



Aplicação e análise do estudo de tempos e métodos num armazém

Luís Miguel Gomes Costa

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo para a obtenção do Grau de Mestre em Logística

Orientador Interno:

Prof. Doutor Pedro Silva Cardoso

Orientador Externo:

Dr. Jorge Parente

Este projeto não inclui as críticas e sugestões feitas pelo Júri.

Porto, setembro 2024



Aplicação e análise do estudo de tempos e métodos num armazém

Luís Miguel Gomes Costa

Orientador Interno:

Prof. Doutor Pedro Silva Cardoso

Orientador Externo:

Dr. Jorge Parente

Porto, setembro 2024

Agradecimentos

O culminar de um trabalho desta dimensão é sempre uma excelente oportunidade para agradecer a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que a vida académica, a aprendizagem, a camaradagem e a troca de experiências sejam sempre rodeadas da melhor convivência e de menores dificuldades.

À Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. a oportunidade de aprofundar o conhecimento sobre as questões relacionadas com a Logística.

Ao Professor Doutor Pedro Silva Cardoso por ter aceitado ser orientador deste trabalho e por me ter conduzido, através do questionamento crítico à reflexão sobre este tema.

À Empresa Rangel Logistics Solutions pela forma como me acolheu, especialmente ao Dr. Jorge Parente ao Telmo Taipa pela disponibilidade e apoio ao longo do estágio bem como aos seus funcionários que de forma honesta e empenhada colaboraram neste estudo.

Ao João Costa e à Conceição Gomes pelos comentários e ajuda na revisão do trabalho.

À minha família, colegas e amigos pelo apoio e incentivo dado para a concretização deste projeto de vida.

Resumo

O presente relatório de estágio concentra-se na gestão logística aplicada, oferecendo uma análise minuciosa dos processos operacionais de um armazém, abrangendo desde o processo de descarga até à expedição. A investigação foi realizada com recurso a uma metodologia quantitativa, integrando abordagens descritivas e exploratórias, assentes na observação direta e na cronometragem dos tempos operacionais. Esta metodologia permitiu a identificação de discrepâncias significativas entre os tempos previstos e os tempos reais, revelando desafios operacionais que comprometem a eficiência da empresa.

A análise da produtividade evidenciou variações substanciais, com alguns processos a apresentar uma produtividade aquém do esperado, enquanto outros superaram as expectativas. Foram identificados problemas críticos, como a inexatidão do inventário, questões de segurança, interrupções nos processos de descarga e embalagem, e uma dependência excessiva de dispositivos PDA. Em resposta, foram sugeridas melhorias, como a implementação de um Sistema de Inventário Permanente, a instalação de câmaras em equipamentos retráteis, e a reconfiguração dos processos de descarga e embalagem.

As limitações temporais impossibilitaram a quantificação precisa do impacto financeiro das melhorias sugeridas, sublinhando a necessidade de investigações futuras que abordem esta lacuna. Além disso, o estágio enfrentou dificuldades devido à escassez de literatura específica sobre o estudo dos métodos e dos tempos aplicado diretamente à logística de armazenagem, o que exigiu a adaptação de conceitos e metodologias provenientes da produção industrial.

O estágio permitiu alcançar os objetivos delineados, excetuando-se a elaboração de um dashboard operacional, devido à limitação de tempo. A análise demonstrou a necessidade de uma abordagem contínua para a otimização dos processos, recomendando-se estudos futuros que se concentrem na quantificação financeira das melhorias e em análises mais detalhadas dos métodos e tempos operacionais. Este relatório sublinha a importância da melhoria contínua e a necessidade de uma análise futura mais robusta e focada, de modo a desenvolver uma gestão de armazém mais eficiente e economicamente sustentável.

Palavras-chave: Logística; armazém; processos; métodos e tempos; melhoria; produtividade.

Abstract

The present internship report focuses on applied logistics management, providing a detailed analysis of the operational processes within a warehouse, covering everything from unloading to shipping. The research employed a quantitative methodology, integrating descriptive and exploratory approaches based on direct observation and the timing of operational activities. This methodology allowed for the identification of significant discrepancies between planned and actual times, revealing operational challenges that compromise the company's efficiency.

The productivity analysis highlighted substantial variations, with some processes underperforming while others exceeded expectations. Critical issues were identified, including inventory inaccuracies, safety concerns, disruptions in unloading and packaging processes, and an over-reliance on PDA devices. In response, several improvements were suggested, such as the implementation of a Permanent Inventory System, the installation of cameras on retractable equipment, and the reconfiguration of unloading and packaging processes.

Due to time constraints, it was not possible to precisely quantify the financial impact of the suggested improvements, underscoring the need for future research to address this gap.

Additionally, the internship encountered difficulties due to the lack of specific literature on the study of methods and times applied directly to storage logistics, which required the adaptation of concepts and methodologies from industrial production.

The internship achieved its overall objective, with three out of four specific goals fully realized, except for the development of an operational dashboard due to time limitations. The analysis demonstrated the need for a continuous approach to process optimization, recommending future studies that focus on the financial quantification of improvements and more detailed analyses of operational methods and times. This report emphasizes the importance of continuous improvement and the need for more robust and focused future analysis to develop more efficient and economically sustainable warehouse management.

Keywords: Logistics; warehouse; processes; methods and times; improvement; productivity.

Lista de abreviaturas e siglas

CMR	Convention on the contract for the International Carriage
CP	Capacidade Prevista
CR	Capacidade Real
FA	Fator de Atividade
GR	Guia de Remessa
GT	Guia de Transporte
HBF	HB Fuller
H	Horas
IC	Intervalo de Confiança
min.	minutos
PA	Produto Acabado
PDA	Personal Digital Assistant
PO	Purchase Order
RFID	Radio Frequency Identification
seg.	segundos
STO	Stock Transfer Order
T.previsto	Tempo previsto
T.real	Tempo real
TN	Tempo Normal
TO	Tempo Observado
TP	Tempo Padrão
WMS	Warehouse Management System

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract	iii
Lista de abreviaturas e siglas.....	iv
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia.....	2
1.3.1 Desenho do estudo	3
1.4 Estrutura do relatório.....	4
Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica	6
2.1. Logística	6
2.2. Armazenagem.....	7
2.2.1. Tipologias de armazenagem	7
2.2.2. Atividades de armazenagem	8
2.3. Mapeamento de processos em operações logísticas	10
2.4. Estudo de tempos e movimentos.....	11
2.5. Estudo dos tempos.....	12
2.6. Métodos de medida do trabalho.....	13
2.6.1. Estudo dos tempos por cronometragem.....	14
2.7. Outliers.....	18
Capítulo 3 – Apresentação da empresa.....	20
3.1. Descrição da operação e do armazém	20
Capítulo 4 – Análise e Interpretação de Resultados	24
4.1. Mapeamento e descrição dos processos.....	24
4.1.1. Planeamento (inbound)	25
4.1.2. Descarga	26
4.1.3. Segunda conferência	27
4.1.4. Arrumação.....	28
4.1.5. Planeamento (outbound).....	29
4.1.6. Reaprovisionamento	30
4.1.7. Picking.....	31
4.1.8. Packing.....	32
4.1.9. Expedição.....	32
4.2. Cronometragem	33

4.2.1.	Cronometragem inicial para determinação do tamanho da amostra	33
4.2.2.	Tempos Observados.....	34
4.2.3.	Cálculo do Tempo Normal.....	35
4.2.4.	Cálculo do Tempo Padrão	36
Capítulo 5 – Análise crítica.....		38
5.1.	Análise e comparação da produtividade operacional atual com a considerada no cálculo dos preços de venda.....	38
5.1.1.	Descarga	39
5.1.2.	Segunda conferência	43
5.1.3.	Arrumação.....	47
5.1.4.	Reaprovisionamento	50
5.1.5.	Picking.....	54
5.1.6.	Packing.....	62
5.1.7.	Carga	66
Capítulo 6 – Sugestão de melhorias		70
6.1.	Problema 1: acuracidade do inventário.....	70
6.1.1.	Solução 1: implementação de um sistema de inventário permanente	70
6.2.	Problema 2: segurança no armazém.....	71
6.2.1.	Solução 2: implementação de câmaras no equipamento retrátil.....	71
6.3.	Problema 3: interrupções nos processos de descarga e embalagem.....	72
6.3.1.	Solução 3: substituição ou ajuste da atual máquina de embalagem.....	72
6.4.	Problema 4: pda lento	73
6.4.1.	Solução 4: colocar mais pontos de rede	74
6.5.	Problema 5: zona de embalagem não está próxima da zona de armazenagem de filme de plástico.	74
6.5.1.	Solução 5: aumentar a reserva de filme de plástico.....	74
6.6.	Problema 6: falta de compromisso por parte de um dos operadores	74
6.6.1.	Solução 6: conversa com operador.....	75
6.7.	Problema 7: reaprovisionamento feito após o picking.....	75
6.7.1.	Solução 7: inverter a ordem dos processos	75
6.8.	Problema 8: código de barras.....	76
6.8.1.	Solução 8: rfid como alternativa ao código de barras	76
6.9.	Problema 9: uso excessivo de papel.....	77
6.9.1.	Solução 9: transição para o digital.....	77
Capítulo 7 – Principais conclusões, limitações e trabalhos futuros		79
Referências bibliográficas.....		82

Apêndices.....	86
APÊNDICE I – Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de descarga.....	86
APÊNDICE II - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de segunda conferência.....	87
APÊNDICE III - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de arrumação ..	88
APÊNDICE IV - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de reaprovisionamento	89
APÊNDICE V - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de picking.....	90
APÊNDICE VI - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de packing	91
APÊNDICE VII - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de expedição..	92
APÊNDICE VIII – Fórmula de cálculo outliers descarga.....	93
APÊNDICE IX – Fórmula de cálculo outliers segunda conferência.....	94
APÊNDICE X – Fórmula de cálculo outliers arrumação.....	95
APÊNDICE XI - Fórmula de cálculo outliers reaprovisionamento	96
APÊNDICE XII – Fórmula de cálculo outliers picking aéreo.....	97
APÊNDICE XIII – Fórmula de cálculo outliers picking no chão	98
APÊNDICE XIV – Fórmula de cálculo outliers packing	99
APÊNDICE XV – Fórmula de cálculo outliers expedição.....	100
APÊNDICE XVI – Tempos do processo de descarga	101
APÊNDICE XVII – Tempos do processo de segunda conferência.....	102
APÊNDICE XIX – Tempos do processo de arrumação.....	103
APÊNDICE XX – Tempos do processo de reaprovisionamento.....	104
APÊNDICE XXI – Tempos do processo de picking aéreo.....	105
APÊNDICE XXII – Tempos do processo de picking no chão	106
APÊNDICE XXIII – Tempos do processo de packing	107
APÊNDICE XXIV – Tempos do processo de expedição.....	108
APÊNDICE XXV – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de descarga.....	109
APÊNDICE XXVI – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de segunda conferência	110
APÊNDICE XXVII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de arrumação.....	111
APÊNDICE XXVIII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de arrumação.....	112
APÊNDICE XXIX – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de reaprovisionamento.....	113
APÊNDICE XXX – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de picking aéreo.....	114

APÊNDICE XXXI – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de picking no chão	115
APÊNDICE XXXII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de packing.....	116
APÊNDICE XXXII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de carga	117
APÊNDICE XXXIII – Cálculo dos Intervalos de Confiança para os processos de Descarga, Segunda Conferência, Arrumação e Reaprovisionamento	118
APÊNDICE XXXIV – Cálculo dos Intervalos de Confiança para os processos de Picking aéreo, Picking no chão, Packing e Carga	119

Índice de tabelas

Tabela 1 - Estimativas de desempenho.....	18
Tabela 2 - Coeficientes de Probabilidade.	34
Tabela 3 - Tamanho amostra inicial.....	34
Tabela 4 - Número de ciclos cronometrados em cada processo.	35
Tabela 5 - Média dos tempos padrão de cada processo.....	37
Tabela 6 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.....	39
Tabela 7 - Resultados após eliminação de outliers.....	39
Tabela 8 - Tempos reais após eliminação de outliers.	40
Tabela 9 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.....	43
Tabela 10 - Resultados após eliminação de outliers.....	43
Tabela 11 - Tempos reais após eliminação de outliers.	44
Tabela 12 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	47
Tabela 13 - Resultados após eliminação de outliers.....	47
Tabela 14 - Tempos reais após eliminação de outliers.	47
Tabela 15 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	51
Tabela 16 - Resultados após eliminação de outliers.....	51
Tabela 17 - Tempos reais após eliminação de outliers.	51
Tabela 18 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	54
Tabela 19 - Resultados após eliminação de outliers.....	55
Tabela 20 - Tempos reais após eliminação de outliers.	55
Tabela 21 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	58
Tabela 22 - Resultados após eliminação de outliers.....	58
Tabela 23 - Tempos reais após eliminação de outliers.	59
Tabela 24 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	62
Tabela 25 - Resultados após eliminação de outliers.....	62
Tabela 26 - Tempos reais após eliminação de outliers.	63
Tabela 27 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.	66
Tabela 28 - Resultados após eliminação de outliers.....	66
Tabela 29 - Tempos reais após eliminação de outliers.	67

Índice de figuras

Figura 1 - Objetivos.....	4
Figura 2 - Desenho do estudo a partir dos objetivos delineados.....	4
Figura 3 - Atividades de armazenagem.....	8
Figura 4 - Layout do armazém de Vilar.....	23
Figura 5 - Fluxograma do processo de Descarga.....	26
Figura 6 - Fluxograma do processo de Segunda Conferência.....	27
Figura 7 - Fluxograma do processo de Arrumação.....	28
Figura 8 - Fluxograma do processo de Reaprovisionamento.....	30
Figura 9- Fluxograma do processo de Picking.....	31
Figura 10 - Fluxograma do processo de Packing.....	32
Figura 11 - Fluxograma do processo de Expedição.....	32
Figura 12 - Outliers do processo de descarga. Fonte:	39
Figura 13 - Outliers do processo de segunda conferência.....	43
Figura 14 - Outliers do processo de Arrumação.....	47
Figura 15 - Outliers do processo de Reaprovisionamento.....	50
Figura 16 - Outliers do processo de Picking aéreo.....	54
Figura 17 - Outliers do processo de Picking no chão.....	58
Figura 18 - Outliers do processo de Packing.....	62
Figura 19 - Outliers do processo de Carga.....	66
Figura 20 - Máquina de embalagem com prato furado.....	73
Figura 21 - Máquina de embalagem com rampa.....	73

Capítulo 1 - Introdução

O presente trabalho decorre do estágio presencial, realizado no âmbito do 2º ano do Mestrado em Logística, conducente à obtenção do grau de Mestre em Logística, apresentado à Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

O estágio, realizado num armazém da empresa Rangel Distribuição e Logística, S.A., pertencente ao Grupo Rangel Logistics Solutions, com a duração total de 438 horas, distribuídas entre fevereiro e julho de 2023, permitiu a observação direta dos processos de trabalho, bem como a participação nos mesmos. Por sugestão da empresa, foi decidido abordar o tema “otimização de processos logísticos”, objeto de análise neste relatório. Um estágio constitui sempre uma oportunidade inestimável para aplicar teorias académicas a desafios concretos, destacando a importância de adotar uma postura proativa na resolução de problemas operacionais.

1.1 Enquadramento

Como em todos os sistemas e processos, a operação logística enfrenta constantemente novas exigências que necessitam de respostas cada vez mais sofisticadas e complexas. Atualmente, como resultado da crescente globalização, a logística é diariamente desafiada a proporcionar novas soluções. Dada a enorme competitividade entre as empresas, torna-se essencial aumentar a produtividade, eliminar desperdícios e oferecer produtos de qualidade, com preços e prazos competitivos.

Diante desse cenário, a padronização dos métodos de trabalho e a definição do tempo padrão das atividades realizadas são fatores imprescindíveis para as diversas organizações.

No contexto deste relatório, o estudo de métodos e tempos dos processos, tanto na produção quanto na logística, assume uma importância fundamental, com o objetivo de analisar os processos de uma operação logística num armazém em início de atividade. A aplicação de técnicas de métodos e tempos visa reduzir os custos operacionais e permitir maior controlo sobre o desempenho das atividades, identificando áreas de melhoria para alcançar resultados mais satisfatórios. Ressalta-se que uma gestão eficaz depende da capacidade de medição, uma vez que aquilo que não pode ser medido torna-se intrinsecamente desafiador de gerir.

1.2 Objetivos

Como referido no ponto anterior, o tema deste estudo foi sugerido pela empresa. Procedeu-se à elaboração de leituras exploratórias e revisão da literatura, onde foram comparados pontos de vista e linhas de pensamento entre autores sobre o tema.

As preocupações do investigador, em diálogo com os autores que serviram de suporte à revisão da literatura apresentada, permitiram circunscrever a problemática e definir o objetivo geral deste estudo:

- Analisar os processos que constituem uma operação logística num armazém em início de atividade, através da aplicação de técnicas de métodos e tempos, com o objetivo de reduzir os custos operacionais.

Após se ter delineado o objetivo geral, procedeu-se à definição de um conjunto de objetivos específicos que permitiram, não só estruturar a investigação de forma rigorosa e clara, como também delinear e organizar as ações necessárias para a sua operacionalidade, controlando as fontes de enviesamento. Assim, são objetivos específicos deste estudo:

- Analisar a produtividade operacional, comparativamente com a considerada nos cálculos de preço de venda;
- Identificar e sistematizar o modelo para a elaboração dos métodos e tempos de cada processo;
- Identificar oportunidades de melhoria para a otimização dos processos.
- Elaborar um Dashboard operacional para os métodos e tempos

Para dar resposta a estes objetivos desenharam-se os passos, definiram-se os processos, escolheram-se as técnicas e os métodos de recolha de dados, criaram-se os instrumentos e definiram-se as técnicas de análise, que se explicitam no quarto capítulo.

1.3 Metodologia

No sentido de efetuar uma análise sistemática e crítica dos processos que constituem uma operação logística num armazém em início de atividade, com o objetivo de reduzir os custos operacionais através da aplicação de técnicas de métodos e tempos, considerou-se necessário construir um sistema concetual organizado, capaz de exprimir a lógica que está na base do fenómeno, de um ponto de vista teórico e empírico (Quivy. R, 2008). Nesse sentido, definiu-se uma metodologia que incluísse os instrumentos e técnicas adequadas à compreensão do caso. Como salienta (Stake, 2005), o estudo de caso não é uma escolha metodológica, mas uma escolha do que deve ser estudado. Segundo (Losano, 2022), a escolha dos métodos e técnicas constitui uma etapa relevante do processo de investigação, aquela em que operacionalizamos,

em que concretizamos, uma estratégia para responder à questão que desejamos esclarecer. Neste estudo, optou-se por utilizar uma metodologia quantitativa nas vertentes descritiva e exploratória. Esta escolha permite uma avaliação objetiva dos processos logísticos, facilitando a identificação de padrões e a comparação de resultados de forma quantificável. Segundo (Creswell et al., 2007), o uso desta abordagem é crucial para fundamentar conclusões em evidências estatísticas, permitindo uma análise precisa dos tempos envolvidos em cada etapa dos processos analisados.

O estudo distingue-se pela sua natureza aplicada, focando-se na resolução de problemas específicos encontrados nos processos logísticos que constituem a operação analisada. Diferente da pesquisa básica, que procura expandir o conhecimento teórico sem aplicação imediata, este trabalho visa a implementação direta de conhecimentos para melhorar as práticas existentes. Isso reflete, segundo (Sidarta et al., 2008), o propósito pragmático da investigação, que é aplicar as descobertas de forma a otimizar os procedimentos operacionais. Inicialmente, foram estabelecidos objetivos exploratórios para guiar a compreensão dos processos existentes, permitindo uma familiarização detalhada com o ambiente de trabalho e as práticas operacionais. Esta fase exploratória é fundamental para identificar áreas-chave de interesse e para estabelecer uma base sólida para investigações mais detalhadas. Posteriormente, a pesquisa evoluiu para adotar um foco descritivo, centrando-se na medição e documentação exata dos tempos dos processos dos processos logísticos existentes no armazém da empresa, através de uma das técnicas do estudo dos tempos, a cronometragem. Esta abordagem descritiva fornece uma compreensão detalhada das operações, essencial para a análise subsequente e a proposta de melhorias. A coleta de dados foi realizada através de pesquisa de campo, implicando a observação e medição diretas no ambiente real de trabalho. Este método assegura a obtenção de dados autênticos e representativos, permitindo uma análise fidedigna da realidade operacional (Losano, 2022).

1.3.1 Desenho do estudo

A Figura 2 ilustra o desenho do estudo, que envolveu um processo de escolhas visando identificar as melhores técnicas e instrumentos de recolha de dados para responder aos objetivos previamente delineados, os quais estão apresentados na Figura 1.

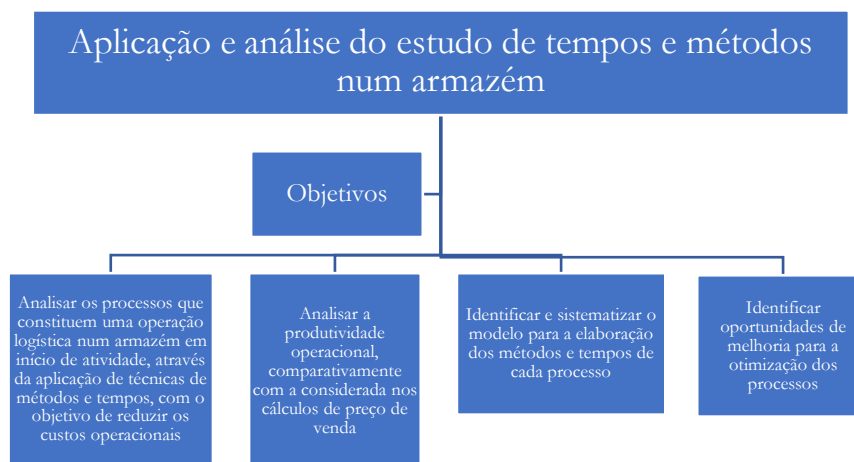


Figura 1 - Objetivos.

Fonte: Produção própria.

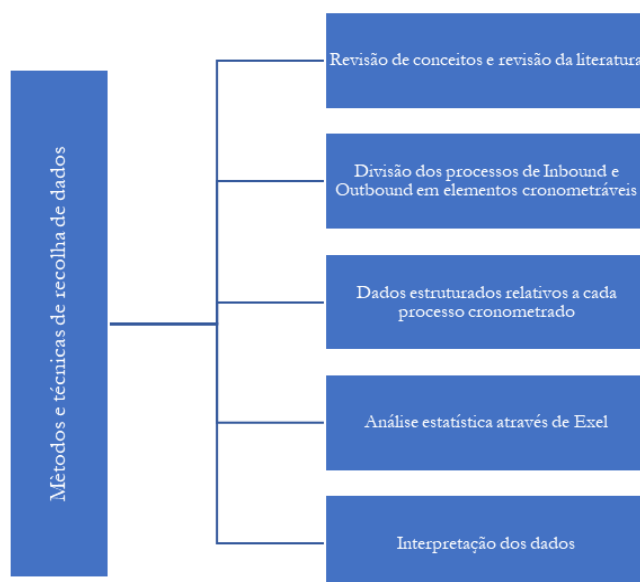


Figura 2 - Desenho do estudo a partir dos objetivos delineados.

Fonte: Produção própria.

1.4 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em sete capítulos fundamentais. Neste primeiro capítulo, procede-se à introdução, na qual se contextualiza o tema, se delineiam os objetivos do estágio e se apresentam as metodologias adotadas. O segundo capítulo corresponde à revisão bibliográfica, onde se estabelecem os conceitos teóricos basilares que sustentam a compreensão da problemática em análise. O terceiro capítulo destina-se à caracterização da entidade de acolhimento do estágio, assim como à descrição detalhada da operação logística e do armazém em questão. No quarto capítulo, procede-se ao mapeamento dos processos logísticos em vigor no armazém, à recolha e análise dos tempos operacionais associados. No quinto capítulo, os

tempos recolhidos são comparados com as estimativas iniciais da empresa, complementando-se com uma análise da produtividade.

O sexto capítulo é dedicado à apresentação das propostas de melhoria identificadas ao longo do estudo.

Por fim, o sétimo capítulo incide sobre as principais conclusões, as limitações do estudo realizado e sugestões para investigações futuras.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica subsequente tem como propósito proporcionar uma perspectiva abrangente e aprofundada sobre os conceitos, práticas e metodologias essenciais à análise de processos logísticos. Os temas explorados neste capítulo revestem-se de caráter imprescindível, constituindo a base teórica que sustenta a aplicação prática das análises e recomendações apresentadas ao longo deste relatório.

2.1. Logística

A logística, como disciplina fundamental na gestão empresarial, passou por uma evolução significativa ao longo da história, adaptando-se às necessidades e procuras dos diferentes contextos.

Segundo (Carvalho, 2017), apesar da persistência ao longo do tempo e da previsão de continuidade no futuro de diversas esferas de influência, é relevante afirmar que historicamente, a esfera militar tem exercido uma das influências mais significativas no desenvolvimento logístico e na sua aplicação dentro de empresas e organizações.

(Costa, 2010), aponta que a logística surgiu originalmente como um termo militar, representando atividades de planeamento de operações militares.

(Ballou, 2006). reforça essa ideia afirmando que até a chegada da década de 50, a logística desenvolveu-se no setor militar, através da aquisição, manutenção e transporte de instalações militares, material e pessoal.

De acordo com (Ballou, 2006) e (Júnior, 2008)., com o passar do tempo, a logística transcendeu o seu papel inicial nas operações militares e torna-se essencial para as estratégias empresariais. Durante as décadas de 80 e 90 a logística ganhou maior relevância em virtude da abertura das economias nacionais e da globalização, o que permitiu uma maior diversificação dos produtos disponíveis. Com a crescente exigência por parte dos consumidores, as empresas foram compelidas a gerir as suas cadeias logísticas com agilidade, consistência e flexibilidade, ao menor custo possível.

Apesar da diversidade de perspectivas e abordagens no estudo da logística, o destaque recai sobre a definição do Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2013), a maior organização mundial de profissionais e académicos da área. Esta organização define logística como: "Parte do processo da cadeia de abastecimento que é responsável por planear, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso e as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes”.

2.2. Armazenagem

Os armazéns são os pontos da cadeia de abastecimento onde o produto faz uma pausa, gerando consumo de espaço e tempo, resultando em despesas.

Segundo (Bartholdi, 2014), um armazém requer mão-de-obra, capital (terreno e equipamento de armazenamento e manuseamento) e sistemas de informação, que são requisitos caros.

(Richards G., 2014), refere que os armazéns fornecem serviços úteis e provavelmente não desaparecerão no cenário económico atual, tais como:

- Ajustamento entre a oferta e a procura dos clientes: um dos maiores desafios na gestão de uma cadeia de abastecimento é que a procura pode mudar rapidamente, mas a oferta demora mais tempo a mudar. Picos na procura, como sazonalidades, prejudicam a capacidade de uma oferta corrente. Os armazéns podem proteger a cadeia de abastecimento contra o colapso da procura, fornecendo espaço para desacelerar ou reter o stock do mercado. Além disso, os armazéns podem proteger contra mudanças repentinas no fornecimento. Os fornecedores podem reduzir os preços para compras a granel, e as economias obtidas podem compensar as despesas de armazenagem do produto;
- Consolidar produtos para reduzir custos de transporte e melhorar o atendimento ao cliente: existe um custo fixo sempre que o produto é transportado, especialmente elevado quando o transportador é um navio, avião ou comboio. Para amortizar esse custo fixo, é necessário que o transportador opere com sua capacidade máxima. Consequentemente, um distribuidor pode consolidar remessas de fornecedores em remessas grandes para clientes posteriores. De forma similar, quando as remessas são consolidadas, é mais fácil receber o *downstream*. Desta forma armazenagem torna-se fundamental, tanto por razões económicas, reduzindo os custos gerais do sistema logístico, quanto por permitir uma resposta mais célere ao mercado.

2.2.1. Tipologias de armazenagem

Segundo (Carvalho, 2017), a atividade de armazenagem é categorizada com base em vários critérios, incluindo o fluxo de produtos, condições de temperatura, nível de automação e duração do armazenamento.

(Mascolo et al., 2014) refere que quanto ao fluxo, os armazéns podem ter um layout que favorece um fluxo direcionado, com zonas de receção e expedição em extremos opostos, facilitando a movimentação e reduzindo congestionamentos. Alternativamente, armazéns com fluxo quebrado (ou em U), onde receção e expedição se localizam na mesma área, minimizam a distância média de movimentação para arrumação e picking.

Quanto à temperatura, a armazenagem varia entre ambiente e controlada. A primeira é adequada para produtos que não exigem condições especiais, enquanto a segunda é necessária para produtos que requerem temperaturas específicas, subdividindo-se em frio positivo (0 a 15 graus) para produtos frescos, e frio negativo (-23 a 0 graus) para congelados (Guedes, 2010).

(Carvalho, 2017), refere que o grau de automação distingue armazéns manuais, que utilizam sistemas convencionais de armazenagem como racks e prateleiras, dos automáticos, onde as operações são realizadas sem intervenção humana, através de sistemas como carrosséis e autoportantes. A duração do armazenamento pode ser permanente, para produtos armazenados por mais de um dia com infraestrutura adequada. Ou temporária, como no caso do cross-docking, caracterizada pela rápida transferência de produtos da receção para a expedição, sem necessidade de armazenagem prolongada e sem acumulação de estoque, otimizando o tempo de permanência e a eficiência do transporte.

2.2.2. Atividades de armazenagem

Segundo (Carvalho, 2017), a chegada de produtos ao armazém desencadeia três atividades: receção, conferência e arrumação. A chegada de uma encomenda de um cliente desencadeia outras três atividades: *picking*, preparação e expedição.



Figura 3 - Atividades de armazenagem.

Fonte: Adaptado de (Carvalho, 2017)

A receção e conferência da mercadoria descreve-se em sete etapas: (1) programação das chegadas; (2) chegada do veículo e direcionamento do mesmo para um cais de descarga; (3) descarga física da mercadoria; (4) conferência da mercadoria; (5) eventual paletização; (6) definição da localização da mercadoria na zona de armazenagem e (7) atualização do stock informático. Com o objetivo de evitar o congestionamento na zona de receção e nos cais de descarga, as chegadas devem ser previamente marcadas com base no Advanced Shipping Notice (ASN) para que se consiga gerir mais facilmente o cais de descarga e as tarefas dos operadores. Após a descarga dos artigos, deve existir uma conferência da mercadoria efetivamente rececionada com a encomenda realizada e, caso não existam erros, a mercadoria dará entrada no sistema de informação e será definida a sua localização na zona de armazenagem (Carvalho, 2017).

Após a receção e o armazenamento, inicia-se a atividade de *picking* com a receção de encomendas dos clientes. Segundo (Carvalho, 2017), “o picking consiste na recolha dos produtos corretos, na quantidade correta, de forma a satisfazer todas as necessidades dos clientes.” Esta necessidade surge porque o material é encomendado e armazenado em grandes quantidades, mas expedido em pequenas quantidades e várias vezes.

Segundo (Carvalho, 2017), o trabalho de recolher as encomendas pode ser dividido, pelo menos, em quatro categorias: *picking by order* (*picking* por encomenda ou por cliente) e *picking by line* (*picking* por linha ou por produto), *zone picking* (recolha por zona) e *batch picking* (recolha por onda). No *picking by order*, cada operador é responsável por recolher todos os itens de uma encomenda. Só passa para encomenda seguinte quando a anterior tiver terminado. Este método é simples e geralmente não ocorrem tantos erros, contudo não é um método muito produtivo pois os operários necessitam de fazer grandes deslocações.

O *picking by line* é uma sequência de recolha dos itens em armazém, em que o operador é responsável por recolher em cada localização a quantidade certa de produto para satisfazer as várias encomendas. É definida uma rota na tentativa de minimizar a distância percorrida por cada operador, contudo acaba por ser mais propenso a risco visto que o operário depois precisa de separar os produtos por encomenda, mas é um processo mais rápido do que o anterior. O *zone picking* (recolha por zona) é, no fundo, um *picking by order* dividido por zonas, e por isso, a propensão para erros é relativamente baixa, contudo não tão baixa como o *picking by order*, mas em relação à produtividade este método é mais eficaz. Existem duas variantes no *zone picking*: sequencial ou simultâneo. No *zone picking* sequencial cada encomenda vai passando de zona para zona, segundo uma sequência e em cada zona são recolhidos os artigos respeitantes a essa zona. No *zone picking* simultâneo uma encomenda é trabalhada simultaneamente nas várias zonas e só é consolidada no final. No *batch picking*, o operador trabalha com um grupo de encomendas ao mesmo tempo, com um itinerário bem definido. Com isto diminuir-se-á o número de deslocações e até mesmo o tempo gasto na recolha dos pedidos, no entanto é importante que no itinerário estejam contemplados todos os pontos de recolha dos materiais. Sempre que for necessário recolher um produto de várias encomendas, o operador terá de separar as unidades por encomendas. O *batch picking* corresponde ao *picking by line* para um grupo de encomendas e não com a totalidade das encomendas (Carvalho, 2017).

A preparação e a expedição são as últimas atividades realizadas dentro do armazém para satisfazer as encomendas dos clientes. A atividade de preparação consiste na colocação dos produtos da encomenda na palete, embalando-a com filme plástico (filmagem). O desfasamento

horário entre as atividades de recepção e expedição permite a utilização do mesmo cais para carga e descarga e dos mesmos recursos humanos (Carvalho, 2017).

2.3. Mapeamento de processos em operações logísticas

O mapeamento de processos tornou-se, nos últimos anos, numa ferramenta crucial para melhorar o desempenho organizacional. Segundo (Harmon, 2019), a escolha padrão do método de mapeamento em toda a organização é vital para garantir resultados positivos durante a implementação.

O mapeamento de processos, tal como definido por (Damelio, 2011), refere-se à ação de determinar com precisão as atividades operacionais executadas por uma empresa, identificando os indivíduos ou funções atribuídas a cada tarefa, estabelecendo os critérios de avaliação de eficácia.

Segundo (Harrison et al., 2008), o objetivo do mapeamento da cadeia de abastecimento é gerar visibilidade dos processos dentro da cadeia de abastecimento. Uma vez alcançada esta visibilidade, é possível avaliar processos semelhantes. Os processos que devem ser mapeados são os reais, ou seja, os que estão de fato a ocorrer, e não aqueles que deveriam acontecer. Padrões de qualidade baseados na ISO 9000 exigem a documentação dos processos, mas, na prática, os processos reais dentro da organização podem muitas vezes diferir consideravelmente. Segundo (Damelio, 2011), um mapa é uma fotografia tirada durante um determinado período. As cargas de trabalho, assim como os tempos de processo individuais, podem variar ao longo de um mês. Por isso, é essencial que os tempos reais sejam registados. O mapeamento revela as principais operações e subprocessos que consomem mais tempo e geram maiores ineficiências (como a espera pelo transporte), permitindo a resolução de problemas e a melhoria da cadeia de abastecimento. Embora existam outras ferramentas para o mapeamento de processos, neste trabalho optou-se pelo uso do fluxograma, principalmente devido à sua simples construção e fácil interpretação.

Segundo (Sharp, 2008), o mapeamento através do fluxograma é uma representação ordenada das fases de um processo, permitindo visualizar o estado atual (As-Is) e projetar o estado futuro (To-Be). (Chase, 2000) refere que o fluxograma é reconhecido como uma das Sete Ferramentas da Qualidade, amplamente utilizado na indústria para organizar processos e produtos.

(Accorsi et al., 2014), definem o fluxograma como um instrumento gráfico, principalmente utilizado na área de organização e métodos. Ele possibilita a representação das atividades que integram um processo de forma sequencial e analítica, seja em tarefas administrativas, operacionais ou na criação de novos projetos. O fluxograma também identifica operações

principais, secundárias e aquelas que não acrescentam valor ao produto ou serviço final. Para (Dias, 2019), consiste numa certa combinação de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima que gera um produto ou serviço com determinadas características.

A montagem do fluxograma também permite a identificação de variações, especialmente quando diferentes equipas estão envolvidas no projeto.

2.4. Estudo de tempos e movimentos

Segundo (Barnes, 1980), o estudo de tempos, introduzido por Taylor em 1881, foi usado principalmente na determinação de tempos-padrão e o estudo de movimentos, desenvolvido pelo casal Gilbreth¹, foi empregado na melhoria dos métodos de trabalho.

Para (Avelar Rezende et al., 2016), naquela época, o estudo de tempos predominava sobre o estudo de movimentos. Foi apenas depois que se iniciou um movimento geral para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir melhores e mais simples métodos de se executar uma tarefa. Apenas a partir de 1930 os termos “estudos de tempos e de movimentos” começaram a ser usados de forma conjunta, ambos se complementando, objetivando a melhoria dos métodos de trabalho existentes.

De acordo com (Barnes, 1977), o estudo de tempos e movimentos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos:

- desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo;
- padronizar esse sistema e método;
- determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica;
- orientar o treino do trabalhador no método preferido.

A partir desse estudo é possível eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e definir a melhor e mais eficiente maneira para executá-la.

Para (Toledo JR, 1977), esse estudo é, na verdade, a análise dos métodos, materiais, tempos, ferramentas a serem utilizadas e as instalações que serão usadas na aplicação do trabalho. Com a execução de um estudo de tempos torna-se possível determinar o tempo que uma pessoa adaptada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar certa tarefa em um ritmo considerado normal. Este tempo é denominado de tempo padrão para a operação. Através da utilização de tempos e métodos é possível definir o tempo necessário para

¹ Frank Bunker Gilbreth e Lillian Moller Gilbreth. aprofundaram o estudo dos movimentos. Procuraram compreender os hábitos de trabalho dos empregados das indústrias e encontrar meios de aumentar sua produção (Mees, 2013).

a execução de um processo determinado, por meio de um método eficiente e realizado por um operador qualificado e habituado a determinada prática.

No ponto seguinte serão investigadas as principais técnicas, metodologias e ferramentas utilizadas no estudo dos tempos, bem como a sua aplicação prática na redução de custos operacionais e na maximização da eficiência dos processos logísticos.

2.5. Estudo dos tempos

Segundo (Mundel, 1973) , no início do século XX, Frederick W. Taylor propôs o conceito de mensuração e estudo do tempo de trabalho como uma estratégia fundamental para a maximização da eficiência produtiva. Esta metodologia concentrou-se na subdivisão do trabalho em tarefas pequenas e repetitivas, com o intuito de identificar o método mais eficaz para a execução de uma atividade e determinar o volume ideal de trabalho diário por empregado, visando aprimorar o rendimento coletivo (PRONACI, 2003).

A análise temporal, conforme descrita por (Kanawaty G., 1992), é um método que visa documentar o tempo necessário para realizar uma tarefa sob condições pré-determinadas. Em contraste, enquanto o estudo de movimentos se concentra na análise, a análise de tempo baseia-se em medições diretas, culminando na definição de um tempo padrão. Este tempo padrão representa o período que um trabalhador capacitado e habituado leva para completar a tarefa mantendo um ritmo normal de trabalho.

Segundo (Fullmann, 2009) o estudo dos tempos pode ser visto como uma ferramenta que, quando aplicada, pode trazer ganhos significativos à organização através da redução dos custos. A aplicação desta ferramenta tem por base a padronização do trabalho, conceito este que consiste na uniformização do trabalho, para que posteriormente a cada atividade possa estar associado um tempo padrão. O conceito de tempo padrão pode ser definido como o tempo necessário à realização de um determinado trabalho, por um trabalhador qualificado a trabalhar ao ritmo normal, segundo o método previamente estabelecido e sob condições normais de trabalho.

Uma organização que opera segundo os tempos-padrão tende a apresentar desempenhos mais elevados, sendo que, segundo (Meyers, 2002) as organizações que aplicam estes conceitos atingem, em média, desempenhos de 85%, contrariamente às que não os aplicam, cujos desempenhos rondam os 60%.

2.6. Métodos de medida do trabalho

Segundo (Silva, 2012) citado por (Mota, 2014) , o termo “medida do trabalho” refere-se à realização do estudo dos tempos e pode ser realizado recorrendo a diferentes métodos:

- Auto estimativa: este método consiste na recolha do tempo consumido na realização de um trabalho, por parte do operador que o executa. É um método simples que consiste na recolha do tempo necessário para executar cada tarefa; contudo, uma vez que é o próprio trabalhador a executar a recolha, esta pode interferir com o normal decorrer do trabalho;
- Registo de dados históricos: este registo consiste na contagem do número de produtos obtidos através de uma atividade realizada por um operador, departamento ou centro de trabalho durante um período definido. É visto como um método simples, mas pouco preciso, uma vez que não tem em consideração o fator ritmo de trabalho nem os tempos de concessão de cada trabalhador.
- Estudo dos tempos por cronometragem: é a técnica mais comumente usada nas organizações para a obtenção dos tempos padrão, uma vez que apesar de mais complexa, tem em consideração uma maior quantidade de fatores inerentes à produção. A sua aplicação é baseada na realização dos seguintes passos:
 - obtenção de informação relevante;
 - divisão do trabalho em elementos;
 - cronometragem e registo dos tempos;
 - avaliação do ritmo do operador;
 - consideração dos tempos de concessão e cálculo dos tempos padrão.
- Amostragem do trabalho: este método consiste na observação, em instantes aleatórios, das atividades que o operador se encontra a fazer. Após várias observações procede-se ao cálculo da percentagem do número de observações em que o colaborador/equipamento está a efetuar dada operação e avalia-se então a proporção de tempo que ele ocupa a exercer as diferentes atividades. É de salientar que este método geralmente requer um elevado número de observações;
- Tempo padrão: Por vezes, algumas atividades apresentam operações em comum com outras. Se conhecermos os tempos padrão para todas as operações que constituem uma nova atividade podemos obter o seu tempo padrão através da soma dos tempos associados às várias operações que constituem essa nova atividade;
- Tempo de movimentos pré-determinados: grande parte do trabalho industrial pode ser descrito em termos dos sete movimentos básicos: (i) alcançar, (ii) segurar, (iii) mover, (iv) rodar, (v) aplicar pressão, (vi) posicionar, (vii) desligar. Ao se determinar os tempos parciais

de cada movimento, pode-se, através da soma dos mesmos, calcular o tempo normal de uma determinada atividade. Com a aplicação do fator de concessões pode-se obter o tempo padrão.

2.6.1. Estudo dos tempos por cronometragem

A técnica de cronometragem é um dos métodos mais precisos e mais utilizados na indústria. (Mota, 2014). De seguida, é explicado mais detalhadamente o procedimento a seguir para o cálculo dos tempos padrão:

Com recurso à utilização de um cronómetro, são medidos os tempos necessários à realização das várias atividades que constituem a operação que se pretende analisar. Antes de iniciar o registo dos tempos, o analista deve escolher um operador que cumpra os seguintes requisitos: (i) deve ser um profissional treinado na função, (ii) o operador deve utilizar os métodos adequados na realização das operações e (iii) apresenta um desempenho médio. Ainda antes de iniciar a cronometragem, é necessário analisar o método utilizado, de modo que se possam identificar as operações envolvidas e decompô-las nos vários elementos do trabalho. Terminada esta fase, deve ser pensado, por parte do analista, qual o método correto para cronometrar cada elemento, bem como o número de cronometragens necessárias para garantir uma determinada precisão (Mota, 2014).

Para o cálculo do número de cronometragens necessárias para garantir a precisão pretendida, é necessário proceder à obtenção de uma amostra inicial de cerca de quinze ciclos, e depois, recorrendo à Equação 1 é possível calcular o número mínimo de amostras que se devem obter para garantir a precisão pretendida.

$$n = \left(\frac{Z_s}{A_{\bar{x}}} \right)^2$$

Equação 1- Cálculo do número mínimo de amostras necessárias.

Na Equação 1, n representa o número de cronometragens a executar, Z representa o valor da curva normal para o grau de confiança pretendida, s represente o desvio padrão para as medições já efetuadas, A representa a precisão pretendida, e $\bar{x}$ representa a média (também das medições já efetuadas). Posto isto, e após recolhidas as n amostras, pode-se proceder ao cálculo do tempo padrão da operação. O primeiro passo é determinar o tempo de ciclo (CT) que corresponde ao cálculo da média do tempo medido ao operador durante os diversos ciclos que ele executou. A Equação 2 representa o cálculo necessário para a obtenção do tempo de ciclo onde $\sum tempo$

representa o somatório do tempo medido e *nciclos* corresponde ao número de ciclos que foram usados como amostra.

$$CT = \frac{\sum t}{nciclos}$$

Equação 2 - Cálculo do tempo de ciclo.

Após se obter o tempo de ciclo, pode-se proceder ao cálculo do tempo normal (NT), que é obtido através da Equação 3. Este tempo normal corresponde ao tempo que um operador demora a realizar um ciclo a trabalhar ao ritmo normal (PR corresponde ao fator de ritmo).

$$NT = CT \times PR$$

Equação 3 - Cálculo do tempo normal.

Para terminar o cálculo do tempo padrão, falta incluir o fator de concessões (AF). Existem duas formas distintas para calcular o fator de concessões: a primeira, quando as concessões são consideradas como uma percentagem do tempo total (%Atotal), aplicando a Equação 4; a segunda forma é através da Equação 5, em que as concessões são vistas como uma percentagem do tempo de trabalho (%Atrabalho):

$$AF = \frac{1}{1 - \%At}$$

Equação 4 - Cálculo de AF – %tempo total.

$$AF = 1 + \%Atrabalho$$

Equação 5 - Cálculo de AF – %tempo de trabalho.

Dispondo do tempo normal (NT) e do fator de concessões (AF), pode-se proceder ao cálculo do tempo padrão (ST) com recurso à Equação 6.

$$ST = NT \times AF$$

Equação 6 - Expressão para determinar o tempo padrão.

Com a evolução do estudo de tempos ao longo dos anos, uma série de instrumentos para registar o tempo das operações foi desenvolvida. No entanto, com o progresso dos métodos e da tecnologia, alguns desses instrumentos tornaram-se obsoletos.(Ferreira & Camelo, 2018) Atualmente, uma variedade de instrumentos está disponível para esse fim, sendo os mais

frequentemente utilizados a folha de observações, o cronómetro e a câmara de vídeo. (Seleme, 2009). Todavia, para esta pesquisa específica, foram utilizados: o cronómetro, a folha de observações e ainda uma prancheta, razão pela qual estes serão os únicos discutidos neste capítulo.

A folha de observações constitui uma ferramenta concebida previamente para o registo dos tempos de atividades específicas. É um documento simples que deve incluir detalhes cruciais como o processo em análise, o operador responsável e uma avaliação de sua performance, além das especificações do produto (Seleme, 2009). O cronómetro decimal representa o instrumento de medição de tempo mais utilizado nos estudos temporais. Apesar de ser um único tipo de dispositivo, existem várias técnicas de cronometragem (H. B. Maynard, 1977; M. Maynard, 1986):

1. Cronometragem Repetitiva ou Regressiva:

- O cronometrista inicia o cronómetro no começo de cada parte do estudo;
- No fim de cada parte, o valor indicado pelo cronómetro é registado;
- O processo é repetido para cada parte até a conclusão do estudo.

2. Cronometragem Contínua:

- O cronometrista inicia o cronómetro no início do estudo e mantém-no em funcionamento;
- Leituras do cronómetro são registadas sempre que há mudança nos elementos da tarefa.
- O cronómetro continua em funcionamento sem interrupções até ao fim do estudo, com as leituras subtraídas sucessivamente para determinar os tempos básicos reais.

3. Cronometragem Acumulativa:

- Pode ser feita com cronómetros avançados ou dois cronómetros;
- Ambos são iniciados e interrompidos simultaneamente;
- Um mede o tempo total do estudo e o outro fornece os tempos individuais para cada parte do estudo;
- Esta abordagem oferece um controle mais preciso do processo ao observador.

2.6.1.1. Sistemas para avaliação de ritmo

A determinação do fator de ritmo constitui uma das fases mais cruciais e complexas na análise de tempos, uma vez que o analista necessita de avaliar a velocidade do operador durante a realização do estudo. (Barnes, 1977), descreve a avaliação do ritmo como o processo em que o analista de tempos compara o ritmo do operador observado com o seu próprio conceito de ritmo considerado normal. Refere ainda a existência de seis sistemas para a avaliação do ritmo, nomeadamente: (1) Avaliação do ritmo com base na habilidade e no esforço, (2) Sistema Westinghouse para avaliação do ritmo, (3) Avaliação sintética do ritmo, (4) Avaliação objetiva do ritmo, (5) Avaliação fisiológica do nível de desempenho, e (6) Desempenho do ritmo. No entanto, o presente artigo centrar-se-á no Sistema Westinghouse para a avaliação do ritmo.

2.6.1.1.1. Sistema Westinghouse

O Sistema Westinghouse, o qual avalia quatro fatores: (a) habilidade, entendida como a capacidade de seguir um método; (b) esforço, associado à manutenção de um ritmo constante ao longo de uma operação; (c) condições, referentes ao ambiente, máquinas, ferramentas, entre outros., consistência dos movimentos, para estimativa da eficiência do trabalho,

O Sistema Westinghouse de avaliação do ritmo atribui valores graduais a cada elemento, tendo como referência o padrão normal.

Segundo (Barnes, 1977), o sistema disponibiliza uma tabela com valores numéricos para cada fator, sendo o tempo selecionado ajustado através do estudo de tempos e normalizado pela aplicação da soma das avaliações correspondentes aos quatro fatores.

A tabela 1 mostra esses mesmos valores numéricos para cada fator:

HABILIDADE			ESFORÇO		
+0,15	A1	Super - hábil	+0,13	A1	Excessivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bom	+0,05	C1	Bom
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDIÇÕES			CONSISTÊNCIA		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfeita
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Boa	+0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Tabela 1- Estimativas de desempenho.

Fonte: Adaptado de Barnes (1997).

De acordo com (Thomes Rodrigues et al., 2013), a fórmula a seguir mostra de forma matemática como o ritmo do operador pode ser representado:

$$R = 1 + \sum F$$

Equação 7 - Cálculo do Ritmo do Operador.

Logo, R significa o ritmo do operador e o somatório representa a soma dos quatro fatores que estimam a eficiência do trabalho de um operador.

2.7. Outliers

Segundo (Rosado, 2006), em estatística, um outlier é um dado que se encontra fora do padrão global de uma distribuição e que pode causar anomalias nos resultados obtidos por meio de algoritmos e sistemas de análise.

Segundo (Leonardo J. & Silva A, 2005), um dos métodos para identificação de outliers, é com a utilização de estatística robusta (mediana. Q2, inter quartile range: IQR = Q3 – Q1). O método é conhecido por Regra do 1,5 IQR, ela diz que um dado é um outlier quando é maior que 1,5 IQR acima do terceiro quartil Q3 ou abaixo do primeiro quartil Q1. O que significa que, outliers baixos estão abaixo de Q1 – 1,5 IQR e outliers altos estão acima de Q3 + 1,5 IQR. A primeira

fórmula é também designada de Limite superior e a segunda fórmula de Limite inferior (Lima & Salazar, 2020).

Os passos da utilização da “Regra do 1,5 IQR” para identificar outliers são:

- Ordenar de forma crescente os dados de interesse;
- Encontrar a mediana dos dados, o primeiro quartil e o terceiro quartil;
- Calcular o intervalo interquartil (ou inter quartile range);
- Calcular $Q1 - 1,5 \cdot IQR$ abaixo do 1º quartil e verificar a existência de outliers;
- Calcular $Q3 + 1,5 \cdot IQR$ acima do 3º quartil e verificar a existência de outliers (Lima & Salazar, 2020).

Capítulo 3 – Apresentação da empresa

O estágio foi realizado na Rangel Logistics Solutions, uma empresa fundada em 1980, que se dedica à integração de diversos serviços logísticos e de distribuição. A Rangel opera em vários países, incluindo Portugal, Angola, Moçambique, Cabo Verde, Brasil, África do Sul e México, oferecendo serviços de transporte de mercadorias para aproximadamente 220 países, utilizando meios aéreos, marítimos e terrestres.

A visão da Rangel Logistics Solutions é fornecer soluções logísticas completas a nível global, baseando-se na experiência acumulada, na inovação contínua dos seus processos e no comprometimento de toda a equipa. A cultura corporativa da empresa valoriza as necessidades dos clientes, oferecendo serviços personalizados e divididos por setores, com o objetivo de construir relações duradouras.

Em 2021, a Rangel contava com 2.300 colaboradores, atendia cerca de 33.000 clientes e geria um espaço logístico de 31,5 mil metros quadrados. Nesse ano, a empresa movimentou 1.062.000 toneladas de mercadorias, efetuou 5,2 milhões de embarques e alcançou uma receita de 203 milhões de euros.

A empresa opera em diversas linhas de negócio, sendo que o presente estudo se concentrou especificamente na área de "Logística de Armazenagem", sob a responsabilidade da Rangel Distribuição e Logística S.A, que inclui um serviço de receção, armazenagem e expedição dos produtos da empresa HB Fuller. Estes produtos são armazenados num armazém arrendado pela Rangel Logistics Solutions.

3.1. Descrição da operação e do armazém

A nova operação em curso tem como propósito atender às exigências de um novo cliente da Rangel, a empresa HBF (HB Fuller), cujo armazém está localizado em Vilar, Vila do Conde.

A HB Fuller é uma multinacional norte-americana especializada na formulação, fabricação e comercialização de adesivos, selantes e outros produtos químicos especializados. A empresa tem sede em St. Paul, Minnesota, nos Estados Unidos, e é líder global no setor de adesivos. Atende uma ampla gama de indústrias, incluindo embalagens, eletrônicos, construção, automotiva, e saúde.

A empresa possui três grandes segmentos de atuação: Adesivos para Higiene, Saúde e Consumíveis, Adesivos de Engenharia e Adesivos para Construção. Em 2022, a HB Fuller registou uma receita de aproximadamente 3,75 mil milhões de dólares e conta com cerca de 7.200 colaboradores em todo o mundo. A empresa tem operações em mais de 30 países e sua presença global abrange os mercados da América, Europa, Ásia e África.

A nova operação compreende a responsabilidade pela condução de todas as atividades logísticas necessárias e inerentes à gestão abrangente do processo decorrente dessa operação.

Os transportes não estão sob a alçada da Rangel, sendo incumbência de outro parceiro comercial da HBF, com a exceção do Shuttle – caminhão que desempenha a função de transportar o produto final da fábrica da HBF para o armazém -, subcontratado pela Rangel. A atuação da Rangel concentra-se primordialmente na logística interna, abrangendo os processos mencionados anteriormente.

Além de receber o Produto Acabado (PA) da fábrica, o armazém também recebe embalagens dos fornecedores da HBF, cabendo à Rangel abastecer a fábrica com esses produtos quando necessário. Assim, quando o shuttle traz o PA, ele também é carregado posteriormente com embalagens destinadas à fábrica.

Os fluxos, de uma perspectiva macro, são delineados dessa forma.

No contexto da atividade logística, especificamente no armazém, são observados os fluxos tradicionais de logística relacionados aos processos de Inbound e Outbound, os quais serão detalhados no capítulo 4.

No que concerne às especificações do armazém, este foi desenhado segundo um layout em "fluxo em U", facilitando as operações ao concentrar as áreas de recepção e expedição na mesma localização geográfica. Este desenho estratégico, aliado às dimensões planeadas - largura de 22,7 metros, comprimento de 134,7 metros e altura de pé direito de 11,38 metros, totalizando uma área aproximada de 3058 metros quadrados -, visa a eficiência e a organização das atividades logísticas.

Essencial para o desempenho operacional diário, a frota de empilhadores inclui: dois empilhadores retráteis elétricos, um empilhador frontal contrabalançado elétrico, dois porta-paletes elétricos de baixa elevação e um empilhador elétrico de alta elevação. Tais equipamentos desempenham um papel vital na manipulação eficaz e segura dos materiais, dentro de um armazém que adota um sistema de armazenamento manual. Este sistema permite a alocação dos produtos em racks convencionais, assegurando uma capacidade de armazenamento de até 5000 paletes, incluindo tanto paletes euro quanto paletes americanas, facilitando assim o acesso e a movimentação dos bens.

Adicionalmente, a infraestrutura do armazém inclui outros equipamentos essenciais ao funcionamento da operação, tais como dois cais na zona de recepção/expedição, parte social com vestiário, espaços administrativos e uma área dedicada ao embalamento de paletes.

O armazém é igualmente equipado com maquinaria adicional, imprescindível para o funcionamento diário, que inclui uma máquina de vácuo, shrink², um robô envolvedor de paletes e uma envolvedora de paletes. Complementarmente, a infraestrutura é enriquecida com dois portões em cada extremidade, uma bacia de retenção, extintores, um posto de carregamento de baterias, uma balança e um posto de trabalho.

A gestão do inventário é efetuada mediante um sistema de gestão de armazém (WMS – Warehouse Management System), o que permite uma gestão mais precisa e mais eficiente do stock, compreendendo seis categorias principais de produtos

1. Water-Based: Adesivos aquosos;
2. Solventes: Dissolventes químicos;
3. Small Packs: Adesivos e selantes embalados em quantidades menores para atender às necessidades específicas dos clientes;
4. Hot Melt: Adesivos termoplásticos;
5. Packaging: Materiais e itens utilizados para embalar os produtos acabados, incluindo caixas de cartão, plástico filme, fitas adesivas e outros materiais necessários para proteger, conservar e transportar os produtos da H.B. Fuller de forma segura e eficaz;
6. Matérias-Primas: Resinas, Polímeros, Plastificantes, Talco, Argila, etc.

A Figura 6 mostra a disposição dos produtos nos quatro corredores do armazém, com numeração de 30 a 33 (são as chamadas ruas) e com 7 níveis em altura, para colocação das paletes.

²O termo "shrink" refere-se ao filme shrink ou embalagem termoencolhível, que é um tipo de material plástico que encolhe quando aquecido, aderindo firmemente ao produto que está a embalar. Esse processo é comum para proteger, agrupar ou selar produtos de forma segura.

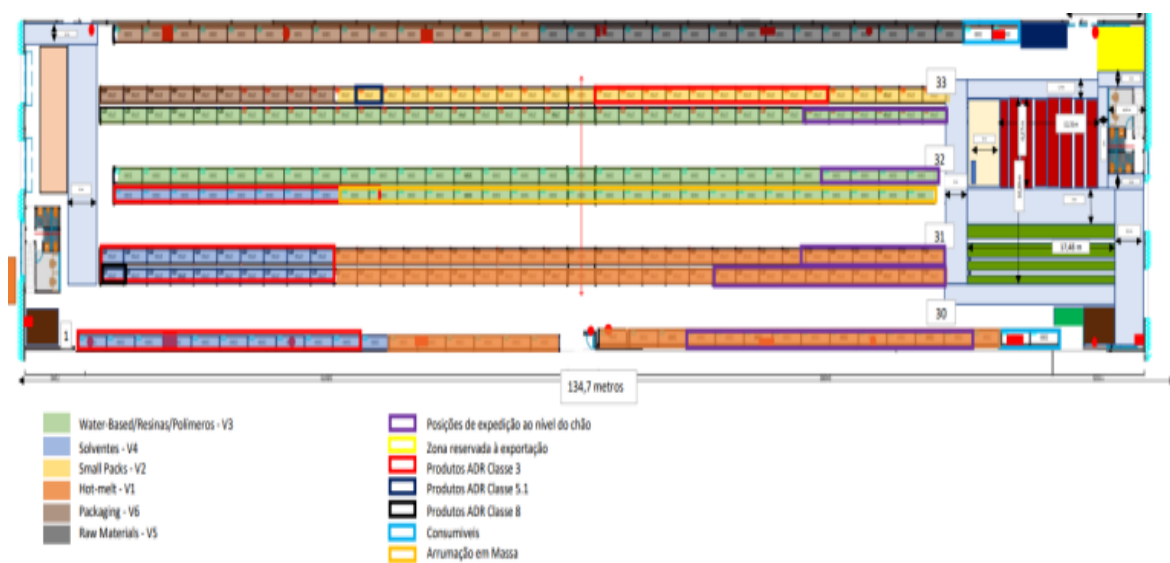


Figura 4 - Layout do armazém de Vilar.

Fonte: Rangel Logistics Solutions.

Capítulo 4 – Análise e Interpretação de Resultados

Neste capítulo, e através da pesquisa bibliográfica conduzida, será delineada a abordagem adotada para o estudo dos métodos e tempos, bem como as técnicas empregadas para viabilizar esta investigação.

Neste capítulo são abordados o mapeamento e descrição dos processos, a determinação do tamanho da amostra inicial, descritos os tempos registados relativos a cada processo cronometrado, e procede-se ainda á análise da produtividade operacional da empresa.

4.1. Mapeamento e descrição dos processos

O mapeamento dos processos revelou-se essencial para a compreensão das operações no armazém. O processo de Inbound é composto por diversos subprocessos, nomeadamente: Planeamento, Descarga, Conferência e Arrumação. No que se refere ao processo de Outbound, este engloba os seguintes subprocessos: Planeamento, Reaprovisionamento, Picking (à unidade, no chão, à paleta ou aéreo), Packing e Expedição.

A cronometragem das várias etapas teve como objetivo identificar ineficiências e calcular o tempo total dos processos de Inbound e Outbound. Contudo, a simultaneidade das tarefas tornou inviável uma análise integrada, dado que a soma dos tempos individuais não refletiria com precisão a realidade operacional. Devido à continuidade e à duração prolongada das atividades, optou-se por cronometrar cada subprocesso na sua totalidade, sem subdivisões. Esta abordagem exigiu deslocações frequentes entre diferentes áreas do armazém, a fim de recolher amostras representativas, o que inviabilizou a cronometragem de várias etapas em simultâneo.

A simultaneidade na execução de alguns processos, aliada à possível falta de amostras representativas caso se tivesse adotado outro método, dificultou a realização de uma análise mais detalhada. Ainda que esta opção tenha limitado a análise individual de cada etapa, proporcionou uma visão global dos processos, assegurando a qualidade dos dados, especialmente em atividades de longa duração.

Para facilitar a compreensão do fluxo de trabalho, foram elaborados fluxogramas para cada um dos processos mencionados, que estão representados nas páginas 26 a 32 do relatório. complementados por uma descrição detalhada dos procedimentos em cada subcapítulo. Importa destacar que processos administrativos, como o planeamento, são descritos apenas para proporcionar uma melhor compreensão das atividades, não tendo sido alvo de cronometragem. A cronometragem incidiu especificamente sobre os processos de Descarga, Segunda Conferência (uma vez que a primeira é apenas visual), Arrumação, Reaprovisionamento, Picking, Packing e Expedição.

4.1.1. Planeamento (inbound)

O processo de Inbound inicia-se com o seu planeamento, que é da responsabilidade do serviço administrativo e que consiste em várias etapas para garantir que os produtos cheguem ao armazém de forma eficiente e sem problemas. O cliente da Rangel (HB FULLER), envia um documento designado de “plano de entradas”, também referido como “Mapa de Receção”, com uma semana de antecedência, detalhando quais produtos e quantidades serão recebidos no armazém.

A equipa de logística da empresa compara o plano de entradas do cliente com o mapa de pré-produção, documento que a empresa gera através do sistema com base no que o cliente prevê que o armazém receba, para verificar se todas as informações estão corretas e se há alguma discrepância. Se não houver nenhum problema, a equipa, no WMS cria os planos de descarga, documento com instruções detalhadas criadas no sistema para executar a descarga dos produtos de forma eficiente e organizada de acordo com o plano fornecido pelo cliente.

Antes da receção dos produtos, é verificado se existem produtos rejeitados (produtos que ainda não estão caracterizados no sistema por ser tratar de uma operação em início de atividade) e se há algum problema com o transporte. Se não houver produtos rejeitados, os mapas de pré-produção são impressos, permitindo à equipa ter uma visão clara dos produtos que serão recebidos.

Após o planeamento prévio, quando a viatura chega, os dados do plano de descarga são atualizados para refletir a chegada. De seguida o motorista é informado sobre onde deve ocorrer a descarga.

Com a chegada do motorista à receção, é entregue a documentação ao operador encarregue da descarga e é anunciado o cais para dar continuidade à operação. Neste elemento do processo de Inbound são verificados os dados das guias de remessa entregues pelo motorista, comparando-as com as informações das PO's (purchase order), no caso de tratar de um fornecedor ou STO's (Stock Transfer Order), no caso de se tratar do Shuttle. Nos casos em que ocorre divergência, o responsável da HB Fuller é informado antes do início da descarga.

É também verificado se a guia de transporte e a guia de remessa têm o mesmo número da PO presente no mapa de pré-produção, e regista-se o número de referência presente no mesmo.

Após essa verificação, é impressa uma ficha designada de "Receção e Verificação de Encomendas" que serve para garantir que as mercadorias recebidas estão em conformidade com o que foi solicitado e para registar qualquer discrepância ou problema identificado durante o processo de recebimento. De seguida, os documentos de receção, incluindo o mapa de pré-produção de entrada e a ficha de receção, são entregues na operação.

Antes de proceder à descarga, é feita a validação do número do selo (são usados para garantir que a carga permaneça intacta durante o transporte, prevenindo roubos, manipulações indevidas ou acessos não autorizados ao conteúdo), se existir, com o CMR (Convention on the contract for the International Carriage)/GT (Guia de Transporte), verificada a conformidade de carga visualmente e validada a matrícula do veículo em função dos documentos de receção. Também é feita uma averiguação da concentração de gases no terminal que acompanha o operador, para garantir a segurança dos trabalhadores e prevenir riscos de intoxicação ou explosão, devido ao facto de alguns produtos se tratarem de produtos químicos. Somente após essas verificações é que se procede à descarga da viatura.

4.1.2. Descarga

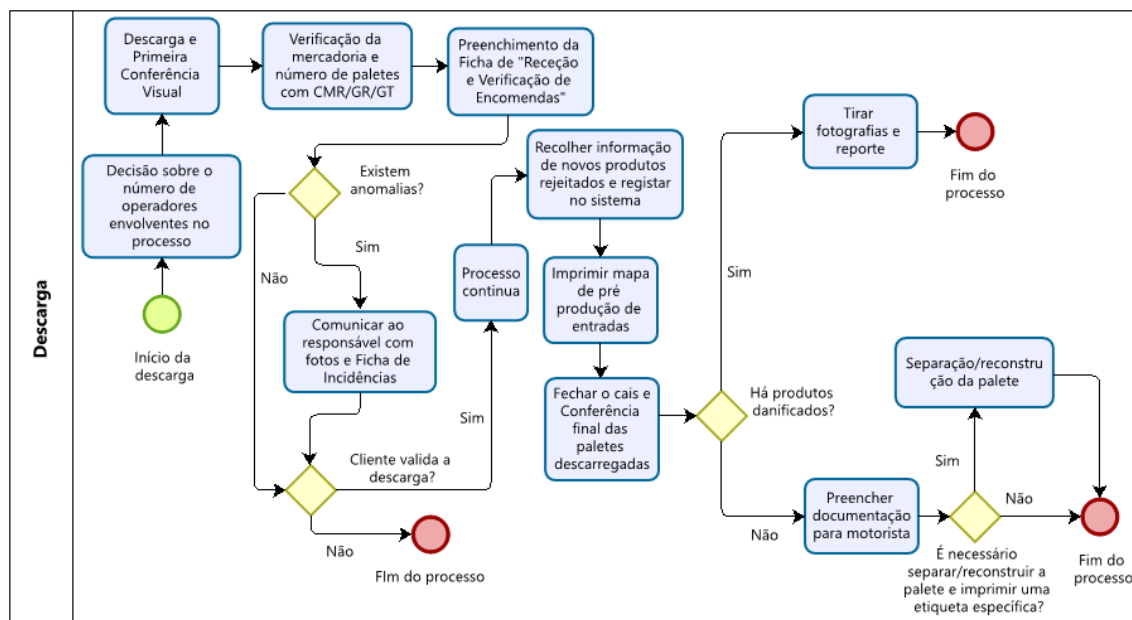


Figura 5 - Fluxograma do processo de Descarga.

Fonte: Produção própria.

Em geral, esta etapa envolve dois operadores; porém, ocasionalmente, o supervisor do armazém designa apenas um ou até três operadores. Essa flexibilidade na alocação de operadores é determinada com base nas necessidades operacionais e na disponibilidade de recursos no momento.

Enquanto é feita a descarga é, ao mesmo tempo, feita uma primeira conferência, onde é verificado visualmente a presença de incidências na mercadoria, assim como o número de paletes rececionadas, comparando com informação presente no CMR e/ou GR (Guia de Remessa)/GT, e procede-se ao preenchimento da Ficha de "Receção e Verificação de Encomendas". Se existirem anomalias, estas são comunicadas ao responsável da HB Fuller

através de registo fotográfico e anotação numa ficha designada “ficha de incidências”. Se o cliente validar a descarga, após essa confirmação, o processo prossegue.

Após a primeira Conferência, é recolhida a informação pedida numa ficha designada “Ficha de Verificação de Novos Produtos”, para os produtos rejeitados, caso a sua existência tenha sido verificada. Com base nessa informação, é registado em sistema as informações associadas aos mesmos e, neste caso, só no final é que é impresso o mapa de pré-produção de entradas.

Feita a descarga da mercadoria, o operador procede ao fecho do cais e passa à conferência/contagem das paletes descarregadas e ao preenchimento da documentação para posterior entrega ao motorista. Existem determinadas descargas em que é necessário a separação e reconstrução da paleta recebida, uma vez que possui mais de que um artigo, e é devidamente identificada com a etiqueta proveniente daquele produto em específico. Esta operação é feita depois de toda a descarga estar concluída e com o auxílio do serviço administrativo para a impressão da etiqueta.

Durante a descarga, caso sejam identificados produtos danificados, são tiradas fotografias para documentar os danos e reportá-los ao cliente HBF.

4.1.3. Segunda conferência

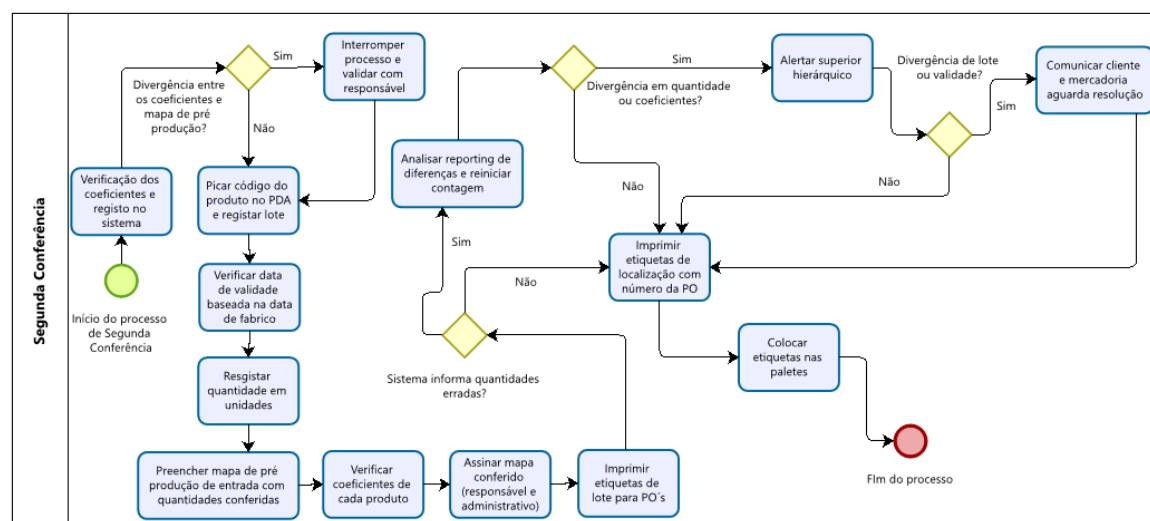


Figura 6 - Fluxograma do processo de Segunda Conferência.

Fonte: Produção própria.

Após realizada a primeira conferência (faz-se menção apenas à segunda conferência porque a primeira conferência é visual e não é exequível de cronometragem), é necessária uma segunda conferência para verificar os coeficientes e registar a informação no sistema. Por vezes este processo é realizado em simultâneo com o processo de descarga. Caso haja divergência entre os

coeficientes verificados e os presentes no mapa de pré-produção de entrada, o processo é interrompido e validado com a HBF.

No PDA (Personal Digital Assistant), é registado o código do produto e registado o lote, caso seja necessário. A data de validade é verificada no produto e registada. Quando a embalagem não contém esta informação, é assumida uma validade de um ano a partir da data de fabrico, seguindo um padrão estabelecido pela empresa para este tipo de produto. É também feito o registo da quantidade em unidades.

Neste processo, o mapa de pré-produção de entrada deve ser preenchido com a quantidade conferida, verificados os coeficientes de cada produto e assinados pelo responsável pela conferência e pelo serviço administrativo. As etiquetas com informação de lote para as POs também são impressas.

Caso o sistema informe que foram conferidas quantidades erradas, é analisado o reporting de diferenças e reiniciada a contagem em sistema para que seja feita nova recontagem. Caso exista divergência na quantidade ou coeficientes recebidos, o responsável da conferência alerta o superior hierárquico.

No caso das STOs, se houver divergência de lote ou data de validade, o cliente é comunicado e a mercadoria aguarda resolução.

Por fim, são impressas etiquetas de sinalização da localização onde colocar as paletes, introduzindo o número da PO e imprimindo as etiquetas respetivas para colocar nas paletes.

4.1.4. Arrumação

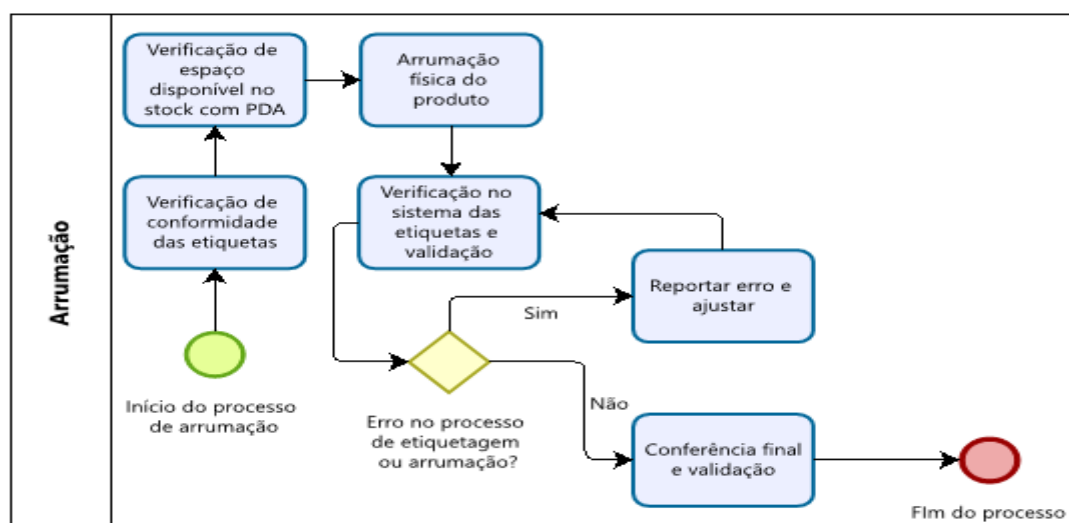


Figura 7 - Fluxograma do processo de Arrumação.

Fonte: Produção própria.

O processo de arrumação das paletes começa com a verificação de conformidade das etiquetas previamente impressas e coladas durante a conferência. Essa etapa assegura que os produtos e lotes corretos estão devidamente associados às paletes.

Antes da arrumação física, o colaborador verifica no sistema a disponibilidade de espaço no local de armazenamento apropriado. Posteriormente, as quantidades das paletes são registradas no sistema de gestão de armazém, utilizando um PDA (Personal Digital Assistant), de modo a garantir que o sistema reflete com precisão as quantidades recebidas.

Após confirmar as etiquetas e o espaço disponível, o colaborador procede à arrumação física das paletes, alocando-as nos locais designados. Concluída essa etapa, o sistema é consultado para verificar se todas as etiquetas foram validadas corretamente e se as paletes foram armazenadas no local previsto.

Caso seja detetado algum erro no processo, como quantidades incorretas ou informações imprecisas nas etiquetas, o processo é interrompido e o erro é reportado antes do processo prosseguir.

Finalmente, após garantir que todas as etapas anteriores foram realizadas corretamente, o colaborador efetua uma conferência final e validação no sistema.

Assim como foi desenvolvido um fluxograma para os processos de Inbound, foi também criado um fluxograma específico para os processos de Outbound, detalhando os procedimentos adotados pela empresa em cada etapa.

4.1.5. Planeamento (outbound)

O processo de Outbound engloba um conjunto de etapas cruciais para garantir que a expedição dos produtos seja feita de forma eficiente e com qualidade.

Diariamente, a H.B. Fuller cria e envia o Plano de Cargas, com as cargas esperadas para o dia seguinte (tendo também em conta a transportadora). Posteriormente, é feita a comparação do plano de cargas enviado pela HB Fuller com os documentos mencionados no plano de pré-produção de Saídas de Armazém.

Além disso, é verificado se há rupturas de stock, e, caso sejam identificadas, as ações são tomadas de acordo com as orientações do cliente.

Os distribuidores comunicam a hora de expedição até às 11 horas do dia anterior à carga. Isto acontece para permitir que o armazém organize os produtos, prepare documentos e aloque recursos necessários, evitando atrasos e otimizando o fluxo de trabalho.

4.1.6. Reaprovisionamento

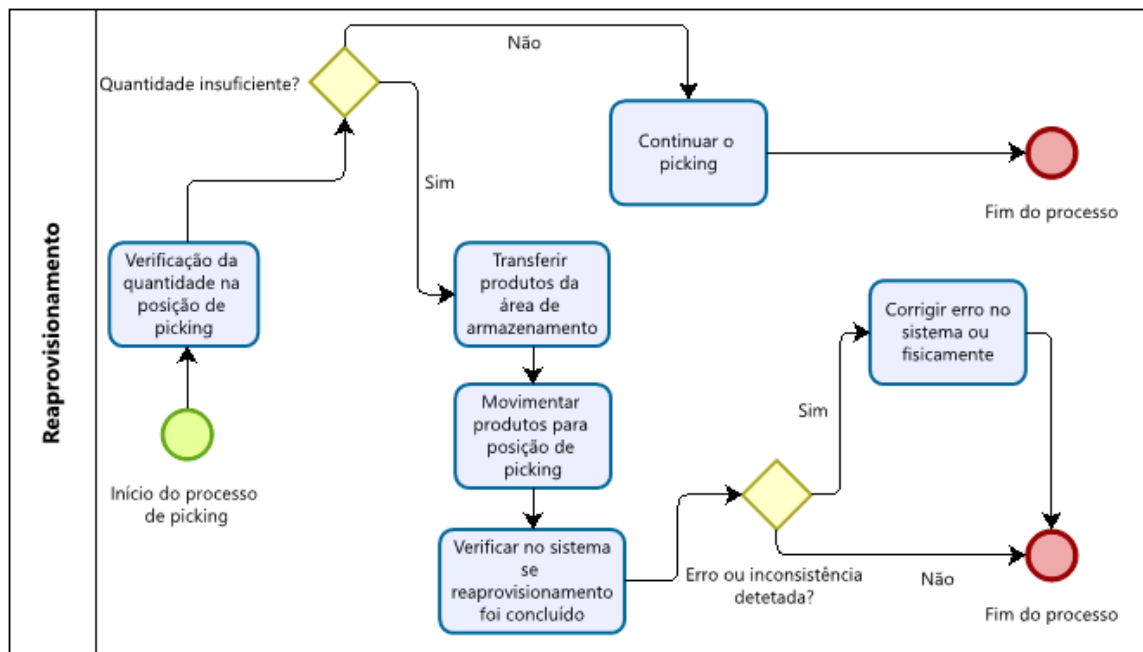


Figura 8 - Fluxograma do processo de Reaprovisionamento.

Fonte: Produção própria.

O reaprovisionamento ocorre quando a quantidade exata do produto a expedir não está disponível na posição de picking. Nesse caso, é necessário realizar a transferência de produtos para essas posições, assegurando que os itens necessários estejam disponíveis para concluir o processo. Após a conclusão do picking, é feita uma verificação no sistema para garantir que todos os reaprovisionamentos foram concluídos e que as posições estão devidamente abastecidas para atender futuras encomendas.

4.1.7. Picking

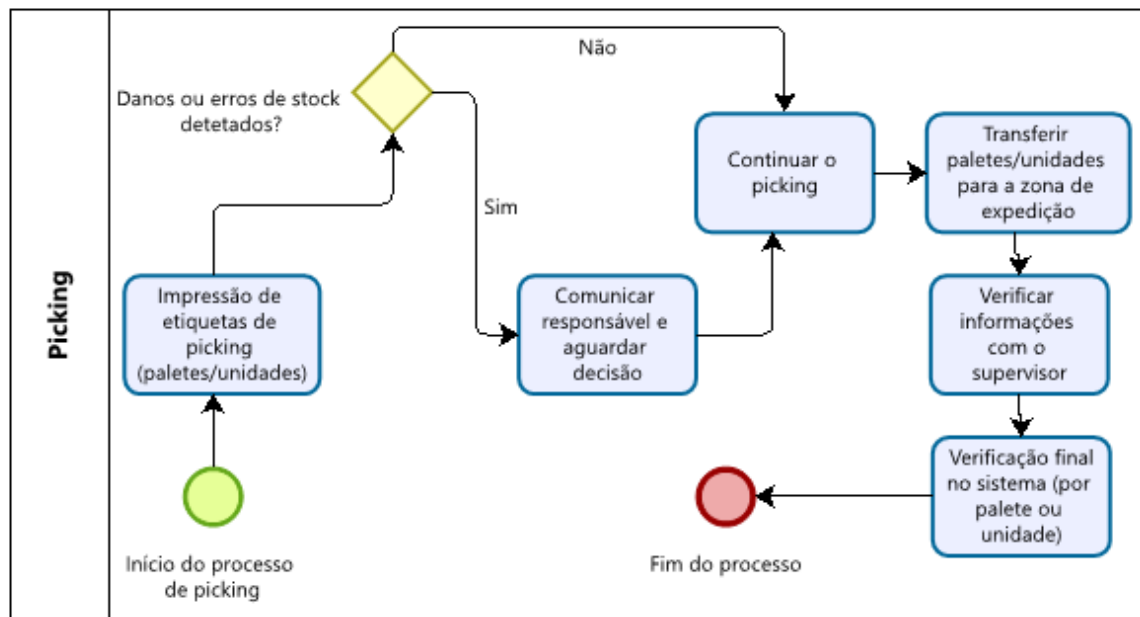


Figura 9- Fluxograma do processo de Picking.

Fonte: Produção própria.

O tipo de picking que a empresa desenvolve é o *picking by order* (picking por encomenda ou por cliente) em que cada operador é responsável por recolher todos os itens de uma encomenda. Só passa para encomenda seguinte quando a anterior tiver terminado.

O picking começa com a impressão das etiquetas para paletes completas e caixas/unidades, que seguem a ordem de carga planeada. Durante o processo de separação, se forem detetados danos ou erros de stock, o responsável da HB Fuller é informado para decidir se a encomenda deve ser enviada de forma incompleta ou se deve aguardar pela receção do produto em falta. Quando a separação está concluída, as paletes completas são direcionadas para a zona de expedição, e a sua alocação é orientada de acordo com as informações fornecidas pelo supervisor do armazém. A verificação final ocorre no sistema, onde se confirma a conclusão, dependendo do tipo de encomenda: para encomendas que envolvem separação por palete, a confirmação ocorre após a validação das etiquetas de todas as paletes; para encomendas que envolvem separação por unidade ou misto, a confirmação ocorre após a validação das etiquetas de todos os produtos.

4.1.8. Packing

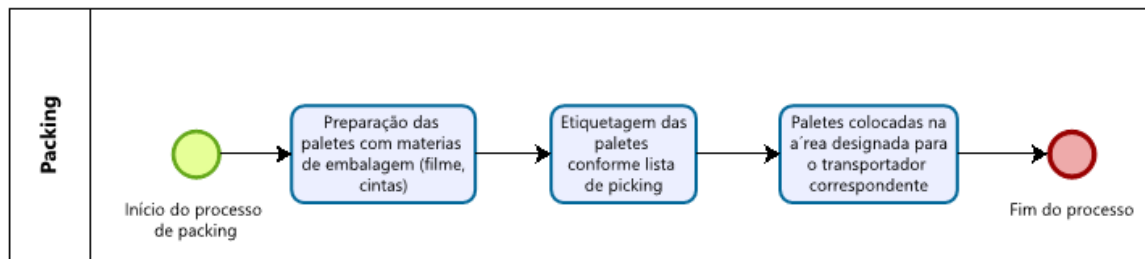


Figura 10 - Fluxograma do processo de Packing.

Fonte: Produção própria.

Após a conclusão do picking, as paletes são encaminhadas para o processo de packing (embalagem), onde são preparadas com os materiais necessários, como filme plástico ou cintas, de acordo com as especificações da encomenda. As paletes são então etiquetadas conforme as informações da lista de picking, garantindo a identificação correta. Depois de embaladas e etiquetadas, as paletes são colocadas na área designada para o transportador correspondente.

4.1.9. Expedição

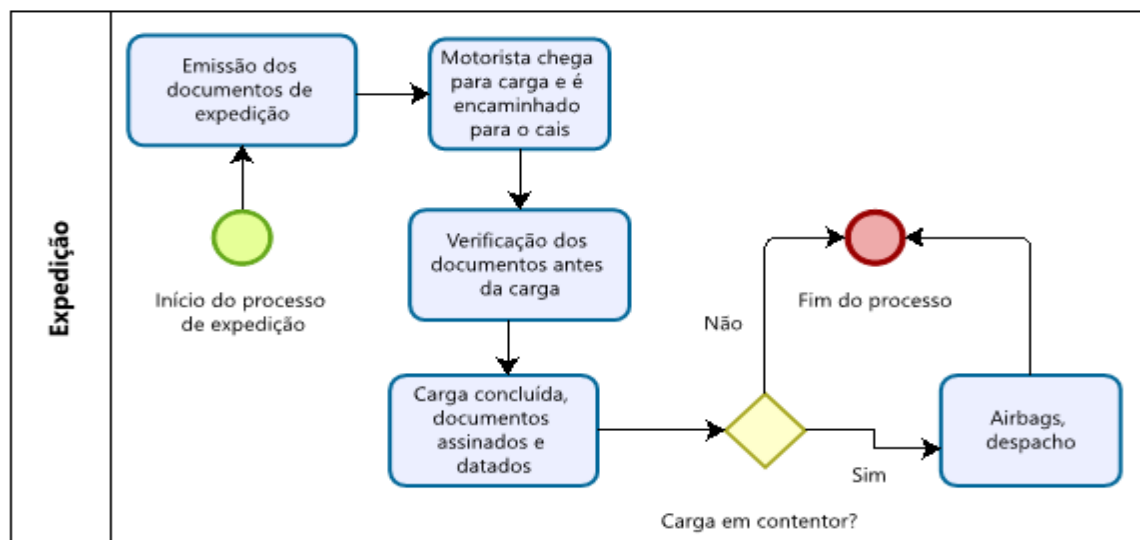


Figura 11 - Fluxograma do processo de Expedição.

Fonte: Produção própria.

Na etapa de expedição, os documentos necessários são emitidos em dois momentos, dependendo do transportador. Para transportadores em que o cliente faz a carga, os documentos são emitidos logo após a confirmação do picking. Para outros transportadores, os documentos são emitidos quando a encomenda está pronta para ser entregue. As etiquetas de expedição são impressas e coladas nas paletes a serem entregues. Quando o motorista chega, ele é encaminhado para o cais correspondente, onde os documentos são verificados antes da carga

ser iniciada. Após o processo de carregamento, os documentos são assinados e datados pelo motorista e pelo responsável da Rangel. Se a carga for em contentor, procedimentos adicionais, como a colocação de airbags e a elaboração de um despacho, são realizados, dependendo do país de destino

4.2. Cronometragem

4.2.1. Cronometragem inicial para determinação do tamanho da amostra

Para a determinação do tamanho necessário da amostra foram inicialmente cronometrados 10 ciclos de cada um dos processos.

Para esse efeito foi elaborada e impressa uma tabela na qual constava o número da amostra, a data, o nome do processo e o número de unidades movimentadas.

Após a retirada desses tempos (Anexos I a VII) e, através da revisão bibliográfica, foi usada a equação 1 para o cálculo do número mínimo de amostras necessárias para cada um dos processos em análise:

$$n = \left(\frac{z_s}{A_{\bar{x}}} \right)^2$$

Em que:

- n = Número mínimo de amostras necessárias.
- z = Valor crítico da distribuição normal associado ao nível de confiança desejado.
- s = Desvio padrão da amostra, uma medida da variabilidade dos dados observados na amostra.
- A = Margem de erro ou precisão desejada. Representa a distância máxima aceitável entre a média da amostra e o valor verdadeiro da população.
- $\bar{x}$ = Média amostral, que é a média dos valores observados nas amostras já coletadas.

Através da “Folha de Cálculo” (ver anexos I a VII) foi calculada a média e o desvio padrão de cada amostra inicial de 10 ciclos, e foi atribuído o valor de z respetivo (Tabela 2) para um nível de confiança de 95% e um erro de 5%, valores geralmente aceites na medida do trabalho (Peinado. J & Graeml A.R, 2007).

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Tabela 2 - Coeficientes de Probabilidade.

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml 2007.

Os resultados constam na tabela 3 para cada um dos processos cronometrados:

Descarga	Segunda Conferência	Arrumação	Reaprovisionamento	Picking	Packing	Carga
94	1254	135	2082	2267	547	400

Tabela 3 - Tamanho amostra inicial.

Fonte: Produção própria.

Como se pode observar, N' (número de amostras necessárias) é sempre superior a N (número de amostras iniciais realizadas) em todos os processos, pois N tem o valor de 10. Assim, torna-se inviável cronometrar tantos ciclos.

Perante este problema optou-se por cronometrar o maior número de dados possível para todos os processos e trabalhar com os dados possíveis.

4.2.2. Tempos Observados

O TO (Tempo Observado), ou seja, o tempo registado no cronómetro, tempo que efetivamente demorou o processo desde o momento em que iniciou até que terminou.

A equação 2, abordada na revisão bibliográfica para o cálculo do TO é a seguinte:

$$CT = \frac{\sum t}{nciclos}$$

É importante realçar que esta fórmula, representa o cálculo da média do tempo medido durante os diversos ciclos, ou seja, o tempo que um ciclo de um determinado processo demora, em média. No entanto, neste trabalho, por uma questão de metodologia, optou-se por trabalhar individualmente cada ciclo e no final calcular a média dos TP (Tempo Padrão) de todos esses ciclos. Os resultados matematicamente seriam sempre os mesmos.

Assim, a fórmula anteriormente expressa, não foi diretamente utilizada.

Com vista a saber quanto tempo demorou cada unidade a ser movimentada e tendo em conta o número de recursos humanos utilizado em cada ciclo, este tempo será multiplicado pelo número de recursos utilizados, e dividido pelo número total de unidades movimentadas durante a cronometragem, dando origem ao tempo observado utilizado por unidade que pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Tempo Observado utilizado por unidade} = \frac{\text{TO} \times \text{Número de recursos}}{\text{Número de unidades}}$$

Equação 8 - Cálculo do Tempo Observado utilizado por unidade.

De notar que este tempo não considera o FA (Fator de Atividade), ou de ritmo, nem as correções necessárias ao cálculo do TP.

Foi elaborada uma folha de observações, com recurso a uma “Folha de Cálculo”, incluindo o número de cada amostra, a atividade ou processo, os tempos observados de cada elemento, o número de unidades movimentadas, o número de recursos utilizados e o fator de atividade do operador ou equipa, que será explicado no ponto 4.2.3.

Como referido no ponto 4.2.1., foram cronometrados o maior número de ciclos possível em cada processo e registados os tempos respetivos de cada um (Anexos XIV a XXIV). A tabela 4 reflete o número de ciclos cronometrados em cada processo.

Descarga	Segunda Conferência	Arrumação	Reaprovisionamento	Picking	Packing	Carga
28	16	19	7	21	16	23

Tabela 4 - Número de ciclos cronometrados em cada processo.

Fonte: Produção própria.

4.2.3. Cálculo do Tempo Normal

Através da revisão bibliográfica, foi usada a equação 3 para o cálculo do Tempo Normal (TN):

$$NT = CT \times PR$$

De notar que o Tempo Observado é, neste caso, o tempo observado por unidade, e o FA é o Fator de Atividade, ou ritmo do operador.

Para determinar o FA usou-se o método “Westinghouse”, abordado na Revisão Bibliográfica. Cada elemento medido recebeu um código para habilidade, esforço, condições e competência do operador ou operadores. Foi impressa uma folha de auxílio á cronometragem, que permitiu registar os códigos de cada fator relativo ao método westinghouse, que, na verdade, é a tabela 1, que consta do ponto 2.6.1.1.1., de forma que, aquando da medição de tempos, se qualquer um desses fatores chave se verificasse, fosse atribuído um código.

Os valores associados a cada código foram registados diariamente no arquivo em Excel ao final de cada dia de medição de tempos. O FA resultante permitiu calcular o tempo normal.

Os códigos atribuídos e os resultados do cálculo do FA em cada ciclo de cada amostra constam nos Anexos XXV a XXXII.

É importante ressaltar que, devido à indisponibilidade de um colaborador experiente para o estudo dos tempos, foi necessário adotar uma estratégia alternativa, a fim de garantir que os dados obtidos fossem o mais confiáveis e viáveis possível.

Essa estratégia consistiu, em primeira instância, em observar o ritmo habitual de cada colaborador, até mesmo antes da determinação do tamanho da amostra - abordada anteriormente no ponto 4.2.1. -, antes de dar início à primeira medição no terreno, de forma subjetiva ou aos olhos do analista, mas que ainda assim permitiu ultrapassar a adversidade já mencionada. Utilizando o método anteriormente referido – Westinghouse - o fator de atividade foi calculado através de códigos que identificavam se o colaborador em causa estaria naquele preciso momento a realizar o processo de forma mais ou menos normal do que o habitual, e foram sendo feitos esses registos na tabela elaborada em Excel e usada no terreno aquando das medições.

Os tempos normais resultantes do cálculo do FA estão descritos nos Anexos XIV a XXIV.

4.2.4. Cálculo do Tempo Padrão

O Tempo Padrão é o objetivo que se pretende alcançar no estudo dos tempos e, como tal, este dado é o que permite averiguar o tempo necessário à execução de uma determinada tarefa ou atividade, neste caso, os processos logísticos inerentes à operação em causa.

O TP é calculado através da equação 6, referida na revisão bibliográfica:

$$ST = NT \times AF$$

Ao fator de concessões foi atribuído um valor utilizado pela empresa de 15%, devido ao facto de a adaptação difícil ao contexto logístico facilmente resultaria numa distorção os factos em detrimento de uma teoria, ainda para mais, não observável.

Os tempos padrão poderão ser consultados nos anexos XIV a XXIV.

No final, foi calculada a média do tempo padrão para o conjunto total de medições de cada processo, e, através da técnica da cronometragem determinou-se então o tempo necessário para a execução de cada atividade, sendo importante ressaltar que o tempo padrão considerado se refere ao tempo necessário para a movimentação de uma unidade.

Recorrendo à estatística, foram identificados, página 39 a 69., os outliers, para evitar que tempos muito inferiores ou superiores à média impactassem negativamente a credibilidade dos dados.

Assim sendo, as médias dos TP presentes na tabela 5 ainda não levam em consideração a remoção dos valores considerados como outliers ao processo e dizem respeito à média dos TP

de cada processo e que indicam a média do tempo padrão para movimentar uma unidade, ou o tempo necessário para movimentar uma unidade em cada processo.

Processo	Média TP
Descarga	92,6
Segunda Conferência	44,8
Arrumação	359,4
Reaprovisionamento	189,6
Picking aéreo	653,7
Packing chão	552,2
Packing	262,6
Carga	127,4

Tabela 5 - Média dos tempos padrão de cada processo.

Fonte: Produção própria.

Estes dados, tal como os dados dos dados dos TP em cada ciclo servirão de base para analisar a produtividade operacional da operação, levando ainda em consideração a eliminação dos outliers identificados.

Capítulo 5 – Análise crítica

5.1. Análise e comparação da produtividade operacional atual com a considerada no cálculo dos preços de venda

Neste ponto é analisada a produtividade operacional da empresa, através da comparação dos tempos previstos pela empresa aquando do início da operação com os tempos efetivamente cronometrados. É ainda referida a forma como foram identificados os outliers em cada processo, bem como referidos os novos dados de tempo (após a sua eliminação) para por último se proceder á comparação anteriormente referida e retirar conclusões acerca da produtividade operacional existente em cada processo em análise.

Com o objetivo de inferir acerca das amostras retiradas de cada processo, foram calculados os IC (Intervalos de Confiança) para cada processo, através da ferramenta Excel, (Anexos XXXIII e XXXIV), com erro de 5% e nível de confiança de 95%, pois são as medidas geralmente aceites na medida do trabalho. Para o efeito foi utilizada a distribuição t de Student.³

Os outliers foram identificados com base no método “Regra do 1,5 IQR” abordado na Revisão bibliográfica, no Capítulo II, e, novamente com recurso a uma “Folha de Cálculo”, foram elaborados gráficos que, em cada processo, são a constatação da existência ou não, dependendo do processo em questão, de outliers.

É importante notar que o termo “nova média” se refere á média do tempo padrão calculada até ao momento, mas com a remoção dos outliers identificados.

³ A distribuição t de Student é uma distribuição de probabilidade usada para estimar a média de uma população quando a amostra é pequena ($n < 30$) e a variância populacional é desconhecida. Os intervalos de confiança foram calculados utilizando esta distribuição devido ao facto de nenhum parâmetro populacional (média ou variância) ser conhecido, o que é comum em situações com amostras limitadas e dados não previamente disponíveis.

5.1.1. Descarga

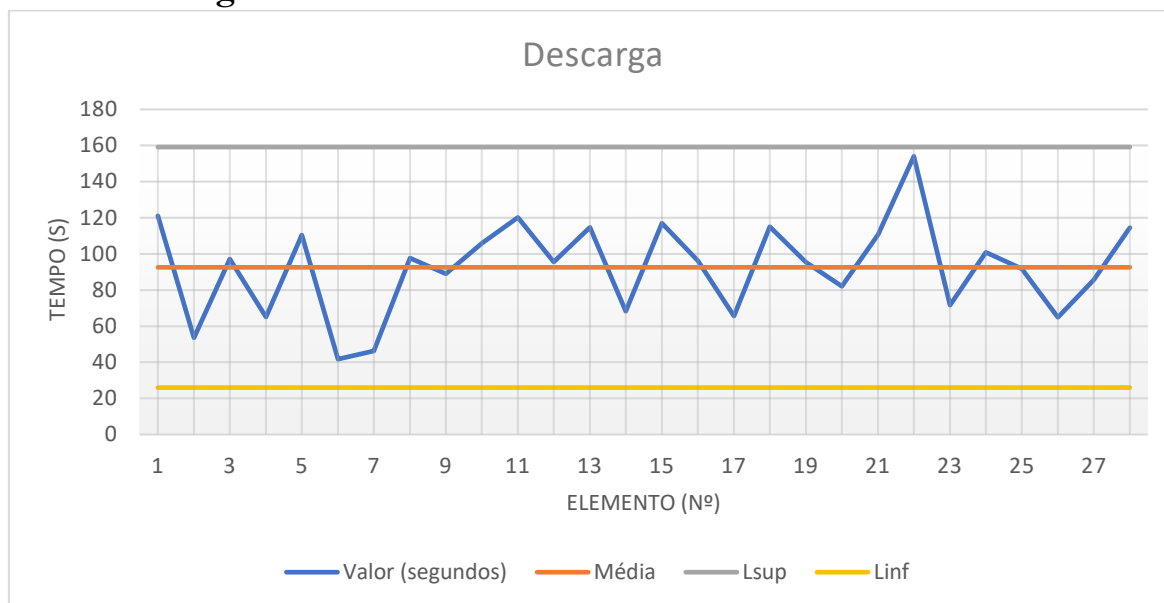


Figura 12 - Outliers do processo de descarga. Fonte:

Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que nenhum dos elementos constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido.

As variações resultantes são detalhadas na Tabela 7, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 6, abaixo, contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min) ⁴	Tempos previstos (seg) ⁵	Tempos reais (min.)	Tempos reais (seg.)
1,03	61,8	1,54	92,6

Tabela 6 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 7 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nº ciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
28	1,54	92,6	—	—	—	—

Tabela 7 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

⁴ A abreviatura “min.” significa “minutos”.

⁵ A abreviatura “seg” significa “segundos”.

A Tabela 8 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
0,51	30,8	-	Tempo previsto abaixo do real

Tabela 8 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Não foram identificados outliers no processo de descarga.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T.previsto) é de 61,8 segundos.
- O tempo real por palete (T.real) é de 92,6 segundos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 92,6 \text{ seg/paleta} - 61,8 \text{ seg/paleta} = 30,8 \text{ seg/paleta}$.
- Esta fórmula indica um aumento de 30,8 segundos por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Descarga por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T.\text{previsto} = 61,8 \text{ seg/paleta}$
- $T.\text{real} = 92,6 \text{ seg/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de descarga por dia (CP) é calculada através da seguinte equação:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

Equação 9 - Cálculo de Capacidade Prevista.

$$CP = \frac{28800}{61,8}$$

$$\mathbf{CP \approx 466 \text{ paletes/dia}}$$

A capacidade real de descarga por dia (CR) é calculada como:

$$\mathbf{CR = \frac{Número \text{ de segundos trabalhados}}{Tempo \text{ Real}}}$$

Equação 10 - Cálculo da Capacidade Real.

$$\mathbf{CR = \frac{28800}{92,6}}$$

$$\mathbf{CR \approx 311 \text{ paletes/dia}}$$

O cálculo do intervalo de confiança (IC) relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$\mathbf{IC95\% = [82,5 ; 102,6] \text{ seg}}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de descarregamento (ou seja, se o tempo médio de descarregamento aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar-se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de descarregamento (82,5 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de descarregamento (102,6 segundos).

$$\mathbf{CR \text{ mínima} = \frac{28800}{102,6} \approx 281 \text{ paletes/dia}}$$

$$\mathbf{CR \text{ máxima} = \frac{28800}{82,5} \approx 349 \text{ paletes/dia}}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$\mathbf{IC95\% = [281 ; 349] \text{ paletes/dia}}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

Equação 11 -Cálculo da taxa de produtividade.

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{311 \text{ paletes} \times 100\%}{466 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} \approx 66,7\%$$

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 66,7% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há uma efetiva redução de 33,3% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura otimista ao prever os tempos do processo de descarga.
- O preço de venda ao cliente poderia ser superior, considerando a produtividade real.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de descarga, considerando a produtividade real.
- Avaliação da necessidade de ajustar o preço de venda ao cliente, considerando a produtividade real.

5.1.2. Segunda conferência

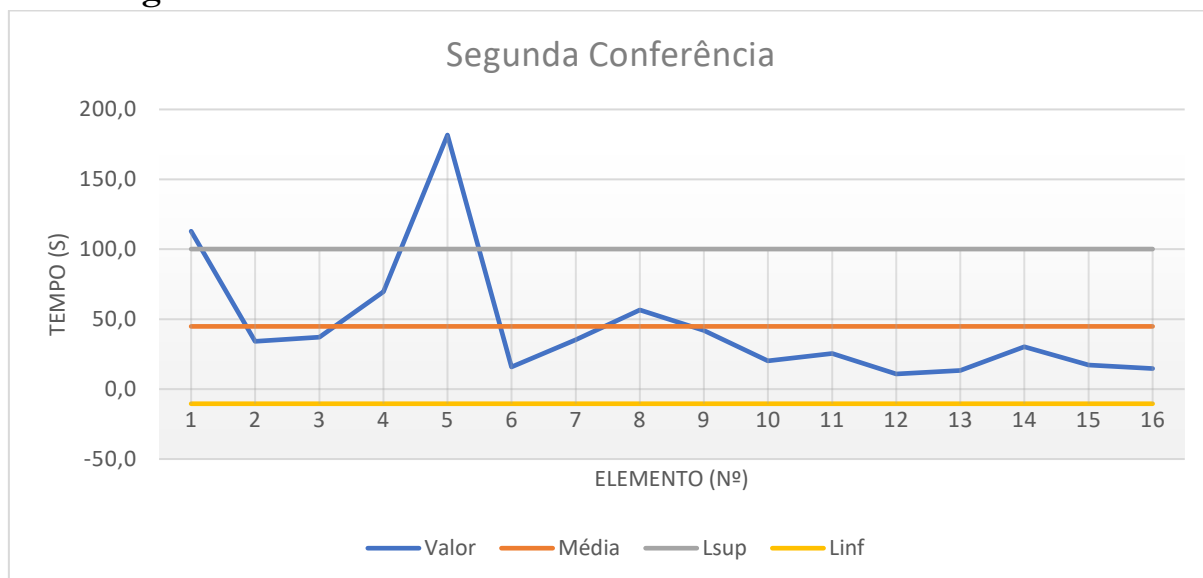


Figura 13 - Outliers do processo de segunda conferência.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 5 constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção do valor temporal associado a este elemento específico, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 11, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 9 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
1,03	61,8	0,7	44,8

Tabela 9 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 10 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nºciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
16	0,7	44,8	0,5	30,2	0,2	14,6

Tabela 10 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 11 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
0,53	31,6	+	Tempo previsto acima do real

Tabela 11 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foram identificados dois outliers no processo de Segunda Conferência.
- A sua remoção resultou numa diferença de 14,6 segundos ou 0,2 minutos.
- Isso indica que os outliers tiveram algum impacto no tempo total de conferência.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 61,8 seg.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 30 seg.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 0,5 \text{ min/paleta} - 1,03 \text{ seg/paleta} = - 0,53 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica uma redução de 0,53 min por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Conferência por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 61,8 \text{ seg/paleta}$
- $T_{\text{real}} = 30 \text{ seg/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de conferência por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{61,8}$$

$$CP \approx 466 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de conferência por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{30}$$

$$CR \approx 960 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [22,2 ; 40,2] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de conferência (ou seja, se o tempo médio de conferência aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar-se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de conferência (22,2 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de conferência (40,2 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{40,2} \approx 716 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{22,2} \approx 1297 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$IC95\% = [716 ; 1297] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{960 \text{ paletes} \times 100\%}{466 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} \approx 206\%$$

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 206% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há um efetivo aumento de 106 % na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura demasiado pessimista ao prever os tempos do processo de segunda conferência.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de segunda conferência, considerando a produtividade real.

5.1.3. Arrumação

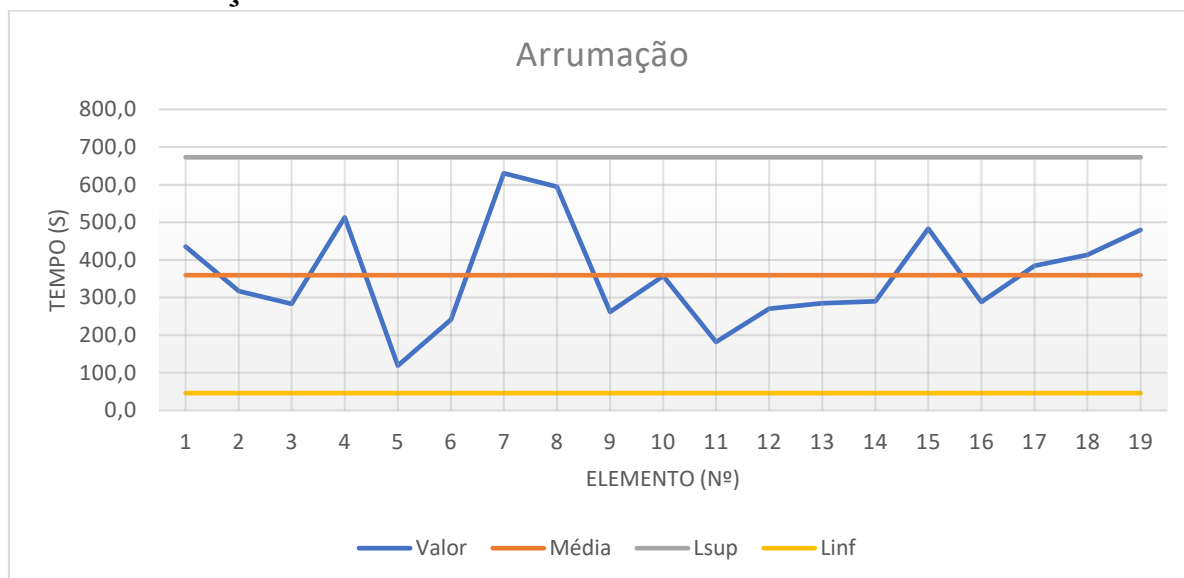


Figura 14 - Outliers do processo de Arrumação.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que nenhum dos elementos constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido.

As variações resultantes são detalhadas na Tabela 13, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 12 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
2	120	6	360

Tabela 12 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 13 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nºciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
19	6	360	—	—	—	—

Tabela 13 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 14 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
4	240	-	Tempo previsto muito abaixo do real

Tabela 14 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Não foram identificados quaisquer outliers no processo de arrumação.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 2 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 6 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 6 \text{ min/paleta} - 2 \text{ min/paleta} = - 4 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica um aumento de 4 min por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Arrumação por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 2 \text{ min/paleta}$
- $T_{\text{real}} = 6 \text{ min/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de arrumação por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{60}$$

$$CP \approx 240 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de arrumação por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{360}$$

$$CR = 80 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [293,7 ; 425,2] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de arrumação (ou seja, se o tempo médio de arrumação aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar-se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de arrumação (293,7 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de arrumação (425,2 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{425,2} \approx 68 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{293,7} \approx 98 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$IC95\% = [68 ; 98] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{80 \text{ paletes} \times 100\%}{240 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} \approx 33,3\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 33,3% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há uma efetiva redução de 66,7% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura demasiado otimista ao prever os tempos do processo de arrumação.
- O preço de venda ao cliente poderia ser superior, considerando a produtividade real.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de arrumação, considerando a produtividade real.
- Avaliação da necessidade de ajustar o preço de venda ao cliente, considerando a produtividade real.

5.1.4. Reaprovisionamento

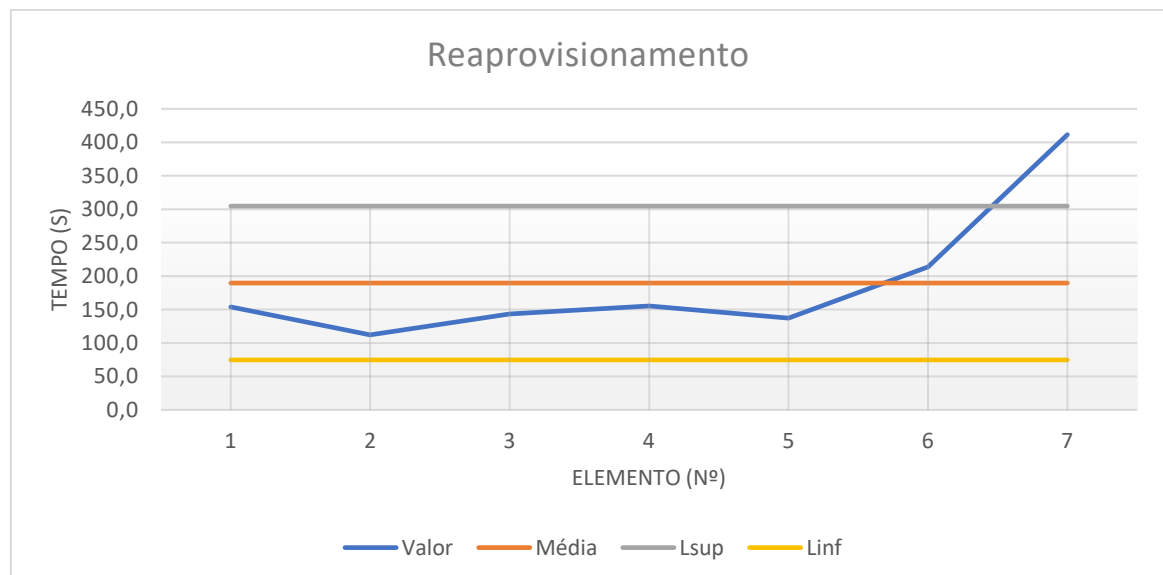


Figura 15 - Outliers do processo de Reaprovisionamento.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 7 constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção

do valor temporal associado a este ponto específico, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 16 sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 15 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
2,5	150	3,16	189,6

Tabela 15 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 16 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nº ciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
7	3,16	189,6	2,54	152,7	0,62	37

Tabela 16 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 17 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
0,04	2,7	-	Tempo previsto muito pouco acima do real

Tabela 17 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foi identificado um outlier no processo de reaprovisionamento.
- A sua remoção resultou numa diferença de apenas 37 segundos ou 0,62 minutos.
- Isso indica que o outlier teve um impacto significativo no tempo total de reaprovisionamento.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 2,5 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 2,54 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 2,54 \text{ min/paleta} - 2,5 \text{ min/paleta} = 0,04 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica um aumento de 0,04 min por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Reaprovisionamento por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T.\text{previsto} = 2,5 \text{ min/paleta}$
- $T.\text{real} = 2,54 \text{ min/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 H \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de reaprovisionamento por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{150}$$

$$CP = 192 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de reaprovisionamento por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{152,4}$$

$$CR \approx 188 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [117,2 ; 188,2] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de reaprovisionamento (ou seja, se o tempo médio de reaprovisionamento aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar-se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de reaprovisionamento (117,2 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de reaprovisionamento (188,2 segundos).

$$\text{CR mínima} = \frac{28800}{188,2} \approx 153 \text{ paletes/dia}$$

$$\text{CR máxima} = \frac{28800}{117,2} \approx 246 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$\text{IC95\%} = [153 ; 246] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{188 \text{ paletes} \times 100\%}{192 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} \approx 97,9\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 97,9% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há uma efetiva redução de 2,1% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura realista ao prever os tempos do processo de reaprovisionamento.

5.1.5. Picking

5.1.5.1. Picking aéreo

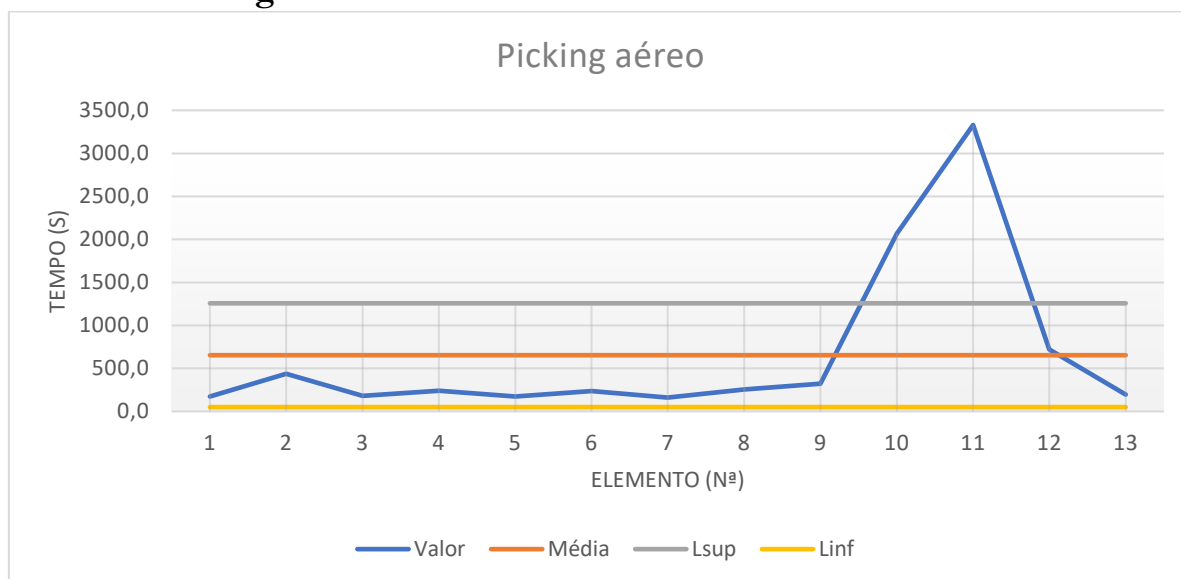


Figura 16 - Outliers do processo de Picking aéreo.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 10 e 11 constituem anomalias (outliers), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção do valor temporal associado a estes pontos específicos, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 19, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier. A Tabela 18 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
3	180	10,9	653,7

Tabela 18 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 19, abaixo, contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nºciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
13	10,9	653,7	4,7	281,9	6,2	371,8

Tabela 19 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 20 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
1,7	102	-	Tempo previsto abaixo do real

Tabela 20 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foram identificados dois outliers no processo de picking aéreo ou picking á palete completa.
- A sua remoção resultou numa diferença de 371,8 segundos ou 6,2 minutos.
- Isso indica que os outliers tiveram um impacto significativo no tempo total de picking aéreo.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 3 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 4,7 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 4,7 \text{ min/palete} - 3 \text{ min/palete} = 1,7 \text{ min/palete}$.
- Esta fórmula indica um aumento de 1,7 min por palete em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Picking á palete por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 3 \text{ min/palete}$

- T.real = 4,7 min/paleta
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de picking aéreo por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{180}$$

$$CP = 160 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de picking aéreo (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{282}$$

$$CR \approx 102 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [169,7 ; 394] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de picking aéreo (ou seja, se o tempo médio de picking aéreo aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar -se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de picking aéreo (169,7 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de reaprovisionamento (394 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{394} \approx 73 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{169,7} \approx 170 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$\text{IC95\%} = [73 ; 170] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{102 \text{ paletes} \times 100\%}{160 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} \approx 63,8\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 63,8% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há uma efetiva redução de 36,2% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura bastante otimista ao prever os tempos do processo de picking aéreo.
- O preço de venda ao cliente poderia ser superior, considerando a produtividade real.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de picking aéreo, considerando a produtividade real.
- Avaliação da necessidade de ajustar o preço de venda ao cliente, considerando a produtividade real.

5.1.5.2. Picking no chão

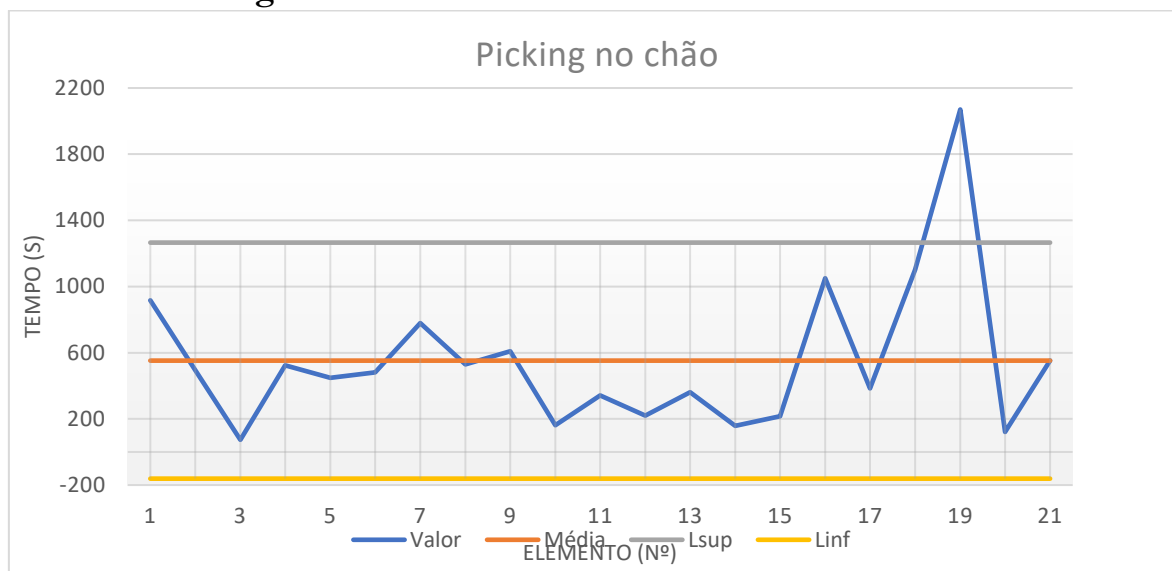


Figura 17 - Outliers do processo de Picking no chão.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 19 constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção do valor temporal associado a este ponto específico, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 22, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 21 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
8	480	9,2	552,2

Tabela 21 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 22 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nº ciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
21	9,2	552,2	7,94	476,3	1,26	75,9

Tabela 22 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 23, abaixo, contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
-0,06	-3,6	+	Tempo previsto acima do real

Tabela 23 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foi identificado apenas um outlier no processo de picking no chão ou picking á palete incompleta.
- A sua remoção resultou numa diferença de 75,9 segundos ou 1,26 minutos.
- Isso indica que o outlier teve um impacto significativo no tempo total de picking no chão.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 8 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 7,94 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 7,94 \text{ min/paleta} - 8 \text{ min/paleta} = 0,06 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica que se registou uma pequena redução de 0,06 minutos por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Picking à paleta incompleta por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 8 \text{ min/paleta}$
- $T_{\text{real}} = 7,94 \text{ min/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de picking no chão por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{480}$$

$$CP = 60 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de picking no chão por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{476,4}$$

$$CR \approx 60 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [336,5 ; 616,2] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de picking no chão (ou seja, se o tempo médio de picking no chão aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar -se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de picking no chão (336,5 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de picking no chão (616,2 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{616,2} \approx 47 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{336,5} \approx 86 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$IC95\% = [47 ; 86] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{60 \text{ paletes} \times 100\%}{60 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = 100\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de praticamente 100% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que não existiram praticamente alterações na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura realista ao prever os tempos do processo de picking no chão.

5.1.6. Packing

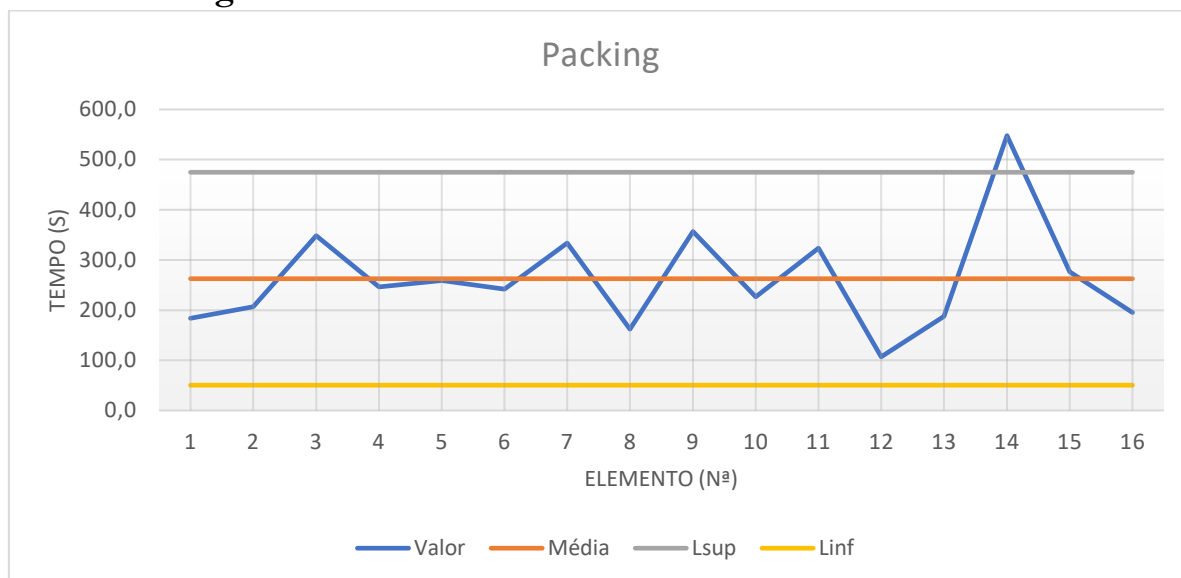


Figura 18 - Outliers do processo de Packing.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 14 constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção do valor temporal associado a este ponto específico, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 25, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 24 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
5	300	4,4	262,6

Tabela 24 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 25 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nºciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
16	4,4	262,6	4,06	243,6	0,34	19

Tabela 25 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 26 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
-0,94	-79,8	+	Tempo previsto acima do real

Tabela 26 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foi identificado um outlier no processo de Packing.
- A sua remoção resultou em uma diferença de 56,4 segundos ou 0,94 minutos.
- Isso indica que o outlier teve um impacto significativo no tempo total de Packing.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 5 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 4,06 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 4,06 \text{ min/paleta} - 5 \text{ min/paleta} = 0,94 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica que se registou uma pequena redução de 0,94 minutos por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Embalamento por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 5 \text{ min/paleta}$
- $T_{\text{real}} = 4,06 \text{ min/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de packing por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{300}$$

$$CP = 96 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de packing por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{243,6}$$

$$CR \approx 118 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [202,9 ; 284,2] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de packing (ou seja, se o tempo médio de packing aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar-se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de packing (202,9 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de packing (284,2 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{284,2} \approx 101 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{202,9} \approx 142 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$IC95\% = [101 ; 142] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{118 \text{ paletes} \times 100\%}{96 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = 122,9\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 122,9% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que se registou um aumento efetivo de 22,9% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura algo pessimista ao prever os tempos do processo de Packing.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de Packing, considerando a produtividade real.

5.1.7. Carga

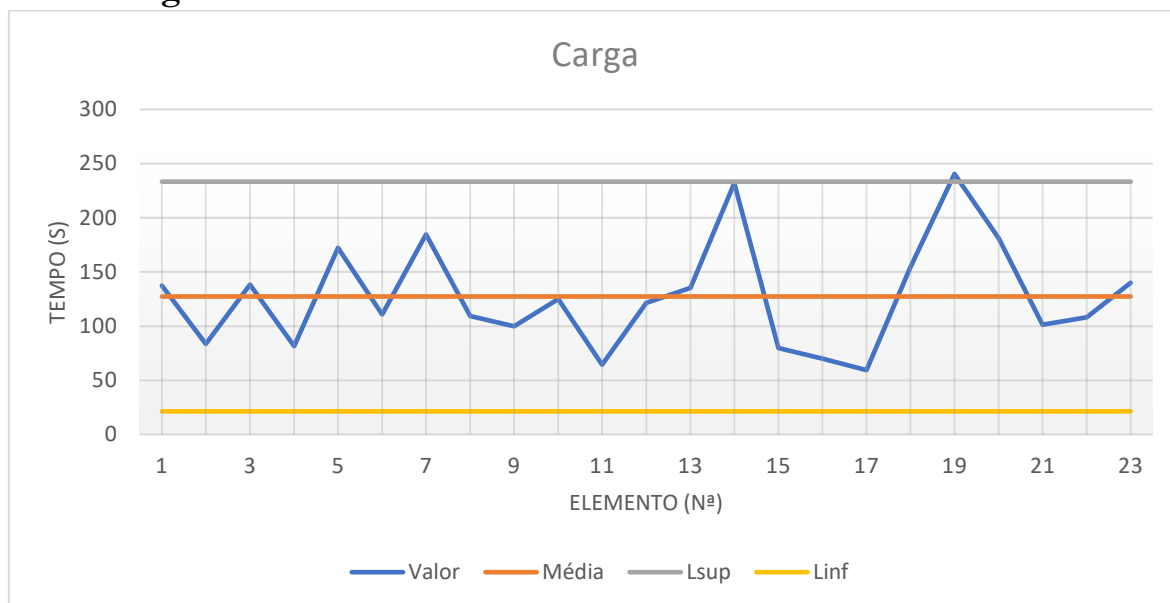


Figura 19 - Outliers do processo de Carga.

Fonte: Produção própria.

Conforme ilustrado na representação gráfica, observa-se que o elemento 19 constitui uma anomalia (outlier), caracterizando-se por exceder o limite superior estabelecido. Após a remoção do valor temporal associado a este ponto específico, verifica-se uma modificação na média do Tempo Padrão. As variações resultantes são detalhadas na Tabela 28, sob a denominação “Diferença entre Médias”. Esta terminologia refere-se à discrepância calculada entre a média original e a nova média pertencente ao Tempo Padrão após a exclusão do outlier.

A Tabela 27 contém os tempos previstos pela empresa e os tempos reais sem ter em conta ainda os outliers identificados:

Tempos previstos (min)	Tempos previstos (seg)	Tempos reais (min)	Tempos reais (seg)
1,33	79,8	2,12	127,4

Tabela 27 - Tempos previstos vs Tempos reais, antes de eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A tabela 28 contém os resultados dos tempos após a eliminação dos outliers identificados:

Nºciclos	Média (min)	Média (seg)	Nova média (min)	Nova média (seg)	Diferença entre médias (min)	Diferença entre médias (seg)
23	2,12	127,4	2,04	122,2	0,08	5,2

Tabela 28 - Resultados após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

A Tabela 29 contém os tempos reais após a eliminação dos outliers:

Comparação (min)	Comparação (seg)	Positivo/Negativo	Conclusão
-0,71	42,6	-	Tempo previsto abaixo do real

Tabela 29 - Tempos reais após eliminação de outliers.

Fonte: Produção própria.

Identificação e Eliminação de Outliers:

- Foi identificado um outlier no processo de carga.
- A sua remoção resultou em uma diferença de apenas 5,2 segundos ou 0,08 minutos.
- Isso indica que o outlier não teve um impacto significativo no tempo total de carga.

Cálculo da Diferença de Tempo:

- O tempo previsto por palete (T_{previsto}) é de 1,33 minutos.
- O tempo real por palete (T_{real}) é de 2,04 minutos.
- A diferença de tempo (ΔT) entre o previsto e o real por palete é calculada através da seguinte equação:

$$\Delta T = \text{Tempo real} - \text{Tempo previsto}$$

- Substituindo os valores: $\Delta T = 1,33 \text{ min/paleta} - 2,04 \text{ min/paleta} = -0,71 \text{ min/paleta}$.
- Esta fórmula indica que se registou um aumento de 0,71 minutos por paleta em relação ao tempo originalmente previsto.

Capacidade de Carga por Dia:

Considerando um dia de trabalho de 8 horas (H):

- $H = 8 \text{ horas/dia}$
- $T_{\text{previsto}} = 1,33 \text{ min/paleta}$
- $T_{\text{real}} = 2,04 \text{ min/paleta}$
- Convertendo as horas de trabalho para segundos:

$$8 \text{ H} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} = 28800 \text{ segundos}$$

A capacidade prevista de carga por dia (CP) é calculada como:

$$CP = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Previsto}}$$

$$CP = \frac{28800}{79,8}$$

$$CP \approx 360 \text{ paletes/dia}$$

A capacidade real de carga por dia (CR) é calculada como:

$$CR = \frac{\text{Número de segundos trabalhados}}{\text{Tempo Real}}$$

$$CR = \frac{28800}{122,4}$$

$$CR \approx 235 \text{ paletes/dia}$$

O cálculo do intervalo de confiança relativo a este processo pode ser consultado no anexo X, e o resultado é o seguinte:

$$IC95\% = [102,8 ; 141,6] \text{ seg}$$

Como a CR é inversamente proporcional ao tempo médio de carga (ou seja, se o tempo médio de carga aumenta, a CR diminui, e vice-versa), pode usar -se os limites do IC do tempo para calcular o intervalo de confiança da CR.

O valor máximo de CR corresponderá ao menor tempo médio de carga (141,6 segundos), e o valor mínimo de CR corresponderá ao maior tempo médio de carga (102,8 segundos).

$$CR \text{ mínima} = \frac{28800}{141,6} \approx 203 \text{ paletes/dia}$$

$$CR \text{ máxima} = \frac{28800}{102,8} \approx 280 \text{ paletes/dia}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% para a CR seria:

$$IC95\% = [203 ; 280] \text{ paletes/dia}$$

Pode afirmar-se que, se forem coletadas múltiplas amostras da mesma população e se for calculado o intervalo de confiança para cada uma dessas amostras, aproximadamente 95% desses intervalos conterão o verdadeiro valor da média populacional.

Análise da Produtividade:

A Taxa de produtividade pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{\text{Capacidade Real} \times 100\%}{\text{Capacidade Prevista}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = \frac{235 \text{ paletes} \times 100\%}{360 \text{ paletes}}$$

$$\text{Taxa de produtividade} = 65,3\%$$

Análise da Produtividade:

- A empresa possui uma taxa de produtividade de 65,3% em relação ao valor previsto.
- Isso significa que há uma efetiva redução de 34,7% na produtividade em comparação com os níveis inicialmente projetados.

Conclusões:

- A empresa adotou uma postura otimista ao prever os tempos do processo de carga.
- O preço de venda ao cliente poderia ser superior, considerando a produtividade real.

Recomendações:

- Revisão dos tempos previstos para o processo de carga, considerando a produtividade real.
- Avaliação da necessidade de ajustar o preço de venda ao cliente, considerando a produtividade real.

Capítulo 6 – Sugestão de melhorias

Através da observação direta dos processos, registro de acontecimentos, diálogo com os operadores e da comparação entre os tempos previstos e os efetivamente cronometrados, foi possível identificar algumas situações que ocorrem e que têm, ou podem ter, impacto no tempo do processo. Neste capítulo são apresentadas essas mesmas situações e propostas soluções para cada uma delas.

6.1. Problema 1: acuracidade do inventário

Descrição

A recorrência de divergências entre o stock físico e o stock real impactou negativamente a acuracidade no armazém. Embora não tivesse sido possível medir com exatidão a dimensão deste problema, já que se tratava de uma operação nova e a iniciar, foi pontualmente, possível observar que a execução do picking sofria de alguma falta de rigor e nem sempre as quantidades registadas no sistema coincidiam com as operações efetuadas.

6.1.1. Solução 1: implementação de um sistema de inventário permanente

Recomenda-se a implementação de um sistema de inventário permanente de forma a melhorar a precisão dos stocks. Esta solução implica a introdução de um passo intermediário no Sistema de Gestão do Armazém e nos dispositivos a ele associados (PDA), relacionado às quantidades retidas no stock durante o processo de picking. Desta forma, quaisquer erros ou discrepâncias no stock seriam prontamente comunicados ao supervisor do armazém, eliminando a necessidade de aguardar até o final do dia para os identificar. Esta abordagem confere ao supervisor a vantagem de reduzir a necessidade de realizar inventários diários ou com a mesma frequência anterior, resultando numa melhoria da eficiência no processo operacional. Além de otimizar o processo de picking, esta estratégia contribui para a diminuição dos custos associados ao stock.

A baixa precisão dos stocks também pode afetar significativamente o tempo de picking, especialmente quando os operadores se deparam com a necessidade de reaprovisionamento de stock durante o processo. Isso provoca atrasos que ultrapassam as previsões estabelecidas, uma vez que os operadores precisam de corrigir as discrepâncias encontradas. Ao melhorar a precisão com o sistema de inventário permanente, estes atrasos podem ser reduzidos, resultando numa maior eficiência do processo de picking, nomeadamente para o picking de paletes completas, já que nesse processo a taxa de produtividade foi inferior á esperada.

Esta conexão entre a acuracidade do stock e o tempo de picking fortalece ainda mais a importância da implementação de um sistema de inventário permanente para melhorar a eficiência operacional. Ao abordar a baixa acuracidade, não apenas se reduz a ocorrência de erros, mas também se minimiza o tempo perdido durante o processo de picking, contribuindo para a otimização global do sistema logístico no armazém.

A presente sugestão destaca a necessidade crucial de abordar a discrepância entre o inventário físico e real, oferecendo uma solução tangível por meio do Sistema de Inventário Permanente. A introdução desta abordagem não apenas fortalece a acuracidade do inventário, mas também reverbera em eficiência operacional, redução de custos e otimização do tempo de picking. Recomenda-se a implementação gradual, com avaliação periódica e ajustes conforme necessário.

6.2. Problema 2: segurança no armazém

Descrição

A segurança no armazém apresenta algumas oportunidades de melhoria, da qual se destaca a possibilidade de queda de paletes situadas nas plataformas superiores. Para além da diversidade de danos que estas ocorrências podem acarretar, acresce ainda as particularidades ligadas ao facto de, no caso concreto, se tratar de armazenamento de produtos químicos, com características inflamáveis ou reativas, e que, em última instância, podem inclusive originar incêndios.

6.2.1. Solução 2: implementação de câmaras no equipamento retrátil

Propõe-se a instalação de câmaras no equipamento retrátil como medida para fortalecer a segurança e prevenir riscos, especialmente durante a retirada de paletes de níveis superiores, onde o operador mantém contato visual a partir da base. A integração dessas câmaras proporcionaria ao operador maior certeza nas operações. Embora não se tenham registado incidentes até o momento, é incontestável que acidentes podem ocorrer de forma imprevista. Nesse cenário, qualquer ocorrência desse tipo teria impacto direto no tempo de execução das atividades.

A presente sugestão visa abordar de forma proativa as preocupações relacionadas com a segurança no armazém, com foco na prevenção de incidentes. A implementação das câmaras não apenas melhoraria a segurança, mas também poderia impactar positivamente a eficiência operacional, proporcionando uma compreensão mais precisa do ambiente de trabalho pelos operadores.

6.3. Problema 3: interrupções nos processos de descarga e embalamento

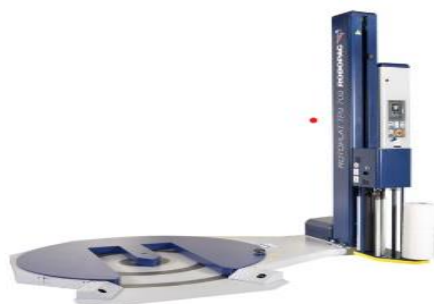
Descrição

Frequentemente, no decorrer do processo de descarga, o operador responsável por esta etapa interrompe as suas atividades para auxiliar o operador envolvido no processo de embalamento. Esta assistência deriva da necessidade de partilhar um equipamento retrátil para posicionar a paleta sobre o eixo rotativo da máquina de embalamento fixa. Como resultado, não só se encontram dois processos interrompidos simultaneamente, como, a miúdo, se verifica uma perda adicional de tempo resultante dessa interação.

6.3.1. Solução 3: substituição ou ajuste da atual máquina de embalamento

Opção 1 - Substituição da atual máquina de embalamento fixa por outra idêntica, mas com um prato⁶ adaptado de forma a permitir a entrada direta de paletes no eixo rotativo através de qualquer empilhador. Assim, no caso de não haver retrátil disponível, a probabilidade de algum equipamento estar disponível aumentaria, visto que o retrátil passa agora a não ser a única opção.

⁶ O termo "prato" refere-se à base giratória da máquina de embalamento, sobre a qual a paleta é colocada para ser envolvida com filme plástico.



ROTOPLAT

Figura 20 - Máquina de embalagem com prato furado.

Fonte: <https://www.robopac.com/pt/rotoplat-tp3-p1237>

Opção 2 - Adição de uma rampa á atual máquina de embalagem fixa. Embora possa ocupar mais espaço, a verdade é que esta opção seria bastante mais barata. Seria necessário apenas a aquisição do objeto e posterior instalação na máquina atual. Esta segunda opção é, portanto, uma solução obviamente mais económica do que a opção anterior, pois trata-se da aquisição de um acessório e não a aquisição de um novo equipamento.



Figura 21 - Máquina de embalagem com rampa.

Fonte: https://www.rajapack.pt/maquinas-sistemas-embalagem/maquinas-para-envolver-fechar/envolvedora-paletes/rampa-acesso-para-envolvedora_OFF_ES_0300.html

6.4. Problema 4: pda lento

Descrição

Quer seja devido ao mau sinal de rede em determinadas zonas do armazém ou por outro motivo qualquer, constatou-se, durante a medição dos tempos que muitas vezes os operadores interrompiam o processo para reiniciar o dispositivo ou procurar outro que eventualmente não apresentasse esse problema.

Este problema atrasa toda a logística do armazém, já que o aparelho em causa é utilizado recorrentemente em todos os processos existentes.

6.4.1. Solução 4: colocar mais pontos de rede

Uma possível solução para o problema de lentidão dos dispositivos PDA seria, inicialmente, realizar um mapeamento detalhado da cobertura de sinal de rede no armazém. Este mapeamento permitiria identificar zonas críticas com fraca cobertura, permitindo uma análise mais precisa do problema, e tornaria também possível tomar decisões fundamentadas sobre a necessidade de instalar mais pontos de rede ou outras melhorias na infraestrutura. Recomenda-se, ainda, a consulta de profissionais especializados em redes para garantir que a implementação seja eficaz e adaptada às necessidades específicas do armazém.

6.5. Problema 5: zona de embalamento não está próxima da zona de armazenagem de filme de plástico.

Descrição

Zona de embalamento não está próxima da zona de armazenagem de filme de plástico, o que acarreta que os operadores realizem um número de deslocações que poderia ser diminuído ou inexistente.

6.5.1. Solução 5: aumentar a reserva de filme de plástico

Estudar a possibilidade de colocação de stock de reserva de filme de plástico na zona de embalamento, ou nessa impossibilidade, colocar somente parte do stock nessa zona.

Esta última sugestão permitiria diminuir consideravelmente o número de deslocações.

6.6. Problema 6: falta de compromisso por parte de um dos operadores

Descrição

Desmotivação e falta de compromisso por parte de um dos operadores, um problema recorrente e facilmente observável.

6.6.1. Solução 6: conversa com operador

A desmotivação e falta de compromisso de um operador pode ser abordada através de uma comunicação clara e regular, proporcionando feedback construtivo e espaço para o colaborador expressar as suas preocupações. Isto é particularmente relevante em situações em que incidentes, neste caso, como o derrube de baldes de cola branca ou o rompimento de sacos através dos garfos do empilhador, ocorrem devido a distrações facilmente evitáveis (como por exemplo o uso do telemóvel ou interações excessivas com os restantes colaboradores), ou à falta de paciência e cuidado. A definição de metas claras e um plano de desenvolvimento pessoal ajudam a dar direção e propósito ao seu trabalho, enquanto o reconhecimento frequente dos seus esforços, aliado à melhoria do ambiente de trabalho e à oferta de maior autonomia, pode aumentar significativamente o seu compromisso. Além disso, investir na capacitação e analisar as causas subjacentes à desmotivação, como essas distrações, permite aplicar soluções mais direcionadas e eficazes, evitando a repetição desses incidentes.

6.7. Problema 7: reaprovisionamento feito após o picking

Descrição

Processo de picking feito antes dos reaprovisionamentos, o que causa, entre outras coisas, atrasos nos dois processos em simultâneo.

6.7.1. Solução 7: inverter a ordem dos processos

Esta medida foi a única medida que foi posta em vigor e que resultou num picking mais eficiente. Nas duas primeiras semanas de atividade da operação, o processo de picking era feito antes dos reaprovisionamentos. O tempo de espera dos operadores durante o processo era evidente, e muitas vezes no caso do picking no chão o operador responsável por essa tarefa não conseguia evitar de por vezes ter de se deslocar ao outro extremo do armazém para alertar outro colaborador que estava a realizar ou outro picking ou a arrumar as paletes, da sua necessidade em que este se deslocasse ao local do picking para com o empilhador descer as paletes necessárias ao picking em questão. Como é evidente este é um problema grave pois atrasa dois processos em simultâneo, entre muitas outras questões que dele podem advir, como maior uma probabilidade de erros, menor controlo do stock, entre outros. A solução reside então em inverter os processos.

6.8. Problema 8: código de barras

Descrição

Atualmente, o código de barras é considerado um método menos eficiente para a identificação de produtos, ainda que seja mais económico em termos de custos iniciais.

6.8.1. Solução 8: rfid como alternativa ao código de barras

Para otimizar as operações em armazéns, é crucial o acesso instantâneo a dados como informações sobre produtos armazenados, quantidades e localizações. A identificação precisa dos produtos é um fator chave para garantir alta rastreabilidade. Os métodos comuns de identificação incluem o uso de códigos de barras, uma abordagem amplamente utilizada devido ao seu custo mais reduzido, e as etiquetas RFID (Radio Frequency Identification), que utilizam ondas de rádio para a identificação automática de produtos.

Embora o código de barras seja mais económico em termos de implementação inicial, o mesmo apresenta várias limitações, como a necessidade de linha de visão direta para a leitura e maior propensão a erros humanos. Em contraste, o RFID permite leitura sem a necessidade de linha de visão, e pode ler múltiplas etiquetas de uma só vez, mesmo em condições desafiadoras ou com obstruções.

A automação proporcionada pelo RFID, que permite a leitura simultânea de vários itens e em menos tempo, oferece um claro potencial de poupança em mão-de-obra. O investimento inicial em infraestrutura RFID pode ser superior ao custo de um sistema baseado em códigos de barras, mas esta solução gera ganhos substanciais de eficiência ao reduzir o tempo gasto nas operações de identificação e diminui a necessidade de intervenção humana. Com menos dependência de operações manuais, os custos operacionais relacionados com a mão-de-obra tendem a reduzir-se significativamente, aumentando a produtividade global do armazém.

Além disso, o RFID tem uma vida útil mais longa, pois as etiquetas são mais duráveis do que os códigos de barras impressos, que podem ficar desgastados ou danificados. Ao longo do tempo, o sistema RFID pode compensar o seu custo inicial através da redução de substituições, de falhas na identificação, e da diminuição do tempo gasto por funcionários na verificação manual de produtos.

Portanto, embora o custo inicial de implementação do RFID seja superior ao dos sistemas de código de barras, os benefícios em termos de poupança de mão-de-obra e a maior eficiência operacional fazem com que a solução RFID seja mais económica a longo prazo, justificando o investimento através da melhoria contínua e da redução de erros operacionais.

6.9. Problema 9: uso excessivo de papel

Descrição

Utilização extensiva de papel em todos os procedimentos.

6.9.1. Solução 9: transição para o digital

Seja por limitações dos Dispositivos Portáteis de Aquisição de Dados (PDA), pela resistência à mudança devido ao uso tradicional do papel, ou pela necessidade de estabelecer rotinas numa operação recém-implementada, à falta de consciência acerca de alternativas digitais, ou às complexidades associadas à integração completa do PDA com o sistema preexistente, a verdade incontestável é que o papel influenciava todos os processos vigentes no armazém.

A sugestão apresentada visa uma transição para processos digitais, objetivando melhorar a eficiência, reduzir erros e promover uma gestão mais ágil. Esta mudança não apenas eliminará a dependência do papel, mas também estabelecerá um ambiente operacional mais inteligente, ágil e preciso. Na prática, os operadores, em vez de consultar documentos físicos, terão acesso instantâneo a todas as informações relevantes diretamente em dispositivos móveis (PDA).

Para efetivar esta transição, é imperativo avaliar os dispositivos existentes quanto à capacidade e adequação para suportar as mudanças propostas. Em segundo plano, a integração completa dos dispositivos com o Sistema de Gestão do Armazém existente (WMS) deve ser assegurada para uma comunicação eficaz. Posteriormente, o desenvolvimento ou atualização do software será necessário para facilitar a transmissão de instruções eletrônicas, captura de leituras de códigos de barras e garantia de atualizações em tempo real.

Consequentemente, será necessário oferecer formação adequada à equipa para garantir o uso eficiente dos dispositivos móveis e a compreensão dos benefícios da transição. Esta formação deverá incluir tanto a utilização dos dispositivos como a integração dos novos processos digitais, assegurando que os operadores estejam preparados para utilizar as ferramentas com confiança e eficiência. A formação contínua também deve ser considerada, para atualizar a equipa à medida que o sistema evolui e novas funcionalidades são implementadas.

Além disso, a realização de testes piloto em setores específicos permitirá a identificação e solução de eventuais problemas antes da implementação completa. A comunicação clara à equipa sobre as mudanças, ressaltando os benefícios da transição e esclarecendo dúvidas, é crucial.

A implementação de um processo de acompanhamento contínuo será essencial para avaliar o desempenho do novo sistema, assegurando ajustes conforme necessário. Finalmente, a

solicitação de feedback, encorajando a equipa a fornecer insights durante e após a transição, promoverá uma cultura de melhoria contínua. Esses procedimentos práticos contribuirão para a bem-sucedida implementação da proposta, garantindo uma transição suave para uma operação mais eficiente e livre de papel.

Capítulo 7 – Principais conclusões, limitações e trabalhos futuros

O estágio proporcionou uma oportunidade única para uma imersão profunda na gestão logística, permitindo não só a observação direta das operações do armazém, mas também uma análise detalhada de cada etapa do processo, desde a receção de mercadorias até à expedição. Esta experiência foi extremamente valiosa, pois possibilitou a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação, oferecendo uma visão realista dos desafios de assegurar a eficiência operacional no contexto logístico.

Durante o estágio, o método utilizado foi a cronometragem com o objetivo de estudar os métodos e tempos operacionais. Este procedimento revelou discrepâncias significativas entre alguns dos tempos previstos pela empresa e os efetivamente observados, indicando oportunidades de melhoria. Muitas vezes, as previsões iniciais mostraram-se excessivamente otimistas, resultando numa produtividade inferior à esperada. Este desfasamento evidenciou a necessidade de uma análise mais rigorosa durante o planeamento dos processos logísticos. Noutras situações, observou-se uma produtividade superior à esperada, sugerindo que, em determinadas áreas, a empresa adotou uma postura excessivamente conservadora, deixando espaço para otimizações sem comprometer a qualidade do serviço.

Esta análise destaca a importância de uma revisão contínua dos tempos operacionais. As empresas devem ajustar regularmente os tempos dos processos com base na produtividade real, em vez de depender exclusivamente de estimativas prévias. Esse ajuste é crucial para garantir a eficiência e a correta definição dos preços de venda. Subestimar os tempos operacionais pode resultar em margens de lucro comprometidas, enquanto uma sobrestimação pode tornar os preços pouco competitivos no mercado. Assim, uma gestão precisa dos tempos operacionais é fundamental para a sustentabilidade económica.

Ao longo do estágio, foram identificados vários desafios que afetam a eficiência do armazém. Um dos problemas mais recorrentes foi a baixa acuracidade do inventário, com frequentes discrepâncias entre o stock físico e o registado. Esta falha afeta diretamente a gestão de stocks, resultando em atrasos na expedição e aumento de custos operacionais. A solução proposta - um sistema de inventário permanente - permitirá uma atualização em tempo real das quantidades de stock, minimizando erros humanos e melhorando a fluidez do processo de picking. Além de aumentar a precisão do inventário, essa medida reduzirá significativamente o tempo gasto em correções e reaprovisionamentos inesperados.

Outro problema identificado foi a segurança no armazém, especialmente na operação de paletes em alturas elevadas, onde a visibilidade limitada dos operadores aumenta o risco de acidentes, sobretudo com produtos químicos inflamáveis. A instalação de câmaras nos equipamentos

retráteis foi sugerida para melhorar a visibilidade e reduzir o risco de acidentes. Esta medida aumentará não só a segurança dos trabalhadores, como também otimizará as operações, permitindo uma movimentação mais eficiente e segura das paletes.

Os processos de descarga e embalagem também apresentaram áreas críticas de ineficiência. As interrupções frequentes, causadas pela necessidade de partilhar um único equipamento retrátil entre os operadores, resultaram em perdas de tempo consideráveis. Foram sugeridas duas soluções: substituir a máquina de embalagem atual por uma que permita o uso de diferentes tipos de empilhadores, ou adicionar uma plataforma de acesso inclinada ao equipamento existente, uma solução mais económica. Ambas as alternativas visam aumentar a eficiência, permitindo que os operadores trabalhem de forma mais coordenada e sem interrupções.

No que diz respeito à lentidão dos dispositivos PDA, identificou-se que a fraca cobertura de rede em algumas áreas do armazém causava interrupções frequentes nos processos. Como solução, recomenda-se o mapeamento da cobertura de rede e a instalação de novos pontos de acesso para garantir uma conectividade estável. Esta medida melhorará significativamente o fluxo de trabalho, reduzindo os tempos de espera provocados pelas falhas dos dispositivos.

Foi também sugerida a transição para o digital, como solução para o uso excessivo de papel nos procedimentos diários. A integração dos dispositivos PDA com o sistema de gestão do armazém (WMS) permitirá que todas as informações sejam acessadas digitalmente, eliminando a necessidade de documentos físicos e reduzindo o risco de erros. Contudo, para o sucesso desta implementação, será essencial uma formação adequada dos operadores, assim como a realização de testes piloto para garantir que o sistema funciona corretamente antes da implementação total. Um outro ponto relevante foi a desmotivação de um dos operadores, que resultou em incidentes e falta de cuidado nas suas tarefas. A solução proposta incluiu uma abordagem de comunicação clara e regular, com feedback construtivo e a criação de um plano de desenvolvimento pessoal, que incluía metas claras e reconhecimento dos esforços. A motivação adequada do operador não só reduzirá incidentes, como também aumentará a eficiência geral do armazém.

Apesar de algumas limitações, decorrentes do facto de se tratar de uma operação que estava no seu início e que, portanto, carecia de uma efetiva definição, estruturação e consolidação de processos, bem como de alguma exiguidade nos recursos alocados e ainda a própria indefinição da estrutura operacional mais adequada para a operação, o estágio permitiu alcançar os objetivos principais e identificar oportunidades significativas de melhoria. Verificava-se, assim, uma elevada variabilidade nos processos, o que dificultou a obtenção de estimativas de maior precisão. Para reduzir esta incerteza, seria necessário um maior número de amostras, mas as

limitações assinaladas não permitiram uma coleta de dados suficiente. Mesmo assim, foi possível obter uma valiosa oportunidade de aprendizagem e perceber a necessidade de análises mais robustas, no futuro, à medida que a operação se estabiliza. Será crucial realizar novos estudos para obter resultados mais precisos à medida que os processos se tornem mais consistentes, e a estrutura esteja, também ela, num nível de robustez mais elevado. Além disso, será importante concentrar esforços na quantificação financeira das melhorias propostas, demonstrando o retorno do investimento e validando a eficácia das mudanças. Recomenda-se também a adoção de tecnologias mais avançadas, como o RFID, para melhorar a rastreabilidade e automatizar processos, aumentando ainda mais a eficiência operacional.

A implementação das soluções discutidas garantirá uma operação logística mais eficiente, segura e económica. Ao investir na integração de novas tecnologias e em processos de otimização contínua, a empresa estará mais bem preparada para enfrentar os desafios do mercado e manter-se competitiva. O sucesso a longo prazo dependerá da capacidade de adotar uma cultura de melhoria contínua e inovação, ajustando-se às novas realidades e exigências operacionais

Referências bibliográficas

- Accorsi, R., Manzini, R., & Maranesi, F. (2014). A decision-support system for the design and management of warehousing systems. *Computers in Industry*, 65(1), 175–186.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- Avelar Rezende, P., Lopes Rezende Martins, T., & Ferreira Rocha, M. (2016). APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS NO SETOR ADMINISTRATIVO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA MINERADORA THE TIME AND MOTION STUDY APPLIED TO THE ADMINISTRATIVE SECTOR: A CASE STUDY FOR A MINING COMPANY. *Revista Eletrônica Produção & Engenharia*, 1, 653–665. www.revistaproducaoengenharia.org
- Ballou, R. H. (2006a). A evolução e o futuro da logística e do gerenciamento da cadeia de suprimentos The evolution and future of logistics and supply chain management. In *Set./Dez* (Vol. 16, Issue 3).
- Ballou, R. H. (2006b). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. Bookman.
- Barnes, R. M. (1977). *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho* (Blucher, Ed.; 1ª edição).
- Barnes, R. M. (1980). *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work* (Wiley, Ed.; 7ª edição).
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2014). *Warehouse & Distribution Science*. www.warehouse-science.com
- Carvalho, J. C. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Edições Sílabo, Ed.; 2ª).
- Chase, R. B. N. A. N. J. J. F. R. (2000). *Operations Management for Competitive Advantage Hardcover* (U. McGraw-Hill Inc., Ed.; 9th Edition).
- Costa, J. F. J. G. P. (2010). *Logística* (Imprensa da Universidade de Coimbra, Ed.).
- Creswell, B. J. W., Piano, V. L., & Published, C. (2007). Designing and Conducting Mixed Methods Research. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 31(4), 388–388.
<https://doi.org/10.1111/j.1753-6405.2007.00096.x>
- CSCMP. (2013). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT TERMS and GLOSSARY*.
- Damelio, R. (2011). *The Basics of Process Mapping* (Productivity Press, Ed.; 2nd Edition).

- Dias, A. C. (2019). *Mapeamento, Análise e Melhoria de Processos num Operador Logístico*. FEUP-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ferreira, I. M., & Camelo, S. (2018). *MÉTODOS E TEMPOS & IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE MELHORIA CONTÍNUA*.
- Fullmann, C. (2009). *O trabalho: mais resultado com menos esforço, custo: passos para a produtividade* (2009. Educator, Ed.).
- Guedes, A. (2010). Gestão da Cadeia de Abastecimento. *Logística e Gestão Da Cadeia de Abastecimento*, 67–119.
- Harmon, P. (2019). *Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals* (Morgan Kaufmann Publishers In, Ed.; 4th edition).
- Harrison, A., van Hoek, R., & Hoek, van. (2008). *Logistics Management and Strategy Competing through the supply chain 3rd edition*. www.pearsoned.co.uk/harrison
- Imprensa da Universidade de Coimbra (Ed.). (2010). *Logística* (2ª Edição). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Júnior, R. T. (2008). *A logística no âmbito da História*.
<https://www.researchgate.net/publication/314231416>
- Kanawaty G. (1992). *Introduction to work study* (International Labour Office, Ed.; 4th (rev.)).
- Leonardo J., & Silva A. (2005). *TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICÁVEIS A TRATAMENTO DE INFORMAÇÕES ORIUNDAS DE PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS* Superintendência Regional de Porto Alegre Outubro de 2005.
- Lima, G. F., & Salazar, A. O. (2020). *Estudo e implementação de código para identificação e substituição de outliers em dados de velocidade de Pigs*. https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/outlier_scatterplot.png
- Losano, R. A. R. (2022). *Recherche quantitative et publications scientifiques: Théories, méthodes et modèles* (Editions Notre Savoir, Ed.).
- Mascolo, M., Alpan, G., Manuel, C., Rodriguez, T., & Staudt, F. H. (2014). *Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators*.
<https://doi.org/10.13140/2.1.4214.7207>

- Maynard, H. B. (1977). *Manual de Engenharia de Produção - Técnicas de Medida de Trabalho* (Edgard Blucher LTDA, Ed.).
- Maynard, M. (1986). Measuring Work and Support Network Satisfaction. *Journal of Employment Counseling*, 23(1), 9–19. <https://doi.org/10.1002/j.2161-1920.1986.tb00187.x>
- Mees, B. (2013). *Mind, Method, and Motion: Frank and Lillian Gilbreth*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199585762.013.0003>
- Meyers, F. E. , & S. J. R. (2002). *Motion and time study for lean manufacturing* (N. J. Upper Saddle River & Prentice Hall., Eds.; 3rd ed).
- Mota, R. S. (2014). *MELHORIA/SIMPLIFICAÇÃO ERGONÓMICA DE LINHAS DE MONTAGEM*.
- Mundel, E. M. (1973). *Motion and Time Study: Principles and Practice* (Ltd. Prentice-Hall of India Private, Ed.).
- Peinado, J, & Graeml A.R. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* (Biblioteca do UnicenP, Ed.; 1ª Edição). UnicenP .
- PRONACI. (2003). *Manual Pedagógico PRONACI “Métodos e Tempos”* (Lda. Exertus, Ed.).
- Quivy, R, C. L. V. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (Gradiva, Ed.; Gradiva).
- Richards G. (2014). *Warehouse management : a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*.
- Rosado, F. (2006). *Outliers em Dados Estatísticos*.
- Seleme, R. (2009). *Metodos E Tempos. Racionalizando A Produção De Bens E Servicos* (IBPEX, Ed.; 1ª edição).
- Sharp, A. M. P. (2008). *Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development* (Artech House Publishers, Ed.; 2nd ed.).
- Sidarta, N., Tulaar, A. B. M., Nasution, A., Suryanto, S., & Fortin, M. F. (2008). O Processo de Investigação: Da concepção à realização. In *Universa medicina* (Vol. 27, Issue 4, pp. 1–373). <https://univmed.org/ejurnal/index.php/medicina/article/view/287>
- Silva, M. (2012). *A Medida do Trabalho*.

- Stake, R. E. (2005). Qualitative Case Studies. In *The Sage handbook of qualitative research*, 3rd ed. (pp. 443–466). Sage Publications Ltd.
- Thomes Rodrigues, F., Gabriel Pereira Herzog, L., Aurelio Lannes Junior, M., & Paiva Da Silva, L. (2013). *ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS DE UM PROCESSO EM UMA EMPRESA DO RAMO ODONTOLÓGICO*.
- Toledo JR, I. F. B. ; K. S. (1977). *Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos* (3. ed.).

Apêndices

APÊNDICE I – Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de descarga

Ciclo	Descarga (segundos/un)
1	99,5
2	76
3	68,8
4	84,4
5	87,7
6	67,5
7	139,5
8	96,2
9	69,3
10	83

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	87,19
Desvio - Padrão	21,51

N'	94
-----------	----

APÊNDICE II - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de segunda conferência

Ciclo	Segunda Conferência (segundos/un)
1	12,8
2	15
3	26,4
4	11,5
5	98,3
6	9,4
7	22,2
8	18
9	36,5
10	49,3

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	29,93
Desvio - Padrão	27,04

N'	1254
-----------	------

APÊNDICE III - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de arrumação

Ciclo	Arrumação (segundos/un)
1	418,8
2	334
3	261
4	276,2
5	460
6	283,7
7	252,7
8	235,3
9	158
10	353,8

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	303,35
Desvio - padrão	89,81

N'	135
-----------	-----

APÊNDICE IV - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de reaprovisionamento

Ciclo	Reaprovisionamento (segundos/un)
1	365
2	186
3	1074
4	135
5	124,8
6	97,5
7	133,8

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	7
Z	1,96
Média	302,3
Desvio - Padrão	351,85

N'	2082
-----------	------

APÊNDICE V - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de picking

Ciclo	Picking (segundos/un)
1	436,4
2	113,9
3	215
4	960
5	108
6	64
7	1800
8	149,5
9	408,4
10	221,5

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	447,66
Desvio - padrão	543,77

N'	2267
----	------

APÊNDICE VI - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de packing

Ciclo	Packing (segundos/un)
1	145,7
2	585
3	700
4	1447
5	1041,5
6	586
7	882
8	980
9	226
10	284

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	687,72
Desvio - padrão	410,4

N'	547
-----------	-----

APÊNDICE VII - Determinação do tamanho inicial da amostra do processo de expedição

Ciclo	Carga (segundos/un)
1	51,6
2	213,3
3	61
4	70,7
5	201,6
6	142,6
7	119,4
8	117,6
9	105,5
10	56

Parâmetros	
Nível de confiança	95%
Erro	5%
N	10
Z	1,96
Média	113,94
Desvio - padrão	58,13

N'	400
-----------	-----

APÊNDICE VIII – Fórmula de cálculo outliers descarga

OUTLIERS	Valor (segundos)	Fórmula de cálculo
IQR	44,4	Q3-Q1
Lsup	159,2	Média + 1,5*IQR
Linf	26	Média - 1,5*IQR
Média	92,6	Média dos Tempos
Q1	69,1	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	113,5	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	121	92,6	159,2	26
2	53,5	92,6	159,2	26
3	97,1	92,6	159,2	26
4	65	92,6	159,2	26
5	110,5	92,6	159,2	26
6	41,7	92,6	159,2	26
7	46,2	92,6	159,2	26
8	97,8	92,6	159,2	26
9	89,1	92,6	159,2	26
10	105,8	92,6	159,2	26
11	120,2	92,6	159,2	26
12	95,6	92,6	159,2	26
13	114,7	92,6	159,2	26
14	68,2	92,6	159,2	26
15	117	92,6	159,2	26
16	96,3	92,6	159,2	26
17	65,6	92,6	159,2	26
18	115	92,6	159,2	26
19	95,5	92,6	159,2	26
20	82,1	92,6	159,2	26
21	110,6	92,6	159,2	26
22	154	92,6	159,2	26
23	71,6	92,6	159,2	26
24	100,8	92,6	159,2	26
25	91,8	92,6	159,2	26
26	64,9	92,6	159,2	26
27	85,7	92,6	159,2	26
28	114,4	92,6	159,2	26

APÊNDICE IX – Fórmula de cálculo outliers segunda conferência

OUTLIERS	Valor (segundos)	Forma de cálculo
IQR	36,9	Q3-Q1
Lsup	100,2	Média + 1,5*IQR
Linf	-10,5	Média - 1,5*IQR
Média	44,8	Média dos Tempos
Q1	16,1	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	53,0	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	113,0	44,8	100,2	-10,5
2	34,3	44,8	100,2	-10,5
3	37,1	44,8	100,2	-10,5
4	69,6	44,8	100,2	-10,5
5	181,7	44,8	100,2	-10,5
6	15,8	44,8	100,2	-10,5
7	35,4	44,8	100,2	-10,5
8	56,7	44,8	100,2	-10,5
9	42,0	44,8	100,2	-10,5
10	20,3	44,8	100,2	-10,5
11	25,5	44,8	100,2	-10,5
12	10,8	44,8	100,2	-10,5
13	13,2	44,8	100,2	-10,5
14	30,4	44,8	100,2	-10,5
15	17,3	44,8	100,2	-10,5
16	14,7	44,8	100,2	-10,5

APÊNDICE X – Fórmula de cálculo outliers arrumação

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	208,9	Q3-Q1
Lsup	672,7	Média + 1,5*IQR
Linf	46,2	Média - 1,5*IQR
Média	359,4	Média dos Tempos
Q1	270,6	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	479,5	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	435,7	359,4	672,7	46,2
2	317,6	359,4	672,7	46,2
3	283,2	359,4	672,7	46,2
4	513	359,4	672,7	46,2
5	119,1	359,4	672,7	46,2
6	241,6	359,4	672,7	46,2
7	630,4	359,4	672,7	46,2
8	594,5	359,4	672,7	46,2
9	261,6	359,4	672,7	46,2
10	357,3	359,4	672,7	46,2
11	181,7	359,4	672,7	46,2
12	270,6	359,4	672,7	46,2
13	284,8	359,4	672,7	46,2
14	289,9	359,4	672,7	46,2
15	483	359,4	672,7	46,2
16	288,1	359,4	672,7	46,2
17	384,1	359,4	672,7	46,2
18	413,6	359,4	672,7	46,2
19	479,5	359,4	672,7	46,2

APÊNDICE XI - Fórmula de cálculo outliers reaprovisionamento

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	76,7	Q3-Q1
Lsup	304,6	Média + 1,5*IQR
Linf	74,6	Média - 1,5*IQR
Média	189,6	Média dos Tempos
Q1	137,2	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	213,9	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	153,9	189,6	304,6	74,6
2	112,1	189,6	304,6	74,6
3	143,5	189,6	304,6	74,6
4	155,3	189,6	304,6	74,6
5	137,2	189,6	304,6	74,6
6	213,9	189,6	304,6	74,6
7	411,4	189,6	304,6	74,6

APÊNDICE XII – Fórmula de cálculo outliers picking aéreo

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	402,4	Q3-Q1
Lsup	1257,3	Média + 1,5*IQR
Linf	50,1	Média - 1,5*IQR
Média	653,7	Média dos Tempos
Q1	177,2	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	579,6	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	171,9	653,7	1257,3	50,1
2	439,3	653,7	1257,3	50,1
3	180,3	653,7	1257,3	50,1
4	242,3	653,7	1257,3	50,1
5	174,2	653,7	1257,3	50,1
6	237,2	653,7	1257,3	50,1
7	161	653,7	1257,3	50,1
8	256,5	653,7	1257,3	50,1
9	322,6	653,7	1257,3	50,1
10	2068	653,7	1257,3	50,1
11	3329,5	653,7	1257,3	50,1
12	719,9	653,7	1257,3	50,1
13	195,5	653,7	1257,3	50,1

APÊNDICE XIII – Fórmula de cálculo outliers picking no chão

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	568,81	Q3-Q1
Lsup	1214,2	Média + 1,5*IQR
Linf	-492,2	Média - 1,5*IQR
Média	361,0	Média dos Tempos
Q1	59,5	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	628,3	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	916,6	552,2	1265,5	-161,1
2	494,5	552,2	1265,5	-161,1
3	73,6	552,2	1265,5	-161,1
4	523,3	552,2	1265,5	-161,1
5	448,5	552,2	1265,5	-161,1
6	480,7	552,2	1265,5	-161,1
7	778,6	552,2	1265,5	-161,1
8	529,0	552,2	1265,5	-161,1
9	609,5	552,2	1265,5	-161,1
10	161,0	552,2	1265,5	-161,1
11	342,7	552,2	1265,5	-161,1
12	220,8	552,2	1265,5	-161,1
13	361,1	552,2	1265,5	-161,1
14	158,7	552,2	1265,5	-161,1
15	216,2	552,2	1265,5	-161,1
16	1050,0	552,2	1265,5	-161,1
17	385,3	552,2	1265,5	-161,1
18	1102,6	552,2	1265,5	-161,1
19	2070,0	552,2	1265,5	-161,1
20	121,7	552,2	1265,5	-161,1
21	552,0	552,2	1265,5	-161,1

APÊNDICE XIV – Fórmula de cálculo outliers packing

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	141,5	Q3-Q1
Lsup	474,8	Média + 1,5*IQR
Linf	50,4	Média - 1,5*IQR
Média	262,6	Média dos Tempos
Q1	189,5	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	330,9	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	184	262,6	474,8	50,4
2	207	262,6	474,8	50,4
3	348,5	262,6	474,8	50,4
4	246,1	262,6	474,8	50,4
5	258,8	262,6	474,8	50,4
6	241,5	262,6	474,8	50,4
7	333,5	262,6	474,8	50,4
8	162,2	262,6	474,8	50,4
9	356,5	262,6	474,8	50,4
10	226,6	262,6	474,8	50,4
11	323,2	262,6	474,8	50,4
12	107	262,6	474,8	50,4
13	187,5	262,6	474,8	50,4
14	547,7	262,6	474,8	50,4
15	276	262,6	474,8	50,4
16	195,5	262,6	474,8	50,4

APÊNDICE XV – Fórmula de cálculo outliers expedição

OUTLIERS	Valor(segundos)	Forma de cálculo
IQR	70,7	Q3-Q1
Lsup	233,4	Média + 1,5*IQR
Linf	21,4	Média - 1,5*IQR
Média	127,4	Média dos Tempos
Q1	83,5	Fórmula "QUARTILEXC"
Q3	154,2	Fórmula "QUARTILEXC"

Observação	Tempos (segundos/un)	Média	Lsup	Linf
1	137,4	127,4	233,4	21,4
2	83,5	127,4	233,4	21,4
3	138,3	127,4	233,4	21,4
4	81,5	127,4	233,4	21,4
5	172,1	127,4	233,4	21,4
6	110,7	127,4	233,4	21,4
7	184,7	127,4	233,4	21,4
8	109,3	127,4	233,4	21,4
9	99,9	127,4	233,4	21,4
10	124,8	127,4	233,4	21,4
11	64,4	127,4	233,4	21,4
12	121,3	127,4	233,4	21,4
13	135,3	127,4	233,4	21,4
14	231,8	127,4	233,4	21,4
15	79,7	127,4	233,4	21,4
16	70,1	127,4	233,4	21,4
17	59,4	127,4	233,4	21,4
18	154,2	127,4	233,4	21,4
19	240,4	127,4	233,4	21,4
20	181	127,4	233,4	21,4
21	101,4	127,4	233,4	21,4
22	108,1	127,4	233,4	21,4
23	140	127,4	233,4	21,4

APÊNDICE XVI – Tempos do processo de descarga

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	24	2	1263	105,3	105,3	121
3/4/23	33	1	1534	46,5	46,5	53,5
4/4/23	18	2	760	84,4	84,4	97,1
4/4/23	52	2	1470	56,5	56,5	65
4/4/23	16	2	1537	96,1	96,1	110,5
4/4/23	52	2	1886	36,3	36,3	41,7
5/4/23	52	2	1045	40,2	40,2	46,2
19/4/23	6	2	510	85	85	97,8
19/4/23	33	2	2556	77,5	77,5	89,1
19/4/23	23	2	1080	93,9	92	105,8
19/4/23	20	2	1045	104,5	104,5	120,2
19/4/23	28	3	2475	88,4	83,1	95,6
17/4/23	28	3	950	101,8	99,8	114,7
17/4/23	54	3	3270	60,6	59,3	68,2
19/4/23	27	2	1374	101,8	101,8	117
19/4/23	34	2	1452	85,4	83,7	96,3
19/4/23	52	2	2966	57	57	65,6
19/4/23	4	1	400	100	100	115
24/4/23	20	2	830	83	83	95,5
24/4/23	30	2	1040	69,3	71,4	82,1
19/4/23	20	2	962	96,2	96,2	110,6
19/4/23	24	3	1116	139,5	133,9	154
8/5/23	20	2	1245	62,3	62,3	71,6
8/5/23	26	2	1140	87,7	87,7	100,8
8/5/23	34	2	2715	79,9	79,9	91,8
8/5/23	30	2	1764	58,8	56,4	64,9
8/5/23	25	2	950	76	74,5	85,7
8/5/23	30	3	995	99,5	99,5	114,4

APÊNDICE XVII – Tempos do processo de segunda conferência

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	30	1	2948	98,3	98,3	113,0
3/4/23	24	1	715	29,8	29,8	34,3
4/4/23	18	2	290	32,2	32,2	37,1
5/4/23	26	1	1573	60,5	60,5	69,6
5/4/23	3	2	237	158,0	158,0	181,7
17/4/23	23	1	315	13,7	13,7	15,8
17/4/23	20	1	615	30,8	30,8	35,4
17/4/23	28	2	690	49,3	49,3	56,7
19/4/23	27	1	985	36,5	36,5	42,0
24/4/23	20	1	360	18,0	17,6	20,3
24/4/23	25	1	555	22,2	22,2	25,5
27/4/23	26	1	245	9,4	9,4	10,8
28/4/23	20	1	230	11,5	11,5	13,2
2/5/23	29	2	383	26,4	26,4	30,4
8/5/23	20	1	300	15,0	15,0	17,3
8/5/23	20	1	255	12,8	12,8	14,7

APÊNDICE XIX – Tempos do processo de arrumação

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	33	3	12504	378,9	378,9	435,7
3/4/23	25	2	3452	276,2	276,2	317,6
3/4/23	31	3	7633	246,2	246,2	283,2
4/4/23	19	2	8476	446,1	446,1	513,0
4/4/23	14	1	1450	103,6	103,6	119,1
5/4/23	34	2	3572	210,1	210,1	241,6
11/4/23	11	3	2010	548,2	548,2	630,4
19/4/23	25	3	4396	527,5	517,0	594,5
19/4/23	4	2	455	227,5	227,5	261,6
19/4/23	27	3	8389	310,7	310,7	357,3
24/4/23	20	2	1580	158,0	158,0	181,7
28/4/23	20	2	2353	235,3	235,3	270,6
2/5/23	33	2	4170	252,7	247,7	284,8
2/5/23	29	3	7311	252,1	252,1	289,9
2/5/23	6	3	2520	420,0	420,0	483,0
2/5/23	20	3	1740	261,0	250,6	288,1
2/5/23	24	2	4008	334,0	334,0	384,1
2/5/23	28	2	10070	359,6	359,6	413,6
2/5/23	21	2	4560	434,3	416,9	479,5

APÊNDICE XX – Tempos do processo de reaprovisionamento

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
11/4/23	6	1	803	133,8	133,8	153,9
11/4/23	8	1	780	97,5	97,5	112,1
17/4/23	5	1	624	124,8	124,8	143,5
28/4/23	3	1	405	135,0	135,0	155,3
28/4/23	3	1	358	119,3	119,3	137,2
28/4/23	10	2	930	186,0	186,0	213,9
28/4/23	1	1	365	365,0	357,7	411,4

APÊNDICE XXI – Tempos do processo de picking aéreo

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	4	1	598	149,5	149,5	171,9
3/4/23	2	2	382	382,0	382,0	439,3
3/4/23	8	2	627	156,8	156,8	180,3
4/4/23	15	2	3160	210,7	210,7	242,3
4/4/23	2	1	303	151,5	151,5	174,2
4/4/23	4	1	825	206,3	206,3	237,2
5/4/23	1	1	140	140,0	140,0	161,0
11/4/23	10	2	1115	223,0	223,0	256,5
11/4/23	4	2	561	280,5	280,5	322,6
14/4/23	1	2	1835	1835,0	1798,3	2068,0
14/4/23	1	2	1540	3080,0	2895,2	3329,5
14/4/23	1	2	333	666,0	626,0	719,9
14/4/23	1	1	170	170,0	170,0	195,5

APÊNDICE XXII – Tempos do processo de picking no chão

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	1	1	797	797,0	797,0	916,6
3/4/23	1	1	430	430,0	430,0	494,5
3/4/23	1	1	64	64,0	64,0	73,6
4/4/23	1	1	455	455,0	455,0	523,3
5/4/23	1	1	390	390,0	390,0	448,5
5/4/23	1	1	418	418,0	418,0	480,7
5/4/23	1	1	677	677,0	677,0	778,6
5/4/23	1	1	460	460,0	460,0	529,0
5/4/23	1	1	530	530,0	530,0	609,5
11/4/23	1	1	298	298,0	298,0	342,7
11/4/23	1	1	192	192,0	192,0	220,8
11/4/23	3	1	420	140,0	140,0	161,0
11/4/23	1	1	314	314,0	314,0	361,1
11/4/23	1	1	138	138,0	138,0	158,7
11/4/23	1	1	188	188,0	188,0	216,2
11/4/23	1	1	913	913,0	913,0	1050,0
11/4/23	1	1	335	335,0	335,0	385,3
14/4/23	1	1	1020	1020,0	958,8	1102,6
11/4/23	1	2	900	1800,0	1800,0	2070,0
28/4/23	1	1	108	108,0	105,8	121,7
28/4/23	1	1	480	480,0	480,0	552,0

APÊNDICE XXIII – Tempos do processo de packing

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
11/4/23	1	1	160	160	160	184,0
11/4/23	1	1	180	180	180	207,0
11/4/23	1	1	303	303	303	348,5
11/4/23	1	1	214	214	214	246,1
11/4/23	1	1	225	225	225	258,8
14/4/23	1	1	210	210	210	241,5
14/4/23	1	1	290	290	290	333,5
14/4/23	1	1	141	141	141	162,2
14/4/23	1	1	310	310	310	356,5
14/4/23	1	1	197	197	197	226,6
14/4/23	1	1	281	281	281	323,2
14/4/23	1	1	93	93	93	107,0
28/4/23	1	1	163	163	163	187,5
28/4/23	1	1	486	486	476,28	547,7
28/4/23	1	1	240	240	240	276,0
28/4/23	1	1	170	170	170	195,5

APÊNDICE XXIV – Tempos do processo de expedição

Data	Nº un. movimentadas	Nº recursos	Tempo Observado. (seg)	Tempo observado. utilizado por un (seg)	Tempo normal (seg)	Tempo padrão (seg)
3/4/23	32	2	1911	119,4	119,4	137,4
3/4/23	5	1	363	72,6	72,6	83,5
3/4/23	17	2	1022	120,2	120,2	138,3
3/4/23	6	1	425	70,8	70,8	81,5
3/4/23	26	3	1297	149,7	149,7	172,1
3/4/23	16	2	770	96,3	96,3	110,7
4/4/23	20	3	1071	160,7	160,7	184,7
4/4/23	30	2	1425	95,0	95,0	109,3
5/4/23	20	2	869	86,9	86,9	99,9
5/4/23	32	3	1158	108,6	108,6	124,8
5/4/23	10	1	560	56,0	56,0	64,4
5/4/23	29	2	1530	105,5	105,5	121,3
17/4/23	34	2	2000	117,6	117,6	135,3
17/4/23	40	2	2852	142,6	134,0	154,2
17/4/23	25	3	1680	201,6	201,6	231,8
17/4/23	28	2	990	70,7	69,3	79,7
17/4/23	21	2	640	61,0	61,0	70,1
8/5/23	18	2	1920	213,3	209,1	240,4
8/5/23	37	2	955	51,6	51,6	59,4
8/5/23	20	2	1606	160,6	157,388	181,0
8/5/23	40	2	1800	90	88,2	101,4
8/5/23	20	2	940	94	94	108,1
8/5/23	40	2	2485	124,25	121,765	140,0

APÊNDICE XXV – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de descarga

Fator de Atividade - Descarga					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	E	0,98
11	D	D	D	D	1
12	D	E1	D	E	0,94
13	D	D	D	E	0,98
14	D	D	D	E	0,98
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	E	0,98
17	D	D	D	D	1
18	D	D	D	D	1
19	D	D	D	D	1
20	D	D	D	B	1,03
21	D	D	D	D	1
22	D	E	D	D	0,96
23	D	D	D	D	1
24	D	D	D	D	1
25	D	D	D	D	1
26	D	D	D	F	0,96
27	D	D	D	E	0,98
28	D	D	D	D	1

APÊNDICE XXVI – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de segunda conferência

Fator de Atividade - Segunda Conferência					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	E	0,98
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	D	1
14	D	D	D	D	1
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	D	1

APÊNDICE XXVII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de arrumação

Fator de Atividade - Arrumação					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	E	0,98
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	D	1
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	E	0,98
14	D	D	D	D	1
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	E	0,98
17	D	D	D	D	1
18	D	D	D	D	1
19	D	D	D	F	0,96

APÊNDICE XXVIII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de arrumação

Fator de Atividade - Arrumação					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	E	0,98
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	D	1
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	E	0,98
14	D	D	D	D	1
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	E	0,96
17	D	D	D	D	1
18	D	D	D	D	1
19	D	D	D	F	0,96

APÊNDICE XXIX – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de reaprovisionamento

Fator de Atividade - Reaprovisionamento					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	E	0,98

APÊNDICE XXX – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de picking aéreo

Fator de Atividade - Picking Aéreo					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	E	0,98
11	D	E1	D	E	0,94
12	D	E1	D	E	0,94
13	D	D	D	D	1

APÊNDICE XXXI – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de picking no chão

Fator de Atividade - Picking no Chão					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	D	1
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	D	1
14	D	D	D	D	1
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	D	1
17	D	D	D	D	1
18	D	E1	D	E	0,94
19	D	D	D	D	1
20	D	D	D	E	0,98
21	D	D	D	D	1

APÊNDICE XXXII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de packing

Fator de Atividade - Packing					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	D	1
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	D	1
14	D	D	D	D	0,98
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	D	1

APÊNDICE XXXII – Códigos atribuídos e resultados do FA para cálculo do TN no processo de carga

Fator de Atividade - Carga					
Amostra	Habilidade	Esforço	Condições	Consistência	FA
1	D	D	D	D	1
2	D	D	D	D	1
3	D	D	D	D	1
4	D	D	D	D	1
5	D	D	D	D	1
6	D	D	D	D	1
7	D	D	D	D	1
8	D	D	D	D	1
9	D	D	D	D	1
10	D	D	D	D	1
11	D	D	D	D	1
12	D	D	D	D	1
13	D	D	D	D	1
14	D	E1	D	E	0,94
15	D	D	D	D	1
16	D	D	D	E	0,98
17	D	D	D	D	1,00
18	D	D	D	E	0,98
19	D	D	D	D	1
20	D	D	D	E	0,98
21	D	D	D	E	0,98
22	D	D	D	D	1
23	D	D	D	E	0,98

APÊNDICE XXXIII – Cálculo dos Intervalos de Confiança para os processos de Descarga, Segunda Conferência, Arrumação e Reaprovisionamento

IC DESCARGA		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	92,6	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	25,9	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	28	"n" coletado
Margem de Erro	10,0	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	82,5	Média-Margem de Erro
Lim. sup	102,6	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[82,5 ; 102,6]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respectivamente

IC SEGUNDA CONFERÊNCIA		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	30,2	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	17,3	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	14	"n" coletado
Margem de Erro	10,0	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	20,2	Média-Margem de Erro
Lim. sup	40,2	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[20,2 ; 40,2]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respectivamente

IC ARRUMAÇÃO		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	359,4	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	136,4	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	19	"n" coletado
Margem de Erro	65,8	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	293,7	Média-Margem de Erro
Lim. sup	425,2	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[293,7 ; 425,2]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respectivamente

IC REAPROVISIONAMENTO		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	152,7	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	33,8	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	6	"n" coletado
Margem de Erro	35,5	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	117,2	Média-Margem de Erro
Lim. sup	188,2	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[117,2 ; 188,2]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respectivamente

APÊNDICE XXXIV – Cálculo dos Intervalos de Confiança para os processos de Picking aéreo, Picking no chão, Packing e Carga

IC PICKING AÉREO		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	281,9	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	166,9	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	11	"n" coletado
Margem de Erro	112,1	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	169,7	Média-Margem de Erro
Lim. sup	394,0	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[169,7 ; 394]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respetivamente

IC PICKING NO CHÃO		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	476,3	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	298,8	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	20	"n" coletado
Margem de Erro	139,9	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	336,5	Média-Margem de Erro
Lim. sup	616,2	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[336,5 ; 616,2]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respetivamente

IC PACKING		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	243,6	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	73,4	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	15	"n" coletado
Margem de Erro	40,6	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	202,9	Média-Margem de Erro
Lim. sup	284,2	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[202,9 ; 284,2]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respetivamente

IC CARGA		Fórmulas de cálculo
Média (TP)	127,4	Função "MÉDIA"
Desvio-Padrão	49,4	Função "DESVPAD.S"
Alfa	0,05	100% - 95% de confiança
Tamanho	23	"n" coletado
Margem de Erro	21,4	Fórmula "INT.CONFIANÇA.T"
Lim. inf	106,0	Média-Margem de Erro
Lim. sup	148,7	Média+Margem de Erro
Intervalo de Confiança	[106 ; 148,7]	Valores correspondentes ao Limite inferior e ao Limite superior, respetivamente