componentes na meia vida do rotator (retentores e demais componentes danificados).	Aumento da vida útil do rotator e reaproveitamento de peças em bom estado ao fim da vida útil do mesmo.		

FONTE: O autor (2021)

QUADRO 15 – PLANO DE AÇÃO TURBINA

PLANO DE AÇÃO OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO:			
Código:	507158	Categoria de ação:	Alteração do plano de manutenção
Descrição:	Turbina	Início:	
Descrição do procedimento realizado:	Efeito esperado:	Efeito obtido:	
Busca de fornecedores alternativos para fornecimento para a [redacted] Brasil. Sendo necessário que o fornecedor tenha capacidade de atender de forma satisfatória a demanda da empresa.	Redução do custo com aquisição de turbina por parte da [redacted] Brasil, sem (pequena) ter perdas em qualidade do produto e sua durabilidade.		

FONTE: O autor (2021)

Com a determinação dos planos de ações para todas as peças analisadas foi possível iniciar a determinação de diretrizes para prosseguimento com as ações determinadas juntos aos técnicos e aquilo que é aplicável na prática, seja por uma questão técnica ou pela disponibilidade de despendimento monetário da empresa.

Com isso, os testes dos planos de ações iniciaram em novembro de 2021 e tem previsão para serem encerrados no final de 2023.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizadas todas as análises e considerações sobre os resultados obtido durante a elaboração do presente trabalho, o autor pôde concluir que:

- A realização da estruturação dos custos na análise dos despendimentos financeiros dentro da colheita florestal é de suma importância para a tomada de decisão;
- A relação entre custo unitário das peças e durabilidade são moderadamente interdependentes quando analisadas de forma agrupada;
- A relação entre custo unitário das peças e durabilidade são altamente dependentes quando analisadas de forma estratificada por tipo de equipamento;
- É possível realizar a determinação da relação C/B, o que pode subsidiar de forma muito assertiva tomadas de decisões futuras com despendimentos financeiros na aquisição de peças de reposição;
- Com a determinação da curva ABC de custos, foi possível determinar o foco de ação nos itens de maior interesse (maior custo), tornando a tomada de decisão assertiva e direta;
- Foi possível determinar a fórmula para determinação da relação B/C e auxiliar na tomada de decisão;
- Foi possível criar planos de ação e iniciar suas testagens em campo a fim de verificar sua eficiência e eficácia.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para realização de trabalhos futuros o autor cita:

- A realização de estudo durante um período maior de tempo (2 anos), pois assim poderia ser determinada a durabilidade das peças alternativas a fim de verificar a relação B/C e auxiliar a tomada de decisão e determinar o *saving* monetário da ação.

REFERÊNCIAS

BROWN, Rafael Oliveira; DINIZ, Carlos César Cavassin. **Colheita florestal e manutenção de equipamentos móveis**. Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal UFPR, v. 1, p. 01-41, 2017.

MACHADO, Carlos Cardoso; LOPES, Eduardo Silva. **Planejamento**. In: **MACHADO, C. C. (Org.). Colheita Florestal**, Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 468 p. 2002.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em confiabilidade (Reliability Centered Maintenance)**. Biddles Ltd., Guilford and King's Lynn, 2000.

MUSSAK, Eugenio. REVISTA VOCÊ s/a. **Líder completo**. 109. Ed. São Paulo: Julho 2007.

PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 1997.

PARISE, Dionísio; MALINOVSKI, Jorge Roberto. **Análise e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil**. IM: MALINOVSKI, Jorge Roberto (coord.). XII Seminário de atualização sobre sistemas de colheita de Madeira e transporte florestal – Anais. Curitiba: GRAFIVEN, 2002.

SANTOS, Gilson Scofield. **Manual de equipamentos florestais**. IM: MACHADO, Carlos Cardoso (coord.). 5º Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal – Anais. Porto seguro, BA: Editora Eletrônica, 2001.

KARDEC, Alan; LAFRAIA, João. **Gestão estratégica e confiabilidade**. Qualitymark: ABRAMAN. – Rio de Janeiro, 2002.

SOEIRO, Valdenir Manoel Nunes. **Manutenção de máquinas florestais na colheita mecanizada: a busca para obter a melhor disponibilidade mecânica**.

FONTES, Jefferson Machado; MACHADO, Carlos Cardoso. **Manutenção mecânica. Colheita florestal**, v. 3, p. 265-298, 2014.

DA SILVA, Gerson Luis Caetano. **Modelo de estoque para peças de reposição sujeitas à demanda intermitente e lead time estocástico**. 2009.

PARKER, William Thomas. **Documentation and evaluation of comparability of overhead costs reported for depot level maintenance**. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA, 1984.

AUST, W. M.; SHAFFER, R. M.; BURGER, J. A. **Benefits and costs of forestry best management practices in Virginia**. Southern Journal of Applied Forestry, v. 20, n. 1, p. 23-29, 1996.

FERNANDES, André Luís Valverde; IZIPPATO, Flávia Joise; DE OLIVEIRA, Wallace. **MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS NA BACIA DO CÓRREGO CARRO QUEIMADO–TRÊS LAGOAS (MS).**

DE ABREU, Adilson Delfino; DE LANA, Juliana Arruda Souza; RIBEIRO, Ronaldo Neves. **FLORESTA 4.0-INTEGRANDO AS OPERAÇÕES DE COLHEITA FLORESTAL COM SAP ECC.**

BERGER, Ricardo et al. **Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear.** Floresta, v. 33, n. 1, 2003.

JACOVINE, L. A. G. **Avaliação da perda de madeira em cinco subsistemas de colheita florestal.** Revista Árvore, v.25, n.4, p.463-470, 2001.

GULLBERG, Tomas. **A deductive time consumption model for loading shortwood.** Journal of forest engineering, v. 8, n. 1, p. 35-44, 1997.

GAGLIARDI, Kayla; ACKERMAN, Simon; ACKERMAN, Pierre. **Multi-Product Forwarder-Based Timber Extraction: Time Consumption and Productivity Analysis of Two Forwarder Models Over Multiple Products and Extraction Distances.** Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, v. 41, n. 2, p. 1-12, 2020.

PURFÜRST, Frank Thomas. **Learning curves of harvester operators.** Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, v. 31, n. 2, p. 89-97, 2010.

MAESANO, Mauro et al. **Productivity and energy consumption in logging operation in a Cameroonian tropical forest.** Ecological engineering, v. 57, p. 149-153, 2013.

ARCE, J. E.; MacDONAGH, P.; FRIEDL, R. A. **Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de traçamento aplicados a fustes individuais.** Árvore, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 383-391, 2004