

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ELETROTÉCNICA – CAMPUS CURITIBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU - LEAN SIX SIGMA**

**MAICKOL KUKOLJ**

**ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE ETAPA DE PESCA EM PROCESSO DE TRIAGEM  
DE PACOTES EM EMPRESA DE LOGÍSTICA**

**CURITIBA**

**2023**

**MAICKOL KUKOLJ**

**ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE ETAPA DE PESCA EM PROCESSO DE TRIAGEM  
DE PACOTES EM EMPRESA DE LOGÍSTICA**

**OPTIMIZATION STUDY OF PICKING STAGE IN PACKAGE SORTING PROCESS  
IN LOGISTICS COMPANY**

Trabalho de conclusão de curso de Pós-graduação Lato Senso – Lean Six Sigma apresentada como requisito para obtenção do título de Especialista em Lean Six Sigma da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Professor Doutor Carlos Henrique Mariano.

**CURITIBA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**MAICKOL KUKOLJ**

**ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE ETAPA DE PESCA EM PROCESSO DE TRIAGEM  
DE PACOTES EM EMPRESA DE LOGÍSTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Especialista em Lean Six Sigma da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 31/Julho/2024

---

Carlos Henrique Mariano  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Emerson Rigoni  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Marcelo Rodrigues  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

**CURITIBA**

**2023**

Dedico este trabalho à minha irmã e ao meu pai que sempre me inspiraram à busca do conhecimento para que eu pudesse me tornar uma pessoa e um profissional melhor.

## RESUMO

No processamento de pacotes de última milha dentro de um centro de distribuição a etapa de pesca (*picking*) não era medida ou controlada. Na busca pela redução do custo de processamento de pacotes implementou-se um ciclo PDCA com utilização de ferramentas de mapeamento de processos, diagramas de Ishikawa e árvore de falhas para identificar oportunidades de redução da necessidade de colaboradores pelo aumento da produtividade de pesca. Com a utilização de cronoanálise e análise estatística de dados foi possível realizar uma proposta de solução para redução do quadro de pesca. Em um intervalo de 5 meses foi obtido retorno de aproximadamente 0,7 milhões de reais, com estimativa de mais de 1,3 milhões de reais para 2023. Os resultados demonstram que o Ciclo PDCA e as ferramentas utilizadas são robustas e eficazes para a otimização de processos como o de processamento de pacotes em uma empresa logística.

Palavras-chave: logística; processamento de pacotes; *picking*; otimização de processos.

## **ABSTRACT**

When processing last mile packages within a distribution center, the picking step wasn't measured or controlled. Aiming reducing the cost of processing packages, the PDCA Cycle was implemented using process mapping, Ishikawa and fault tree tools to identify opportunities to reduce the need for employees by increasing picking productivity. Using chrono analysis and statistical data analysis it was possible to propose a solution to reduce the amount of picking employees. In an interval of 5 months, a return of approximately 0.7 million reais was obtained, with an estimate of more than 1.3 million reais for 2023. The results demonstrate that the PDCA Cycle and the tools used are robust and effective for optimization of processes related to package processing in a logistics company.

Keywords: logistics; package processing; picking; process optimization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Layout de posto de pesca .....	17
Figura 2 – Carrinho e gaiola pneumática .....	18
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 4 – Árvore de falhas.....	22
Figura 5 – Resultados do Teste T.....	26
Figura 6 – Resultados do Teste ANOVA.....	28
Gráfico 1 – Boxplot de produtividade global de pesca .....	24
Gráfico 2 – Boxplot de produtividade de pesca por quantidade de ruas pescadas .....	24
Gráfico 3 – Gráfico de distribuição de probabilidade de todos os dados .....	25
Gráfico 4 – Gráficos de distribuição de probabilidade para os cenários de 1 e 2 ruas.....	26
Gráfico 5 – Histograma do teste T para 1 rua.....	27
Gráfico 6 – Gráfico de distribuição normal .....	29

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Trecho de tabela original com variáveis que afetam produtividade de pesca .....</b>	<b>21</b>
---	-----------



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PHH	Pacotes Homem Hora
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Estudo de otimização de etapa de pesca em processo de triagem de pacotes em empresa de logística</b>	<b>14</b>
1.1.1	Delimitação do tema	15
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
<b>1.3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Mapeamento de processo - Detalhamento do processo de pesca</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Cálculo de produtividade de pesca</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Coleta de dados</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Brainstorming, Ishikawa e árvore de falhas</b>	<b>20</b>
2.4.1	Ishikawa e Árvore de Falhas	21
2.4.2	Análise das oportunidades levantadas no brainstorming	22
<b>2.5</b>	<b>Análise dos dados</b>	<b>23</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise e escolha da solução a ser implementada</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Próximos passos</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a palavra "logística" é conhecida por qualquer pessoa que se pergunte, e apesar de ter origem na antiga Grécia há milênios, foi apenas no século 20 que sua aplicação ganhou dimensão. Foi durante a Segunda Guerra Mundial que a logística militar mostrou ao mundo sua capacidade de movimentar imensas quantidades de bens e pessoas. Durante a recessão econômica pós-Segunda Guerra Mundial, profissionais e estudiosos viram a logística como uma solução para problemas complexos de abastecimento, e através de uma aliança entre militares e líderes do mercado econômico, iniciou-se uma revolução na logística. (PRATT, 2021). Foi apenas no final dos anos 1950 que a logística ganhou espaço, e começaram a se observar a realização de conferências, criação de jornais, de organizações profissionais e de cursos de graduação dedicados ao tema: logística. Até então, a logística não estava relacionada com negócios e não era considerada uma área de estudo onde se buscava lucro, mas com o aquecimento das discussões sobre logística, até o final dos anos 60, a logística se tornou uma ciência que introduziu para o mundo dos negócios uma nova lógica de relação entre espaço e economia. Somente a partir da década de 1970 que a logística foi introduzida nos modelos de cálculo de negócios e desde então ela tomou um papel de importância para os negócios de qualquer empresa, revolucionando a globalização de negócios e de sistemas de produção. (ADDEY *et al.*, 2014).

Dando um salto para o século 21, a logística se tornou sinônimo de tecnologia e automação, principalmente após a pandemia de COVID que ocorreu em 2022 e forçou as pessoas do mundo todo a consumirem produtos do e-commerce. Drones realizam entregas de refeições quentes nas janelas de prédios. Veículos autônomos transportam passageiros dentro de cidades. Galpões de operadores logísticos que são 100% automatizados e sequer necessitam de luzes, já que a tecnologia atual permite que os robôs operem no escuro. Soluções que têm um ar futurista e parecem sair de algum filme já existem e são utilizadas mundo afora, porém seu custo ainda é extremamente alto e com o mercado de negócios extremamente disputado, ainda são poucas as operações que possuem tal nível de automação. Assim, a mão de obra humana ainda é a solução economicamente mais atrativa para diversas companhias do ramo de logística, principalmente em regiões subdesenvolvidas onde a remuneração pelo trabalho humano ainda é baixa, como por exemplo a América Latina e grande parte da Ásia.

No Brasil, a Empresa A, maior e mais antiga multinacional de serviços

logísticos do mundo, é responsável pela coleta, separação e envio de pacotes em 54 sites da Empresa B, maior empresa de e-commerce da América Latina, e nenhuma destas operações possui algum tipo de automação moderna como as citadas acima. Exceto pela presença de uma esteira motorizada para auxiliar em uma etapa de separação de pacotes denominada "pesca", todo o processo é realizado de maneira manual.

### **1.1 Estudo de otimização de etapa de pesca em processo de triagem de pacotes em empresa de logística**

Este estudo está situado na etapa de pesca dentro do processo de última milha em que os pacotes recebidos em um centro de distribuição são identificados e segregados para carregamento em veículos que irão levar estes pacotes até o consumidor final. De maneira resumida, o processo de última milha pode ser dividido em 5 etapas:

Recebimento – Os pacotes são recebidos de diversas origens no centro de distribuição e segregados para identificação;

Etiquetagem – Cada pacote recebe uma etiqueta que identifica o veículo ao qual deverá ser carregado e seu destino final (rota); Este pacote é colocado então em uma esteira motorizada para que sejam encaminhados para o próximo processo;

Pesca – O pacote que está na esteira é visualizado por uma pessoa que lê sua etiqueta e identifica se deve retirá-lo da esteira ou não, utilizando suas próprias mãos; Cada pescador possui uma lista com rotas identificadas alfanumericamente e através deste código é possível tomar a decisão de retirada de pacote da esteira;

Atrelamento – Para os pacotes que foram retirados da esteira (pescados) um segundo colaborador busca a gaiola que esteja identificada com a respectiva rota do pacote e coloca o pacote dentro desta gaiola fazendo uma confirmação sistêmica (atrelamento);

Expedição – Após todos os pacotes terem sido atrelados às suas respectivas rotas, as gaiolas com os pacotes são levadas até a área de expedição onde os pacotes são carregados nos veículos que deixam o centro de distribuição para realizar a entrega dos pacotes aos consumidores finais.

O processamento dos pacotes de última milha é planejado de acordo com uma previsão de volumetria recebida com antecedência e para entrega do nível de serviço (SLA) esperado pelo cliente Empresa B. Para o processamento dos pacotes, é necessário que diversos colaboradores realizem o procedimento de pesca de pacotes, porém a tomada de decisão relacionada à necessidade de pessoas para a realização deste processo é baseada apenas no histórico de cada site e na previsão de volumetria acima citada.

### 1.1.1 Delimitação do tema

Este estudo busca mapear o processo de pesca e entender de que maneira é possível propor otimizações. Para isto serão utilizadas ferramentas e conceitos do *Lean Manufacturing* e do Seis Sigma que darão sustentação na defesa dos resultados obtidos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Otimizar o processo de pesca com foco em ganho de produtividade para redução de quadro de colaboradores e ganho financeiro.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Utilizar Ciclo PDCA e ferramentas de mapeamento de processo e análise de dados para identificar oportunidades, propor melhorias, implementar ações e medir resultados referentes à otimização proposta.

As principais ferramentas utilizadas foram: Mapeamento de processos, Cronoanálise, Análise de árvore de falhas, Diagrama de Ishikawa, *Brainstorming* e análise estatística de processo.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Durante o processamento dos pacotes existe uma alta necessidade de mão de obra para atendimento dos KPIs e do SLA. Das 5 etapas do processo de última milha apenas a pesca não possui registro sistêmico e por conta disso acaba deixando de ser medida, e tampouco controlada, o que sugere grandes chances de encontrar oportunidades de otimização. Com a otimização do processo de pesca espera-se conseguir reduzir a quantidade de colaboradores necessários para realizar o processo de pesca, conseqüentemente reduzindo o custo de processamento de pacotes e aumentando a competitividade da Empresa A ao oferecer soluções mais enxutas para a Empresa B, com ganhos financeiros significativos.

## 1.4 METODOLOGIA

Este é um estudo de caso situado na etapa de pesca do processo de última milha. É uma pesquisa aplicada e tem conotação qualitativa e quantitativa. Tem caráter exploratório e de inovação e o aspecto de buscar melhorias no processo e

redução do custo do pacote.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste estudo se fez necessário compreender o processo de pesca de maneira mais detalhada. Também foi necessário entender como é possível se calcular a produtividade de pesca, já que este processo não possui nenhuma etapa sistêmica. Uma vez tendo conhecimento do processo e do racional para o cálculo de produtividade pôde-se compreender como o sistema reage às propostas de melhoria a serem estudadas.

### 2.1 Mapeamento de processo - Detalhamento do processo de pesca

Para o detalhamento do processo de pesca realizou-se estudo da Instrução de Trabalho construída para esta atividade e acompanhamento presencial em um intervalo de 44 dias.

O processo de pesca é realizado por diversas pessoas de maneira simultânea, em que cada pescador possui uma lista de diferentes rotas que deverão ser pescadas. O pescador fica posicionado ao lado da esteira e em frente à sua rua. Dá-se o nome de “rua” para o conjunto de gaiolas dispostas de maneira ordenada em que cada gaiola representa uma rota a ser pescada pelo pescador. As ruas de gaiolas ficam dispostas em ambos lados da esteira de maneira perpendicular e subsequente, de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Layout de posto de pesca



Fonte: Autoria própria (2023)

O pescador possui junto consigo um carrinho semelhante aos de super mercados e uma gaiola pneumática de maior dimensão para posicionar os pacotes pescados, conforme a Figura 2.

**Figura 2 – Carrinho e gaiola pneumática**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

A esteira motorizada é responsável pela movimentação dos pacotes que foram etiquetados e possuem a identificação das rotas a serem pescadas pelos pescadores. **Os pescadores devem observar os pacotes que são movimentados pela esteira, ler a etiqueta de identificação, remover da esteira os pacotes cujas rotas estejam em suas ruas e posicioná-los dentro do contentor apropriado**, seja o carrinho de supermercado para pacotes menores ou a gaiola pneumática para pacotes maiores e mais pesados. Caso, por algum motivo, não haja sucesso na pesca do pacote o pacote seguirá até o fim da esteira onde outro colaborador denominado “goleiro” é responsável por recolher os pacotes, levar de volta para o início da esteira e posicioná-los sobre a esteira, para que os pescadores tenham mais uma vez oportunidade de pescá-los.

Como a esteira, após ligada, não para de rodar, durante o processamento dos pacotes os pescadores tem a função única e exclusiva de fazer a pesca dos pacotes, enquanto que outros colaboradores os auxiliam realizando a troca dos carrinhos e gaiolas pneumáticas que estão cheios. Desta maneira espera-se que os pescadores



não deixem de pescar pacotes para realizar outras funções e deixem pacotes de suas ruas passarem para o goleiro de maneira desnecessária, evitando o retrabalho.

É uma prática comum nas operações cada rua possuir um pescador dedicado para a pesca dos pacotes. Estas ruas, entretanto, podem possuir tamanhos diferentes pois dependem do espaço disponível no galpão e do *layout* projetado para a operação. Neste estudo em questão, a operação estudada possui *layout* com todas as ruas de mesmas dimensões.

## 2.2 Cálculo de produtividade de pesca

A produtividade de pesca é medida na unidade de pacotes pescados por uma pessoa dentro do intervalo de uma hora, também chamado de Pacote Homem Hora (PHH).

Enquanto as etapas de etiquetagem e atrelamento são suportadas por um sistema virtual em que as etiquetas dos pacotes são lidos através de um *scanner* manual, a pesca acontece apenas de maneira física e esta atividade não é registrada sistemicamente. Também são registrados sistemicamente todos os pacotes que não foram pescados e percorreram toda a extensão da esteira chegando ao goleiro. Para um cálculo estimado de produtividade geral é necessário então se apoiar nestes processos em que é possível ter visibilidade sistêmica. Sabendo que o tempo que o pacote leva para percorrer a esteira completa é de aproximadamente 50 segundos, é realizado a cada intervalo de 30 minutos um cálculo de balanço entre pacotes que foram etiquetados e pacotes recebidos pelo goleiro, dividindo este resultado pelo número de pescadores e pelo tempo entre as coletas de dados tem-se então uma produtividade média estimada de pesca.

Vale lembrar para o reprocesso dos pacotes do goleiro não há leitura sistêmica do momento em que os pacotes foram colocados novamente no início da esteira, então não é possível desta maneira saber com exatidão a produtividade real sendo realizada pelos pescadores.

Devido à incerteza da estimativa de produtividade seguindo o cálculo racionalizado acima optou-se pela realização de cronoanálise para coleta de dados e posterior cálculo de produtividade média. Os resultados desta cronoanálise irão ser comparados com a produtividade obtida pelo racional de cálculo acima para que se possa entender se ambas análises se comportam da mesma maneira e se o cálculo

através do racional fornece uma boa estimativa da produtividade média quando comparada aos resultados da cronoanálise.

### **2.3 Coleta de dados**

Durante um intervalo de 44 dias foram coletadas 63 amostras de dados de pesca de pacotes com o auxílio de um cronômetro e de um contador manual. As observações dos cronoanalistas referentes às possíveis causas de baixa produtividade ou a desvios da instrução de trabalho também foram coletadas junto com os dados amostrais obtidos.

Para garantir a heterogeneidade dos dados coletados participaram ao todo 4 cronoanalistas previamente treinados, 12 pescadores e as coletas foram realizadas em diferentes momentos do processo, em diferentes posicionamentos dos pescadores na esteira e em dias variados totalizando um intervalo de 44 dias.

Os dados obtido foram compilados e os *outliers* removidos, construindo assim a base a ser utilizada para realização das análises.

### **2.4 *Brainstorming*, Ishikawa e árvore de falhas**

Com os dados coletados e tratados em mão realizou-se um *brainstorming* com o time de cronoanalistas, coordenadores operacionais, pescadores e time de melhoria contínua para discussão das observações levantadas pelos cronoanalistas durante a coleta de dados, apresentação dos resultados prévios da cronoanálise e coleta de informações com os coordenadores e pescadores sobre prováveis variáveis capazes de influenciar a produtividade de pesca.

Após o *brainstorming* foi possível adicionar à base de amostras coletadas as informações referentes às variáveis que poderiam estar prejudicando a produtividade de pesca. São elas:

Ociosidade – Baixa, média ou alta;

Quantidade de mãos utilizadas para a pesca – Uma ou duas;

Quantidade de ruas para as quais o pescador pescava pacotes – Uma ou duas;

Disponibilidade de contentores para alocação dos pacotes pescados – Um ou dois;

Posição do pescador na esteira – Início, meio ou fim da esteira;

Pescador auxiliava o pescador a sua frente – Sim ou não;

Perfil médio de pacotes pescados – Pequeno, médio ou grande;

Disponibilidade de contentores para alocação de pacotes pescados – Alta ou baixa;

Um trecho da tabela original é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Trecho de tabela original com variáveis que afetam produtividade de pesca**

Prod bruta (pcts/h)	Ociosidade	1 ou 2 mãos	1 ou 2 ruas (pesca)	contentor uni ou bilateral	posição na esteira	Rota volumoso	ajudava colega?	parada de esteira (minuto)	perfil de pacote	disponibilidade de gaiola/carrinho
102	Baixo	2	1	Bilateral	Início	Sim	Sim	0	M	Alta
357	Alta	2	2	Bilateral	Final	Não	Não	00:02	M	Alta
189	Alta	2	1	Bilateral	Final	Não	Sim	0	P	Alta
145	Alta	2	1	Bilateral	Final	Não	Sim	0	M	Alta
459	Média	2	1	Bilateral	Meio	Não	Não	0	M	Alta
366	Média	2	1	Unilateral	Meio	Não	Sim	0	M	Baixa
720	Baixo	2	2	Bilateral	Meio	Não	Sim	0	G	Baixa
72	Alta	1	1	Bilateral	Início	Sim	Sim	0	G	Alta

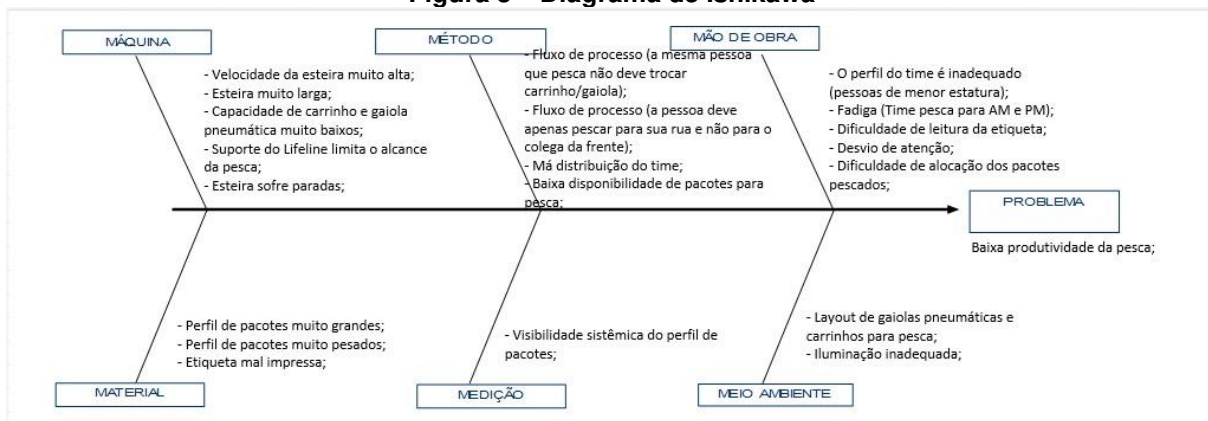
Fonte: Autoria própria (2023)

Aproveitou-se a presença de representantes de diferentes áreas durante este *brainstorming* para a construção de um Ishikawa e uma árvore de falhas

### 2.4.1 Ishikawa e Árvore de Falhas

Para a construção do Ishikawa foram coletadas observações de todos participantes durante o *brainstorming* e em conjunto se desenhou a espinha de peixe com as principais possíveis causas da baixa produtividade de pesca, resultando no diagrama apresentado na Figura 3.

**Figura 3 – Diagrama de Ishikawa**



Fonte: Autoria própria (2023)

Analisando os apontamentos realizados no ishikawa selecionaram-se aqueles apontamentos que acreditava-se que teriam maior influência na baixa produtividade de pesca e utilizando-se da técnica dos cinco porques construiu-se uma árvore de falhas. Esta árvore é apresentada na figura 4.

**Figura 4 – Árvore de falhas**

FTA						
Baixa produtividade de pesca	Baixa disponibilidade de pacotes por pescador	poucas bancadas de etiquetagem	Pouca disponibilidade de pacotes	baixa aderência de LH****	atrasos	
				Falta de HC na indução	Falha de planejamento para este HC específico	
		Aleatoriedade de pacotes	HC mal dimensionado		Falha de labor planning	Premissa acima da capacidade operacional
					Premissas descalibradas	Operação necessita treinamento/equipamento para alcançar a premissa
	Limitação física: suporte de life line atrapalha a pesca	Pacotes grandes*	cubagem incorreta	apontamento incorreto do seller		
			falta de segregação de pacotes volumosos na indução	não há intrusão da gestão para realizar o processo		
		Posicionamento do life line	Colaborador não sabe identificar volumoso	Diaristas induzem		
	Dificuldade de alocação dos pacotes pescados	Carrinhos muito cheios**	pacotes grandes*			
			troca de carrinhos pouco frequente	Sorter está focado no sorting		
		Gaiola pneumática longe Pacotes muito pesados pesca amiga		Falta de HC no sorting*****	Falha de labor planning	
				Premissas descalibradas		
Baixa produtividade de pesca	Desvio de atenção	arrumação dos pacotes no contentor	Pacotes grandes*	ABS alto		
	Dificuldade de leitura da etiqueta***		Carrinhos muito cheios**			
			ajuste da impressora			
			Etiqueta mal impressa	má qualidade do insumo		
			Caracteres semelhantes (C e G; EeF; IeJ; etc)			
			Velocidade da esteira alta			
	Parada de esteira		pacotes de ponta cabeça	etiqueta mal colada		
			Ocupação da esteira	falha de etiquetagem		
			falta de etiqueta no pacote	muitas rotas brancas		
			Acúmulo de pacotes no goleiro	Falha de pesca	muitas etiquetadoras abertas	
		Situação de emergência (HSE)		Carrinhos muito cheios**		
	Falta de pacotes para indução	baixa aderência de LH****	Pacotes grandes*			
	Estouro de buffer de pesca	sorting menor que a pesca	Falha de leitura da etiqueta***			
			Falta de HC no sorting*****			

Fonte: Autoria própria (2023)

2.4.2 Análise das oportunidades levantadas no *brainstorming*

As informações discutidas no *brainstorming*, o Ishikawa e a árvore de falhas serviram de base para se iniciarem as análises mais aprofundadas dos dados coletados com o objetivo de se identificar alguma oportunidade de adequação de processo com foco em aumento de produtividade.

Durante o *brainstorming* foi apontado por diferentes participantes que muitas vezes a quantidade de pacotes a ser pescada em um dia para uma determinada rua era baixa. Estes apontamentos quando cruzados com os dados de ociosidade coletados pelo cronoanalistas indicam que a **falta de disponibilidade de pacotes para a pesca** poderia estar influenciando na produtividade do pescador.

Nos dados coletados a disponibilidade de pacotes está relacionada à quantidade de ruas para as quais o pescador pesca os pacotes (uma ou duas ruas) e por isso se escolheu avaliar estatisticamente a influência desta disponibilidade na produtividade de pesca através da observação do comportamento da produtividade dentro destes grupos distintos.

## 2.5 Análise dos dados

Como resultado da implementação das ferramentas citadas no capítulo anterior definiu-se o escopo para análise dos dados e se escolheu a análise estatística para identificação das oportunidades de melhoria. O objetivo desta análise é avaliar se há diferença estatisticamente significativa entre os dados coletados de pescadores que pescavam para uma e para duas ruas. Portanto, nossa **hipótese nula** ( $H_0$ ) afirma que **não existe diferença entre pescadores que pescam para uma ou duas ruas**. Para as análises foram utilizados os softwares Microsoft Excel 365 e Minitab 17.

Inicialmente foi calculada a produtividade global, considerando todas as amostras previamente tratadas. Escolheu-se uma plotagem dos dados em *Boxplot* para que se tivesse uma visão mais completa do comportamento dos dados. Foi escolhida a mediana como a medida da produtividade global, visto que esta medida de tendência central sofre menor influência de amostras extremamente altas ou baixas. Desta maneira a **produtividade global obtida foi de 423 PHH**. O gráfico *boxplot* obtido e seus respectivos dados estão representados no Gráfico 1.

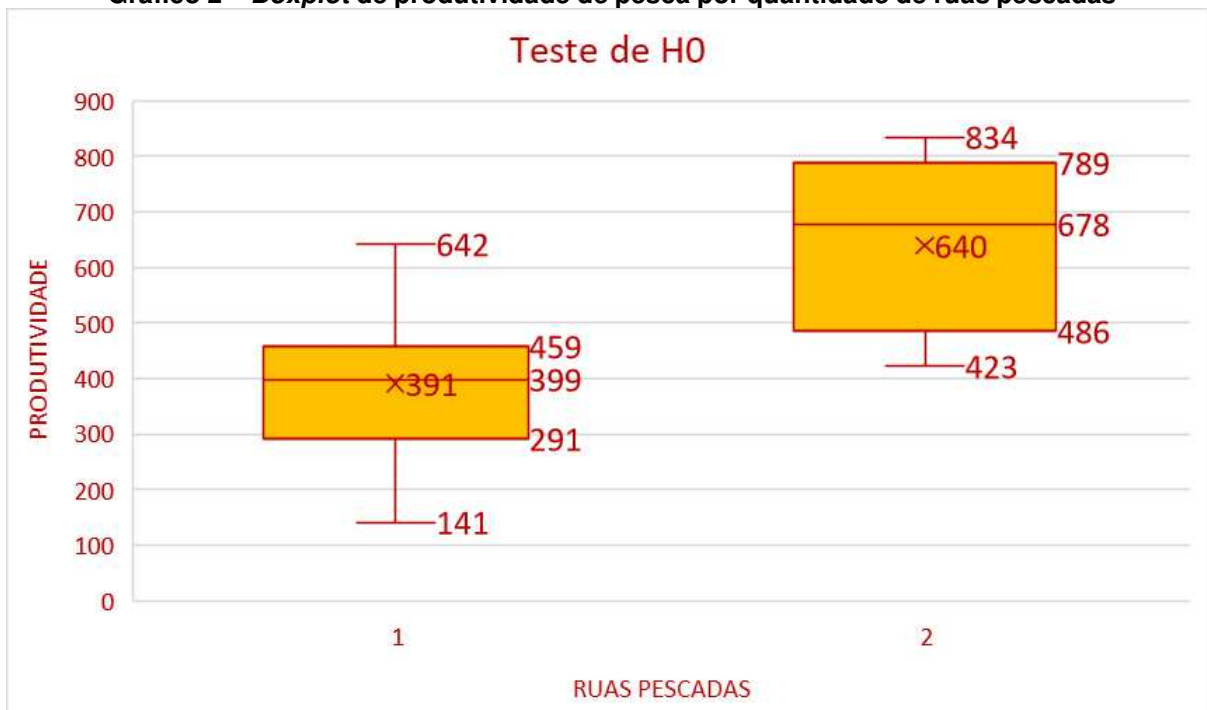
**Gráfico 1 – *Boxplot* de produtividade global de pesca**



Fonte: Autoria própria (2023)

Como primeira avaliação escolheu-se calcular a produtividade considerando os dados separados nos grupos de pescadores de uma e de duas ruas. Da mesma maneira foram plotados os gráficos *Boxplot* para ambas condições avaliadas, conforme o Gráfico 2. Os resultados obtidos foram de 399 PHH para pescadores de uma rua e 678 PHH para pescadores de duas ruas.

**Gráfico 2 – *Boxplot* de produtividade de pesca por quantidade de ruas pescadas**

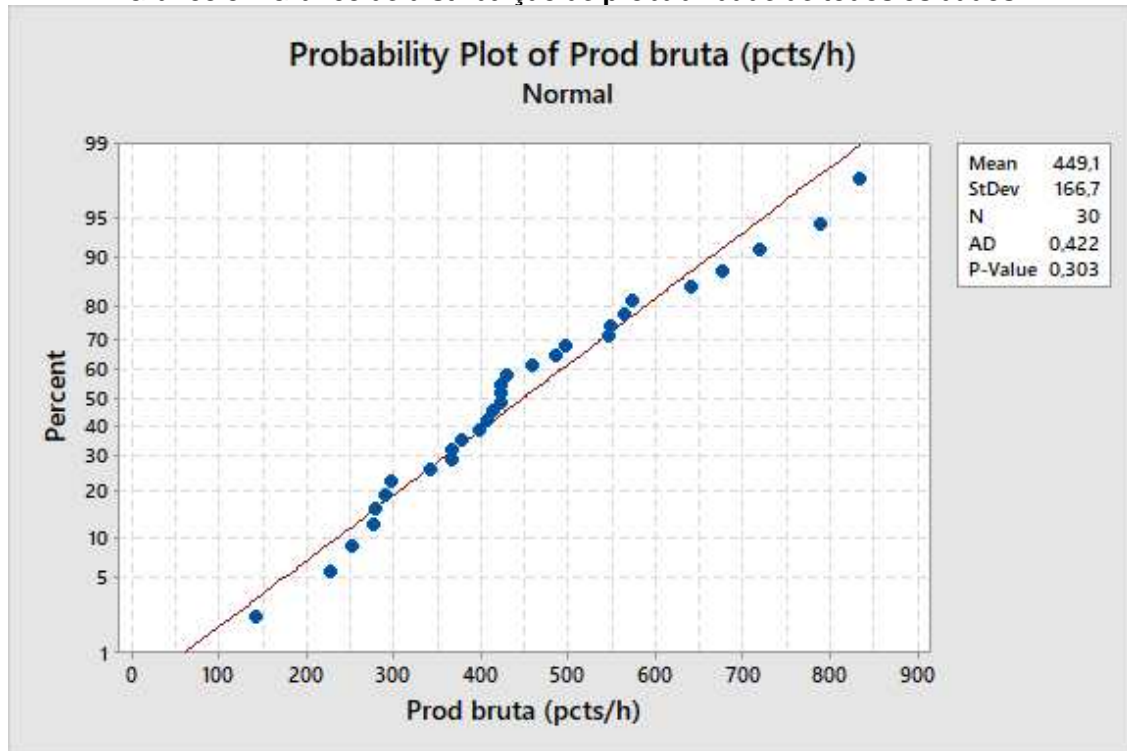


Fonte: Autoria própria (2023)

O resultado encontrado para a produtividade do pescador de duas ruas é 70% maior do que o resultado obtido para o pescador de uma rua o que indica que nossa

hipótese nula ainda pode ser considerada para as análises estatísticas. Para dar continuidade às análises foi construído um gráfico de probabilidade considerando todas as amostras para se testar  $H_0$ , apresentado abaixo no Gráfico 3.

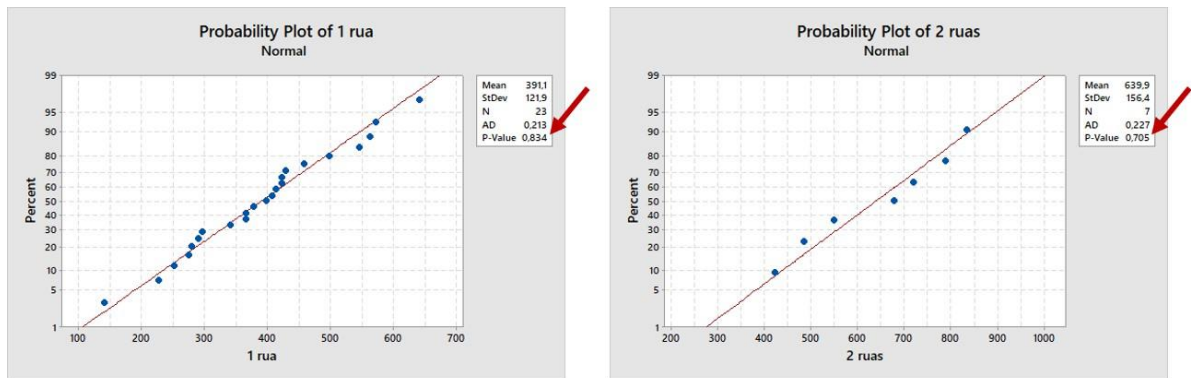
**Gráfico 3 – Gráfico de distribuição de probabilidade de todos os dados**



**Fonte: Aatoria própria (2023)**

Avaliando o Valor P encontrado nesta análise não podemos descartar a hipótese nula, porém seu valor ainda indica que as produtividades dos cenários avaliados podem ser diferentes, visto que o valor P ainda está muito longe de 1 (um). Para avaliar o comportamento dos dados dentro de seus próprios grupos, foi realizada a construção dos gráficos de probabilidade para os cenários distintos avaliados, nos quais, para cada cenário, a nova hipótese nula é de que não há diferença na produtividade entre os pescadores que pescam pacotes apenas para uma ou duas ruas, respectivamente. Estes gráficos são apresentados abaixo no Gráfico 4.

**Gráfico 4 – Gráficos de distribuição de probabilidade para os cenários de 1 e 2 ruas**



H0: Não existe diferença entre pescadores pescam para 1 rua.

H0: Não existe diferença entre pescadores pescam para 2 ruas.

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Os valores P encontrados para ambas análises são muito mais próximos à unidade. Analisando-se os três gráficos de probabilidade e seus valores P acredita-se que outros fatores, previamente observados na fase de *brainstorming*, podem estar trazendo variabilidade nos dados. Tendo em vista estes resultados escolheu-se fazer um teste T para o cenário de uma rua por pescador, comparando a média obtida no cenário de duas ruas por pescador. Para este teste consideramos a hipótese nula original. Os resultados do Teste T e o histograma são apresentados na Figura 5 e no Gráfico 5.

**Figura 5 – Resultados do Teste T**

**One-Sample T: 1 rua**

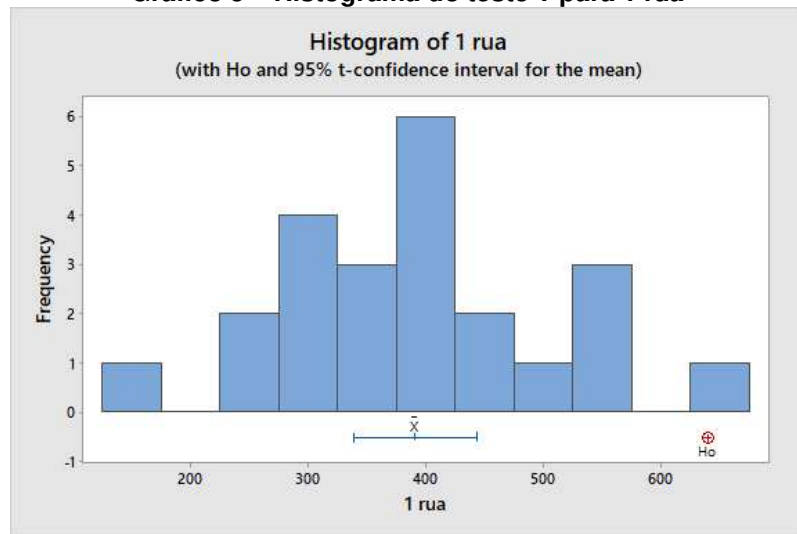
Test of  $\mu = 639,9$  vs  $\neq 639,9$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
1 rua	23	391,1	121,9	25,4	(338,4; 443,8)	-9,79	0,000

**Fonte: Autoria própria (2023)**



Gráfico 5 – Histograma do teste T para 1 rua



Fonte: Autoria própria (2023)

De acordo com o valor P encontrado de 0,000 é possível se afirmar que o resultado obtido é estatisticamente significativo e que nossa hipótese nula pode ser rejeitada. Além disso, o valor T encontrado de -9,79 indica que a diferença observada nos dados é 9,79 vezes maior que a variabilidade dos dados e está deslocado para a esquerda em uma curva T de distribuição de probabilidade. Isto pode também ser observado no histograma apresentado no Gráfico 5 comparando os posicionamentos de  $H_0$  e  $\bar{X}$ .

Também realizou-se análise de variâncias para as amostras de ambos grupos avaliados para validar o resultado obtido no teste T. Os resultados do teste ANOVA obtidos são apresentados na Figura 6.

**Figura 6 – Resultados do Teste ANOVA**

```

Method

Null hypothesis          All means are equal
Alternative hypothesis   At least one mean is different
Significance level      α = 0,05

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor          Levels  Values
1 ou 2 ruas (pesca)    2    1; 2

Analysis of Variance

Source          DF  Adj SS  Adj MS  F-Value  P-Value
1 ou 2 ruas (pesca)  1  332125  332125   19,62   0,000
Error           28  473885  16924
Total          29  806009

Model Summary

          S    R-sq  R-sq(adj)  R-sq(pred)
130,094  41,21%  39,11%    30,86%

Means

1 ou 2
ruas
(pesca)  N    Mean  StDev    95% CI
1         23  391,1  121,9   (335,5; 446,7)
2         7   639,9  156,4   (539,1; 740,6)

Pooled StDev = 130,094

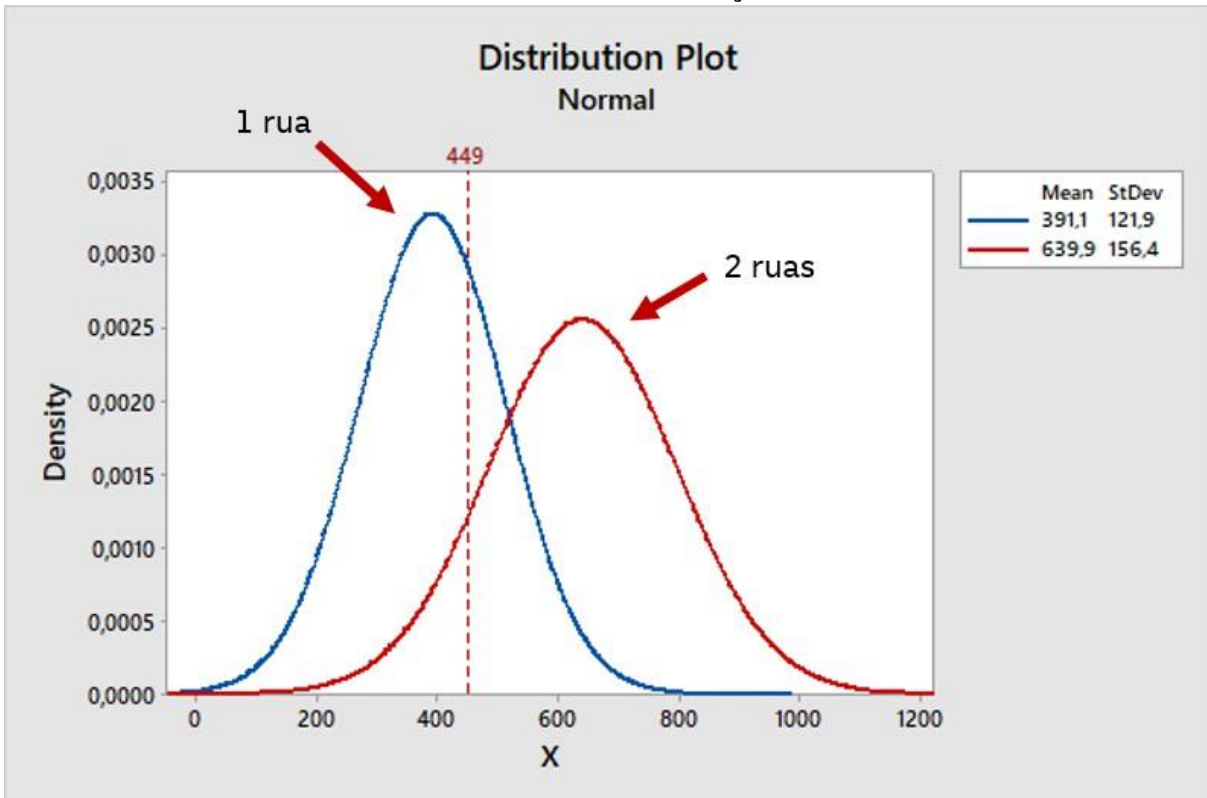
```

**Fonte: Autoria própria (2023)**

De acordo com os resultados do teste ANOVA e observando-se o valor P encontrado de 0,000 **rejeita-se a hipótese nula H0 e é possível afirmar que existe diferença estatisticamente significativa entre as médias, e portanto também as medianas, de produtividade de pescadores que pescam para uma e para duas ruas.**

Para auxiliar na visualização, com fins apenas didáticos, plotou-se um gráfico de distribuição normal com os dados separados nos respectivos grupos de ruas pescadas, apresentado abaixo no Gráfico 6. Assim foi possível compartilhar com os demais participantes do projeto de maneira visual a diferença entre os grupos.

Gráfico 6 – Gráfico de distribuição normal



Fonte: Autoria própria (2023)

Uma vez validada a hipótese de que se observa maior produtividade de pesca para pescadores que pescam para duas ruas pode-se iniciar um levantamento das oportunidades de solução para implementação no processo.

## 2.6 Análise e escolha da solução a ser implementada

Os resultados das análises anteriores obtidos foram apresentados para um time multidisciplinar e identificada a causa raiz do problema iniciou-se uma discussão das possíveis soluções para implementação com intuito de **umentar a produtividade global de pesca para 650 PHH** e reduzir o quadro de colaboradores que executam esta função.

Dentre as propostas de soluções levantadas as três principais foram:

Proposta 01 - Aumento da volumetria a ser processada no dia;

Proposta 02 - Alteração do planejamento de layout operacional diário;

Proposta 03 - Realocação dos pescadores nas ruas;

A proposta 01 foi descartada, pois está relacionada com o volume de vendas e possui fatores externos que são extremamente complexos de se controlar, tornando esta solução inviável.

A proposta 02 foi considerada a ideal, pois envolve os times de planejamento das empresas A e B e auxiliam na garantia de entrega do processo de maneira otimizada. Entretanto, os times operacionais solicitaram o desenvolvimento de uma ferramenta de fácil manuseio para que os times operacionais pudessem planejar as operações diárias de maneira rápida e eficiente e seguindo sempre o racional acordado entre as empresas para otimização de processo, atendimento dos KPIs e entrega da operação.

A proposta 03, por fim, foi considerada a de mais fácil e rápida implementação. Esta solução resolveria em parte o problema da baixa produtividade de pesca, pois a otimização dependeria das volumetrias de cada rua para se avaliar a possibilidade de alocar duas ruas para um mesmo pescador. Como o time de planejamento de layout segue racional próprio para a montagem do layout operacional esta solução apenas pode ser implementada nos casos em que a volumetria de duas ruas não ultrapassa a capacidade de pesca de um pescador.

Além disso entende-se que as soluções das propostas 02 e 03 tem maior replicabilidade e poderiam também ser aproveitadas nas mais de 50 operações a nível Brasil, tornando-as mais interessantes.

Com o time multidisciplinar montou-se uma matriz de esforço impacto e tomou-se a decisão de dividir a implementação das melhorias em duas etapas.

A Etapa 01 trata da implementação da proposta 03 de maneira imediata para aproveitar as oportunidades de otimização conforme descrito acima. Para a implementação da Etapa 01 foi desenhado em conjunto com o time multidisciplinar um racional de cálculo e uma pequena ferramenta em excel para auxiliar na tomada de decisão em relação a alocação de duas ruas para um pescador.

A Etapa 02 diz respeito à implementação da Proposta 02. Para tal o time de Dados e Sistemas foi envolvido para desenvolvimento de uma ferramenta robusta capaz de avaliar as variáveis de decisão para o planejamento operacional diário e propor o *layout* operacional ideal para otimização do processo de pesca. Por ser de maior complexidade este desenvolvimento teve um prazo de 6 meses para ser concluído, incluindo testes, para posterior implementação.

### 3 RESULTADOS

A etapa 01 foi implementada em uma operação pelo período de uma semana. Ao se testar a solução proposta observou-se uma redução acumulada de 08 pescadores. Devido ao sucesso do teste este projeto foi definido como um dos três projetos líderes do setor de Excelência Operacional para implementação em 2023 e os gerentes de todas as operações do Brasil foram convocados para implementação desta solução a partir de Junho de 2023. Em encontros periódicos realizou-se o acompanhamento da implementação da Etapa 01 e dos ganhos financeiros levantados. Até o fim de Outubro de 2023 houve aderência de 21 operações na implementação do projeto representando uma oportunidade, até o fim do ano de 2023, de ganho de mais de 1,3 milhões de reais. Deste montante aproximadamente 0,7 milhões já foram validados como retornos financeiros obtidos.

A ferramenta para implementação da Etapa 02 está em fase de construção. Diversas versões desta ferramenta já foram construídas e conforme sua construção avançava se realizavam testes para avaliar a aderência do racional de cálculo construído para levantar oportunidades de otimização e verificar possíveis erros de escrita de código. O prazo para finalização da ferramenta é Janeiro de 2024.

#### 3.1 Próximos passos

Devido ao sucesso da implementação da Etapa 01, espera-se no ano subsequente expandir a implementação para as demais 32 operações que não tiveram aderência na implementação deste projeto. Estima-se que apenas com esta adesão seja possível alcançar uma economia de mais de 2 milhões de reais durante o ano de 2024. Ao fim do ano de 2023 os resultados do projeto serão compilados e apresentados à presidência da Empresa A para que estes possam se tornar *sponsors* do projeto e auxiliar na adesão das demais operações.

Até o fim de 2023 espera-se ter a versão finalizada da ferramenta para implementação da Etapa 02, para que seja possível planejar a continuidade do projeto e implementação desta segunda etapa nas 22 operações que já aderiram à primeira etapa no ano de 2023. Estima-se que esta implementação possa aumentar a margem de redução de custos destas 22 operações em cerca de 0,8 milhões referentes apenas à Etapa 02, representando uma oportunidade de redução de custo acumulada de mais de 2 milhões de reais no ano.

## **4 CONCLUSÃO**

A implementação de ferramentas e metodologias de otimização de processos de fato é eficaz para resolução de problemas de diversas complexidades encontrados em empresas de logística. A utilização do mapeamento de processos e a construção de Ishikawa e de árvore de falhas se mostraram eficazes para a identificação das causas da baixa produtividade de pesca. A cronoanálise e a análise estatística de processos juntas contribuíram de maneira robusta para validação da causa raiz previamente identificada e evidenciaram oportunidades de melhoria de processo para o problema levantado, a falta de disponibilidade de pacotes. O Ciclo PDCA, apesar de simples, se mostrou extremamente poderoso com suas ferramentas.

As soluções propostas na Etapa 01 resultaram em retorno financeiro surpreendente desde sua implementação em Junho de 2023 e auxiliaram na padronização e controle da atividade de pesca, que antes não era planejada, nem medida e nem acompanhada. A implementação do PDCA continua em andamento e espera-se alcançar resultados ainda melhores com o implementação da Etapa 02 em 2024.

## REFERÊNCIAS

PRATT, E. A. **A History of Inland Transport and Communication**. Routledge, 2021.

ADEY, P.; BISSEL, D.; HANNAM, K.; MERRIMAN, P.; SELLER, M. **The Routledge Handbook of Mobilities**. Routledge, 2014.