

NATHALIA SADOCO

MELHORIA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
DE REFEIÇÕES CONGELADAS

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheira de Produção

São Paulo

2020



NATHALIA SADOCO

MELHORIA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
DE REFEIÇÕES CONGELADAS

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheira de Produção.  
Orientador: Professor Dr. Dario Ikuo  
Miyake

São Paulo

2020



Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação-na-publicação

Sadocco, Nathalia  
MELHORIA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO EM UM CENTRO DE  
DISTRIBUIÇÃO DE REFEIÇÕES CONGELADAS / N. Sadocco -- São Paulo, 2020.  
110 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Melhoria de Processos I.Universidade de São Paulo. Escola  
Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

À minha mãe.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Professor Dr. Dario Ikuo Miyake, pela orientação, confiança, paciência e sensibilidade. Incentivando meu trabalho e acreditando em mim, mesmo em momentos que eu mesma não consegui fazê-lo.

À minha mãe, que renunciou a suas escolhas para que eu pudesse ter as minhas.

Aos meus amigos Fernando, Mariana e Mateus, que estiveram presentes (fisicamente ou não), em toda a graduação: me guiando, ajudando e comemorando. Também a Larissa, Isabella, Giovanna, Gabriela e Rafael Peduto que também deixaram essa jornada mais fácil e prazerosa.

À Cris e o Osni, pelos conselhos, amor, músicas e inclusive, meu estágio.

Ao CAEP, que me formou tanto quanto a Poli. E, portanto, ao Straat, Marília, Becker, William, Conrado, Pedro Vassimon, João, Ruben, Eduardo e tantos outros que me acolheram e apoiaram.

À Rebecca, que não só ouviu meus choros, mas garantiu que eles se transformassem em motivação.

Ao Thiago, Henrique e Vinicius, que permitiram que esse trabalho fosse feito e ajudaram a me construir como profissional.

Por fim, ao Rafael, que tanto me ensinou, sobre todas as coisas.



## **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo analisar e propor melhorias para o processo de separação e embalagem de pedidos de uma *startup* de alimentação.

O trabalho foi construído por meio da aplicação do ciclo PDCA e dividido conforme suas etapas P, D, C e A

Inicialmente, na etapa P de Planejamento foi realizado o mapeamento dos processos do Setor Logístico, por meio do qual o processo de separação foi identificado como gargalo. A partir da identificação do foco do problema, foram realizadas análises sobre as etapas deste processo, de forma a possibilitar a criação de propostas de melhoria para formulação de um plano de ação.

Na etapa D de Execução foi realizado um delineamento de experimentos para determinação da efetividade das propostas de melhoria. Os experimentos foram executados durante um mês no Centro de Distribuição da empresa.

Na etapa C de Verificação foram analisados os dados dos experimentos e com base neles, a proposta de melhoria mais adequada foi selecionada como plano de ação. Nessa etapa também foram analisadas as propostas que não foram consideradas efetivas.

Por fim, o trabalho avançou até a etapa final A de Atuação Corretiva em que a proposta de melhoria foi implementada possibilitando a avaliação de resultados reais e a padronização do novo processo de separação que foi desenvolvido

**Palavras-chave:** Melhoria de processo, ciclo PDCA, delineamento de experimentos



## **ABSTRACT**

The present study has as main goal to analyze and propose enhancements for the picking and packing process of a food startup.

It was built based on the PDCA cycle and divided according to Its steps P, D, C and A.

Initially, in the Plan stage, the Logistics Department Processes were observed, and the picking process identified as a constraint. With the main constraint identified, some analysis about all steps involved in the process were realized, so that it's possible to formulate enhancement proposals to an action plan.

On the D, of Do stage, a design of experiments was executed to determine the effectiveness of the enhancement proposals. These experiments occurred for one month in the company's Distribution Centers.

On C, of Check, stage followed with the analysis of the experiments data and the best enhancement proposal was adapted as action plan. In this stage the ineffective proposals were also analyzed.

Finally, the work reached the final stage, in the A, of Act, when the enhancement proposal was implemented, the real results obtained through it was evaluated so that way the standardization of the enhancement proposal was developed.

**Key-words:** Enhancements of processes, PDCA cycle, design of experiments



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Porção de congelada (A) e ilustração de porção congelada (B) .....	29
Figura 2 - Tipos de pedido que podem ser feitos na PraticaCO .....	29
Figura 3 - Cartão de papelão ("tag") (A) e abraçadeira de <i>nylon</i> (B).....	30
Figura 4 - Refeição montado de um <i>kit</i> .....	30
Figura 5 - Categorias de produtos secos .....	31
Figura 6 - Bases de controle .....	34
Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito .....	36
Figura 8 - Ilustração do conceito de problema .....	37
Figura 9 - Etapas do ciclo PDCA para melhorar .....	39
Figura 10 - Exemplo de folha de verificação .....	43
Figura 11 - Gráfico de controle de processo sob controle estatístico.....	44
Figura 12 - Gráfico de controle de processo fora de controle estatístico .....	44
Figura 13 - Gráfico de controle com pontos fora dos Limites de Controle.....	45
Figura 14 - Gráfico de controle com periodicidade.....	45
Figura 15 - Gráfico de controle com pontos em sequência .....	46
Figura 16 - Gráfico de controle com pontos com tendência decrescente e crescente .....	46
Figura 17 - Representação de um processo .....	47
Figura 18 – Visão global dos processos do Setor Logístico.....	49
Figura 19 - Fluxo do processo de abastecimento .....	50
Figura 20 - Junção de 20 porções congeladas em um saco .....	50
Figura 21 - Caixa plástica (A) e carro de movimentação (B).....	51
Figura 22 - Processos do Centro de Distribuição .....	52
Figura 23- <i>Freezer</i> horizontal (A) e sua organização interna em nichos (B) .....	53
Figura 24 - Estação de Separação com categorias de porção destacadas .....	54
Figura 25 - Bancada de separação (A) e detalhes da bancada de separação (B) .....	54
Figura 26 - Fluxo das etapas da operação de separação .....	55
Figura 27 - Tela inicial do SSP.....	55
Figura 28 Etapas de deslocamento (A) e atividades de bancada (B).....	56
Figura 29 - Vista superior da estação de embalagem .....	57
Figura 30 Mesa de embalagem (A) e detalhe da disposição de seus elementos (B) .....	57
Figura 31 - Embalagem de pano, para primeiras compras (A) e Embalagem de plástico, para demais compras (B) .....	58

Figura 32 - Tela do SEP de embalagem.....	58
Figura 33 - Etiqueta de identificação das embalagens .....	59
Figura 34 - Lista de Pedidos (A) Armazenamento de pedidos (B).....	60
Figura 35 - Tela do sistema de expedição .....	61
Figura 36 - Armazenamento de porções secas .....	62
Figura 37 - Layout (A) e fluxo das operações (B) do CD de São Paulo.....	63
Figura 38 - Evolução das vendas da PraticaCO nos anos de 2018 e 2019 .....	65
Figura 39 - Composição do custo logístico em 2019 .....	66
Figura 40 - Folha de verificação de ocorrências .....	70
Figura 41 - Fluxo de deslocamentos entre freezers em uma segunda-feira (A) e em uma quinta-feira (B).....	73
Figura 42 - Proposta de alteração da bancada de separação (junção das bancadas de separação e embalagem) .....	77
Figura 43- <i>Freezer Vertical</i> .....	79
Figura 44 Disposição atual de <i>freezers</i> horizontais (A) e disposição de <i>freezers</i> verticais (Proposta 2) (B).....	79
Figura 45 - <i>Freezer</i> vertical utilizado nos ensaios da Proposta 2 com 15 nichos disponíveis.	81
Figura 46 - Gráfico Homem-Máquina da operação de separação (O2) com Método Atual....	82
Figura 47 - Sugestão de caixa de separação com dispositivo móvel .....	83
Figura 48 - Sugestão de carro de movimentação .....	83
Figura 49 - Gráfico Homem-Máquina com Proposta 3 .....	84
Figura 50 - Deslocamento do funcionário na operação de separação na situação atual (A) e conforme a Proposta 3 (B) .....	86
Figura 51 - Análise de <i>outliers</i> dos resultados DOE (segundos) .....	94
Figura 52 - Resultados do experimento segregados por tipo de pedidos .....	94
Figura 53 – Sistema de Controle de Separação e Embalagem (SCSE) .....	98
Figura 54 - Adaptação da bancada de separação e embalagem de porções congeladas .....	99
Figura 55 – Evolução do tempo médio (minutos) de separação embalagem de pedidos com porções congeladas antes e após a implementação da Proposta 1 .....	100
Figura 56 – Evolução da quantidade de porções por pedido .....	101
Figura 57 - Evolução do tempo (minutos) de separação e embalagem por porção separada	102
Figura 58 - Gráfico de Controle com limites de controle do método antigo (MA) .....	103
Figura 59 - Gráfico de Controle com limites de controle do método novo da Proposta 1 ....	104

Figura 60 - Layout do CD para os métodos de separação antigo (A) e novo (B) da Proposta 1	.....	105
Figura 61 - Foto do CD de São Paulo com a implementação das 4 estações de separações novas (cada uma com 2 bancadas de separação e embalagem).....		105



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Períodos de entrega .....	31
Tabela 2 - Dias de agendamento disponíveis .....	32
Tabela 3 - Funcionários por função .....	64
Tabela 4 - Custo do m <sup>2</sup> para locação .....	67
Tabela 5 - Distribuição de funcionários por operação no CD .....	68
Tabela 6 - Tipos de ocorrências na operação de separação .....	69
Tabela 7 - Tempos de Separação (O2) em ciclos com e sem ocorrências.....	71
Tabela 8 - Tempos das etapas da operação separação (O2) – sem repetições das etapas .....	71
Tabela 9 - Tempo de das etapas da operação de separação (O2) – com repetições das etapas	72
Tabela 10 - Distribuição de categoria de porções congeladas por dia da semana.....	73
Tabela 11 - Tempos das etapas da operação de embalagem (O3).....	74
Tabela 12 – Etapas das operações de Separação (O2) e Embalagem (O3) .....	76
Tabela 13 - Etapas da Proposta 1.....	77
Tabela 14 - Tempo de ociosidade do "maquinário" da estação de separação .....	82
Tabela 15 - Taxa de utilização do maquinário da estação de separação .....	82
Tabela 16 - Tempo de Ocio de do maquinário com a Proposta 3 .....	85
Tabela 17 - Taxa de utilização do maquinário com a Proposta 3 .....	85
Tabela 18 - Fatores e Níveis .....	87
Tabela 19 - Quantidade de porções por categoria no <i>kit</i> K098 (grande) .....	89
Tabela 20 - Quantidade de porções por categoria no <i>kit</i> K084 (pequeno) .....	89
Tabela 21 - Descrição das Unidades Experimentais .....	90
Tabela 22 - Cronograma de ensaios .....	91
Tabela 23 - Descrição dos ensaios planejados.....	92



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**TQC**- *Total Quality Control*

**PDCA** – *Plan Do Check Act*

**SKU** - *Stock Keeping Unit*

**WMS** - *Warehouse Management System*

**CD** – Centro de Distribuição

**SSP** – Sistema de Separação de Pedidos

**SEP** – Sistema de Embalagem de Pedidos

**SCSP** – Sistema de Controle de Separação e Embalagem de pedidos



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1 A EMPRESA.....</b>	<b>27</b>
<b>1.2 OS PRODUTOS.....</b>	<b>28</b>
1.2.1 Os produtos congelados.....	28
1.2.1 Os Produtos Secos: Snacks.....	30
<b>1.3 VENDAS E ENTREGA DE PEDIDOS .....</b>	<b>31</b>
<b>1.4 ESCOPO E ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>32</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL .....</b>	<b>33</b>
2.1.1 Controle .....	34
2.1.2 Qualidade.....	34
2.1.3 Produtividade.....	35
2.1.4 Processo .....	35
2.1.5 Itens de Controle.....	36
2.1.6 Itens de Verificação .....	36
2.1.7 Problema.....	36
2.1.8 Controle do Processo.....	37
<b>2.2 O CICLO PDCA .....</b>	<b>37</b>
2.2.1 Metas .....	38

2.2.2 Planejamento: Identificação do problema.....	39
2.2.3 Planejamento: Análise do fenômeno e do processo.....	39
2.2.4 Planejamento: Plano de ação.....	40
2.2.5 Execução, Verificação e Padronização .....	40
<b>2.3 FERRAMENTAS ANALÍTICAS.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Variabilidade .....	41
2.3.2 Coleta de dados .....	41
2.3.3 Medidas de locação .....	42
2.3.4 Folha de verificação .....	42
2.3.6 Gráfico de Controle.....	43
<b>2.4 DELINEAMENTO DE EXPERIMENTOS .....</b>	<b>46</b>
2.4.1 Terminologia.....	47
2.4.2 Fundamentos de Experimentos Estatísticos .....	48
2.4.3 Experimentos Fatoriais .....	48
<b>3 O SETOR LOGÍSTICO E SEUS PROCESSOS.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 OPERAÇÃO DE ENSACAMENTO.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 TRANSBORDO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.3 RECEBIMENTO DE PORÇÕES NO CD .....</b>	<b>52</b>
<b>3.4 SEPARAÇÃO DE PEDIDOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.5 EMBALAGEM DE PEDIDOS .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6 EXPEDIÇÃO DE PEDIDOS .....</b>	<b>60</b>

<b>3.7 SEPARAÇÃO E EMBALAGEM DE PRODUTOS SECOS.....</b>	<b>62</b>
<b>3.8 O CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE SÃO PAULO.....</b>	<b>63</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS DE MELHORIA DAS OPERAÇÕES DE SEPARAÇÃO E EMBALAGEM .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>65</b>
<b>4.2 ANÁLISE DO FENÔMENO E DO PROCESSO.....</b>	<b>68</b>
4.2.1 Determinação do foco do problema.....	68
4.2.2 Análise da Operação de Separação de Pedidos com porções congeladas .....	69
4.2.3 Análise da Operação de Embalagem de Pedidos com porções congeladas .....	74
4.2.4 Oportunidades de melhoria.....	74
<b>4.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>4.4 PROPOSTA COM FOCO EM OPORTUNIDADE DE MELHORIA 1 .....</b>	<b>75</b>
4.4.1 Proposta 1: Junção das operações de separação e embalagem de porções congeladas ...	75
4.4.2 Adaptações para ensaios .....	78
<b>4.5 PROPOSTAS COM FOCO NA OPORTUNIDADE DE MELHORIA 2.....</b>	<b>78</b>
4.5.1 Proposta 2: Implementação de freezers verticais .....	78
4.5.1.1 Adaptações para ensaios .....	80
4.5.2 Proposta 3: Sistema móvel de separação de porções congeladas .....	81
4.5.2.1 Adaptações para ensaios .....	86
<b>4.6 COLETA DE DADOS.....</b>	<b>86</b>
4.6.1 Variável resposta .....	87

4.6.2 Fatores e níveis..... 87

4.6.3 Unidade Experimental..... 87

4.6.4 Experimento .....	90
<b>4.7 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>92</b>
4.7.1 Relatório de Três Gerações: pontos problemáticos da Proposta 2 .....	95
4.7.2 Relatório de Três Gerações: pontos problemáticos da Proposta 3 .....	96
<b>5 ATUAÇÃO CORRETIVA: PADRONIZAÇÃO .....</b>	<b>98</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 A EMPRESA

A PraticaCo é uma empresa de alimentação saudável que tem como objetivo oferecer sabor e conveniência para o dia a dia do cliente. A empresa foi criada em 2016, em São Paulo, por dois engenheiros que tinham dificuldade em conseguir se alimentar com qualidade em seu cotidiano, devido à rotina de trabalho e pouco tempo livre. Suas poucas opções eram ou *fast food* - uma opção rápida, mas não saudável - ou opções mais saudáveis, porém pouco saborosas e que exigiam preparo prévio – pouco práticas e que exigiam tempo, já escasso em suas rotinas. Assim, depois de muita pesquisa, ambos decidiram empreender e se dedicar integralmente a essa nova ideia, fundando a PraticaCo.

O foco da empresa sempre foi oferecer uma alimentação balanceada, da forma mais prática possível para o cliente. Do lado de vendas, isso significou criar um e-commerce, com a venda dos produtos online, com opções de retirada no Centro de Distribuição (CD) ou entrega à domicílio. O cliente pode agendar seu pedido até para o mesmo dia, podendo escolher entre três períodos: manhã, tarde e noite. As formas de pagamento também visam oferecer a maior comodidade ao cliente: são aceitos pagamentos online por boletos bancários, cartões de crédito, vale-refeição (VR) ou vale-alimentação (VA). Em último caso, o cliente pode pedir para que o pagamento seja feito no momento da entrega, por um dos meios de pagamentos citados.

A praticidade também foi refletida no modo como os alimentos são ofertados. Os produtos são congelados, unindo a praticidade das refeições prontas congeladas com alimentos saudáveis e saborosos. Os fundadores apostaram em uma técnica de ultracongelamento italiana, que congela os produtos de forma rápida logo após seu cozimento, evitando a criação de cristais de água, mantendo o sabor. Os alimentos são embalados em porções individuais e não em combinações, como refeições prontas, que são comuns no mercado. Isso permite que o cliente faça quaisquer combinações entre os produtos do portfólio. Além disso, é possível descongelar uma porção em cerca de 2 minutos, fazendo com que uma refeição completa fique pronta em torno de 6 minutos.

A empresa cresceu exponencialmente. No início de suas operações, em março de 2016, eram vendidos cerca de 10 pedidos por mês. Depois de 3 anos, em março de 2019, passaram a ser vendidos cerca de 15 mil pedidos. Isso foi possível por meio de investimentos financeiros recebidos e o plano de expansão geográfica e de portfólio. Em 2018 a empresa deixou de atuar apenas em São Paulo e expandiu para as cidades do Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Em 2019, a expansão foi ainda maior: a empresa começou a atuar nas cidades de Campinas, Curitiba, Brasília, Goiânia, Santos, Ribeirão Preto e Porto Alegre. Para o final do ano está programada a expansão para a Região Nordeste. O portfólio de produtos congelados da empresa está em constante ampliação. A cada duas semanas um novo lançamento é feito, enquanto a desativação de um produto só ocorre em caso de mal desempenho. No primeiro mês, a empresa contava com 20 SKUs (*Stock Keeping Units*) no cardápio e hoje esse número é de 96. Também em 2018, foi lançada a linha de produtos secos, os chamados Snacks. A linha de produtos tem como objetivo tornar a marca presente em outros momentos de consumo do cliente e reafirmá-la como uma empresa de alimentação saudável e não somente de comida congelada.

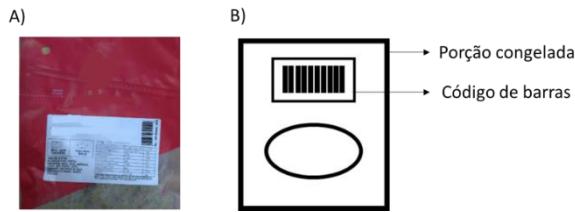
## 1.2 OS PRODUTOS

### 1.2.1 Os produtos congelados

Os produtos congelados estão presentes em 90% dos pedidos feitos. Além de estarem há mais tempo no mercado, são os protagonistas das principais refeições do dia: almoço e jantar.

As receitas de produtos congelados são preparadas na cozinha e separadas em porções de 100 g, como representado na Figura 1. Por isso, as unidades desses produtos são denominadas porções e assim são chamadas ao longo desse trabalho. As porções são separadas em quatro categorias principais: proteínas, carboidratos, legumes e salgados & doces. Na Figura 1 é possível ver uma porção de um produto congelado e uma ilustração dela.

**Figura 1 - Porção de congelada (A) e ilustração de porção congelada (B)**



**Fonte:** elaborada pela autora

Os clientes podem comprar porções individuais ou podem combiná-las. Um conjunto de 3 porções - geralmente composto pelas categorias carboidratos, proteínas e legumes - denomina-se refeição. As refeições também podem ser combinadas em *kits*, a fim de compor planos alimentares mais longos. Assim, é possível realizar três tipos de compras de produtos congelados: porções, refeições ou *kits*, exemplificado na Figura 2.

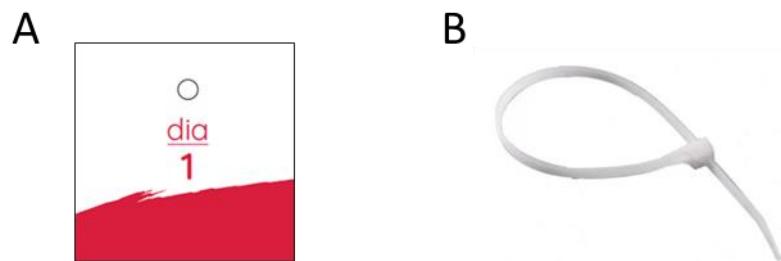
**Figura 2 - Tipos de pedido que podem ser feitos na PraticaCO**

Categoria	Descrição	Exemplo	Ilustração	Embalagem
Porção	Porções de alimentos individuais, que quando unidas formam uma refeição.	Feijão Preto		-
Refeição	Junção de 2 ou 3 porções de alimentos.	Feijão Preto + Arroz integral + Iscas de Filet Mignon		Etiqueta + abraçadeira de Nylon
Kit	Junção de refeições separadas por dia de consumo.	Dia 1: <b>Café da Manhã:</b> Panqueca de Aveia <b>Almoço:</b> Feijão Preto + Arroz Integral + Iscas de Filet Mignon		Etiqueta + abraçadeira de Nylon

**Fonte:** cedida pela PraticaCo

As refeições são feitas no momento de separação dos pedidos, quando ocorre a união de três porções, cada uma embalada individualmente, por meio de um cartão de papelão (denominado “tag”) e uma abraçadeira de nylon, que mantém as porções juntas, como mostrado nas Figuras 3 e 4.

**Figura 3 - Cartão de papelão ("tag") (A) e abraçadeira de nylon (B)**



**Fonte:** cedida pela PraticaCo

**Figura 4 - Refeição montado de um kit**



**Fonte:** cedida pela PraticaCo

#### 1.2.1 Os Produtos Secos: Snacks

Os produtos secos são responsáveis por apenas 20% dos produtos vendidos. Estes estão separados em 3 categorias, quais sejam, *chips*, castanhas e *mix* de castanhas como ilustra a Figura 5.

**Figura 5 - Categorias de produtos secos**

Categoria	Descrição	Exemplo	Ilustração
Chips	Pacote com legumes fatiados assados e saborizados em porções de 50g	Chips de batata doce, alecrim e azeite	
Castanhas	Castanhas sem misturas em porções de 200g	Castanha de Caju	
Mix de castanhas	Mix de castanhas saborizadas em porções de 30g	Castanha de caju + castanha do Pará + amendoim (caramelizado) + alecrim + gojiberry	

**Fonte:** elaborada pela autora

### 1.3 VENDAS E ENTREGA DE PEDIDOS

As vendas são feitas pelo *website* da empresa. É necessário que inicialmente o cliente tenha feito um simples cadastro e depois em cada vez que for fazer um pedido escolha a forma de pagamento e entrega, além de sua data e período. São disponibilizados 3 períodos, como vistos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Períodos de entrega**

	Períodos de entrega	
	Início	Fim
Manhã	09:00	12:00
Tarde	14:00	17:00
Noite	19:00	22:00

**Fonte:** elaborada pela autora

Já a data de entrega dos pedidos é feita com base nos dias da semana. São entregues pedidos em todos os períodos de segunda-feira a quinta-feira. Na sexta-feira, não há entregas no período noturno e no sábado só há entregas pela manhã. No domingo não há nenhuma entrega. O calendário de agendamento pode ser consultado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Dias de agendamento disponíveis**

Períodos de entrega	Domingo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Manhã	x	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível
Tarde	x	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível	x
Noite	x	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível	x	x

**Fonte:** elaborada pela autora

#### 1.4 ESCOPO E ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi desenvolvido com base no modelo de aplicação das etapas P, D, C e A do ciclo PDCA focado em melhorias proposto por Werkema (2013).

Assim o trabalho foi estruturado em 6 capítulos:

- Capítulo 1: introdutório, com o intuito de apresentar a empresa analisada;
- Capítulo 2: a revisão da literatura que buscar dar embasamento para as técnicas desenvolvidas nos capítulos posteriores;
- Capítulo 3: com intuito de contextualizar, com mais detalhes sobre os processos do setor logístico.
- Capítulo 4: aplicação da etapa P de Planejamento do Ciclo PDCA, com a Seção 4.1: Identificação do Problema, com o primeiro passo do ciclo; a Seção 4.2: Análise do Fenômeno e do Processo, com os segundo e terceiro passos; e por fim a Seção 4.3, Seção 4.4 e Seção 4.5 com aplicação do plano de ação, que é o quarto e último passo da etapa P de Planejamento. Ainda no Capítulo 4, a Seção 4.6 aplica a etapa D de Execução e quinto passo do ciclo PDCA e a Seção 4.7 realiza a Verificação de Resultados, da etapa C de Verificação, sexto passo do ciclo.
- Capítulo 5: contém o primeiro passo da etapa de A de Atuação Corretiva, sétimo passo do ciclo PDCA.
- Capítulo 6: Encerramento do ciclo PDCA, com a aplicação do oitavo passo - a conclusão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL

Segundo Falconi Campos (2014), o Controle da Qualidade Total, ou em inglês *Total Quality Control* (TQC), é uma metodologia gerencial que auxilia a empresa a atingir seu principal objetivo: atender às necessidades de seus clientes. Ele é estruturado em três grandes ações:

- 1) Reconhecimento das necessidades do cliente, garantindo que o esforço da empresa em produzir com eficiência esteja alinhado com a visão de valor dos clientes;
- 2) Atingimento e gerenciamento de padrões para alcançar as necessidades dos clientes;
- 3) Melhoramento dos padrões.

O “TQC é o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação das necessidades de todas as pessoas” sendo regido por 11 princípios que reforçam a necessidade de atuação de todas as pessoas relacionadas com o processo, de maneira preventiva (FALCONI CAMPOS, 2014). São esses princípios:

- 1) Atender às necessidades dos clientes;
- 2) Garantir a sobrevivência da empresa
- 3) Priorizar o problema mais crítico;
- 4) Decidir com base em dados;
- 5) Gerenciar com base na prevenção;
- 6) Reduzir desperdícios;
- 7) Priorizar o cliente;
- 8) Focalizar a causa do problema;
- 9) Impedir que, uma vez identificada, uma causa continue gerando problemas;
- 10) Respeitar os funcionários;
- 11) Executar a estratégia da empresa.

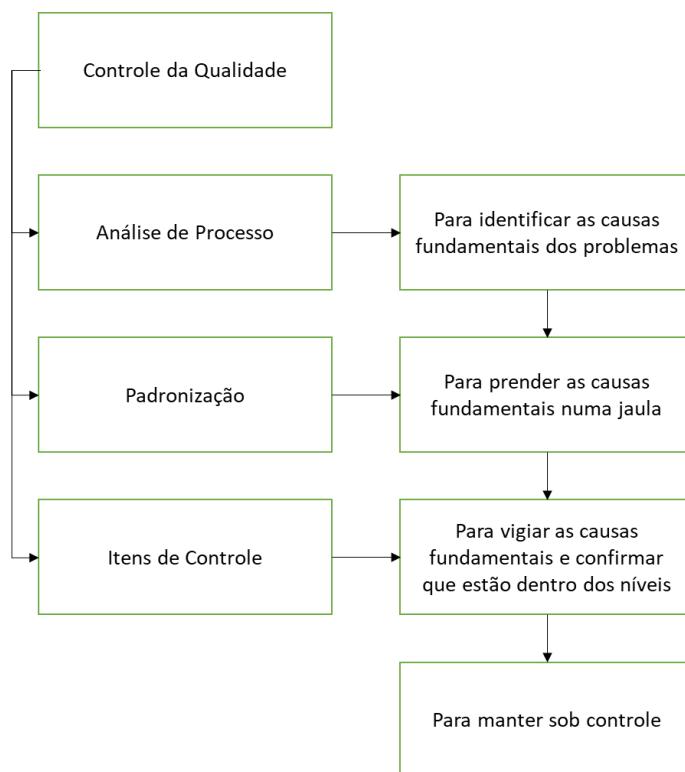
Tais princípios devem estar em todos os níveis da empresa. Assim, a alta gestão deve se preocupar em elaborar uma estratégia com a base nas necessidades do cliente e que respeite a

integridade de seus funcionários; estes, por sua vez, devem garantir que essa estratégia seja executada (FALCONI CAMPOS, 2014).

### 2.1.1 Controle

Para Falconi Campos (2014) a definição de controle está relacionada com o conhecimento que se tem sob o processo. Um processo está sob controle quando é analisado, tem seus problemas identificados e sanados. Ao sanar os problemas de um processo, é possível definir seus níveis ideais, padronizá-lo e por enfim controlá-lo. As bases de controle podem ser vistas na Figura 6.

**Figura 6 - Bases de controle**



**Fonte:** Adaptada de Campos (2014)

### 2.1.2 Qualidade

Ao contrário do que é popularmente conhecido, qualidade não é definida somente pelos defeitos encontrados em produtos. A qualidade está intrinsecamente conectada à aceitação do produto pelo cliente, e por isso, além de ser dimensionada por sua confiabilidade (ausência de defeitos), outros fatores são considerados: atendimento às necessidades do

cliente, financeiro (baixo custo), segurança e uma entrega correta (*on time, in full*) (FALCONI CAMPOS, 2014).

### 2.1.3 Produtividade

Segundo Falconi Campos (2014), produtividade é a relação entre o que foi consumido por uma empresa e o que foi produzido por ela. Quanto maior a produção em relação ao consumo, mais produtiva uma empresa pode ser considerada.

$$\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{\text{PRODUÇÃO}}{\text{CONSUMO}}$$

Existem várias formas de medir a produção e com consumo de uma empresa. A mais comum é a financeira, onde a produtividade é medida pelo valor produzido sobre o valor consumido.

$$\text{PRODUTIVIDADE} = \frac{\text{VALOR PRODUZIDO}}{\text{VALOR CONSUMIDO}}$$

Uma maneira de interpretar produtividade é substituir o “valor produzido” por faturamento e “valor consumido” por custos. Essa mudança sutil na forma de calcular a produtividade agrupa o consumidor final no cálculo. Quando somente o valor produzido é considerado, é possível medir a eficiência da fábrica. Contudo, se o seu faturamento é considerado, é possível medir a aceitação do cliente em relação ao produto, e assim os outros fatores da qualidade (FALCONI CAMPOS, 2014).

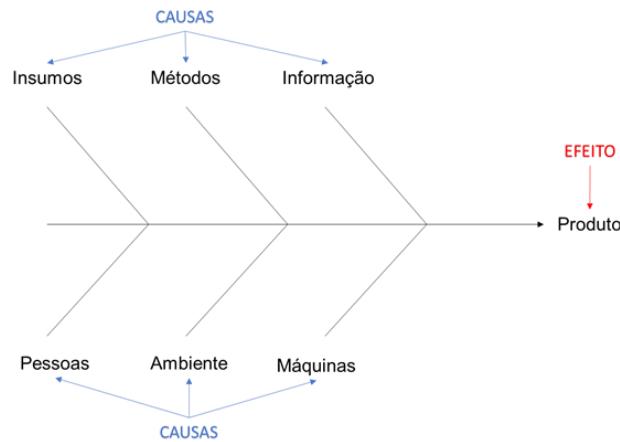
Para melhorar a produtividade das empresas, deve-se focar em seus três pilares: equipamentos e materiais; procedimentos (métodos) e seus funcionários (FALCONI CAMPOS, 2014).

### 2.1.4 Processo

Para Werkema (2013), processo abrange um conjunto de causas, que na empresa são representadas por pessoas, insumos, máquinas, ambiente, informação e métodos, que resultam em um determinado efeito. A empresa como um todo pode ser considerada um grande processo, que tem como efeito seus produtos. Ela, contudo, pode e deve ser dividida em

processos menores, para que esses possam ser controlados e melhorados. Uma representação dessa interpretação ilustrada na Figura 7, através de um Diagrama de Ishikawa.

**Figura 7 – Diagrama de Causa e Efeito**



**Fonte:** Adaptada de Campo (2014)

#### 2.1.5 Itens de Controle

Quando uma empresa deixa de ser vista como um único grande processo, e é dividida em processos menores, é necessário que sejam identificados quais são os clientes de cada processo e consequentemente os produtos que aquele processo entregará. O objetivo do processo continua o mesmo: atender as necessidades de seus clientes. Para medir a satisfação do cliente são utilizados os itens de controle.

Itens de controle são medidas da qualidade do produto (atendimento, segurança, confiabilidade, entrega e custos) que permitem o gerenciamento do processo. Itens de controle definem responsabilidade (WERKEMA, 2013).

#### 2.1.6 Itens de Verificação

Os itens de verificação são medidas de suporte aos itens de controle. O efeito obtido nos processos, verificado pelos itens de controle, advém de causas, que são medidas por meio dos itens de verificação. Por isso, pode-se dizer que itens de controle definem autoridade.

#### 2.1.7 Problema

Um problema ocorre quando o processo não alcança o efeito idealizado em seu projeto. De maneira mais concreta, um problema existe quando os itens de verificação não

atingem as medidas desejadas. A Figura 8 mostra a exemplificação da diferença entre os níveis desejado e alcançado, que conceituam “problema”.

**Figura 8 - Ilustração do conceito de problema**



**Fonte:** Adaptada de Werkema (2013)

### 2.1.8 Controle do Processo

Para Falconi Campos (2014), o controle de processo é feito em três passos:

- 1) Planejamento: onde são definidos os itens de controle, assim como sua meta e o método para atingi-la.
- 2) Manutenção dos níveis de controle: que abrangem soluções paliativas ou que focam na causa, prevenindo problemas futuros.
- 3) Melhorias: mudança na meta ou método determinado na diretriz, a fim de assegurar a sobrevivência da empresa, adaptando-se a novos cenários.

### 2.2 O CICLO PDCA

O ciclo PDCA é um método utilizado para o alcance de metas. É assim chamado devido à sigla de suas 4 etapas em inglês: *Plan, Do, Check, Act*. Em português são chamadas de: Planejamento, Execução, Verificação e Atuação Corretiva. Suas etapas foram construídas com base nos princípios do TQC: planejamento para que seja possível identificar o problema e sua causa-raiz; execução com ações que visam eliminar a causa-raiz dos problemas e consequentemente evitar que eles retornem; verificação dos resultados, para entender se o problema foi solucionado e por fim a padronização dos novos métodos (WERKEMA, 2013).

Após a quarta etapa do ciclo PDCA, existem dois caminhos: a aplicação da primeira etapa novamente (com foco em metas para melhorar), dando continuidade ao ciclo; ou o início de um novo ciclo, o do SDCA: *Standard, Do, Check, Act*. Parecido com o PDCA, sua grande diferença é o foco em metas para manter o processo melhorado (WERKEMA, 2013).

Algumas etapas do PDCA, são desdobradas em passos mais específicos a serem seguidos. No Planejamento existem 4 passos: identificação do problema, análise do fenômeno, análise do processo e plano de ação. Já a etapa A de Atuação Corretiva é dividida em 2 passos: padronização e conclusão.

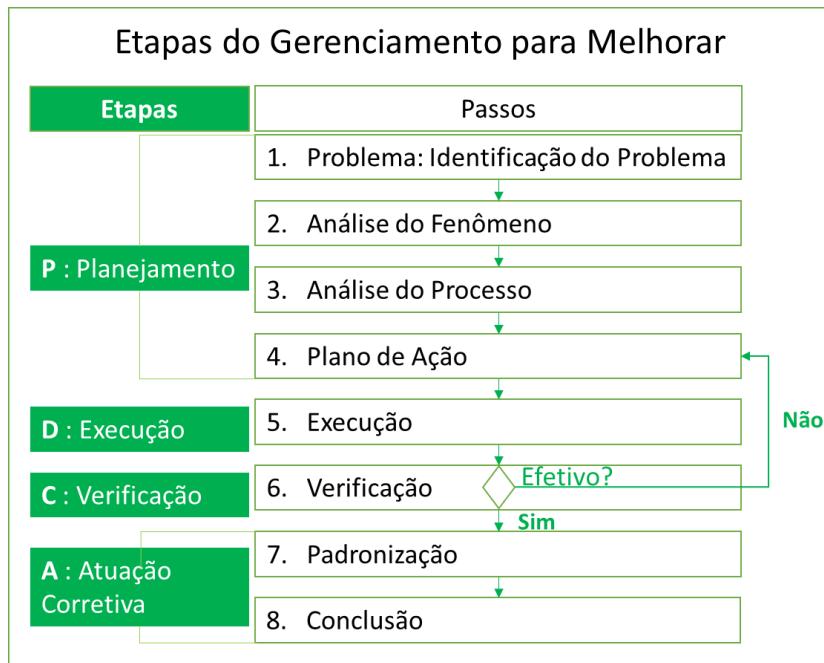
### 2.2.1 Metas

Para Werkema (2013) a aplicação do ciclo PDCA pode ter dois tipos de meta como guia: as metas para manter e as metas para melhorar.

- a) Metas para manter: são escolhidas quando a necessidade da empresa é que o processo se adeque aos padrões, sem necessidade de melhorias. É definida por uma faixa de resultados aceitáveis para os itens de controle.
- b) Metas para melhorar surgem de mudanças no ambiente ou no mercado, que exigem uma modificação nos processos existentes. Pode ser necessária uma mudança no produto para o aumento da segurança, diminuição de custos ou determinação de políticas de zero defeito, por exemplo.

A Figura 9 mostra o ciclo PDCA, com foco em metas para melhorar. Além das 4 etapas (Planejamento, Execução, Verificação e Atuação Corretiva), o ciclo para melhorar também é dividido em passos: Identificação do problema; Análise do fenômeno; Análise do processo; Plano de ação; execução; Verificação; Padronização; e Conclusão. Na Figura 9 é evidenciada a relação das etapas com os seus passos.

**Figura 9 - Etapas do ciclo PDCA para melhorar**



**Fonte:** Adaptada de Werkema (2013)

Dentro das metas para melhorar, existe ainda outra classificação: as metas “boas” e as metas “ruins”. As metas boas surgem quando há mudança nas necessidades dos clientes e, portanto, uma adequação dos produtos e seus processos é requisitada. As metas ruins são necessárias quando há desvios crônicos nos processos existentes, e para atingir os padrões determinados é preciso estudar o problema com mais profundidade (WERKEMA, 2013).

### 2.2.2 Planejamento: Identificação do problema

O primeiro passo do Planejamento é a identificação do problema. É um passo essencial pois será o direcionamento de todas as análises. O problema pode ser desde uma anomalia crônica identificada nos itens de controle ou de uma mudança no ambiente, que exige uma melhoria nos processos. Essa identificação determina qual tipo de meta será definida: boa ou ruim (WERKEMA, 2013)

### 2.2.3 Planejamento: Análise do fenômeno e do processo

Uma vez identificado o problema é necessário entender suas principais características. Por isso, seu segundo passo é a análise do fenômeno. Analisando o ambiente e o contexto do problema é possível entender onde está seu foco. Nessa análise é necessário e benéfico que o problema seja analisado sob diferentes óticas (WERKEMA, 2013).

O terceiro passo é a análise do processo onde o problema está localizado. Nessa análise são estudados métodos, pessoas, máquinas, insumos e todas as causas que possam estar relacionadas a incidência do problema (WERKEMA, 2013).

#### 2.2.4 Planejamento: Plano de ação

Para Werkema, 2013 após os passos de análise do fenômeno e do processo, pertencentes também à etapa de planejamento, é possível criar estratégias para que seja(m) eliminada(s) a(s) causa(s) raiz. O quarto passo é destinado à elaboração de um plano de ação em que devem ser especificados os 5W+1H que se referem aos seguintes termos em inglês:

- *What?* – O quê? (baseado nas análises do fenômeno e do processo)
- *When?* – Quando?
- *Where?* – Onde?
- *Who?* – Quem?
- *Why?* – Por quê? (baseado nas análises do fenômeno e do processo)
- *How* – Como? (método)

O passo 4, plano de ação, pode ser construído de duas formas: melhorando processos já existentes ou implementando processos novos.

A melhoria contínua de processos existentes tem o benefício de demandar baixo investimento e é caracterizada por treinamentos ou otimização do uso de maquinários. Contudo, traz resultados mais discretos. A implementação de novos processos ou grandes mudanças em processos antigos exigem um investimento mais alto do que a melhoria contínua, contudo seus resultados também geram avanços maiores (WERKEMA, 2013).

#### 2.2.5 Execução, Verificação e Padronização

Após a realização da etapa P de planejamento deve ser iniciada a etapa D de Execução. Ela é composta de apenas um passo, também chamado de execução, o quinto a ser seguido. Nela pode ser que nela necessário treinamento dos funcionários na implementação do novo método. É importante que nessa etapa seja feita uma coleta de dados organizada, para que os resultados do plano de ação possam ser avaliados na etapa C de Verificação (WERKEMA, 2013).

A etapa C de Verificação é composta, também, de apenas um passo e determina se o plano de ação foi efetivo ou não. Caso os dados indiquem que as metas foram atingidas é possível passar para a etapa A de Ação Corretiva. Caso não, é necessário interromper o ciclo e fazer uma nova análise, com base no “Relatório de Três Gerações”. Nele, os dois primeiros passos do PDCA são analisados junto com os resultados da etapa de execução. Assim, são levantados os pontos problemáticos, que impediram o atingimento da meta. Em cima desses pontos é construído um novo plano de ação (WERKEMA, 2013).

Por fim, a etapa A de Ação Corretiva, quarta e última etapa do PDCA, é composta por dois passos, o sétimo e o oitavo do ciclo: padronização e conclusão. Nesta etapa, é realizada a padronização do novo método testado e ela deve contemplar uma conclusão sobre o ciclo desenvolvido que direcione ao início de um novo ciclo, seja de padronização ou de melhoria (WERKEMA, 2013).

## 2.3 FERRAMENTAS ANALÍTICAS

A estatística é essencial em todas as etapas do PDCA, desde a coleta de dados de forma segura e confiável, até sua interpretação, por meio da aplicação de ferramentas analíticas adequadas (WERKEMA, 2013).

### 2.3.1 Variabilidade

Para WERKEMA (2014a), a estatística é uma ciência necessária devido à variabilidade que existe em todos os processos. Essa faz com que os produtos do processo sejam diferentes entre si e por vezes considerados não-conformes para comercialização. A diminuição da variabilidade, consequentemente, resulta em menos produtos defeituosos.

As causas dos defeitos nos produtos podem se dividir em dois grandes grupos: causas comuns ou aleatórias ou causas especiais. Causas comuns são naturais e esperadas em um processo, enquanto causas especiais ocorrem de forma inesperada. É importante classificar os tipos de causa para adequar o plano de ação (WERKEMA, 2014a).

### 2.3.2 Coleta de dados

Para realizar uma coleta de dados organizada e objetiva é necessário, antes de tudo, definir qual objetivo dela. Segundo Werkema (2014), os principais objetivos são:

desenvolvimento de novos produtos; inspeção; controle e acompanhamento de processos produtivos; e por fim, melhoria de processos produtivos.

Quando os objetivos focam na análise do processo anterior, podem ser utilizados os chamados “dados históricos”. Esses são dados que, em geral, são obtidos durante a realização das operações de forma automática e ajudam a realizar a análise de fenômeno e processo no PDCA. Contudo, quando o objetivo é a melhoria de processos produtivos, os dados históricos podem não ser suficientes. Assim são realizadas interferências no processo: modificação proposital nas causas (pessoas, insumos, máquinário, método) com intuito de analisar seus efeitos. Para que essa interferência seja eficaz, é necessário fazer um planejamento do experimento (WERKEMA, 2014a).

### 2.3.3 Medidas de locação

Medidas de locação são medidas que informam a localização do centro da distribuição dos dados, enquanto as medidas de variabilidade informam como ocorre a dispersão desses dados (WERKEMA, 2014a).

### 2.3.4 Folha de verificação

A folha de verificação é uma ferramenta de organização utilizada para coleta de dados. Sua utilização facilita a coleta de dados, tornando o processo de coleta mais eficiente, preciso e seguro. O tratamento dos dados, assim como sua interpretação também são facilitados. Para elaboração da folha de verificação é necessário elencar as causas de defeitos que desejam ser medidas, assim como os fatores de estratificação. Em geral, esse processo é realizado junto com os funcionários que executam a operação (WERKEMA, 2014a). Na Figura 10, é ilustrado um exemplo de folha de verificação.

**Figura 10 - Exemplo de folha de verificação**

Folha de Verificação							
Produto Verificado:							
Total Inspecionado:							
Data:							
Observações:							
<span style="color: purple;">●</span> Defeito 1 <span style="color: red;">●</span> Defeito 2 <span style="color: orange;">●</span> Defeito 3							
Turno	Operador	Segunda -feira		Terça- feira			
		M	T	M	T		
1	A	●	●	●	●		
	B		●				
2	A			●	●		
	B			●			

**Fonte: Adaptada de Werkema (2014)**

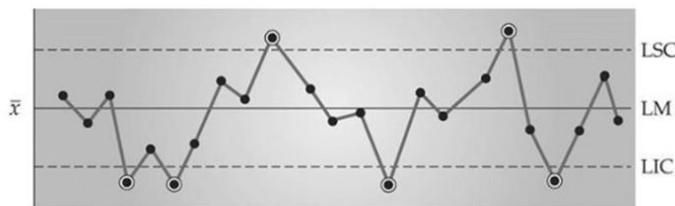
### 2.3.6 Gráfico de Controle

Gráficos de controle são ferramentas utilizadas para entender se um processo está dentro ou fora de controle estatístico, identificando a causa da variabilidade: comum ou especial. Apesar de identificar o tipo de causa, os gráficos de controle não conseguem identificar a causa em si, para isso é necessária a utilização de outras ferramentas analíticas, como a estratificação (WERKEMA, 2014b).

Um gráfico de controle é composto por quatro componentes: a linha média (LM); o limite superior de controle (LSC); o limite inferior de controle (LIC); e os valores traçados no gráfico. Um processo pode ser considerado fora de controle, quando seus valores se encontram fora dos limites de controle ou quando sua disposição segue uma tendência (uma formação de pontos não aleatória). A Figura 11 exemplifica um gráfico sob controle estatístico e a Figura 12 um gráfico fora do controle estatístico.

**Figura 11 - Gráfico de controle de processo sob controle estatístico**

**Fonte:** Werkema (2013)

**Figura 12 - Gráfico de controle de processo fora de controle estatístico**

**Fonte:** Werkema (2013)

Existem dois tipos de gráficos de controle: um que considera medidas contínuas (como tempo e temperatura), chamados de “gráficos de controle para variáveis”; e outro que considera medidas discretas, e chamados de “gráficos de controle para atributos”.

Para gráficos de controle para variáveis, os gráficos mais utilizados são o de média em conjunto com o de amplitude.

Os limites do Gráfico de  $\bar{x}$  (para amostras pequenas,  $n < 10$ ) são calculados da seguinte forma:

$$LSC = \bar{x} + A_2 \bar{R}$$

$$LM = \bar{x}$$

$$LIC = \bar{x} - A_2 \bar{R}$$

Para amostras maiores, o Gráfico de  $\bar{x}$  é calculado em função do desvio padrão, da seguinte forma:

$$LSC = \bar{x} + A_3 \bar{s}$$

$$LM = \bar{x}$$

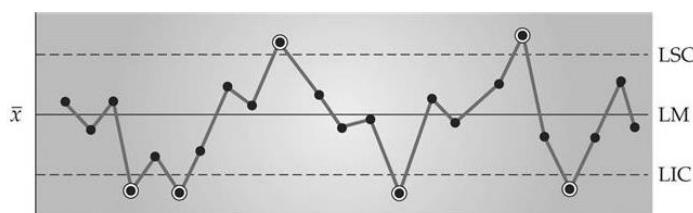
$$LIC = \bar{x} - A_3 \bar{s}$$

sendo que  $A_2$  e  $A_3$  são fatores tabelados em função do tamanho da amostra.

Segundo Werkema (2014b), para classificar um processo como fora de controle é necessário interpretar o gráfico de controle. Para isso, existem características que podem ser observadas:

1. Pontos Fora dos Limites de Controle: exemplificado na Figura 13.

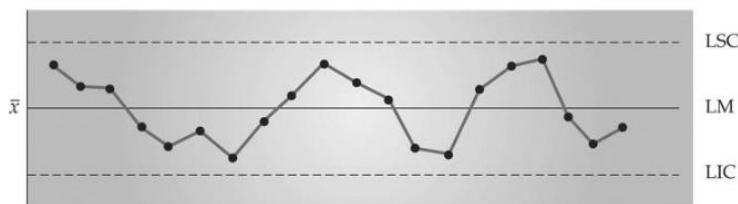
**Figura 13 - Gráfico de controle com pontos fora dos Limites de Controle**



**Fonte: Werkema (2014)**

2. Periodicidade: ocorre quando os pontos formam linhas com curvas que se repetem ao longo do gráfico. Um exemplo de gráfico de controle com periodicidade é mostrado na Figura 14.

**Figura 14 - Gráfico de controle com periodicidade**



**Fonte: Werkema (2014)**

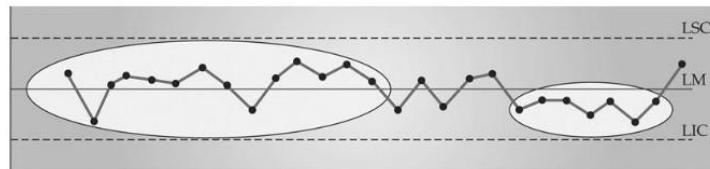
3. Sequência: ocorre quando uma sequência de pontos aparece no mesmo lado da LM. Para identificar uma sequência existem regras práticas:

- a. Uma sequência mínima de sete pontos
- b. Uma sequência menor que sete pontos onde há no mínimo de 10 pontos de um total de 11 pontos, em um mesmo lado da LM;
- c. Uma sequência menor que sete pontos onde há no mínimo de 12 pontos de um total de 14 pontos, em um mesmo lado da LM;

- d. Uma sequência menor que sete pontos onde há no mínimo de 16 pontos de um total de 20 pontos, em um mesmo lado da linha média;

Na Figura 15 é possível observar um exemplo de Gráfico de controle com pontos em sequência.

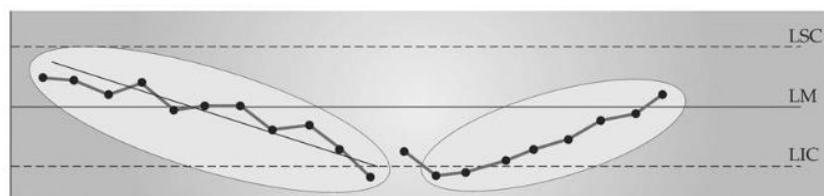
**Figura 15 - Gráfico de controle com pontos em sequência**



**Fonte:** Werkema (2014)

- 4. Tendência: ocorre quando os pontos parecem seguir um direcionamento, crescente ou decrescente, como mostrado na Figura 16.

**Figura 16 - Gráfico de controle com pontos com tendência decrescente e crescente**



**Fonte:** Werkema (2014)

- 5. Aproximação dos Limites de Controle
- 6. Aproximação da LM

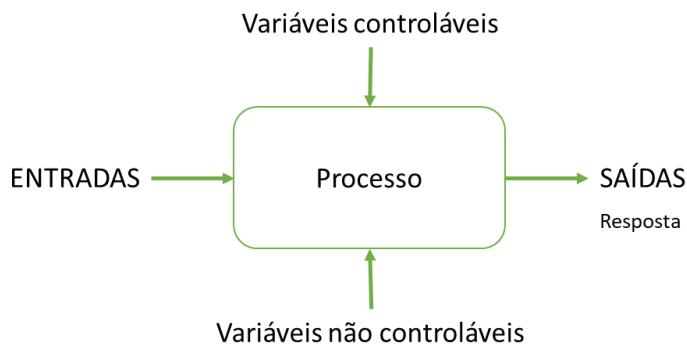
## 2.4 DELINEAMENTO DE EXPERIMENTOS

Quando é preciso fazer interferências em um processo real para a obtenção de dados, é necessário realizar um planejamento dos experimentos, para que os dados coletados possam ser considerados confiáveis. O Delineamento de Experimentos (DOE) é uma forma de realizar essas interferências (RAMOS, 2018).

Em todo processo existem entradas, saídas, variáveis controladas (para as quais é possível determinar um estado) e variáveis não controladas (para as quais não é possível determinar um estado). O intuito do DOE é entender qual é a influência das variáveis controladas na saída, realizando experimentos em que é possível isolar o efeito de cada uma (RAMOS, 2018).

A partir desses experimentos é possível determinar quais variáveis têm maior influência, como configurar as variáveis para obter uma resposta desejada, com o mínimo de variabilidade. A Figura 17 mostra a representação de um processo (RAMOS, 2018).

**Figura 17 - Representação de um processo**



**Fonte:** Adaptada de Ramos (2018)

#### 2.4.1 Terminologia

Para a realização do DOE é preciso definir e aplicar alguns conceitos metodológicos específicos, tais como fatores, níveis, tratamento e variável resposta, os quais são apresentados a seguir:

- fatores: são as variáveis controladas cuja influência nas saídas deseja-se testar.
- níveis: são os estados em que se deseja testar cada variável controlada.
- tratamento: consiste em uma combinação de níveis de variáveis controladas.
- variável resposta: o valor do efeito esperado pelo experimento, que quantifica a influência das variáveis controladas.
- unidades experimentais: o conjunto de elementos (pessoas, máquinas, instrumentos, métodos) em que são aplicados um dado tratamento.

#### 2.4.2 Fundamentos de Experimentos Estatísticos

Além de diferentes tratamentos, é possível determinar que sejam feitas réplicas e repetições no experimento, com o intuito de diminuir a variabilidade durante a coleta de dados, causada por variáveis não controladas. Repetição pode ser definida quando o mesmo experimento é realizado mais de uma vez na mesma unidade experimental. Uma réplica é quando esse experimento é realizado em uma unidade experimental distinta (RAMOS, 2018).

Existem duas estratégias para a execução dos experimentos: a aleatorização, que busca não influenciar os experimentos realizando-os em alguma ordem específica; e a blocagem, que visa criar blocos de experimentos visando garantir a homogeneidade na execução dos experimentos (RAMOS, 2018).

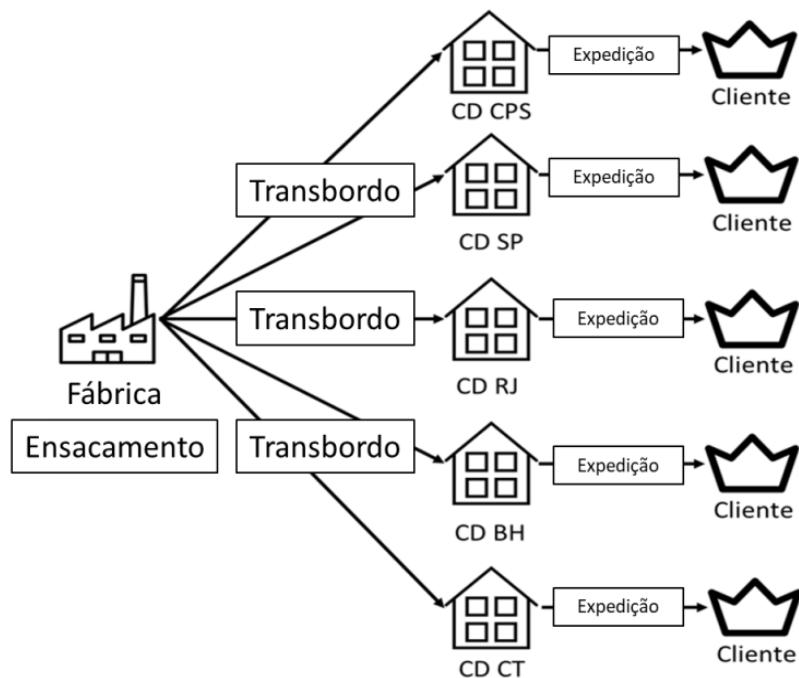
#### 2.4.3 Experimentos Fatoriais

Para realização dos experimentos é necessário fazer a combinação entre todas as possibilidades de níveis e fatores que forem considerados. Quando todas as possibilidades são executadas, o experimento é chamado de Experimento Fatorial Completo. Contudo, quando a quantidade de fatores e/ou níveis é elevada, pode-se executar um Experimento Fatorial Fracionado, onde apenas algumas combinações são testadas, de forma planejada. Desta forma, é possível que experimento seja realizado, ainda que não traga o mesmo nível de informação que um Experimento Fatorial Completo (RAMOS, 2018).

### 3 O SETOR LOGÍSTICO E SEUS PROCESSOS

O Setor Logístico da PraticaCo é responsável por todas as atividades de transporte, movimentação e armazenamento de produtos, desde o momento em que estes são embalados e ultracongelados na cozinha. Seus processos se dividem em duas grandes áreas: a área de abastecimento e os Centros de Distribuição (CDs). O abastecimento é responsável pelo planejamento e envio dos produtos para os CDs, assim como pelas operações de ensacamento e transbordo. Os CDs são responsáveis pela montagem e transporte dos pedidos, que são realizados por meio das operações de recebimento de transbordo, separação, embalagem e expedição. A visão global dos processos do Setor Logístico pode ser vista na Figura 18, com a representação dos primeiros CDs: Campinas (CPS), São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Belo Horizonte (BH) e Curitiba (CT).

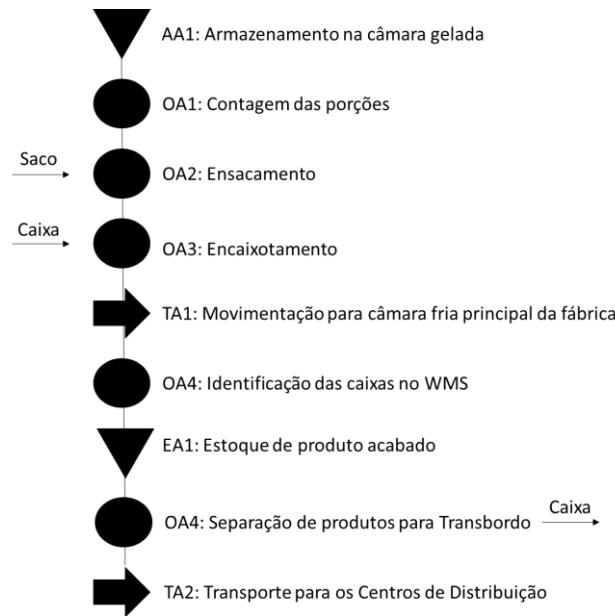
**Figura 18 – Visão global dos processos do Setor Logístico**



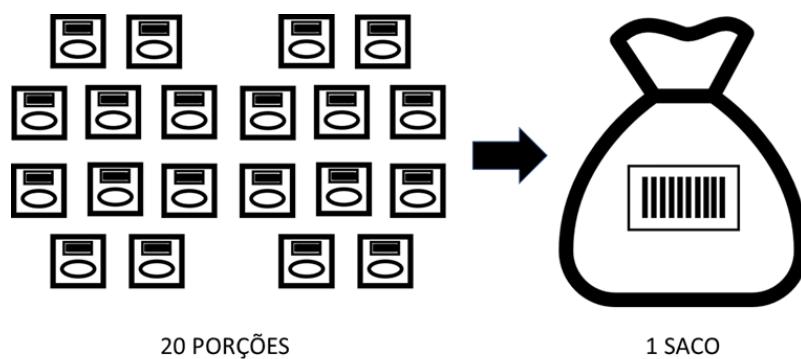
**Fonte:** elaborada pela autora

#### 3.1 OPERAÇÃO DE ENSACAMENTO

A operação de ensacamento é iniciada assim que as porções são embaladas no setor produtivo e passam pela máquina de ultracongelamento. A partir desse momento, as porções seguem o processo de abastecimento, como mostrado na Figura 19. Elas são inicialmente armazenadas na câmara gelada (AA1), onde aguardam para serem juntadas em sacos (OA1).

**Figura 19 - Fluxo do processo de abastecimento****Fonte:** elaborada pela autora

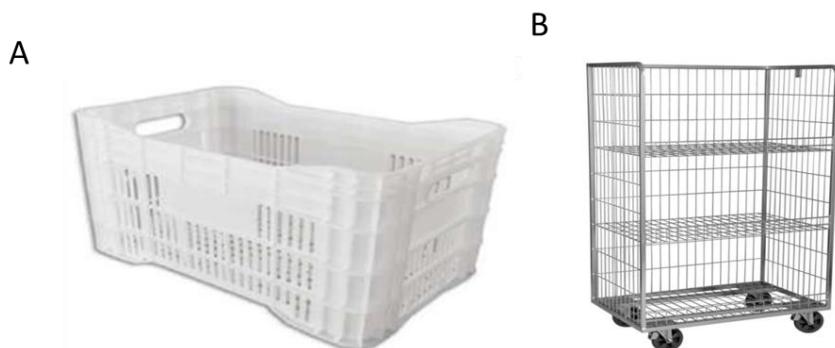
Um saco é composto por 20 porções do mesmo SKU, como representado na Figura 20. Caso não haja 20 porções para preencher um saco plástico, ele é preenchido com as porções disponíveis no momento do SKU em questão, ficando com menos de 20 porções excepcionalmente. As quantidades de porções são identificadas em cada saco por meio de uma etiqueta de identificação.

**Figura 20 - Junção de 20 porções congeladas em um saco****Fonte:** elaborada pela autora

Após a operação de ensacamento, ocorre a operação de encaixotamento (OA3). Nela, os sacos são colocados em caixas plásticas, como mostrado na Figura 21, que têm capacidade para até 5 sacos. Na mesma caixa só podem ser armazenados porções do mesmo SKU e do

mesmo lote de fabricação. Nessa operação ocorre a identificação no WMS (*Warehouse Management System*) e que um saco específico está sendo guardado em uma caixa específica, por meio da leitura do código de barras afixado em ambos. As caixas são então transportadas para a câmara fria principal da fábrica (TA1). Na Figura 21 são exibidos a caixa utilizada no armazenamento e o carro de movimentação. Neste momento, elas têm sua localização indexada na câmara fria, por meio do WMS. Esta operação está descrita na Figura 19 como “Identificação de caixas no WMS” (OA4).

**Figura 21 - Caixa plástica (A) e carro de movimentação (B)**



**Fonte:** fotos fornecidas pela PraticaCo

### 3.2 TRANSBORDO

Todos os dias são enviados produtos aos CDs. Na fábrica, a equipe de abastecimento é responsável por verificar o consumo do CD no dia anterior e planejar a carga a ser enviada. Pela manhã, a equipe responsável pelo transbordo recebe uma ordem de separação. Esta ordem é incluída no WMS indica as localizações e quantidade de produtos que devem ser coletados na câmara fria. Com essas instruções, os funcionários devem buscar os produtos indicados, ler seus códigos de barra no WMS, e acomodá-los em um carrinho de transporte e movimentação, como indicado na Figura 21. Nesse momento os sacos são retirados das caixas, que devem ser retornadas para serem preenchidas com novos sacos e novamente armazenadas. Os carrinhos carregados com os produtos são então selados com filme plástico *stretch* para serem enviados aos CDs.

Assim que os carrinhos de transporte e movimentação são carregados nos caminhões nas docas de expedição da fábrica, eles seguem em direção aos CDs. Ao chegar ao CD, os carrinhos de transporte e movimentação são retirados dos caminhões e substituídos por carrinhos vazios a serem devolvidos à fábrica.

### 3.3 RECEBIMENTO DE PORÇÕES NO CD

Os processos do CD estão representados no fluxograma da Figura 22. Para facilitar a identificação das etapas que compõem estes processos. Na Figura 22, cada uma delas é descrita e associada a um código (ex. O2: Operação de separação de pedidos congelados, T1: Transporte para os *freezers* de separação).

**Figura 22 - Processos do Centro de Distribuição**



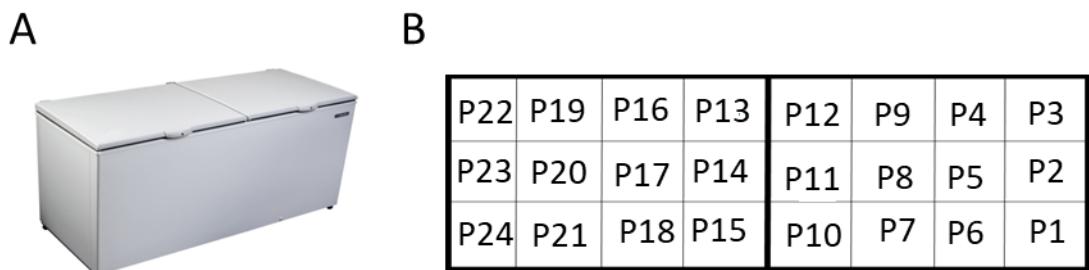
**Fonte:** elaborada pela autora

No CD, os carrinhos recebidos são transferidos até a câmara fria (T1), onde, por meio de um coletor todos os sacos são conferidos (O1), para checar se a carga enviada é a mesma carga que chegou ao CD. Essa operação de conferência também é auxiliada por meio de um sistema informatizado desenvolvido pela empresa, denominado “Recebimento de Carga”. Em paralelo, o mesmo acontece com os pedidos secos na movimentação T6 e operação O6. Tais etapas assim como todas as demais etapas de processo no CD podem ser visualizadas na Figura 22.

### 3.4 SEPARAÇÃO DE PEDIDOS

Após serem acomodados na câmara fria, as porções são transportadas para os *freezers* de separação (T2), como mostrado na Figura 23, onde permanecem até serem coletados para a separação de pedidos (A1). As porções são organizadas primeiro por categoria, sendo armazenadas em *freezers* dedicadas a uma das seguintes quatro categorias: 1. proteínas, 2. carboidratos, 3. legumes e 4. salgados e doces. Dentro de cada *freezer* existe uma divisão em 24 nichos, cada um para um SKU específico, como exibido no detalhe à direita na Figura 23.

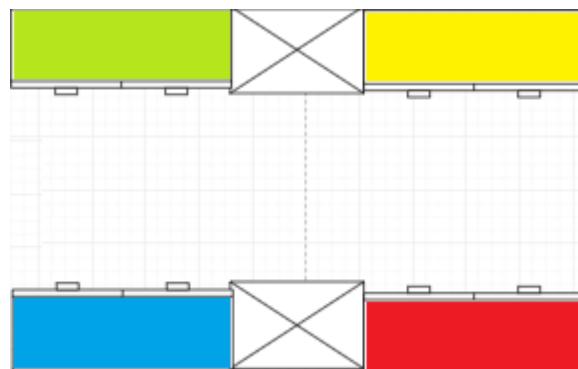
**Figura 23- Freezer horizontal (A) e sua organização interna em nichos (B)**



**Fonte:** arquivos internos da PraticaCO

Uma estação de separação é composta de quatro *freezers* e duas bancadas para a montagem dos *kits* e refeições como mostra a Figura 24. Nela, cada cor identifica a categoria de porção armazenada conforme segue: vermelho representa proteínas, azul representa carboidratos, verde representa legumes e amarelo representa salgados e doces.

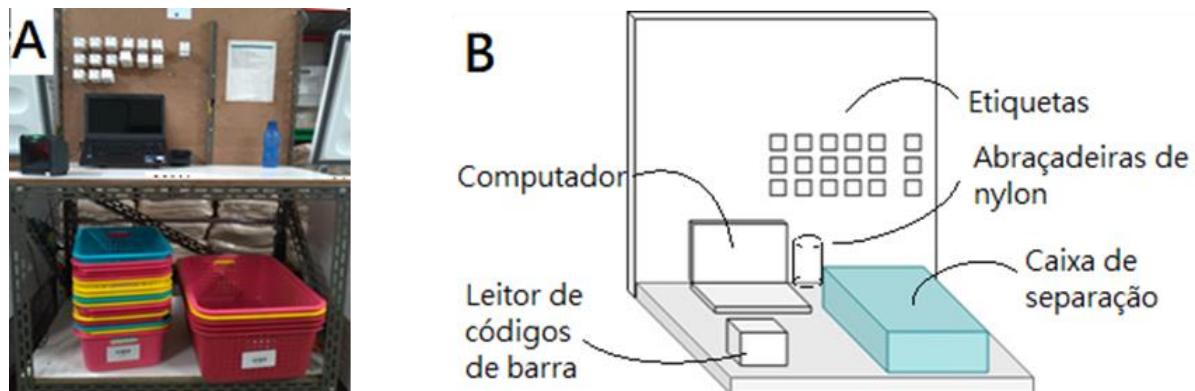
**Figura 24 - Estação de Separação com categorias de porção destacadas**



**Fonte:** elaborada pela autora

Na bancada de separação localizam-se o computador por meio do qual o Sistema de Separação de Pedidos (SSP) informa as porções que devem ser coletadas, cartões de papelão (*tags*), abraçadeiras de nylon, leitor de códigos de barra e as caixas de separação, como mostra a Figura 25.

**Figura 25 - Bancada de separação (A) e detalhes da bancada de separação (B)**

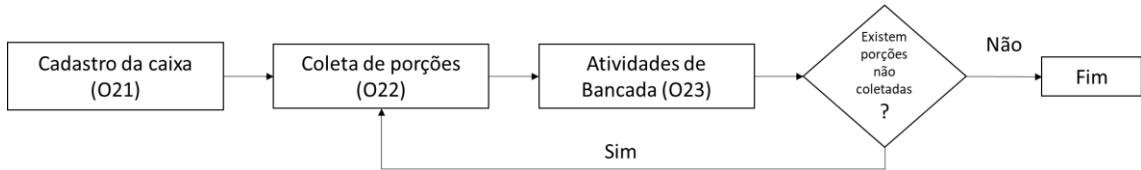


**Fonte:** foto fornecida pela PraticaCo (A) e elaborada pela autora (B)

A operação de separação começa pela ordenação dos pedidos no SSP. Quando o pedido é feito no *website*, ele é incluído numa lista que é ordenada por data e períodos de entrega. Assim, o SSP sempre informa o próximo pedido para separação em função de sua urgência.

A operação de separação foi dividida em 3 etapas, que se repetem: cadastro da caixa de separação (O21); coleta de porções (O22); atividades de bancada (O23). O fluxo destas etapas pode ser visto na Figura 26.

**Figura 26 - Fluxo das etapas da operação de separação**



**Fonte:** elaborada pela autora

A tela inicial do SSP exige que o funcionário faça a leitura do código de barras de uma caixa de separação, como na Figura 27. A caixa é utilizada para armazenar porções depois que estas são conferidas. Ela fica apoiada na bancada de separação durante toda a coleta de porções. A operação é iniciada com o cadastro da caixa (O21): o funcionário recolhe a caixa na parte inferior da bancada (sua localização pode ser observada na Figura 25) e realiza a leitura do seu código de barras por meio leitor de códigos de barras da estação.

**Figura 27 - Tela inicial do SSP**



**Fonte:** fornecido pela PraticaCO

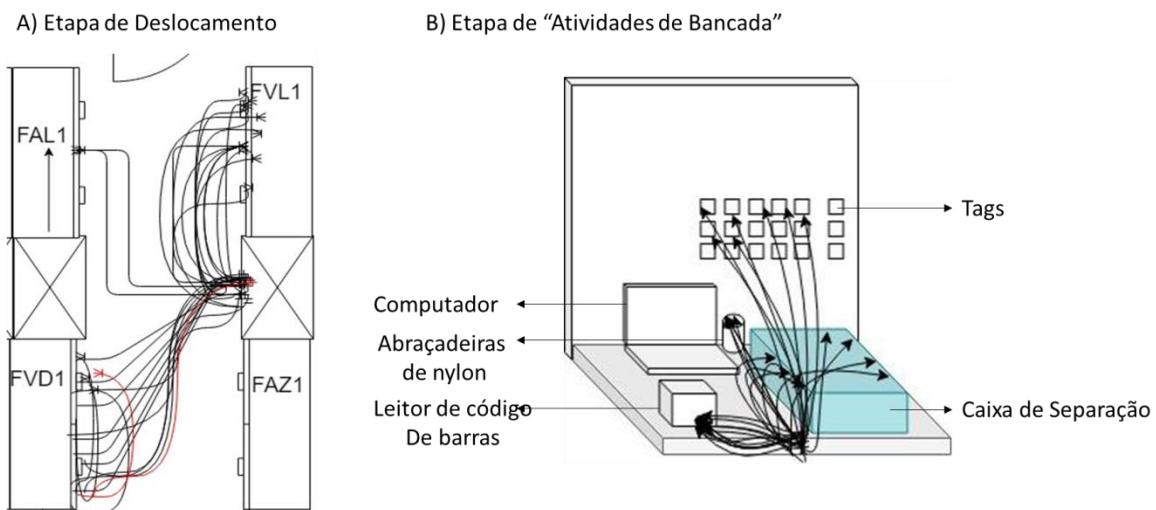
Em seguida, o SSP exibe quais porções devem ser coletadas nos *freezers* de separação. Inicia-se a etapa de coleta de porções (O22): o funcionário lê e memoriza as porções que devem ser coletadas. Em seguida, desloca-se para os *freezers* onde elas se localizam, como representado na Figura 28. Nela, os 4 *freezers* da estação de separação são denominados conforme segue: FAL1, o *freezer* amarelo 1 (salgados e doces); FVL1, o *freezer* vermelho 1 (proteínas); FVD1, o *freezer* verde 1 (legumes); e FAZ1, o *freezer* azul (carboidratos). A decisão do caminho de coleta é feita pelo funcionário no momento da leitura e sem indicação da sequência de visitação dos *freezers*.

Ao fim da coleta das porções do pedido em separação, caso não haja nenhum erro, o funcionário retorna à bancada de separação, onde inicia a etapa seguinte de “atividades de bancada” (O23). Nesta etapa, o funcionário deve:

- 1) Realizar a leitura do código de barras de todos as porções;
- 2) Coletar uma *tag* e uma abraçadeira de nylon;
- 3) Unir as porções que compõem a refeição;
- 4) Acomodar a refeição na caixa de separação.

As atividades de bancada foram representadas na Figura 28. Ao fim das atividades de bancada, novas porções são exibidas pelo SSP e o funcionário repete os movimentos das etapas de deslocamento e atividades de bancada até que as porções do pedido sejam todas coletadas.

**Figura 28 Etapas de deslocamento (A) e atividades de bancada (B)**



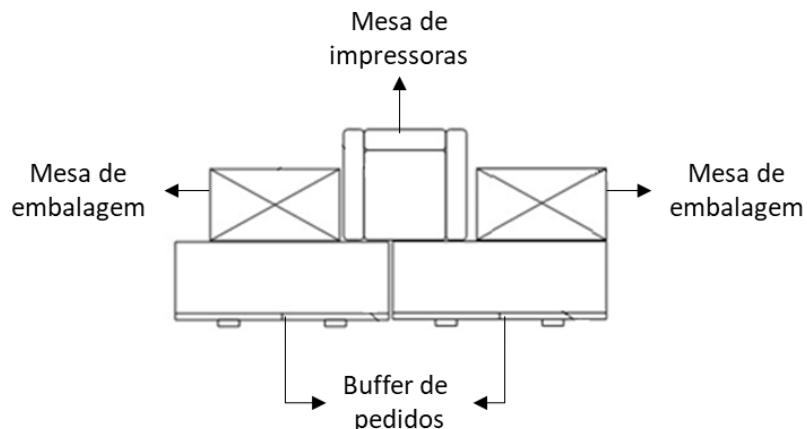
**Fonte:** elaborada pela autora

Ao final da separação, a caixa é transportada para o *buffer* de embalagem (T3), onde espera para ser embalada (E1).

### 3.5 EMBALAGEM DE PEDIDOS

Tal como mostra a Figura 29, a estação de embalagem é formada por duas mesas de embalagem e uma mesa para o apoio das impressoras, que são compartilhadas por dois funcionários.

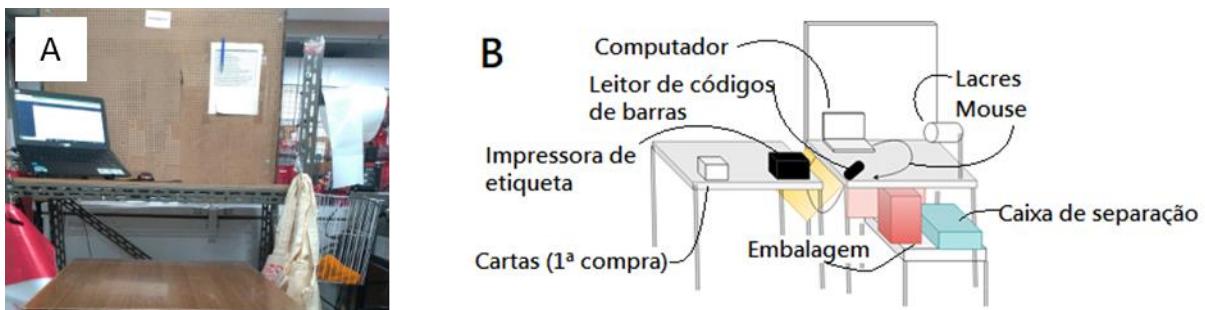
**Figura 29 - Vista superior da estação de embalagem**



**Fonte:** elaborada pela autora

A Figura 30 apresenta a estrutura de uma bancada de separação e a mesa de impressoras.

**Figura 30 Mesa de embalagem (A) e detalhe da disposição de seus elementos (B)**



**Fonte:** A) cedida pela PraticaCo B) elaborada pela autora

A estação é composta por um computador para a utilização do Sistema de Embalagem de Pedidos (SEP), leitor de códigos de barras, impressoras, embalagens dos pedidos (3 tipos de sacolas), mesa para apoio da caixa de separação e das porções que compõe o pedido, lacres, e “cartas de primeira compra” (cartas para clientes novos com explicações sobre os produtos e a empresa).

A operação de embalagem começa com a busca da caixa de separação no *buffer* de embalagem. Em seguida é feita a leitura do código de barras da caixa, onde o pedido é reconhecido pelo SEP.

Quando o pedido é identificado o sistema fornece informações de como o pedido deve ser embalado. Existem três tipos de embalagens possíveis: sacola de pano, utilizada em primeiras compras, e sacolas de plástico, para as demais compras, em dois tamanhos: pequena e grande. As sacolas são exemplificadas na Figura 31.

**Figura 31 - Embalagem de pano, para primeiras compras (A) e Embalagem de plástico, para demais compras (B)**



**Fonte: cedida pela PraticaCo**

O funcionário então retira as porções de dentro da caixa de separação e os deposita-as na embalagem indicada. Após a etapa de transferência das porções, o funcionário solicita a impressão da nota fiscal e da etiqueta que identifica o pedido, pelos respectivos botões, como mostrado na Figura 32.

**Figura 32 - Tela do SEP de embalagem**

Pedido: 250002	2 x Sacola G	Carta de primeira compra? NÃO
Noite: entre 19h e 22h	54 produtos	
Tipo: Entrega	<a href="#">GERAR NFE</a> <a href="#">ETIQUETA</a>	
VER PEDIDO COMPLETO	Observações da Venda: Não há observações	Observações Internas: Não há observações

**Fonte: cedida pela PraticaCo**

Na etiqueta de identificação existe um código QR, utilizado para rastreio interno do pedido, como mostrado na Figura 33.

**Figura 33 - Etiqueta de identificação das embalagens**



**Fonte:** cedida pela PraticaCo

Após sua impressão, a nota fiscal é colocada dentro da sacola. As etiquetas são então coladas na embalagem. No caso de sacolas de pano, o lacre é feito com um laço nas alças da sacola. No caso das embalagens de plástico, é feito com um adesivo plástico colado no meio da embalagem e em suas laterais. Assim, o pedido está pronto e pode ser transferido para o *buffer* de pedidos (T4).

De maneira análoga ao estudo da operação de separação de pedidos (operação O2 na Figura 22), a operação de embalagem (O3) foi dividida em etapas.

A operação de embalagem se inicia com a busca da caixa de separação no *buffer* de embalagem (O301). Ao retornar à mesa de embalagem, o funcionário realiza a leitura do código de barras da caixa com o leitor de códigos de barras da estação, etapa denominada leitura de código de barras da caixa (O302). Em seguida, as informações de embalagem são exibidas pelo SEP, permitindo que o funcionário realize a Escolha da embalagem adequada (O303), indicada na tela. Em seguida, é realizada a Transferência de porções da caixa de separação para a embalagem (O304). Depois são realizados, em sequência, as etapas de Impressão de nota fiscal (O305); Impressão de etiquetas de identificação (O306); Colagem e leitura das etiquetas de identificação (O307); Armazenamento da nota fiscal (O308); Lacre das embalagens (O309); e por fim, armazenamento das sacolas no *buffer* de pedidos (O310), quando o funcionário está pronto para iniciar a etapa O301 novamente, com um novo pedido.

### 3.6 EXPEDIÇÃO DE PEDIDOS

A expedição é iniciada 30 minutos antes dos períodos de entrega, mostrados na Tabela 1 e funcionam de forma diferenciada ao longo da semana, como mostrado na Tabela 2.

Após serem alocados no *buffer*, os pedidos esperam até os horários de expedição para serem transferidos, ou até que o *buffer* esteja lotado. São então transferidos para a Câmara Fria de Pedidos (T5), com o auxílio do carrinho de transporte e movimentação da Figura 21.

Na Câmara Fria de Pedidos acontece o Cadastramento de pedidos no WMS (O4). O operador de câmara fria, munido de um coletor, realiza a leitura do código de barras do local que o pedido será armazenado, a leitura do código QR da etiqueta do pedido e novamente o local de armazenamento, esta última leitura serve como confirmação do local que o pedido foi armazenado. Os pedidos armazenados podem ser vistos na Figura 34, onde também é destacado o código de barras do local de armazenamento.

Paralelamente às operações de separação, embalagem e expedição acontece a roteirização (criação de rotas com objetivo de minimizar custos de transporte) dos pedidos, realizadas pelo time administrativo, por meio de um algoritmo desenvolvido pela empresa. Após a roteirização é impressa uma Lista de Expedição, exemplificada na Figura 34, onde é possível encontrar uma relação entre as rotas definidas, os pedidos a serem entregues ao longo dessas rotas e a localização desses pedidos na Câmara Fria de Pedidos.

**Figura 34 - Lista de Pedidos (A) Armazenamento de pedidos (B)**

A	Rotas	Pedidos	Localização
	1	275001	1
	1	277627	1
	2	276740	1
	4	277567	1
	5	278902	2
	5	277059	2
	5	277543	2
	7	276299	2
	7	276411	3
	7	276855	3
	8	269856	3
	8	276669	3
	8	277564	4
	9	276445	4
	9	277581	4

B


Identificador do local de armazenamento

**Fonte:** cedidas pela PraticaCO

No momento da Expedição, o operador de câmara fria utilizada a lista para buscar todos os pedidos de uma mesma rota. Quando termina a busca, ele entrega os pedidos para o funcionário responsável pela conferência (O5) de sacolas. Nesse momento, os pedidos compostos não só por porções congeladas, mas também por produtos secos tem todos os seus componentes unidos, por meio de uma abraçadeira de *nylon*. A etapa tem auxílio de um *software* – chamado de sistema de expedição, desenvolvido pela empresa, que indica quais pedidos estão presentes na rota e realiza a leitura dos códigos QR, garantindo que todas as sacolas que compõe o pedido estão sendo enviadas juntas para o cliente. A tela é exemplificada na Figura 35.

**Figura 35 - Tela do sistema de expedição**

The screenshot shows a software interface titled "Rota 34 - Noite". At the top right is a red "Cancelar" button. Below the title, there's a field labeled "Código de Barras" with a horizontal line for scanning. The main area displays two orders under the heading "Pedido". Each order has two sections: "Congelados" and "Snacks".

Pedido	Congelados		Snacks	
	Código	Local	Código	Local
275142	275142-F-001	22	275142-S-001	A-02
278928	278928-F-001	51		

**Fonte: cedida pela PraticaCO**

Na tela do sistema de expedição, exibida na Figura 35, podemos perceber que o pedido 275142 possui produtos congelados e secos, que devem ter suas sacolas unidas no momento da expedição. Os demais pedidos da “Rota 34 - Noite” possuem apenas produtos congelados. Cada sacola é representada por uma linha, com seu código QR. As linhas são agrupadas por número dos pedidos aos quais sacolas pertencem. As sacolas são conferidas uma a uma, por meio da leitura de código QR. Elas então são armazenadas em mochilas térmicas, identificadas com o número da rota, onde aguardam pela chegada dos entregadores.

Em paralelo, o time administrativo realiza a solicitação dos entregadores motociclistas. O sistema de expedição da empresa é integrado com o sistema de um operador

logístico parceiro, que possui uma rede de motociclistas cadastrados. A solicitação é feita conforme a demanda da PraticaCo, sem a necessidade de nenhuma contratação prévia. É enviada uma solicitação de entregador para cada rota, com todos os dados necessários, como endereço, ordem das entregas e identificação da rota que foi enviada.

O entregador então se dirige ao CD, munido da identificação da rota. Um funcionário da PraticaCo é responsável por recepcionar o entregador e buscar a rota, já separada e conferida, para a entrega (T6). Os pedidos são retirados da mochila térmica da PraticaCo, e transferidos para a mochila térmica do entregador. Este realiza uma conferência própria dos pedidos que foram solicitados em seu aplicativo de celular com os pedidos que estão sendo entregues. Com a conferência finalizada, o entregador inicia suas entregas.

### 3.7 SEPARAÇÃO E EMBALAGEM DE PRODUTOS SECOS

A separação e embalagem de pedidos secos é análoga a separação de pedidos congelados. Contudo, como os produtos secos estão presentes em apenas 20% dos pedidos, além de sua quantidade de porções por pedido ser cerca de 10 vezes menor que dos produtos congelados, suas etapas de separação e embalagem são feitas simultaneamente, como mostrado na Figura 22. Assim não há necessidade de armazenamento e movimentações intermediárias. Seu estoque de produtos e pedidos acabados é feito em prateleiras, como exemplificado na Figura 36.

**Figura 36 - Armazenamento de porções secas**

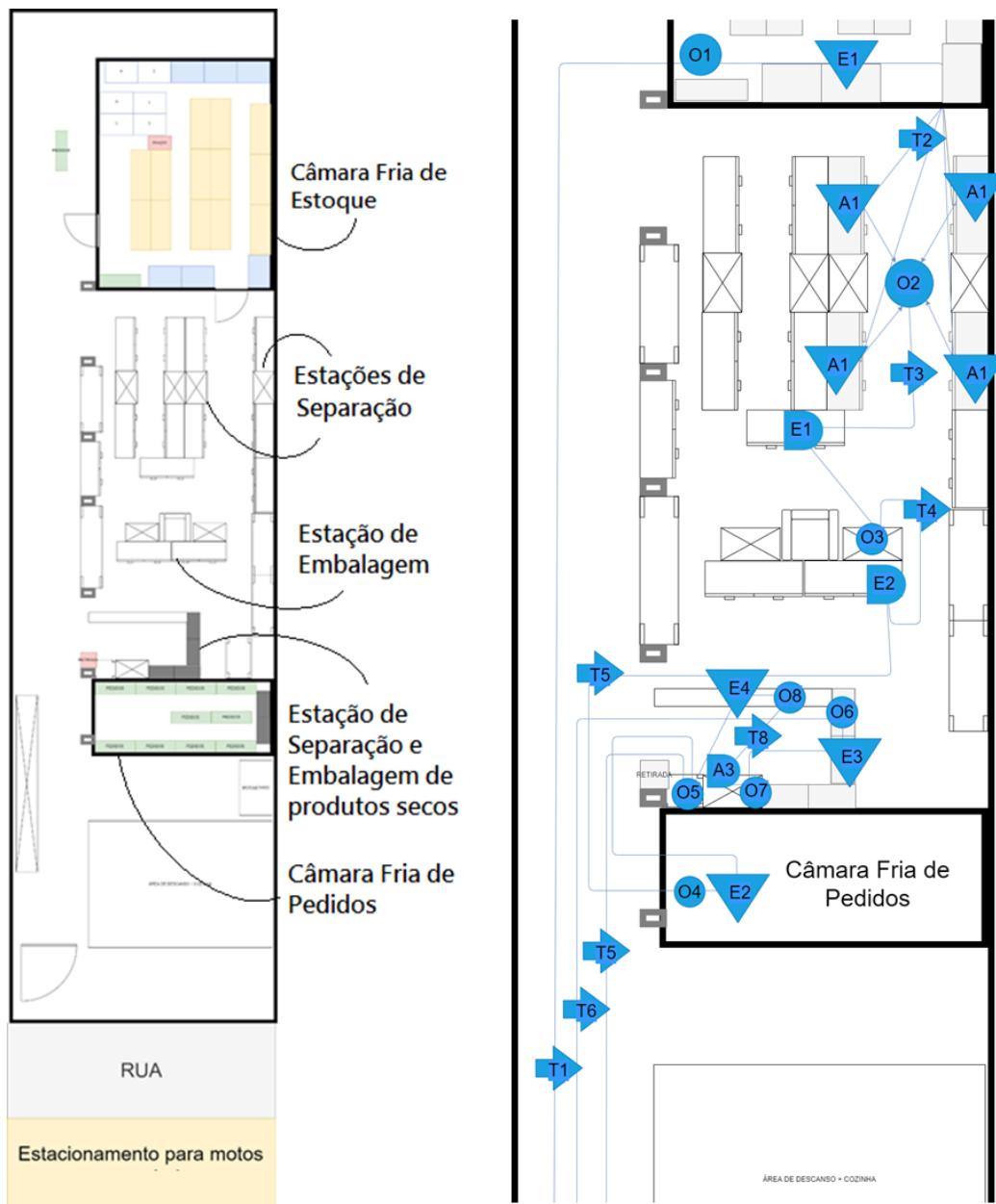


**Fonte: cedida pela PraticaCO**

### 3.8 O CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE SÃO PAULO

Neste trabalho, o foco é o CD de São Paulo, por ter maior volume e depender mais da racionalização dos processos para a melhoria de sua eficiência operacional a fim de obter melhores resultados. A Figura 37 fornece uma vista da planta deste CD e os locais onde cada operação descrita nesse capítulo ocorre.

**Figura 37 - Layout (A) e fluxo das operações (B) do CD de São Paulo**



**Fonte:** elaborada pela autora

Em São Paulo, a equipe possui 15 funcionários distribuídos conforme a Tabela 3.

**Tabela 3 - Funcionários por função**

Função	Manhã	Tarde	Total
Operador de Câmara-fria	1	1	2
Separador	3	3	6
Embalador	2	2	4
Líder de Expedição	1	0	1
Separador de Secos	1	1	2
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>15</b>

**Fonte:** elaborada pela autora

Os turnos são de 8 horas e as equipes trabalham 4 horas aos sábados a cada 15 dias, de forma alternada. O CD de São Paulo entregou, em média, 2500 pedidos por semana em 2019.

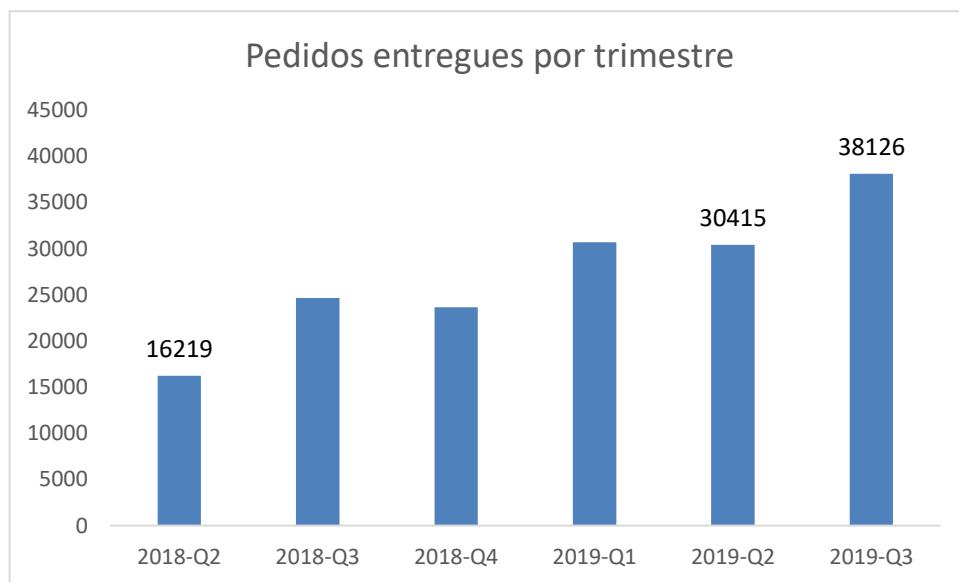
## 4 DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS DE MELHORIA DAS OPERAÇÕES DE SEPARAÇÃO E EMBALAGEM

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A identificação do problema faz parte da etapa P de Planejamento do PDCA e é o primeiro dos 8 passos descritos por Werkema (2013) para a conclusão do ciclo. Para entender o problema é necessário entender o contexto atual da PraticaCo.

Em comparação com o volume de vendas registrado no segundo trimestre de 2018 (2018-Q2), no segundo trimestre de 2019 (2019-Q2), o número de pedidos entregues pelo CD de São Paulo, cresceu 1,9 vezes, como pode ser visto na Figura 38.

**Figura 38 - Evolução das vendas da PraticaCO nos anos de 2018 e 2019**

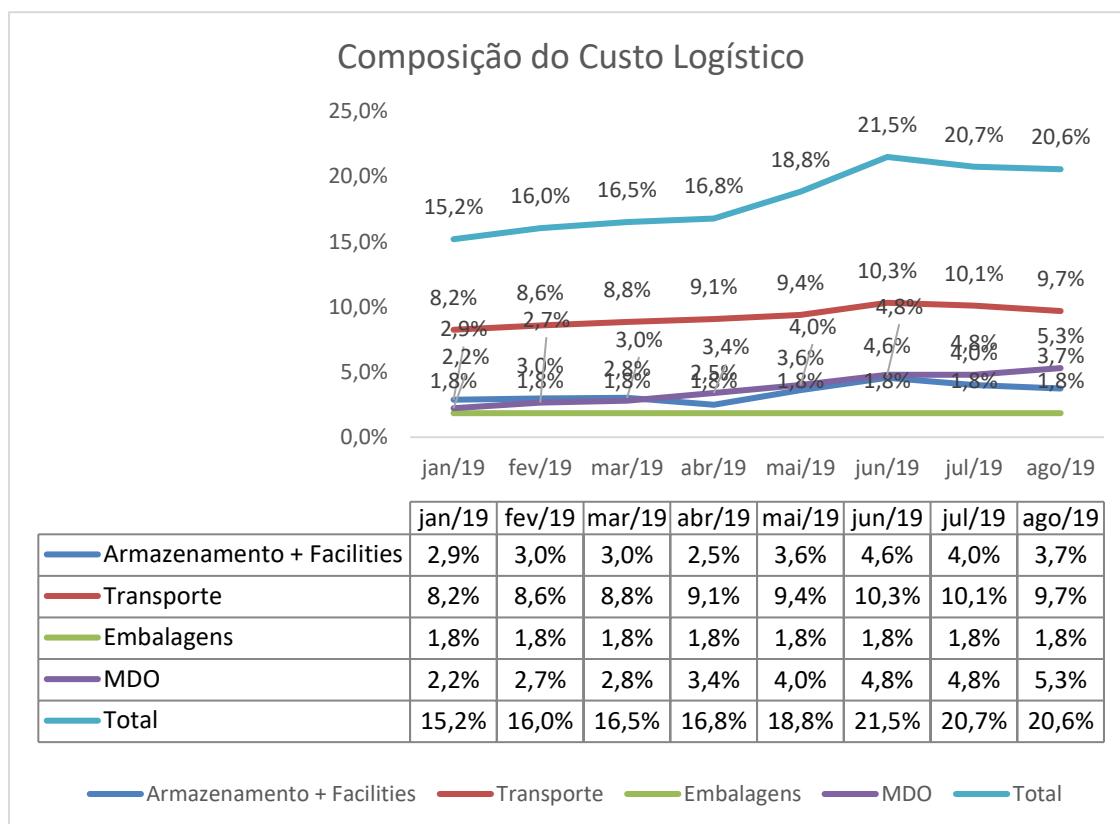


**Fonte: PraticaCO**

O aumento no número de vendas impacta diretamente o setor logístico e os processos dentro do CD. Para possibilitar a entrega deste número crescente de pedidos, é necessário contratar mais funcionários e implantar mais estações de trabalho. Contudo, essas ações têm consequências sobre o custo logístico. Na PraticaCo, este custo é dividido em 4 grandes categorias: custo de Armazenamento e *Facilities* (aluguel, manutenção, contas de energia, água, *internet*, etc); transporte (deslocamentos da fábrica para o CD e do CD para o cliente final); Embalagens (de transporte, intermediárias e finais) e por fim, Mão-de-obra.

No início de 2019, o custo logístico representava 15,2% da receita bruta da empresa. Desta porcentagem, 2,2 % se referia aos custos com Mão de Obra (MDO). Mas no mês de agosto de 2019, o custo logístico já representava 20,6% da receita bruta da empresa e a participação do MDO havia aumentado para 5,3 %, tornando-se o segundo custo mais significativo, como mostrado na Figura 39. O problema se torna crítico quando analisado junto a possível recessão gerada pelas mudanças econômicas causadas pelo isolamento social ocorrido no ano de 2020 (instalado devido à pandemia do COVID-19). Como a PraticaCo faz parte do grupo se serviços essenciais e tem suas vendas baseadas na venda online e entrega na casa do cliente, é esperado que o isolamento social incentive os clientes a realizarem compras em casa. Mesmo que o aumento esperado não ocorra, a recessão econômica causada pelas medidas de distanciamento social faz com que o controle e a diminuição de custos sejam ainda mais necessários.

**Figura 39 - Composição do custo logístico em 2019**



**Fonte: PraticaCO**

Além do aumento no número de pedidos, a empresa também segue a estratégia de aumentar o número de SKUs em seu portfólio. Tal estratégia busca aumentar a retenção de

clientes, trazendo variedade ao cardápio. Em 2019, o número de SKUs ativos aumente de 96 para 150 com um crescimento de 56%. Esse aumento significativo exige que sejam feitas alterações no CD e em seus processos. Atualmente, uma estação de separação é composta de 4 *freezers* compartilhados, como observado na Figura 24, ocupando 9,89 m<sup>2</sup>. Para que seja possível suportar o aumento no número de SKUs no cardápio, é necessário que haja um aumento no número de *freezers* de separação. A adição de um par de *freezers* novos requer uma ampliação de 3,8 m<sup>2</sup> na estação de separação, já considerando o corredor em seu entorno, ou seja, o aumento do número de SKUs, implicaria em aumentar a necessidade de espaço de uma estação de separação em 38%.

Outro ponto de destaque é a localização do CD: o bairro de Pinheiros. A justificativa para essa localização é a concentração de entregas na região: 35% dos pedidos são entregues em até 7 km do CD. Tal localização permite que sejam utilizados modais mais econômicos para entrega de pedidos, como bicicletas, que possibilitam o controle do custo *last-mile*, que se refere ao transporte final de pedidos do CD até a residência do cliente. Como visto na Figura 39, o custo de transporte é o componente mais significativo do custo logístico, fazendo com que a localização estratégica seja essencial para seu controle. Contudo, segundo o Portal do Imóvel (2020), o custo de locação nesta região está entre os mais altos da cidade de São Paulo como pode ser visto na Tabela 4. Portanto, a simples expansão da área de cada estação de separação e o aumento da mão de obra para as operações de separação (O2) implicam na necessidade de aumentar o espaço para a sua execução e, consequentemente, no aumento do custo de locação do imóvel.

**Tabela 4 - Custo do m<sup>2</sup> para locação**

Região	Média geral da soma do Custo Médio do m <sup>2</sup>		
	Valor médio m <sup>2</sup> Aluguel Casas	Valor médio m <sup>2</sup> Aluguel Casas	Quantidade de bairros pesquisados
Zona da Capital de São Paulo	2 Dorms e 1 Vaga	2/3 Dorms e 2 Vagas	
Zona Norte	R\$ 18,60	R\$ 17,30	25
Zona Sul	R\$ 22,30	R\$ 22,40	18
Zona Leste	R\$ 17,20	R\$ 16,50	14
Zona Oeste	R\$ 20,50	R\$ 18,70	12

**Fonte:** Portal SP Imóvel (2020)

Assim, é importante para empresa que o crescimento aconteça de maneira sustentável, com foco na diminuição de custos. Para isso, o ideal é a implementação do PDCA para melhorar, que foca no estudo dos processos para identificação de pontos de melhoria.

## 4.2 ANÁLISE DO FENÔMENO E DO PROCESSO

### 4.2.1 Determinação do foco do problema

Após o passo de identificação do problema, os segundo e terceiro passos são as análises do fenômeno e processo. Como CD comprehende 5 operações distintas, é necessário que haja a priorização do problema mais crítico, como orientado pelos princípios do TQC. Para isso, foi realizada a determinação do foco do problema

A primeira análise feita, busca de maneira simplificada entender onde estão concentrados os recursos utilizados no CD. De acordo com a Tabela 5, é possível perceber que a operações são a de separação de porções congelados (operação O2 de acordo com a Figura 22) e a de embalagem de pedidos de porções congelados (O3), que demandam, respectivamente, 40% e 27% do total de funcionários empregados no CD.

**Tabela 5 - Distribuição de funcionários por operação no CD**

Operação	Números de funcionários	% do total
Conferência das porções recebidas (O1)	1	7%
Separação de porções congeladas (O2)	6	40%
Embalagem de porções congeladas (O3)	4	27%
Conferência de pedidos a serem expedidos (O5)	3	20%
Separação e Embalagem de porções secas (O7)	1	7%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** elaborado pela autora

Para analisar as operações de separação e embalagem de porções congelados foi necessário determinar um tipo de pedido específico que seria analisado, devido aos pedidos da PraticaCO serem totalmente customizáveis pelos clientes e poderem ser pedidos compostos porções, refeições ou *kits*, sem nenhuma restrição ou exigência.

Por isso foi selecionado o *kit* pré-definido mais vendido: K090. A escolha desse *kit* foi feita com base na sua representatividade nas vendas e na facilidade na realização dos ensaios. Além disso, este *kit* possui uma padronização que permite verificar resultados históricos de longo prazo e possibilitaria fácil replicação para coleta de dados.

#### 4.2.2 Análise da Operação de Separação de Pedidos com porções congeladas

Foi realizada uma observação com cronometragem da operação de separação do *kit* descrito. Para esta cronometragem foram observados 4 funcionários diferentes: A, B, C e D. Os funcionários A e B pertencem ao turno da manhã e os funcionários C e D ao turno da tarde. Os funcionários foram observados por um período de aproximadamente 3 horas, que foram suficientes para se completar 30 ciclos de separação de pedidos com porções congeladas.

Antes da realização da observação foi elaborada uma folha de verificação de ocorrências incomuns: movimentos que foram realizados que não estavam previstos na operação. Esses movimentos exigem que os funcionários realizem mais deslocamentos que o necessário, mas não causam não-conformidades nos pedidos separados, por isso não são chamados de erros. Foram levantadas 4 categorias de ocorrências: para esquecimento da porção a ser buscada (representada pela cor verde), esquecimento da localização da porção a ser buscada (representada pela cor azul), esquecimento da quantidade de porções a serem coletadas (representada pela cor amarela) e para confusão na escolha da porção (representada pela cor vermelha), quando o funcionário coleta a porção errada por distração no momento da coleta e não por esquecimento. Na Tabela 6 pode ser visto o número de ocorrências por categoria e na Figura 40, uma ilustração da folha de verificação utilizada.

**Tabela 6 - Tipos de ocorrências na operação de separação**

Símbolo	Ocorrência	Nº de Ocorrências
■	Esquecimento da porção a ser buscada	1
■	Esquecimento da localização da porção a ser buscada	3
■	Esquecimento da quantidade das porções a serem coletadas	1
■	Confusão na escolha da porção	4

**Fonte:** elaborada pela autora

**Figura 40 - Folha de verificação de ocorrências**

Ciclo	A	B	C	D
1				
2			X	
3			X	
4				
5				
6		X	X	
7		X		
8				
9				
10				X
11				X
12				
13				
14				
15				
16				
17				X
18				
19				
20				
21		X		
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

**Fonte:** elaborada pela autora

Os resultados mostram que dos 120 ciclos realizados, 9 possuem algum tipo de ocorrência, uma taxa 7,5%.

Para entender o impacto que uma ocorrência causa na operação, foi feita uma análise por estratificação separando os ciclos com ocorrências dos ciclos sem ocorrências e os dados obtidos podem ser avaliados na Tabela 7. Com ela é possível perceber o impacto que uma ocorrência tem no tempo de ciclo de separação de um pedido. Como é necessário que o funcionário refaça o trajeto *freezer–bancada* quando há uma ocorrência, o tempo de ciclo aumenta. Os ciclos com ocorrência são cerca de 0,8 min mais longos que os ciclos sem ocorrências. A eliminação dessas ocorrências pode diminuir o tempo de separação global de 7,5 min para 7,2 min reduzindo em até 2,6% o tempo de separação.

**Tabela 7 - Tempos de Separação (O2) em ciclos com e sem ocorrências**

Ciclos	Média (min)	Desvio Padrão (min)
Sem ocorrências	7,2	0,6
Com ocorrências	8	0,9
<b>Total</b>	<b>7,5</b>	<b>0,8</b>

**Fonte:** elaborada pela autora

Outra análise realizada focou no entendimento do impacto que cada etapa da operação tem no tempo total. Assim, as etapas foram cronometradas separadamente. A etapa “Alocação da Caixa” (O21) é uma etapa que ocorre apenas uma vez na separação de cada pedido, enquanto as demais etapas, “Deslocamento” (O22) e “Atividades de Bancada” (O23) podem se repetir, dependendo da configuração do pedido. No *kit* analisado, essa repetição ocorre 7 vezes. A Tabela 8 apresenta o tempo médio da execução das etapas apenas uma vez.

**Tabela 8 - Tempos das etapas da operação separação (O2) – sem repetições das etapas**

Etapas de separação (O2)	Tempo/etapa (min)
Alocação da Caixa (O21)	0,3
Deslocamento (O22)	0,7
Atividades de Bancada (O23)	0,3

**Fonte:** elaborada pela autora

Na Tabela 9 pode ser observado o tempo total da etapa, considerando a necessidade de repetições.

**Tabela 9 - Tempo de das etapas da operação de separação (O2) – com repetições das etapas**

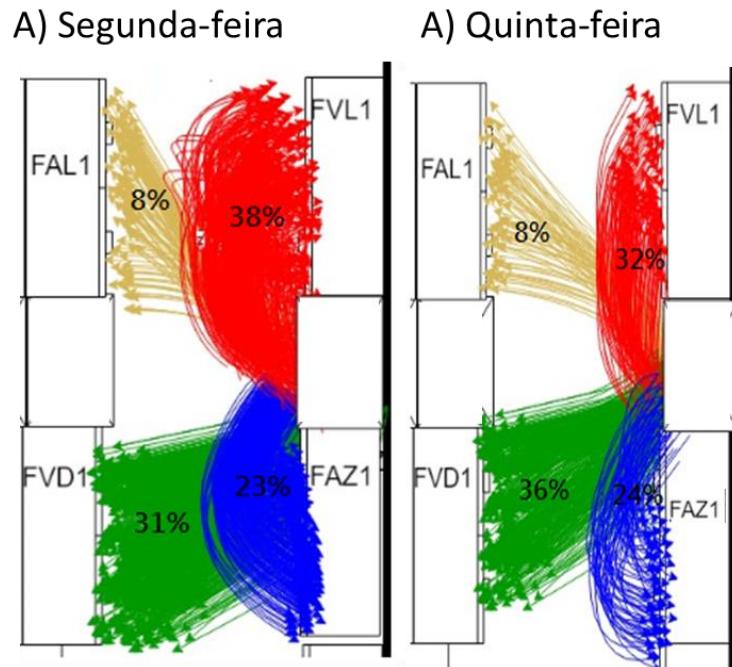
Etapas de separação (O2)	Tempo/etapa (min)	Composição do tempo
Alocação da Caixa (O21)	0,3	4%
Deslocamento (O22)	4,9	67%
Atividades de Bancada (O23)	2,1	29%
<b>Total</b>	<b>7,3</b>	<b>100%</b>

Em ambos os casos a etapa que mais demanda tempo é a etapa de Deslocamento (O22), por isso foi realizada mais uma análise com o objetivo de entender como é o deslocamento que os funcionários realizam.

Neste cenário, não foi utilizado o *kit K090* para análise pois o intuito da análise era entender os principais caminhos percorridos pelo funcionário e a análise de somente um tipo de pedido enviesaria os resultados. Para tanto, foi observado o fluxo durante turnos de trabalho, que contemplam diferentes tipos de pedidos. Dois turnos foram observados em dias de semana diferentes: em uma segunda-feira, quando foram separados 320 pedidos; e em uma quinta-feira, quando foram separados 200 pedidos.

A coleta de dados foi feita por meio da observação de vídeos de segurança. Os resultados podem ser observados na Figura 41. As linhas vermelha, azul, verde e amarela representam os deslocamentos para os *freezers* de proteínas (FVL1), carboidratos FAZ1), legumes (FVD1) e salgados e doces (FAL1), respectivamente.

**Figura 41 - Fluxo de deslocamentos entre freezers em uma segunda-feira (A) e em uma quinta-feira (B)**



**Fonte:** elaborada pela autora

Para compreender se a frequência de visita aos *freezers* observada é reflete a realidade, foi realizada uma análise da composição dos pedidos separados em diferentes dias da semana. A Tabela 10 mostra a distribuição de porções por categoria em cada dia da semana.

**Tabela 10 - Distribuição de categoria de porções congeladas por dia da semana**

Período	Categoria	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Manhã	Proteína	39%	40%	39%	39%	44%	43%
	Legumes	26%	27%	26%	27%	23%	23%
	Carboidratos	25%	23%	24%	24%	22%	22%
	S&D	10%	10%	11%	10%	10%	11%
Tarde	Proteína	38%	40%	37%	35%	40%	
	Legumes	26%	27%	28%	27%	25%	
	Carboidratos	26%	23%	24%	27%	28%	
	S&D	10%	10%	11%	11%	7%	
Noite	Proteína	38%	40%	39%	40%		
	Legumes	25%	26%	28%	27%		
	Carboidratos	23%	23%	24%	23%		
	S&D	14%	11%	9%	9%		

**Fonte:** elaborada pela autora

Com base nos dados de faturamento, 40% dos SKUs vendidos são da categoria proteínas; 26% da categoria legumes; 24% da categoria carboidratos e 10% da categoria salgados e doces (S&D). Apesar da pequena discrepância entre os dados observados da Tabela 10 e os dados históricos, estes comprovam a necessidade de um fluxo de visitas maior aos *freezers* destinados a proteínas, legumes e carboidratos.

#### 4.2.3 Análise da Operação de Embalagem de Pedidos com porções congeladas

Para a medição dos tempos da operação de embalagem (O3) foi utilizado o mesmo *kit*, K090. Para isso foram feitas 10 medições com dois operadores distintos: C e D. As medidas dos tempos podem ser observadas na Tabela 11.

**Tabela 11 - Tempos das etapas da operação de embalagem (O3)**

Etapas de embalagem (O3)	Média (min)	Desvio Padrão (min)	Composição do tempo
Buscar caixa no <i>buffer</i> de embalagem (O301)	0,18	0,02	8%
Leitura do código de barras da caixa (O302)	0,06	0,01	3%
Escolha e busca da embalagem adequada (O303)	0,07	0,01	3%
Transferência das porções da caixa para a sacola (O304)	0,78	0,08	35%
Impressão da nota fiscal (O305)	0,02	0,00	1%
Impressão das etiquetas de identificação (O306)	0,02	0,00	1%
Colagem das etiquetas de identificação (O307)	0,32	0,04	14%
Inserção da nota fiscal (O308)	0,12	0,02	5%
Lacre de sacolas (O309)	0,33	0,03	15%
Armazenagem de pedidos no <i>buffer</i> de embalagem (O310)	0,33	0,04	15%
<b>Total</b>	<b>2,23</b>	<b>0,02</b>	<b>100%</b>

A maior ocupação do funcionário ocorre na etapa de transferência das porções (O304) da caixa para a sacola. É interessante destacar que tal movimento acontece também na operação de separação, quando as porções são separadas e depositadas na caixa de separação. Além disso, cerca de 46% do tempo de embalagem (etapas O301, O302 e O304) é ocupado com a movimentação de porções entre as operações de separação e a embalagem.

#### 4.2.4 Oportunidades de melhoria

As análises revelaram alguns pontos das operações de separação e embalagem que podem direcionar o desenvolvimento de propostas de melhoria:

- 1) A duplicação desnecessária dos movimentos nas operações de separação e embalagem, que podem ser considerados redundantes.
- 2) A etapa de deslocamento na operação de separação, que corresponde a 62% do tempo total de separação do pedido.

As oportunidades de melhoria servem para direcionar a elaboração do plano de ação.

#### 4.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

A elaboração de um plano de ação é o quarto passo da etapa P de Planejamento do ciclo PDCA e deve ser desenvolvido em torno dos pontos de melhoria levantados na análise do processo. Deve ainda levar em consideração a identificação do problema e intenção estratégica da empresa. Foram desenvolvidas 3 propostas de melhoria, com foco no aumento da produtividade dos processos. Para isso, foi necessário definir a produtividade para as operações de separação e embalagem de porções congeladas conforme segue:

$$\text{PRODUTIVIDADE DA OPERAÇÃO} = \frac{\text{PEDIDOS PRONTOS}}{\text{TEMPO}}$$

A produtividade é definida como a fração entre o que foi produzido (representado pelos pedidos prontos) pelos insumos consumidos (representado pelo tempo consumido). O tempo é uma tradução do custo de mão-de-obra e utilização dos recursos da empresa. Ao invés de pedidos prontos, também é possível considerar a produtividade pelo número total de porções contidas nos pedidos prontos, conforme segue:

$$\text{PRODUTIVIDADE DA OPERAÇÃO} = \frac{\text{PORÇÕES EM PEDIDOS PRONTOS}}{\text{TEMPO}}$$

Devido à total liberdade que o cliente tem na criação do pedido, sem restrições como quantidade mínima ou máxima de porções, essa forma de medir permite que pedidos de diferentes tamanhos sejam comparados. Também torna possível a análise ao longo do tempo.

#### 4.4 PROPOSTA COM FOCO EM OPORTUNIDADE DE MELHORIA 1

##### 4.4.1 Proposta 1: Junção das operações de separação e embalagem de porções congeladas

A proposta consiste em trocar a disposição intermediária das porções (caixa de separação) pela disposição final das porções (embalagem final), unindo as operações de separação e embalagem. Foi inspirada pelos resultados da análise do processo, em que foi

constatado que 46% do tempo de embalagem de porções congeladas é gasto com etapas de movimentação entre as operações de separação e embalagem. O objetivo com a união das operações é eliminar a movimentação e transferência entre as operações.

Se somadas, ambas as operações consomem 14,23 min para a separação do *kit* K090. Com a eliminação das etapas: Alocação de caixa (O21), Buscar caixa no *buffer* de embalagem (O301), Leitura do código de barras da Caixa (O302) e Transferência de porções da caixa para Sacola (O304) é esperado uma diminuição de 1,32 minuto, uma economia de 9,3% no tempo. Na Tabela 12 é possível observar as etapas das operações de separação (O2) e embalagem (O3) atuais e compará-las com o novo processo da Proposta 1 mostrado na Tabela 13.

**Tabela 12 – Etapas das operações de Separação (O2) e Embalagem (O3)**

Operação	Etapas de separação (O2) e embalagem (O3)	Etapa eliminada?	Tempo/etapa (min)
O2	Alocação da Caixa (O21)	x	0,30
	Deslocamento (O22)		7,40
	Atividades de Bancada (O23)		4,30
O3	Etapas de embalagem (O3)		
	Buscar caixa no <i>buffer</i> de embalagem (O301)	x	0,18
	Leitura do código de barras da caixa (O302)	x	0,06
	Escolha e busca da embalagem adequada (O303)		0,07
	Transferência de porções da caixa para a sacola (O304)	x	0,78
	Impressão da nota fiscal (O305)		0,02
	Impressão das etiquetas de identificação (O306)		0,02
	Colagem das etiquetas de identificação (O307)		0,32
	Inserção da nota fiscal (O308)		0,12
	Lacrar sacolas (O309)		0,33
Armazenagem de pedidos no <i>buffer</i> de embalagem (O310)			0,33
Total			14,23

**Fonte:** elaborada pela autora

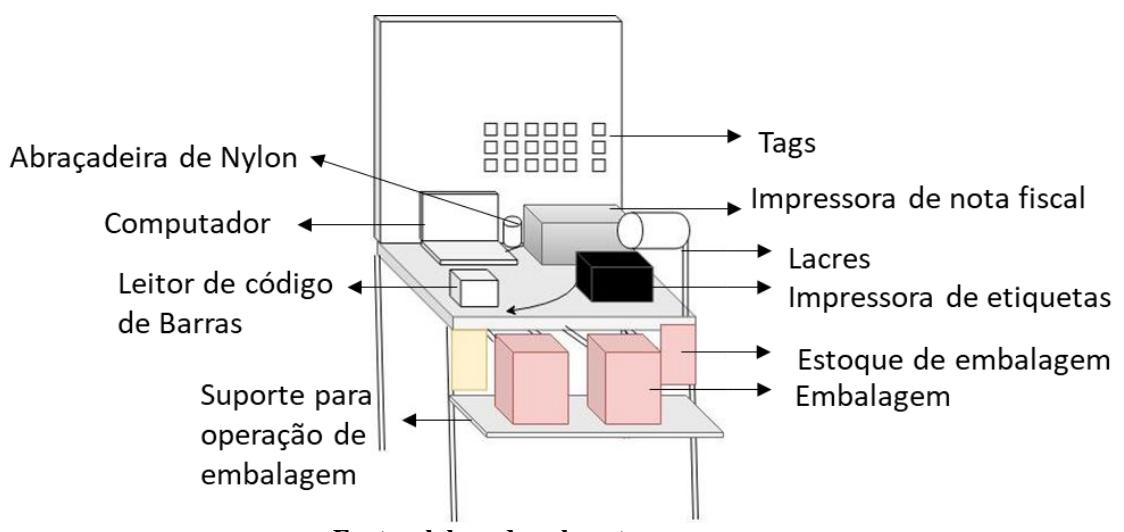
**Tabela 13 - Etapas da Proposta 1**

Operação de origem	Etapas	Tempo estimado (min)
O3	Escolha e busca da embalagem adequada (O303)	0,07
O2	Deslocamento (O22)	7,40
	Atividades de Bancada (O23)	4,30
	Impressão da nota fiscal (O305)	0,02
	Impressão das etiquetas de identificação (O306)	0,02
O3	Colagem das etiquetas de identificação (O307)	0,32
	Inserção da nota fiscal (O308)	0,12
	Lacrar sacolas (O309)	0,33
	Armazenagem de pedidos no <i>buffer</i> de embalagem (O310)	0,33
	Total	12,91

**Fonte:** elaborada pela autora

Além da economia de tempo, é possível obter também uma economia de espaço, pois não haveria mais a necessidade da existência da estação de embalagem que atualmente ocupa cerca de 3,6 m<sup>2</sup>.

A implementação da Proposta 1 exigiria uma modificação no SSP e no SEP. Além do investimento no desenvolvimento de *software*, existe a necessidade de adaptação da bancada de separação, para que seja possível acomodar as embalagens, impressoras e sacolas de pedidos. Um esboço da nova bancada é apresentado na Figura 42.

**Figura 42 - Proposta de alteração da bancada de separação (junção das bancadas de separação e embalagem)****Fonte:** elaborada pela autora

#### 4.4.2 Adaptações para ensaios

Na situação atual, existem dois sistemas informatizados de apoio às operações de separação de porções e de embalagem das porções que compõem um pedido, quais sejam, o SSP e o SEP. Cada sistema contém informações importantes e únicas. O SSP informa quais porções devem ser coletadas e o SEP informa qual tipo de sacola (pano ou plástico) deve ser selecionada e sua quantidade. Assim foi necessário que as informações disponíveis somente no SEP fossem previamente impressas e disponibilizadas ao funcionário que realizou o ensaio, assim como a impressão das etiquetas e notas fiscais. Dessa maneira, ao realizar a separação não seria necessário trocar o sistema a ser consultado do SSP para o SEP.

### 4.5 PROPOSTAS COM FOCO NA OPORTUNIDADE DE MELHORIA 2

#### 4.5.1 Proposta 2: Implementação de freezers verticais

Foi verificado que a atividade que consome mais tempo dos funcionários na operação de separação (operação O2 na Figura 22) é a etapa de deslocamento (022) para a coleta de porções. O principal motivo para tal deslocamento é a disposição das porções, em *freezers* horizontais, que ocasionam deslocamentos de até 3,3 m para a coleta de uma porção. Além de ser a etapa que mais consome tempo, o deslocamento tem uma taxa de ocorrências de 7,5% (que pode ser verificada na Tabela 5). Quando uma ocorrência acontece, o funcionário precisa realizar o mesmo percurso mais vezes do que o desenhado para um ciclo normal. Dessa maneira, quando o caminho a ser percorrido é menor, essas ocorrências passam a ter menos impacto no tempo de separação do pedido. E é isso que é esperado com a substituição de *freezers* horizontais por *freezers* verticais.

Os *freezers* horizontais, que possuem 1,65 m de comprimento, seriam substituídos por *freezers* verticais, com 0,65 m de comprimento. Na Figura 43 podemos ver a representação de um *freezer* vertical.

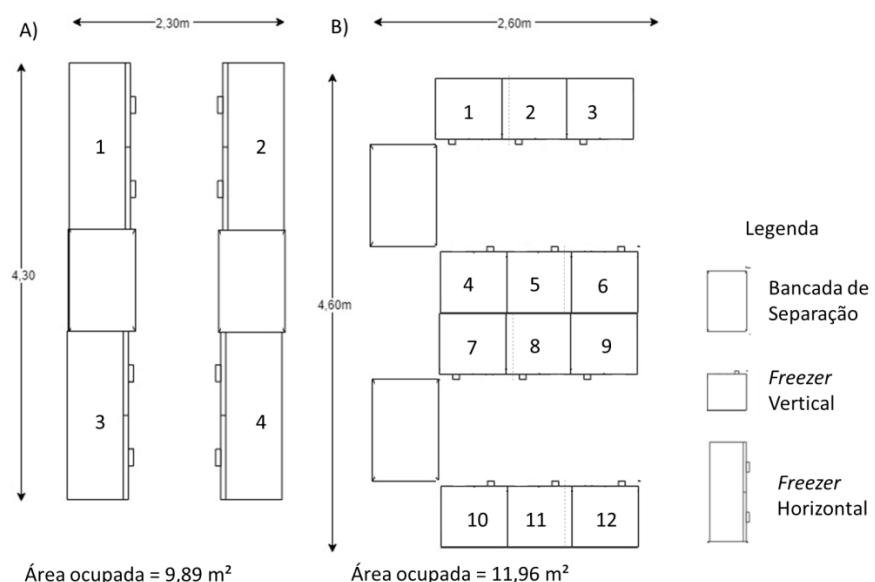
**Figura 43- Freezer Vertical**



**Fonte:** cedida pela PraticaCO

Na Proposta 2, é possível admitir a criação de 15 nichos por *freezer*, acomodando 3 SKUs em cada uma das 5 prateleiras. Assim, é possível criar 90 nichos utilizando 6 *freezers*, dispostos em duas fileiras, ocupando um comprimento de 1,95 m. Na Figura 44, é possível observar a configuração da disposição de *freezers* horizontais na situação atual e uma possível disposição, sugerida para a Proposta 2, com *freezers* verticais.

**Figura 44 Disposição atual de freezers horizontais (A) e disposição de freezers verticais (Proposta 2) (B)**



**Fonte:** elaborada pela autora

A nova proposta ocupa mais espaço que a configuração atual: são 11,96 m<sup>2</sup> (4,60 m x 2,60 m) *versus* 9,89 m<sup>2</sup> (2,30 m x 4,30 m). Mas é importante destacar que o foco é o menor deslocamento do operador. Na Proposta 2, com um deslocamento de até 65 cm (largura de um *freezer* horizontal), o operador é capaz de acessar 30 SKUs diferentes (15 SKUs localizados nos *freezers* mais próximos da bancada de separação, exemplificados na Figura 44 pelo par 1 e 4 e par 7 e 10) - 33% do total de SKUs, contra o alcance dos 18 nichos mais próximos da situação atual, que correspondem a apenas 20% do total de SKUs. De maneira análoga, quando o deslocamento aumenta para 130 cm, o alcance da nova proposta chega a 60 SKUs (66% do total) – contra 58 SKUs (64% do total) na situação atual.

Os *freezers* verticais, contudo, são mais caros que os *freezers* horizontais: o primeiro pode ser comprado por cerca de R\$1500,00 e o segundo por R\$1000,00, de acordo com os contratos que a PraticaCO tem com o seu fornecedor de *freezers*. Para equivaler a estação de separação atual, com 4 *freezers* a cada duas bancadas de separação, seria necessário a compra de 12 *freezers* verticais. O investimento para a substituição de uma estação completa seria de R\$18.000,00.

#### 4.5.1.1 Adaptações para ensaios

Para realização dos ensaios com *freezers* verticais foi montada uma nova estação de separação para que não fosse necessário mudar os *freezers* da estação atual. Os ensaios foram realizados com os *freezers* verticais (utilizados em outro canal de venda da empresa) que já estavam disponíveis, a Figura 45 exemplifica um dos *freezers* utilizados. Nesta figura aparecem 6 prateleiras, mas devido a fatores ergonômicos, a última prateleira inferior não foi considerada como útil.

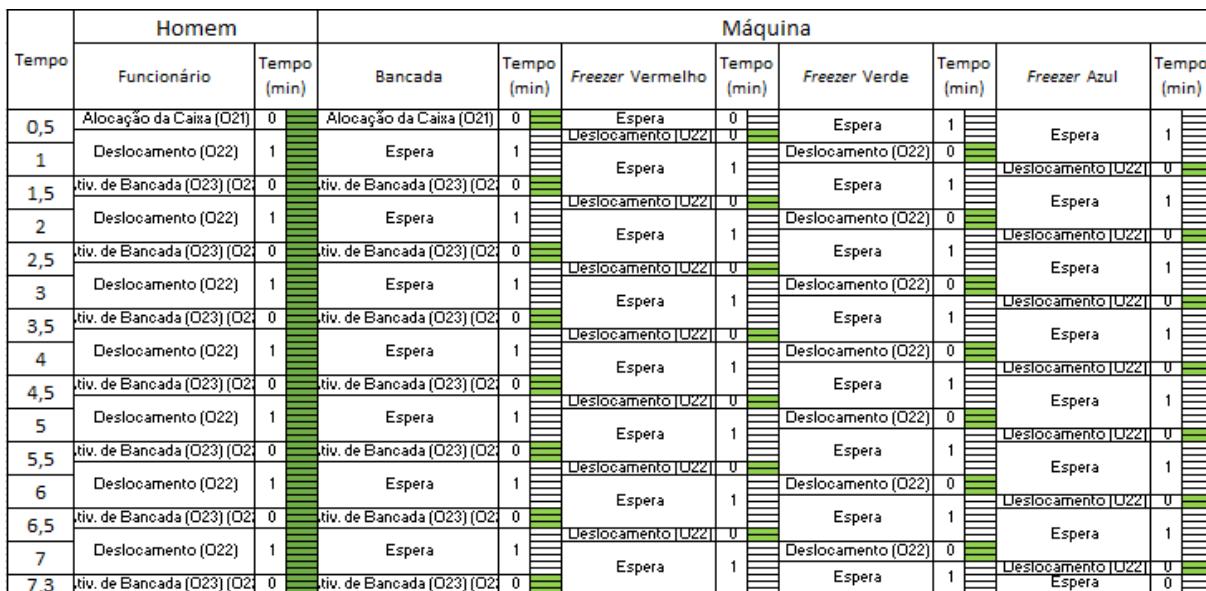
**Figura 45 - Freezer vertical utilizado nos ensaios da Proposta 2 com 15 nichos disponíveis**



**Fonte: cedida pela PraticaCO**

#### 4.5.2 Proposta 3: Sistema móvel de separação de porções congeladas

Com a mesma motivação de diminuir o deslocamento do funcionário, o sistema móvel de separação busca diminuir o número de acessos a cada *freezer* pelo funcionário e os retornos à bancada de separação. O SSP que é utilizado por meio de um computador localizado na bancada de separação, restringe a utilização da bancada por apenas um funcionário. Com a mudança para o sistema móvel de separação seria possível que mais de um funcionário utilizasse a bancada de separação, aumentando a utilização tanto da bancada de separação quanto dos *freezers*. Na Figura 46 é mostrado o Gráfico Homem-Máquina do método de separação atual, com o SSP sendo utilizado por um computador, fixado na bancada. Neste gráfico, a bancada e cada *freezer* são recursos considerados como “máquinas” a serem utilizadas pelo funcionário na operação de separação.

**Figura 46 - Gráfico Homem-Máquina da operação de separação (O2) com Método Atual****Fonte:** elaborada pela autora

Na Figura 46 também é mostrada a quantidade de repetições das etapas de deslocamento (O22) e atividades de bancada (O23) necessárias para a separação de um pedido de porções congeladas. Essa divisão faz com que o “maquinário” fique restrito ao uso de apenas um funcionário, tendo baixos indicies de utilização. A Tabela 14 descreve o tempo de ociosidade de cada “máquina” por ciclo e na Tabela 15 as respectivas taxas de utilização. O tempo de ciclo para separação de um pedido completo é de 7,3 minutos.

**Tabela 14 - Tempo de ociosidade do "maquinário" da estação de separação**

Recurso	Funcionário 1	Bancada	Freezer Vermelho	Freezer Verde	Freezer Azul
Tempo de Espera (min)	0	4,9	5,9	5,2	5,9

**Fonte:** elaborada pela autora**Tabela 15 - Taxa de utilização do maquinário da estação de separação**

Recurso	Funcionário 1	Bancada	Freezer Vermelho	Freezer Verde	Freezer Azul
Utilização	100%	33%	19%	29%	19%

**Fonte:** elaborada pela autora

Na Proposta 3, as porções seriam coletadas com o auxílio de um dispositivo móvel (*tablet* ou celular), anexado à caixa de separação, como na Figura 47, criando duas etapas (coleta das porções e atividades de bancada), sem que haja necessidade de mais de um ciclo.

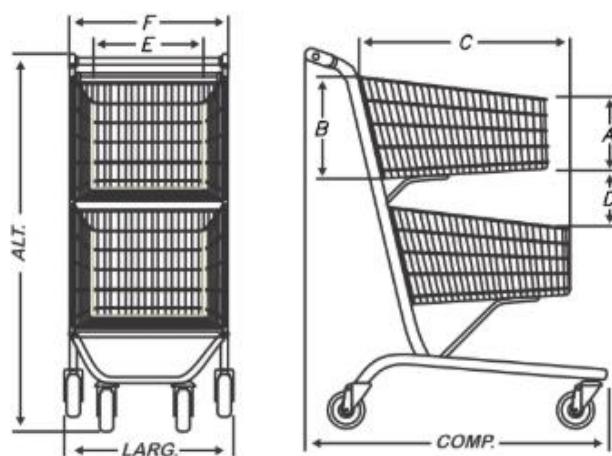
**Figura 47 - Sugestão de caixa de separação com dispositivo móvel**



**Fonte: Elaborada pela autora**

Para facilitar o deslocamento do funcionário, é necessário que haja um carro de movimentação (como o apresentado na Figura 48), em que a caixa de separação esteja acoplada de modo a liberar as mãos para a coleta de porções.

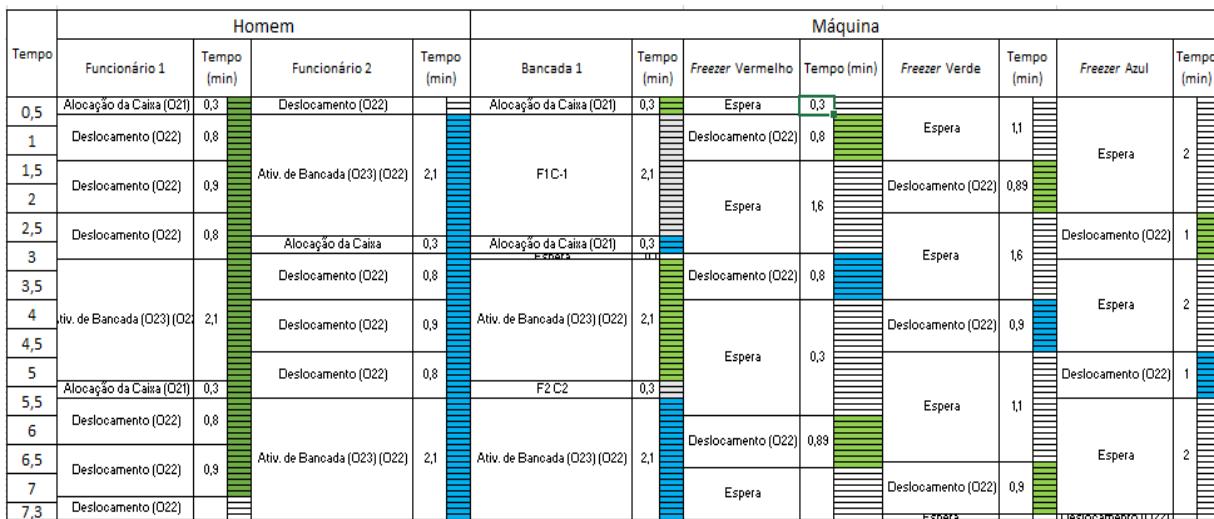
**Figura 48 - Sugestão de carro de movimentação**



Fonte: Rodcar ([http://www.rodcar.com.br/produto\\_customizar/linha-duplocar](http://www.rodcar.com.br/produto_customizar/linha-duplocar) )

A Figura 49 mostra o Gráfico Homem-Máquina com o método da Proposta 3 em prática.

**Figura 49 - Gráfico Homem-Máquina com Proposta 3**



**Fonte: Elaborada pela autora**

Comparando as informações da Figura 49 com as da Figura 46 é possível verificar que em cada ciclo, haveria uma redução do tempo do funcionário para etapa de deslocamento (O22) e atividades de bancada (O23): o tempo de ciclo atual é de 7,3 minutos e o estimado com a aplicação da Proposta 3 é de 4,9 minutos. Além disso, a Proposta 3 também possibilitaria a utilização do mesmo maquinário por um segundo funcionário, ou seja, enquanto o funcionário 1 realizasse atividades de bancada, o funcionário 2 poderia realizar a etapa de deslocamento (e coletas). Na Tabela 16 é apresentado como isso contribuiria para a diminuição do tempo de ociosidade do maquinário. Em comparação com a situação atual (apresentada na Tabela 14), a bancada fica ociosa 4,9 min, enquanto com a Proposta 3 com dois funcionários, a bancada ficaria ociosa apenas 0,1 min. A taxa de utilização também é beneficiada: a taxa de utilização da bancada sobe de 33% para 99%, como pode ser observado na Tabela 17. Essa possibilidade de compartilhamento é benéfica pois permite que o volume de pedidos separados aumente sem a necessidade de aumento da quantidade de estações de separação.

**Tabela 16 - Tempo de Ociosidade do maquinário com a Proposta 3**

Recurso	Funcionário 1	Funcionário 2	Bancada	Freezer Vermelho	Freezer Verde	Freezer Azul
Tempo de Espera (min)	0	0	0,1	2,2	3,8	5,6

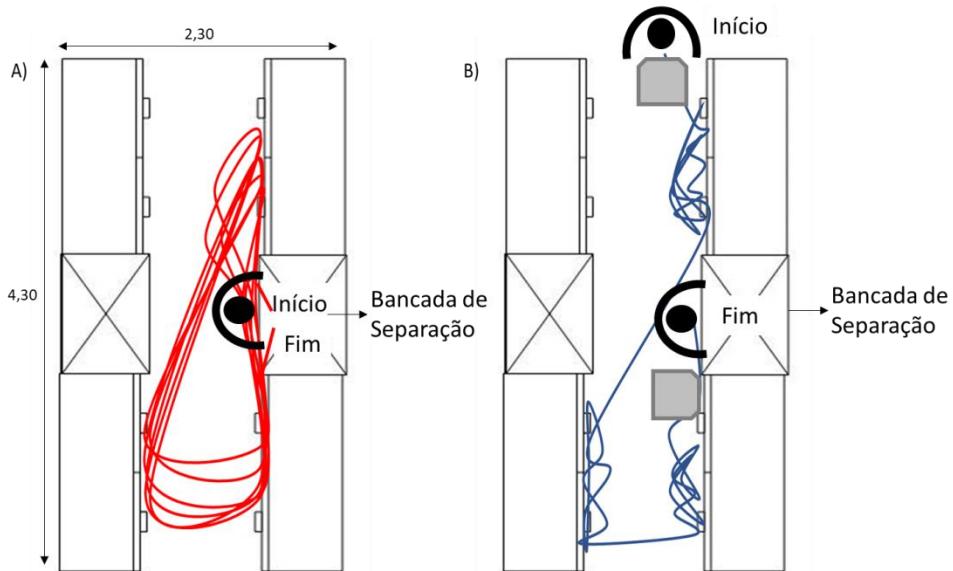
**Fonte:** Elaborada pela autora**Tabela 17 - Taxa de utilização do maquinário com a Proposta 3**

Recurso	Funcionário 1	Funcionário 2	Bancada	Freezer Vermelho	Freezer Verde	Freezer Azul
Utilização	100%	100%	99%	53%	41%	22%

**Fonte:** Elaborada pela autora

Na Figura 50, é mostrada a comparação entre o trajeto dos deslocamentos na situação atual que inclui retornos após a coleta de 3 porções, e de um trajeto único como na Proposta 3. Com base nas dimensões da estação de trabalho é possível estimar o trajeto do operador em ambos os casos. Na situação atual é realizado um deslocamento de 0,83 m para o *freezer* vermelho (à esquerda da bancada), depois um deslocamento diagonal de 1,90 m para o *freezer* verde, um deslocamento reto de 1 m para o *freezer* azul (à direita da bancada) e, por fim, o retorno à bancada, com um deslocamento de 0,83 m. Resultando num circuito de 4,56 m, que é repetido até 7 vezes. Portanto, ao final da separação de um pedido, um funcionário se desloca cerca de 31,85 m. Na Proposta 3, os deslocamentos são feitos em apenas um ciclo, portanto, com um deslocamento aproximado de apenas 4,56 m.

**Figura 50 - Deslocamento do funcionário na operação de separação na situação atual (A) e conforme a Proposta 3 (B)**



**Fonte:** elaborada pela autora

#### 4.5.2.1 Adaptações para ensaios

Para que fosse possível simular a etapa de deslocamento (O22) sem a necessidade de utilizar o computador fixado na bancada de separação, foi necessário a impressão da lista de porções por *kit*. A impressão foi necessária devido as limitações que o SSP tem: sua ordenação não é feita por categorias (proteínas, legumes etc), ou seja, para que o trajeto do funcionário fosse otimizado foi necessário classificar as porções conforme sua localização nos freezer e consequentemente sua categoria. O SSP também não é compatível com outros aparelhos que não o computador desktop, sendo inviável sua utilização em outros dispositivos móveis propostos como celular e tablet.

Assim, o funcionário coletaria as porções seguindo a orientação da lista impressa e ao chega a bancada de separação realizaria a etapa de atividades de bancada (O23), realizando a conferência das porções coletadas e seu armazenamento em sua embalagem ou caixa, dependendo do ensaios realizado.

#### 4.6 COLETA DE DADOS

A etapa D de Execução é a segunda do ciclo PDCA e corresponde ao seu quinto passo. Neste trabalho a execução é definida pela execução do experimento para testar as propostas

do plano de ação. Para a realização do experimento é necessário determinar os fatores, seus níveis e a variável resposta.

#### 4.6.1 Variável resposta

A variável resposta deste experimento é o tempo necessário para que um pedido seja separado e embalado. Para propostas em que as operações são separadas, os tempos foram cronometrados separadamente e somados.

#### 4.6.2 Fatores e níveis

Cada proposta de melhoria foi considerada um fator. A denominação de cada proposta e classificação de seus níveis podem ser vistas na Tabela 18.

**Tabela 18 - Fatores e Níveis**

Fatores	Descrição	Nível -1	Nível +1
A	Trajetória dos deslocamentos internos	Atual	Proposta 3
B	Método da operação de embalagem	Atual	Proposta 1
C	Tipo de <i>freezer</i>	Horizontal (atual)	Vertical (Proposta 2)

**Fonte:** elaborada pela autora

#### 4.6.3 Unidade Experimental

Quando o mesmo ensaio é realizado em unidades experimentais diferentes, essas medidas são consideradas réplicas. A realização de réplicas é benéfica para o experimento pois admite que os dados sejam sujeitos a variações naturais e não controladas presentes no processo. Assim, quando dois funcionários, com características e experiências distintas, replicam o mesmo ensaio, os resultados se aproximam dos resultados em condições reais.

##### 4.6.3.1 Funcionários

A experiência dos funcionários não é considerada um fator pois não é uma variável que pode ser controlada. Mas a diferença na produtividade alcançada por diferentes funcionários é esperada e constitui uma variação comum no CD. Por isso é importante que tal

variação seja refletida nos dados experimentais. Assim foram selecionados funcionários com os seguintes tempos de experiência:

- Um ano na empresa
- 3 meses na empresa

Para facilitar o entendimento, o funcionário com um ano de experiência é denominado “antigo” e o funcionário com apenas 3 meses de experiência é denominado “novo”. Essa distinção ajudará o entendimento das análises apresentadas nas seguintes seções.

#### *4.6.3.2 Tamanho do pedido*

A distinção por tamanho do pedido também é importante, pois a composição de um pedido na PraticaCO não tem nenhuma restrição em relação a quantidade de porções por pedido: não há um número mínimo ou máximo de porções que podem ser compradas. Dessa forma, é necessário entender se as propostas têm o mesmo desempenho para os dois tipos de pedido.

Assim como a experiência dos funcionários, o tamanho dos pedidos não é uma variável controlada e por isso não pode ser considerada um fator. Além disso, é um fato conhecido que pedidos maiores exigem maior tempo de separação do funcionário. Portanto, a análise dos resultados deve ser realizada de forma separada, analisando o desempenho de cada proposta com um determinado tipo de pedido e não o desempenho entre os tipos de pedidos.

Os tipos de pedido escolhidos foram o de *kits* K084 e o de *kits* K098. Estes foram os tipos selecionados pela sua relevância nas vendas (3º e 5º *kits* mais vendidos, respectivamente) e devido ao fato de sua composição contemplar todas as categorias, sem nenhuma restrição como *low carb* (restrição de carboidratos) ou “vegetarianos” (restrição de proteínas animais). A diferença entre os dois *kits* é a quantidade de porções que os compõem: 21 porções no *kit* K084 versus 42 porções no *kit* K098. O diferencial dos *kits* para refeições é sua separação por “dias”, cada um representando um ciclo de deslocamento e atividades de bancada. Para facilitar o entendimento ao longo do trabalho, o *kit* K098, devido a sua quantidade de porções, foi denominado “grande” e o pedido K084 foi denominado “pequeno”.

- 1) Descrição do pedido de K098 (grande)

Na Tabela 19 é feita a categorização das porções que compõem o *kit* K098. Como hoje as porções são dispostas no *freezer* de acordo com sua categoria, é possível estimar qual seria o trajeto a ser percorrido pelo funcionário ao realizar a separação desse pedido. Por exemplo: na situação atual, para coletar as primeiras 6 porções do primeiro ciclo, o funcionário se deslocaria para o *freezer* de proteínas, onde coletaria 3 porções; em seguida o funcionário se deslocaria para o *freezer* de legumes, onde coletaria uma porção; por fim, deslocar-se-ia para o *freezer* azul, coletando as duas porções finais destinadas a este dia. Ele, então, voltaria para a bancada para cumprir o ciclo de atividades de bancada e em seguida retornaria aos deslocamentos para coletar as porções dos demais ciclos.

**Tabela 19 - Quantidade de porções por categoria no *kit* K098 (grande)**

Categoria <i>Freezer</i>	Kit K098 (quantidade de porções por categoria)					Total
	Proteínas Vermelho	Carboidratos Azul	Legumes Verde	Salgados & Doces Amarelo		
Dia 1	3	2	1	0		6
Dia 2	2	2	2	0		6
Dia 3	2	2	2	0		6
Dia 4	1	2	3	0		6
Dia 5	2	1	3	0		6
Dia 6	2	2	2	0		6
Dia 7	2	2	2	0		6
Total	14	13	15	0		42

**Fonte:** elaborada pela autora

## 2) Descrição do pedido de K084 (pequeno)

Na Tabela 20 consta a distribuição de SKUs por categoria do *kit* K084.

**Tabela 20 - Quantidade de porções por categoria no *kit* K084 (pequeno)**

Categoria <i>Freezer</i>	Kit K084 (quantidade de porções por categoria)					Total
	Proteínas Vermelho	Carboidratos Azul	Legumes Verde	Salgados & Doces Amarelo		
Dia 1	1	1	1	0		3
Dia 2	1	1	1	0		3
Dia 3	1	0	2	0		3
Dia 4	1	1	1	0		3
Dia 5	1	0	2	0		3
Dia 6	1	1	1	0		3
Dia 7	1	1	1	0		3
Total	7	5	9	0		21

**Fonte: elaborada pela autora**

#### 4.6.1.3.2 Descrição das Unidades Experimentais

Nesse experimento foram consideradas 4 unidades experimentais, resultantes da combinação de execução dos ensaios por funcionários e tamanhos de pedidos distintos.

Sua combinação pode ser vista na Tabela 21.

**Tabela 21 - Descrição das Unidades Experimentais**

Experiência do funcionário	Tamanho do Pedido	
	Grande	Pequeno
Antigo	Pedido Grande + Funcionário Antigo	Pedido Pequeno + Funcionário Antigo
Novo	Pedido Grande + Funcionário Novo	Pedido Grande + Funcionário Novo

Cada ensaio foi replicado em cada unidade experimental.

#### 4.6.4 Experimento

Optou-se por realizar um experimento fatorial completo  $2^3$  (com três fatores e dois níveis). Considerando suas 4 unidades experimentais, o experimento é constituído por 32 ensaios distintos, que podem ser observados na Tabela 23. Cada ensaio teve 3 repetições, totalizando 96 medidas.

São consideradas repetições, medidas que possuem a mesma combinação de fatores e níveis e são realizadas na mesma unidade experimental (no caso deste experimento, com o mesmo funcionário e tipo de pedido) mais de uma vez. São consideradas réplicas, medidas realizadas com a mesma combinação de fatores e níveis, mas em unidades experimentais diferentes. As repetições auxiliam na interpretação de dados, evitando que alguma interferência pontual possa comprometer a análise por gerar resultados que possam não corresponder à realidade.

O ideal seria que os ensaios fossem realizados de maneira aleatória. Contudo, devido a algumas restrições, como tempo disponível para a realização dos ensaios, disponibilidade do

uso dos *freezers* verticais e dificuldade na montagem das novas estações de separação, foi montado um cronograma, que pode ser observado na Tabela 22, com o intuito de minimizar a variações de variáveis não controladas (como por exemplo disposição dos instrumentos de forma diferente em dias diferentes de execução) e garantir que as réplicas fossem feitas nas mesmas condições. Os ensaios foram realizados de quarta-feira a sábado nas semanas programadas, pois nestes dias de semana, a demanda de pedidos é menor e há possibilidade de utilizar as estações de separação. Foram realizadas 24 medidas por semana (considerando suas réplicas e repetições).

**Tabela 22 - Cronograma de ensaios**

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Ensaios executados (considerando as réplicas)	Ensaios 1 a 8	Ensaios 9 a 16	Ensaios 17 a 24	Ensaios 25 a 32	32 ensaios
Quantidade de medidas (considerando réplicas e repetições)	24 medidas	24 medidas	24 medidas	24 medidas	96 medidas

**Fonte:** elaborada pela autora

A Tabela 23 enumera os ensaios planejados relacionando-os aos níveis considerados. Nesta tabela, a coluna “Nº do Ensaio” identifica os 32 ensaios delineados.

**Tabela 23 - Descrição dos ensaios planejados**

Unidade Experimental		Descrição dos Ensaios	Nº do Ensaio	Nível do Fator		
Tipo de pedido	Tipo de funcionário			Fator A	Fator B	Fator C
Pedido "grande"	Funcionário "antigo"	Proposta 1	2	-1	1	-1
		Método Atual	1	-1	-1	-1
		Proposta 3 e 1	4	1	1	-1
		Proposta 3, 2 e 1	26	1	1	1
		Proposta 1 e 2	25	-1	1	1
		Proposta 3 e 2	18	1	-1	1
		Proposta 3	3	1	-1	-1
		Proposta 2	17	-1	-1	1
	Funcionário "novo"	Proposta 1	6	-1	1	-1
		Método Atual	5	-1	-1	-1
		Proposta 3 e 1	8	1	1	-1
		Proposta 3, 2 e 1	27	1	1	1
		Proposta 1 e 2	28	-1	1	1
		Proposta 3 e 2	19	1	-1	1
		Proposta 3	20	-1	-1	1
Pedido "pequeno"	Funcionário "antigo"	Proposta 2	7	1	-1	-1
		Proposta 1	12	-1	1	-1
		Método Atual	9	1	-1	-1
		Proposta 3 e 1	30	1	1	1
		Proposta 3, 2 e 1	11	1	1	-1
		Proposta 1 e 2	29	-1	1	1
		Proposta 3 e 2	10	-1	-1	-1
		Proposta 3	21	-1	-1	1
	Funcionário "novo"	Proposta 2	22	1	-1	1
		Proposta 1	15	-1	1	-1
		Método Atual	14	1	-1	-1
		Proposta 3 e 1	31	1	1	1
		Proposta 3, 2 e 1	16	1	1	-1
		Proposta 1 e 2	32	-1	1	1
		Proposta 3 e 2	13	-1	-1	-1
		Proposta 3	24	-1	-1	1
		Proposta 2	23	1	-1	1

**Fonte:** elaborada pela autora

#### 4.7 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

A etapa C de Verificação dos resultados é a terceira do ciclo PDCA e corresponde ao sexto passo. Tem como objetivo avaliar os dados coletados na etapa D de Execução e definir se as propostas definidas devem ou não ser implementadas.

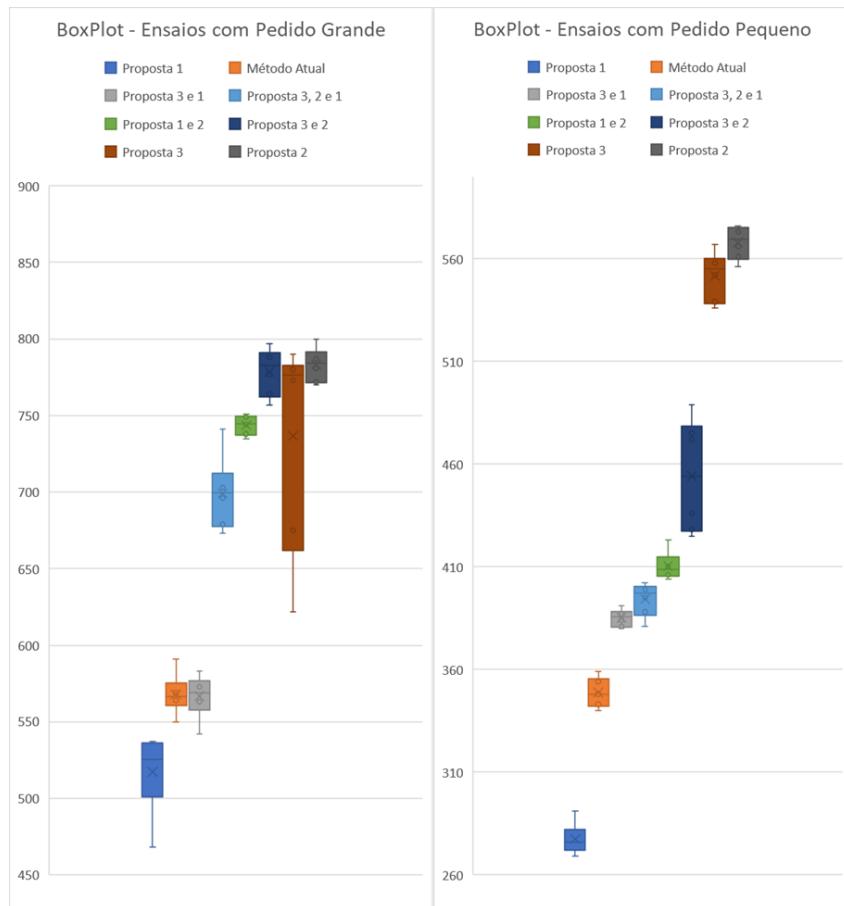
Os dados coletados de cada ensaio são apresentados no Anexo I. No Anexo II é feito o tratamento dos dados, com o cálculo de suas médias.

Os dados de pedidos de tamanhos diferentes foram analisados separadamente, uma vez que o seu efeito sobre a variável resposta já é conhecido e relevante. A primeira análise realizada foi para testar a consistência dos dados coletados calculando Gráficos de Caixa (Boxplots) para identificação de *outliers*. O resultado é apresentado na Figura 51. Caso haja algum *outlier* nos dados, ele aparecerá nas zonas de amplitude interquartil.

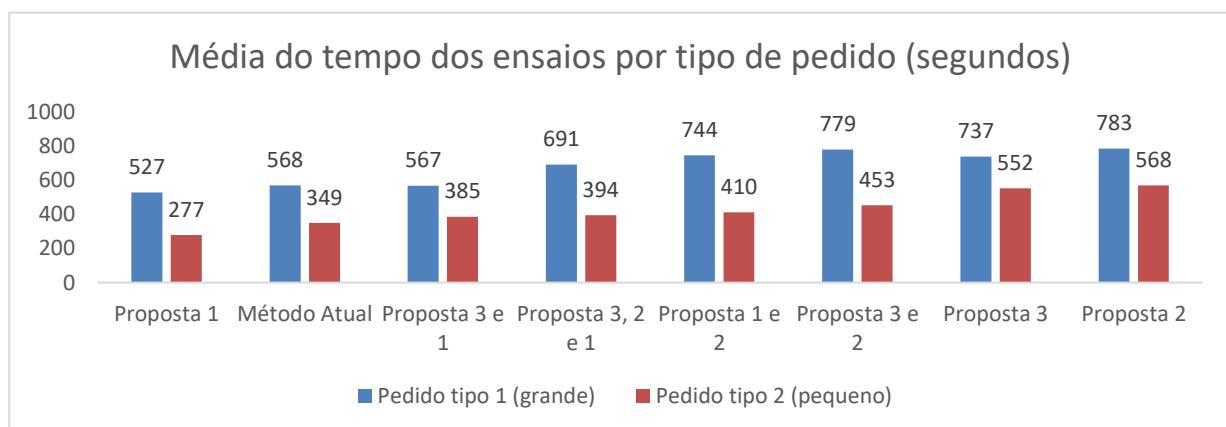
$$\text{zona superior} = Q_3 + (Q_3 - Q_1) \times 1,5$$

$$\text{zona inferior} = Q_1 - (Q_3 - Q_1) \times 1,5$$

Por meio dos gráficos não foi identificado nenhum *outlier*, apesar de existirem conjuntos de ensaios assimétricos, como é o caso, para Ensaios com Pedido Grande, da Proposta 1, Propostas 3, 2 e 1 e Proposta 3; com Pedido Pequeno esse comportamento é observado na Proposta 1 e 2 e na Proposta 2. Tal comportamento dos gráficos é esperado pois o número de medidas por ensaio é pequeno (menor que 10) e porque as propostas apresentadas, sendo novas, ainda não tiveram sua execução padronizada entre os funcionários, causando uma discrepância maior entre os números.

**Figura 51 - Análise de outliers dos resultados DOE (segundos)****Fonte: elaborada pela autora**

Os valores da média dos resultados obtidos foram calculados e são apresentados na Figura 52.

**Figura 52 - Resultados do experimento segregados por tipo de pedidos****Fonte: elaborada pela autora**

Assim, na Figura 52, é possível constatar que a única proposta que resultou num tempo menor que o do Método Atual de separação e embalagem foi a Proposta 1 com 41 segundos (0,68 min) (7%) a menos para pedido grande e 72 segundos (1,2 min) (21%) a menos para pedido pequeno. O principal fator identificado para diferença entre os pedidos foi a organização das embalagens na mesa, que se tornava mais complicada para pedidos maiores.

A Proposta 1 propunha a eliminação de movimentos duplicados entre as operações de separação e embalagem de porções congeladas. Segundo os funcionários que participaram do experimento, a adaptação à Proposta 1 em relação a adaptação que as outras requerem foi mais fácil, pois não exigiu novos aprendizados. As mudanças foram pequenas e marginais, fazendo com que o treinamento que eles já tinham pudesse ser aproveitado nos ensaios. Um exemplo de como isso influencia, é o fato de os funcionários já conhecerem a localização dos SKUs nos *freezers* horizontais ter facilitado a execução dos ensaios da Proposta 1, mas não a execução dos ensaios com a Proposta 2.

Como os resultados mostraram-se positivos, a Proposta 1 mostrou-se apta para avançar à etapa A de Atuação Corretiva. Assim, os resultados observados motivaram a liderança da PraticaCO a decidir pela implementação das mudanças sugeridas pela Proposta 1. Os resultados desta implementação foram apresentados no Capítulo 5 deste trabalho.

As Propostas 2 e 3 apresentaram os piores resultados, para ambos tamanhos de pedido. Portanto o seu avanço para a etapa A de Atuação Corretiva não foi considerado no presente projeto de melhoria. Nesses casos é necessário realizar o “Relatório de Três Gerações”. Para os propósitos do presente trabalho, foram somente analisados os pontos problemáticos das propostas , para que a empresa possa, posteriormente, reajustar o plano de ação.

#### 4.7.1 Relatório de Três Gerações: pontos problemáticos da Proposta 2

A Proposta 2 propunha diminuir o trajeto dos funcionários propondo uma organização vertical dos SKUs. Contudo, a proposta não se mostrou eficaz. Segundo a Figura 52, dentre todos os ensaios teve a pior média de tempo: 783 segundos (13 min) na separação de um pedido grande, um tempo 37% do que o utilizado no método atual, com 568 segundo (9,5 min). Quando combinada com as outras propostas teve um desempenho melhor, mas ainda acima do tempo do método atual – o que inviabiliza sua implementação, uma vez que não

fornecendo evidências que o novo método que propõe aumentaria a produtividade. Durante a elaboração desta proposta não foram previstos alguns pontos problemáticos:

- A necessidade de abertura da porta do *freezer* vertical todas as vezes em que era necessário recolher uma porção de um *freezer*. Tal esforço não é necessário no uso dos atuais *freezers* horizontais, que podem permanecer com as tampas abertas durante o turno de separação;
- Além do trabalho extra em abrir as portas, elas também trouxeram complexidade na coleta, uma vez que uma das mãos deve estar sempre disponível para essa ação. A falta de um suporte para coleta e movimentação das porções resultou em mais deslocamentos do que os previstos;
- Reorganização das porções: os funcionários conhecem a posição de todos os SKUs nos atuais *freezers* horizontais, devido ao grande número de pedidos separados. Isso fez com que os deslocamentos fossem mais efetivos nos ensaios com *freezers* horizontais, pois não havia tempo de procura das porções. A localização das porções a serem coletadas mostra-se como um desafio para a busca de melhorias.
- Além dos resultados piores nos ensaios, a Proposta 2 caracteriza-se por um grande custo de implementação, exigindo a substituição de todos os *freezers* e um aumento de 4 para 12 *freezers* por uma estação de separação, como mostrado na Seção 4.5.1.1.

Considerando os pontos problemáticos levantados após a execução do experimento, a empresa tem a opção de futuramente considerar um novo plano de ação para tornar viável a implementação da Proposta 2.

#### 4.7.2 Relatório de Três Gerações: pontos problemáticos da Proposta 3

A Proposta 3 tinha como objetivo diminuir a necessidade de repetição dos ciclos de deslocamento, tornando o sistema de separação móvel. Contudo, como mostrado na Figura 52, ela resultou em um tempo de ciclo para a operação de separação (para pedido pequeno) de cerca de 552 segundos (9,20 min) que é 30% maior que o método atual de 349 segundos (5,8 min). Quando combinada com a Proposta 1, no entanto, resultou em um tempo médio de separação para o pedido grande semelhante ao do método atual: 567 segundos (9,5 min) para o pedido grande e 385 segundos (6,4 min) para o pedido pequeno. Apesar dos tempos da

Proposta 1 e 3 combinadas serem menores os respectivos tempos com a Proposta 3 isolada, ainda não possibilita superar a produtividade alcançada com o método atual e, portanto, foi considerada não efetiva. Durante a elaboração da proposta não foram contemplados alguns pontos problemáticos:

- O SSP tem uma ordenação de porções por montagem de refeição, ou seja: as três primeiras porções da tela serão sempre de categorias diferentes: proteínas, legumes e carboidrato, por exemplo. O sistema foi desenhado para o método de separação atual, no qual o funcionário desloca-se para os três freezers, cada um de uma categoria. Não é possível ver as próximas porções da lista sem que as primeiras tenham sido coletadas e seu código de barra conferido. Assim, após a coleta de todas as porções por meio da lista impressa dos pedidos, os funcionários tiveram que procurar dentro do carro de movimentação porções específicas, determinadas pela ordenação do SSP. Esse tempo de procura não foi estimado na proposta, assim como a necessidade da organização das porções.
- Caso houvesse confusão na coleta de uma porção, era necessário fazer deslocamentos adicionais para coletar a porção correta. Caso a conferência das porções fosse realizada no momento da coleta, esse deslocamento não seria necessário.

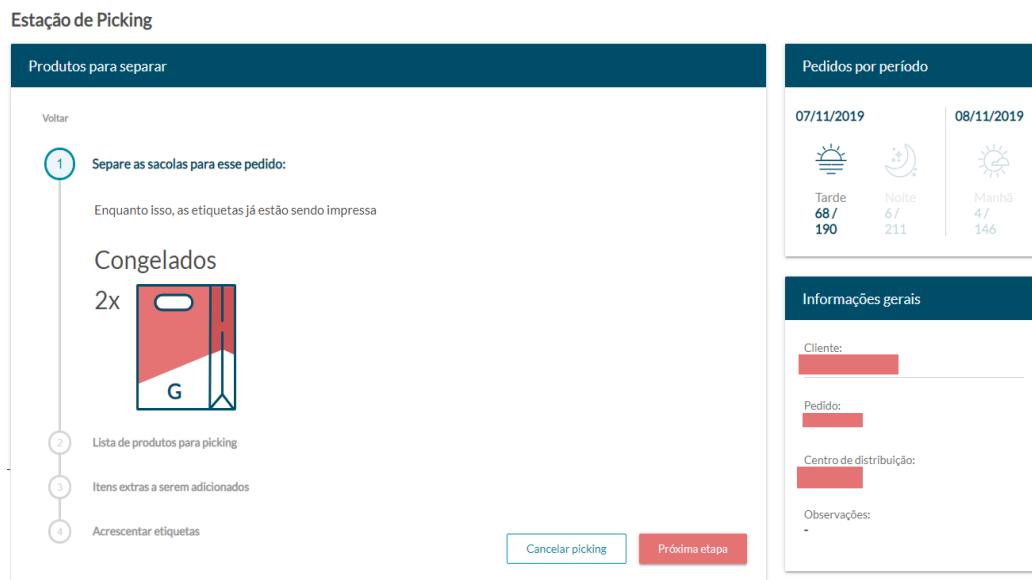
Apesar de não ter alcançado bons resultados no experimento, a Proposta 3 se mostra promissora, por permitir que mais de um funcionário utilize a mesma bancada e, portanto, mais de 2 funcionários compartilhem o mesmo conjunto de 4 freezers. A ideia do compartilhamento de estações pode ser viabilizada para o enfrentamento do problema de crescimento de SKUs no portfólio, que exige uma maior capacidade de armazenamento pelos freezers estações (é necessária uma maior quantidade de nichos). Por isso, recomenda-se que a empresa siga com a revisão do plano de ação da Proposta 3.

## 5 ATUAÇÃO CORRETIVA: PADRONIZAÇÃO

A etapa A de Atuação corretiva é a última etapa do ciclo PDCA. Nesta etapa, é realizada a padronização que é o seu primeiro passo e o sétimo do PDCA.

Para a implementação da Proposta 1 foram necessárias duas modificações: a adaptação da bancada de separação para que ela se tornasse capaz de suportar os materiais de embalagem e a adaptação do SSP e SEP para um sistema unificado chamado Sistema de Controle de Separação e Embalagem (SCSE). A Figura 53 apresenta uma das adaptações que o SSP e o SEP sofreram com a unificação: ao invés a leitura do código de barras da caixa, o sistema informa qual embalagem deve ser escolhida.

**Figura 53 – Sistema de Controle de Separação e Embalagem (SCSE)**



**Fonte:** cedida pela PraticaCO

A Figura 54 apresenta a adaptação da bancada de separação e embalagem de porções congeladas. O computador foi elevado para que fosse possível alocar a impressora de etiquetas e a bancada foi adaptada com fendas para receber as sacolas no momento da separação. Tais fendas possuem ganchos que mantém as sacolas suspensas e abertas. Outras pequenas adaptações como suporte dos lacres e das sacolas também foram implementadas.

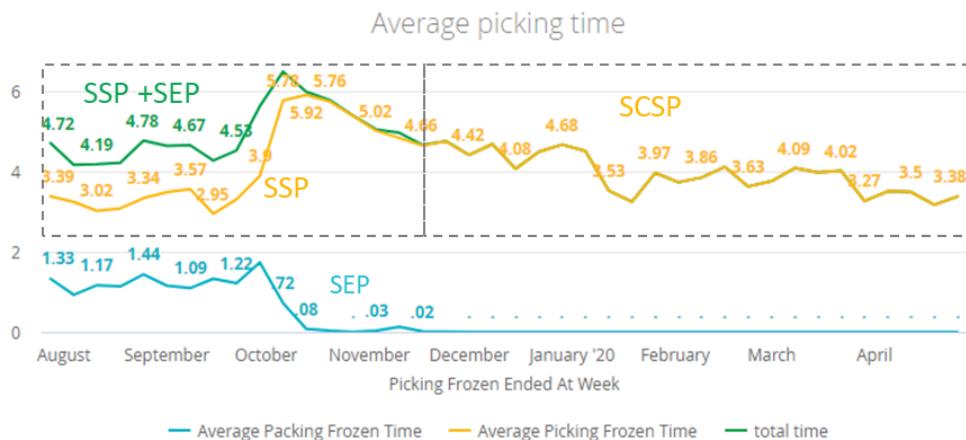
**Figura 54 - Adaptação da bancada de separação e embalagem de porções congeladas**



**Fonte: cedida pela PraticaCO**

O SCSE foi adaptado nas duas últimas semanas de setembro de 2019 e implementado na primeira semana de outubro de 2019. Com a sua implementação, os dados referentes aos tempos de separação e embalagem de porções congeladas passaram a ser coletados pelo SCSE, armazenando os dados de todos os pedidos separados e embalados. Assim foi possível analisar o impacto que a Proposta 1 teve, devido ao grande número de pedidos analisados. A Figura 55 mostra as médias de tempos das operações de separação de pedidos com porções congeladas (*picking frozen* - indicada pela cor amarela) e embalagem de pedidos com porções congeladas (*packing frozen* - indicada pela cor azul) antes da implementação da Proposta 1. A soma desses tempos também é mostrada no gráfico (*total time* – indicado pela linha verde).

**Figura 55 – Evolução do tempo médio (minutos) de separação embalagem de pedidos com porções congeladas antes e após a implementação da Proposta 1**

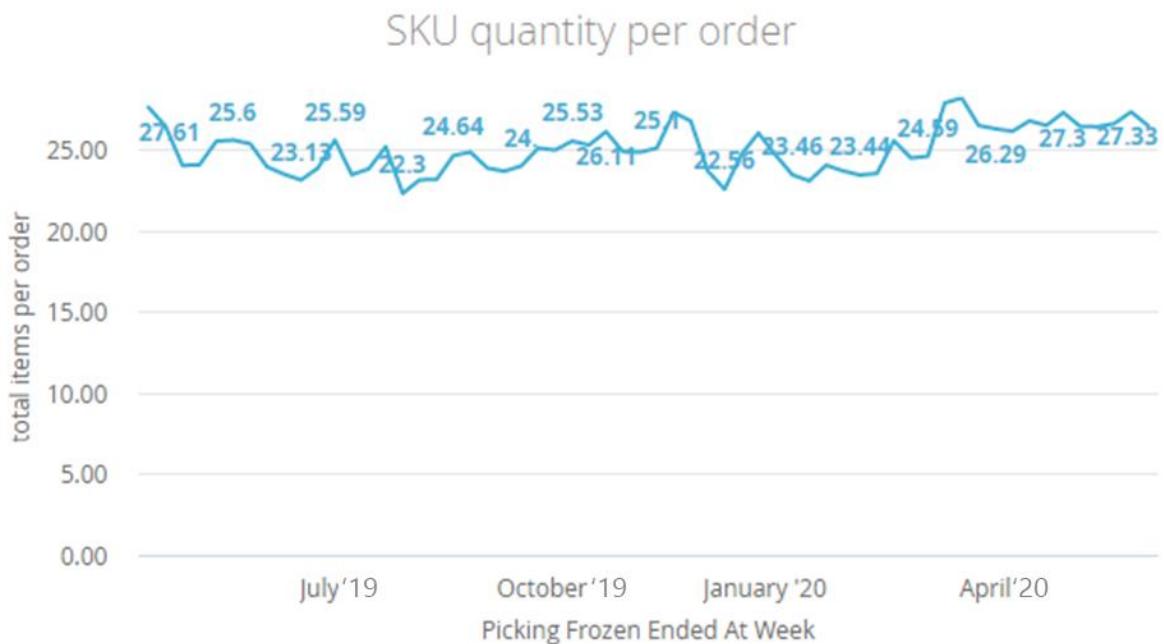


**Fonte: cedida pela PraticaCO**

A implementação da Proposta 1 pode ser percebida no gráfico da Figura 55 pois com a implementação gradual do SCSE, o SEP começa a ser menos utilizado, até que para completamente de ser utilizado em fins de novembro de 2019. No gráfico isso pode ser verificado pelo comportamento da linha azul, que mantinha níveis em torno de 1,2 min e a partir de outubro de 2019 inicia uma tendência negativa até dezembro, quando não apresenta mais nenhum dado. O SSP foi adaptado para receber as funcionalidades do SEP e transformado no SCSP, por isso a linha amarela do SSP continua depois da implementação do SCSP.

Contudo, a análise do tempo de pedidos com porções congeladas se mostra incompleta, pois não contempla que a variação entre os tempos de separação e embalagem pode ser ocasionada pela diminuição do número de porções em cada pedido. Por isso, foi analisada a variação do tamanho dos pedidos, medido por quantidade de porções por pedido, e os dados obtidos são apresentados na Figura 56.

**Figura 56 – Evolução da quantidade de porções por pedido**



**Fonte:** cedida pela PraticaCO

A análise do gráfico da Figura 55 não indica que a diminuição do tempo de separação e embalagem esteja relacionada com a diminuição no número de porções por pedido, pelo contrário, é possível perceber uma queda nos tempos de separação a partir do mês de dezembro de 2019. No mês de dezembro de 2019, o número de porções por pedido atinge um pico de 24,5 porções por pedido – número nunca alcançado até então. Em abril de 2020 é possível observar um novo pico: 28,24 porções por pedido, um novo recorde. Para uma análise mais profunda foi analisado o tempo de separação por porção congelada coletada. Os dados da estão dispostos na Figura 57.

**Figura 57 - Evolução do tempo (minutos) de separação e embalagem por porção separada**



**Fonte:** elaborada pela autora

Na Figura 56, a linha azul representa o método antigo e a linha verde o método da Proposta 1. É possível verificar que houve um sensível aumento nos tempos entre setembro e outubro de 2019. Esse comportamento é normal na implementação de novos métodos, pois torna-se necessário que os funcionários aprendam e se adaptem às mudanças. Após um mês de implementação, é possível notar que os tempos de separação e embalagem já retornam aos patamares anteriores e depois continuaram a diminuir com o passar dos meses.

Para entender se a Proposta 1 significou uma mudança de comportamento do processo é preciso analisar os dados antes e após a implementação por meio de gráficos de controle.

Primeiro, foram determinados os Limite de Controle Superior (LSC) e Limite de Controle Inferior (LIC) e a Linha Média (LM), considerando o método antigo de separação e embalagem. Foram utilizados os dados de 17 semanas (de 02 de junho até 28 de setembro de 2019). Como a amostra utilizada é considerada grande, pois tem mais de 10 dados, foi utilizado o desvio-padrão ao invés da amplitude. Para o cálculo desses limites foi utilizado  $A_3 = 0,739$ , para  $n = 17$ .

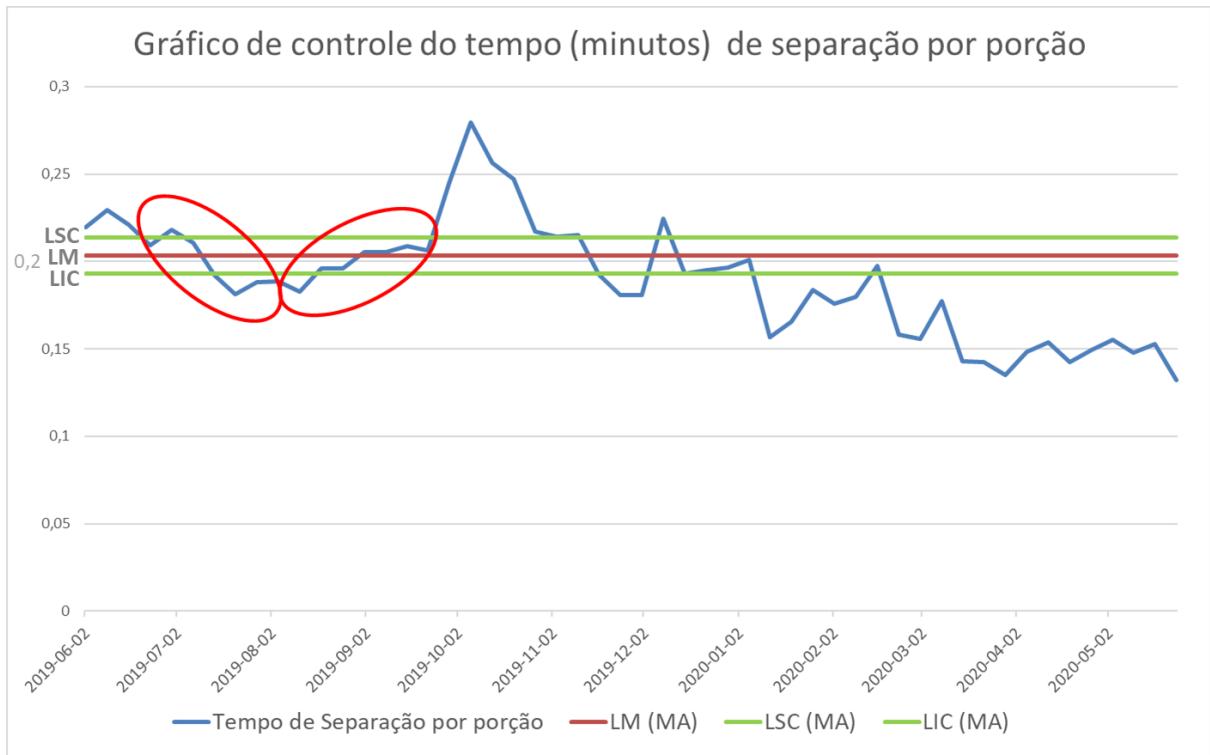
$$LSC = \bar{x} + A_3\bar{s} = 0,2034 + 0,739 * 0,0141 = 0,2138 \text{ min}$$

$$LM = \bar{x} = 0,2034 \text{ min}$$

$$LIC = \bar{x} - A_3\bar{s} = 0,203 - 0,739 * 0,0141 = 0,193 \text{ min}$$

O resultado pode ser observado no gráfico da Figura 58.

**Figura 58 - Gráfico de Controle com limites de controle do método antigo (MA)**



**Fonte:** elaborada pela autora

O método antigo não estava sob controle. É possível observar duas linhas de tendência, uma decrescente e uma crescente (delimitados pelas elipses vermelhas).

Para a construção do Gráficos de Controle para o método da Proposta 1, foi utilizada a amostra das últimas 15 semanas até maio de 2020, após a adaptação dos funcionários. Para o cálculo desses limites foi utilizado  $A_3 = 0,789$ , para  $n=15$ .

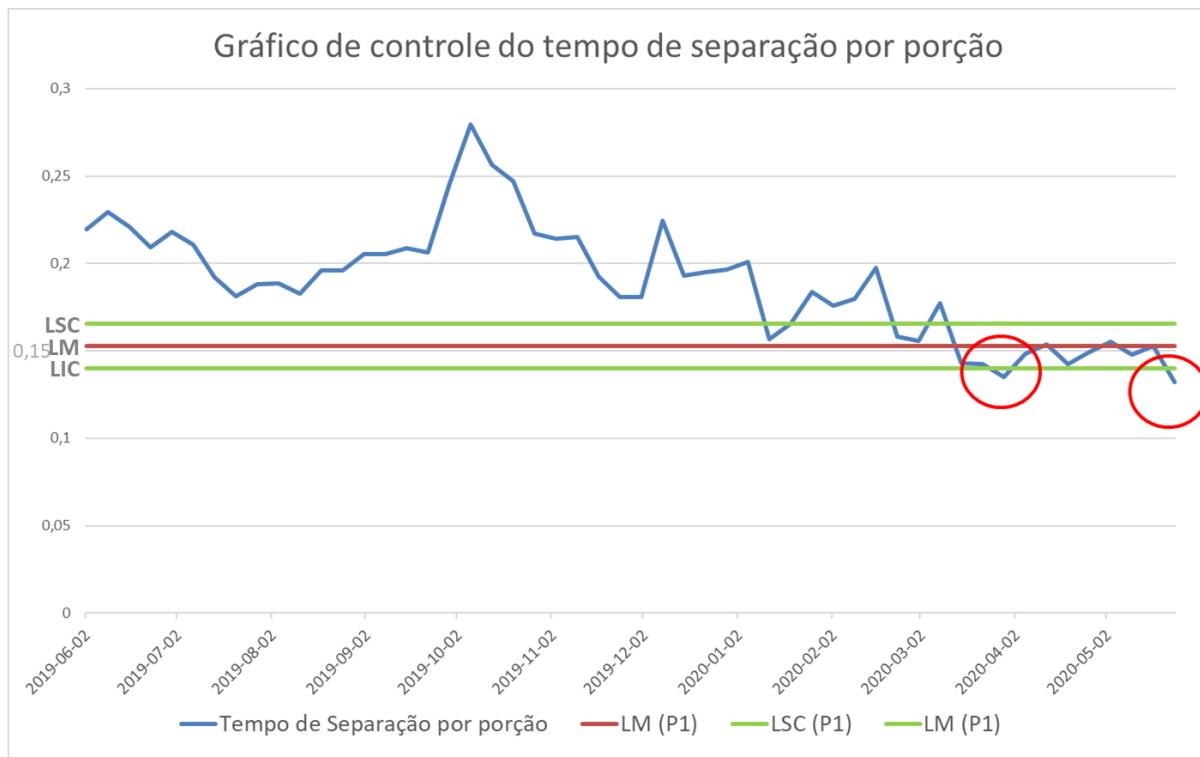
$$LSC = \bar{x} + A_3 \bar{s} = 0,1527 + 0,789 * 0,0164 = 0,1656 \text{ min}$$

$$LM = \bar{x} = 0,1527 \text{ min}$$

$$LIC = \bar{x} - A_3 \bar{s} = 0,1527 - 0,789 * 0,0164 = 0,1398 \text{ min}$$

O Gráfico de Controle pode ser avaliado na Figura 59.

**Figura 59 - Gráfico de Controle com limites de controle do método novo da Proposta 1**



**Fonte:** elaborada pela autora

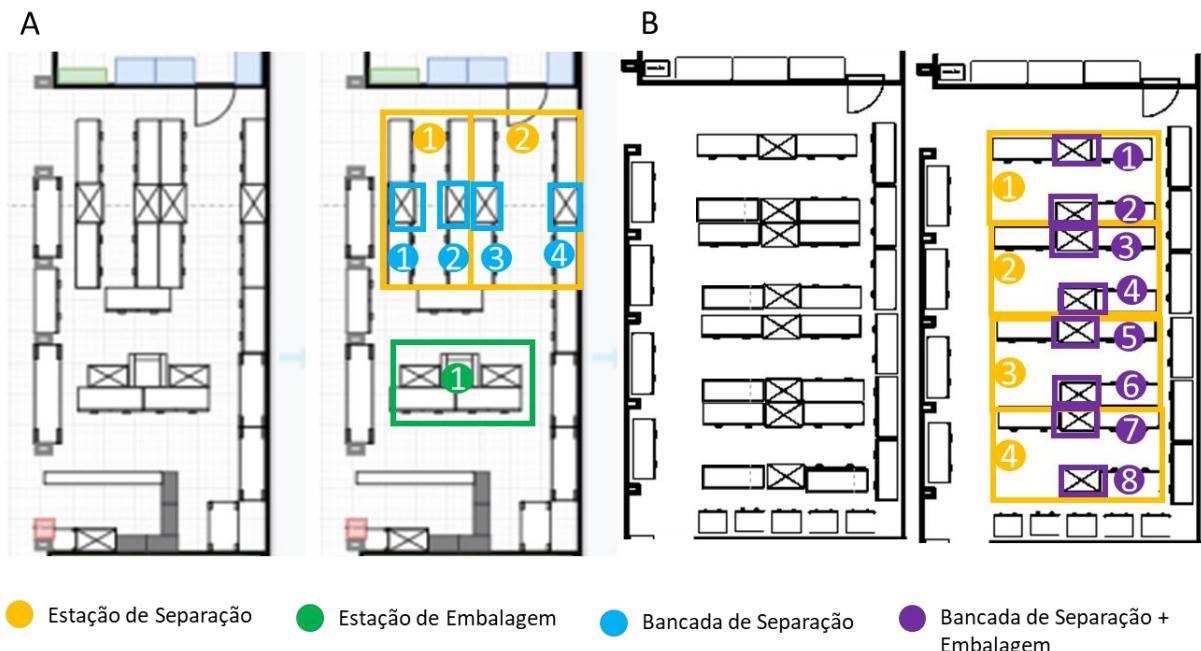
O gráfico da Figura 59 mostra que o novo processo ainda não está sob controle, contendo pontos fora dos limites de controle. Contudo, existe uma tendência decrescente e uma mudança na linha média (LM) que se desloca de 0,2034 min (em setembro de 2019) para 0,1527 min (de fevereiro a maio de 2020). Apesar de ainda não estabilizado, o novo método apresenta uma visível tendência decrescente a partir de outubro de 2019 que sugere a sua efetividade.

É possível perceber que houve um impacto positivo na produtividade de um turno de 8 horas de trabalho, para o qual o número de pedidos separados aumentou de 87 para 116, ou seja, um aumento de 33% em relação à produtividade alcançada com o método antigo.

As estações de embalagem de porções congeladas antigas foram eliminadas e novas estações de separação foram instaladas, confirmando a viabilidade de aumentar a capacidade de produção aproveitando o mesmo espaço ocupado anteriormente, que havia sido prevista na escolha da Proposta 1. Assim, no mesmo espaço, onde havia 2 estações de separação de porções congeladas foram implementadas 4 estações. A Figura 60 compara o layout do CD

com estações específicas de separação e de embalagem, onde havia apenas 2 estações de separação combinadas com 1 estações de embalagem, e o novo layout do CD, com a eliminação das estações de embalagem.

**Figura 60 - Layout do CD para os métodos de separação antigo (A) e novo (B) da Proposta 1**



**Fonte:** elaborada pela autora

A Figura 61 exibe uma foto da configuração atual do CD.

**Figura 61 - Foto do CD de São Paulo com a implementação das 4 estações novas (cada uma com 2 bancadas de separação e embalagem)**



**Fonte:** cedida pela PraticaCO

## 6 CONCLUSÃO

Este estudo constituiu de uma análise dos processos inseridos no setor logístico da PraticaCO, levando em consideração não só a situação atual da empresa, mas seus objetivos de aumento tanto do volume de vendas quanto da disponibilidade de produtos à venda.

O primeiro resultado importante foi o mapeamento de processos de todo o setor logístico, que permitiu uma visão abrangente de seus processos. Esse mapeamento foi importante não só para identificação e análise do problema da necessidade de diminuição de custos, mas também para dar visibilidade a pontos críticos em outros processos, que podem ser trabalhados no futuro.

A proposta de solução planejada e desenvolvida no presente trabalho, foi implementada na empresa, contemplando os principais pontos de preocupação levantados: o aumento de SKUs no portfólio (e, portanto, o aumento da ocupação das estações de separação no CD) e o aumento crescente do custo logístico. A operacionalização do novo processo que foi desenvolvido com a participação da autora, permitiu que a empresa realizasse em novembro de 2019 com sucesso o maior evento de vendas do ano, que é a *Black Friday*, sem que fosse necessário investir na expansão das atuais instalações ou mudança de imóvel. O CD de São Paulo, que em outubro de 2019 já estava em sua capacidade máxima, no primeiro semestre de 2020 continua operando no mesmo local, conseguindo atender uma demanda 33% maior em número de pedidos.

Apesar das outras duas propostas de mudança de processo exploradas no presente trabalho não terem apresentado resultados positivos nos ensaios realizados, elas ainda podem ser retomadas futuramente pela empresa, mediante revisão do respectivo plano de ação e continuidade dos esforços de melhoria contínua girando o ciclo PDCA.

Vale destacar que a rápida implementação de proposta de solução desenvolvida neste trabalho só foi possível devido ao grande investimento que a empresa tem realizado em tecnologia e desenvolvimento de software. Nesse ponto, o presente trabalho teve grande relevância, fornecendo embasamento técnico para o desenvolvimento do novo sistema informatizado se separação e embalagem de pedidos de porções congeladas (SCSE).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WERKEMA, C. **Método PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas.** 2<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2013.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC.** 1<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2014a.

WERKEMA, C. **Inferência Estatística: como estabelecer conclusões de confiança no giro do PDCA e DMAIC.** 1<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2014b.

CAMPOS, V.F. **TQC – Controle de Qualidade total no estilo japonês (no estilo japonês).** 9<sup>a</sup> edição. Nova Lima. Falconi, 2014.

RAMOS, A.W. **Delineamento de Experimentos.** Apostila Controle da Qualidade, 73pgs - 2018.



## ANEXOS

### Anexo I – Coleta de dados Delineamento de Experimentos (DOE)

Unidade Experimental		Nome	Ensaios	Nível do Fator			Tempo de Separação			Tempo de Embalagem			Tempo de Separação +			Tempo de Total (s)				
Tipo de pedido	Tipo de funcionário			Fator A	Fator B	Fator C	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
Pedido "grande"	Funcionário "antigo"	Proposta 1	2	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	532	536	512	532	536	512		
		Método Atual	1	-1	-1	-1	441	432	435	129	132	129	0	0	0	570	564	564		
		Proposta 3 e 1	4	1	1	-1	563	542	565	0	0	0	0	0	0	563	542	565		
		Proposta 3, 2 e 1	26	1	1	1	0	0	0	0	0	0	703	703	696	703	703	696		
		Proposta 1 e 2	25	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	744	738	745	744	738	745		
		Proposta 3 e 2	18	1	-1	1	632	634	629	132	143	128	0	0	0	764	777	757		
		Proposta 3	3	1	-1	-1	653	487	538	127	135	137	0	0	0	780	622	675		
		Proposta 2	17	-1	-1	1	654	631	635	133	141	135	0	0	0	787	772	770		
		Proposta 1	6	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	537	519	468	537	519	468		
		Método Atual	5	-1	-1	-1	437	454	420	132	137	130	0	0	0	569	591	550		
	Funcionário "novo"	Proposta 3 e 1	8	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	583	575	573	583	575	573		
		Proposta 3, 2 e 1	27	1	1	1	0	0	0	0	0	0	741	679	673	741	679	673		
		Proposta 1 e 2	28	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	751	749	735	751	749	735		
		Proposta 3 e 2	19	1	-1	1	638	640	635	151	148	162	0	0	0	789	788	797		
		Proposta 3	20	-1	-1	1	655	652	648	135	128	125	0	0	0	790	780	773		
		Proposta 2	7	1	-1	-1	667	655	651	133	134	130	0	0	0	800	789	781		
		Proposta 1	12	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	273	277	269	273	277	269		
		Método Atual	9	1	-1	-1	254	248	251	100	95	89	0	0	0	354	343	340		
Pedido "pequeno"	Funcionário "antigo"	Proposta 3 e 1	30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	384	387	381	384	387	381		
		Proposta 3, 2 e 1	11	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	399	381	388	399	381	388		
		Proposta 1 e 2	29	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	423	412	404	423	412	404		
		Proposta 3 e 2	10	-1	-1	-1	372	365	366	117	110	106	0	0	0	489	475	472		
		Proposta 3	21	-1	-1	1	455	450	453	112	108	105	0	0	0	567	558	558		
		Proposta 2	22	1	-1	1	487	493	488	86	83	87	0	0	0	573	576	575		
	Funcionário "novo"	Proposta 1	15	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	279	291	275	279	291	275		
		Método Atual	14	1	-1	-1	250	245	258	98	103	101	0	0	0	348	348	359		
		Proposta 3 e 1	31	1	1	1	0	0	0	0	0	0	391	387	380	391	387	380		
		Proposta 3, 2 e 1	16	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	402	395	400	402	395	400		
		Proposta 1 e 2	32	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	410	407	406	410	407	406		
		Proposta 3 e 2	13	-1	-1	-1	364	373	369	61	55	67	0	0	0	425	428	436		
		Proposta 3	23	1	-1	1	465	469	471	71	83	68	0	0	0	536	552	539		
		Proposta 2	24	-1	-1	1	473	469	470	93	87	91	0	0	0	566	556	561		

Fonte: elaborada pela autora

**Anexo II - Tratamento dos dados coletados na realização do Delineamento de Experimentos (DOE)**

Tamanho do pedido	Descrição do Ensaio	# do Ensaio	Nível do Fator			Tempo Total (s)			Tempo Total (s)			Média (s)	
			Fator A	Fator B	Fator C	Funcionário Antigo			Funcionário Novo				
						R1	R2	R3	R1	R2	R3		
Pedido "grande"	Proposta 1	2	-1	1	-1	532	536	512	537	519	468	517,3	
	Método Atual	1	-1	-1	-1	570	564	564	569	591	550	568,0	
	Proposta 3 e 1	4	1	1	-1	563	542	565	583	575	573	566,8	
	Proposta 3, 2 e 1	26	1	1	1	703	703	696	741	679	673	699,2	
	Proposta 1 e 2	25	-1	1	1	744	738	745	751	749	735	743,7	
	Proposta 3 e 2	18	1	-1	1	764	777	757	789	788	797	778,7	
	Proposta 3	3	1	-1	-1	780	622	675	790	780	773	736,7	
	Proposta 2	17	-1	-1	1	787	772	770	800	789	781	783,2	
Pedido "pequeno"	Proposta 1	12	-1	1	-1	273	277	269	279	291	275	277,3	
	Método Atual	9	1	-1	-1	354	343	340	348	348	359	348,7	
	Proposta 3 e 1	30	1	1	1	384	387	381	391	387	380	385,0	
	Proposta 3, 2 e 1	11	1	1	-1	399	381	388	402	395	400	394,2	
	Proposta 1 e 2	29	-1	1	1	423	412	404	410	407	406	410,3	
	Proposta 3 e 2	10	-1	-1	-1	489	475	472	425	428	436	454,2	
	Proposta 3	21	-1	-1	1	567	558	558	536	552	539	551,7	
	Proposta 2	22	1	-1	1	573	576	575	566	556	561	567,8	

**Fonte:** elaborada pela autora