

BRUNA BLAY DEL NEGRO

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING PARA REDUÇÃO DE
CUSTOS EM UMA FÁBRICA DE PEQUENO PORTE

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

SÃO PAULO - SP

2015

BRUNA BLAY DEL NEGRO

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING PARA REDUÇÃO DE
CUSTOS EM UMA FÁBRICA DE PEQUENO PORTE

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenharia de
Produção.

Orientador: Professor Paulino Graciano
Francischini

SÃO PAULO - SP

2015

DEDALUS - Acervo - EPRO



32100013190

ACOMPANHA CD

2748115
TF-2015

Data

tombo: H2015P

Del Negro, Bruna Blay

Aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing para redução de custos em uma fábrica de pequeno porte / B. B. Del Negro -- São Paulo, 2015.

122 p.

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

1.Lean Manufacturing 2.Redução de custos 3.Produtividade 4.Indústria alimentícia I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Departamento de Engenharia de Produção
Escola Politécnica da USP
AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE FORMATURA

Prof. <i>Pauline Franceschini</i>	<i>A+</i>
Prof. <i>Miguel Santoro</i>	<i>A</i>
Prof. <i>Maurice Spínola</i>	<i>A</i>
Nota Final	<i>A</i>

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não marca o fim de um ciclo, mas o primeiro passo dentro de uma longa jornada. Eu o dedico a todos que compartilharam comigo algum conhecimento e com isso contribuíram para traçar a pessoa que me tornei.

Primeiramente aos meus pais, que me proporcionaram uma excelente formação acadêmica e a base de valores sobre os quais eu construí a pessoa que sou hoje.

Em seguida, aos amigos que fiz durante os anos de faculdade, que mostraram o maior valor que a Escola Politécnica possui: as pessoas. Sem vocês, a minha graduação não teria sido possível.

Gostaria de agradecer a Rafael Oliveira, que me deu todas as condições de realizar esse trabalho e que acreditou no meu potencial, mesmo quando achei que seria incapaz.

Finalmente, agradeço ao apoio e à revisão do Professor Paulino Graciano Francischini, meu orientador no presente trabalho, que compartilhou comigo seu conhecimento no tema e colaborou imensamente para qualidade do documento que apresento.

"The journey of a thousand miles begins with one step"
Lao Tzu

RESUMO

O presente trabalho ilustra os benefícios obtidos pela aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing*, em uma fábrica de alimentos orgânicos de pequeno porte. O objetivo do estudo é a diminuição de custos pelo aumento da produtividade da mão-de-obra, medida pelo número de recursos produzidos em relação às horas-homem disponíveis. O problema foi estratificado e analisado em relação a duas áreas específicas da empresa: a produção de granola (área dos fornos) e a produção de chia (área das embalagens). Por meio de um diagnóstico da situação atual, com uso das ferramentas *Lean*, entrevistas e observação dos funcionários, foi possível apontar os desperdícios que causavam a diminuição da produtividade e determinar as causas do problema, estruturadas por meio de um Diagrama de Ishikawa. A partir dos direcionamentos da autora como facilitadora do processo de implantação *Lean Manufacturing* e o conhecimento dos funcionários sobre a empresa, 12 iniciativas foram propostas para atacar as causas e diminuir os desperdícios. Até a escrita do presente documento, 60% das iniciativas estavam implementadas, sendo possível observar ganhos reais de 50% de produtividade na produção de granola e 85% na produção de chia, com um ganho total de 100% esperado ao fim da implementação de todas as iniciativas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, indústria alimentícia, alimentos orgânicos, redução de custos, redução de desperdícios, aumento de produtividade

ABSTRACT

This study illustrates the benefits of Lean Manufacturing in a small organic food factory. The objective is to lower costs by increasing plant productivity, measured by the resources produced in relation to the men-hours available. The problem was stratified and analyzed in relation to two specific areas: granola production (the oven area) and chia production (the packing area). Through a diagnosis of the current situation, using Lean tools, interviews with operators and observation of employees, it was possible to point out the waste that caused the decrease in productivity and to determine the root causes of the problem, structured in an Ishikawa diagram. From the direction of the author as a facilitator of the Lean Manufacturing implementation process and employees' knowledge about the plant, 12 initiatives were proposed to address the causes and reduce waste. As of today, 60% of the initiatives were implemented and allowed real gain of 50% in granola's productivity and 85% in chia's productivity, an increase of 100% is expected by the end of the implementation of all initiatives.

Key words: Lean Manufacturing, food industry, organic food, cost reduction, waste reduction, productivity increase

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de produção dos produtos tipo I	23
Figura 2 - Processo de produção dos produtos tipo II	23
Figura 3 - Organograma da fábrica.....	24
Figura 4 - <i>Layout</i> da fábrica	24
Figura 5 - Imagem básica do STP	29
Figura 6 - Fluxo A3	32
Figura 7 - Exemplo de análise de valor agregado	38
Figura 8 - Exemplo de quadro Yamazumi.....	39
Figura 9 - Símbolos usados no fluxograma de processos.....	40
Figura 10 - Detalhamento dos custos totais.....	42
Figura 11 - Volume de vendas “Vovó Nize”, abril de 2015.....	43
Figura 12 - Estratificação do problema	43
Figura 13 - Área da operação "ralar coco"	46
Figura 14 - Depósito de matéria-prima.....	47
Figura 15 - Mesa com balança, na qual os ingredientes são pesados	48
Figura 16 - Visão geral da área dos fornos.....	49
Figura 17 - Fluxograma da área dos fornos.....	49
Figura 18 - Máquina seladora.....	54
Figura 19 - Visão geral da área das embalagens	55
Figura 20 - Fluxograma embalagens	55
Figura 21 - Reunião para estruturação do Diagrama de Ishikawa.....	62
Figura 22 - Diagrama de Ishikawa	66
Figura 23 - Resultado da análise de valor agregado, área dos fornos	68
Figura 24 - Resultado da análise de valor agregado, área das embalagens	68
Figura 25 - OEE.....	72
Figura 26 - GFP área dos fornos, operador 1 à esquerda e operador 2 à direita	73
Figura 27 - Diagrama "espaguete" para a área dos fornos, operador 1 à esquerda e operador 2 à direita	74
Figura 28 - Diagrama "espaguete" para a área das embalagens	75
Figura 29 - Gráfico <i>Yamazumi</i> da área das embalagens	78
Figura 30 - Inter-relações de atividades na área dos fornos	86
Figura 31 - Diagrama de inter-relações na área dos fornos	86

Figura 32 - Inter-relações de atividades na área das embalagens	87
Figura 33 - Diagrama de inter-relações na área das embalagens.....	87
Figura 34 - <i>Layout</i> antes e após melhorias.....	89
Figura 35 - Carrinho de transporte da área dos fornos.....	90
Figura 36 – “Antes” e “depois” do depósito de matéria-prima	92
Figura 37 - "Antes" e "depois" da disposição dos equipamentos na fábrica	93
Figura 38 - "Antes" e "depois" da separação dos ingredientes da receita.....	93
Figura 39 - "Antes" e "depois" das instruções de produção	93
Figura 40 - Volumes padrão para o preparo da granola.....	95
Figura 41 - Volume padrão para a área das embalagens	95
Figura 42 - Operador realizando testes no forno, com rodízios implementados	100
Figura 43 - <i>Yamazumi</i> após implementação das melhorias e balanceamento das atividades	103
Figura 44 - Comparação da análise de valor agregado para a área dos fornos.....	105
Figura 45 - Comparação da análise de valor agregado para a área das embalagens.....	105
Figura 46 - Gráfico de OEE, depois da implementação das iniciativas.....	109
Figura 47 - GFP área dos fornos, após implementação das melhorias	110
Figura 48 - Diagrama espaguete "antes e depois" para OP1 área dos fornos	111
Figura 49 - Diagrama espaguete "antes e depois" para OP2 área dos fornos	111
Figura 50 - Diagrama espaguete "antes e depois" para a área das embalagens	112
Figura 51 - Gráfico <i>Yamazumi</i> após implementação das melhorias e balanceamento	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - O projeto foca na redução de custos.....	22
Tabela 2 - Ingredientes da receita de granola	46
Tabela 3 - Tempos cronometrados das atividades da área das embalagens	76
Tabela 4 - Resultado do dimensionamento do tamanho das amostras necessárias	76
Tabela 5 - Tempos cronometrados das atividades na área das embalagens	77
Tabela 6 - Iniciativas e respectivas causas abordadas	84
Tabela 7 - Código de letras e linhas para inter-relações de atividades.....	85
Tabela 8 - Tempos cronometrados na área das embalagens após implementação das ações corretivas	101
Tabela 9 - Resultado do dimensionamento do tamanho das amostras necessárias	102
Tabela 10 - Tempos cronometrados na área das embalagens.....	102
Tabela 11 - Valores cronometrados das atividades na área das embalagens, após melhorias	112
Tabela 12 - Aumentos de produtividade obtidos no projeto	114
Tabela 13 - Amostragem do trabalho dos operadores da área dos fornos	119
Tabela 14 - Amostragem do trabalho dos operadores da área das embalagens	119
Tabela 15 - Amostragem do trabalho dos operadores da área dos fornos	120
Tabela 16 – Amostragem do trabalho dos operadores da área das embalagens	120
Tabela 17 - Instrução de operação para empacotamento.....	121
Tabela 18 - Instrução de operação para selagem	121
Tabela 19 - Receita forno maior	122
Tabela 20 - Receita forno menor	122

SUMÁRIO

1.1	OBJETIVO DO TRABALHO.....	21
1.2	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	22
1.2.1	OS PRODUTOS E O PROCESSO DE PRODUÇÃO	22
1.2.2	ORGANOGRAMA DA FÁBRICA	23
1.2.3	LAYOUT DA FÁBRICA.....	24
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1	ESTRUTURA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	27
2.2.1	ORIGENS.....	27
2.2.2	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA <i>LEAN</i> DE PRODUÇÃO	29
2.2.3	O CONCEITO DE <i>JUST-IN-TIME</i>	29
2.2.4	<i>MUDA</i> E OS OITO TIPOS DE DESPERDÍCIO	30
2.3	CONCEITOS E FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	31
2.3.1	RELATÓRIO A3 PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	32
2.3.2	OEE (<i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i>)	34
2.3.3	GERENCIAMENTO VISUAL - 5S.....	35
2.3.4	TRABALHO PADRÃO.....	36
2.3.5	ANÁLISE DE VALOR AGREGADO.....	37
2.3.6	TEMPO DE CICLO (TC)	38
2.3.7	<i>TAKT TIME</i>	38
2.3.8	<i>YAMAZUMI</i>	39
2.3.9	FLUXOGRAMA	39
3	DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA.....	41
3.1	O PROBLEMA A SER ESTUDADO	41
3.2	ESTRATIFICAÇÃO DO PROBLEMA	42
3.3	QUANTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	44
3.3.1	COMO O PROBLEMA SERÁ MEDIDO.....	44
3.3.2	SITUAÇÃO ATUAL DO PROBLEMA.....	44
3.3.3	META	44
3.4	COLETA DE DADOS	45
3.5	DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DA SITUAÇÃO ATUAL	45
3.5.1	DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DA SITUAÇÃO ATUAL NA ÁREA DOS FORNOS.....	45
3.5.2	DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DA SITUAÇÃO ATUAL NA ÁREA DE EMBALAGENS.....	53
3.6	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	60
3.7	DIAGNÓSTICO QUANTITATIVA DAS CAUSAS DIAGNOSTICADAS.....	66
4	PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	81
5	DESCRIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS E RESULTADOS OBTIDOS.....	85
5.1	DESCRIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS	85
5.1.1	MUDANÇA DE <i>LAYOUT</i>	85
5.1.2	IMPLEMENTAR CARRINHOS DE TRANSPORTE DE MATÉRIA-PRIMA	89
5.1.3	PROCEDIMENTOS PADRÃO	90
5.1.4	INSTALAR EXAUSTORES.....	91

5.1.5	IMPLEMENTAR 5S	92
5.1.6	IMPLEMENTAR VOLUME PADRÃO	94
5.1.7	OTIMIZAR O PROCESSO DE RALAR COCO	96
5.1.8	MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS	97
5.1.9	IMPLEMENTAR RODÍZIOS DESLIZANTES NO FORNO	98
5.1.10	REVER FORNECEDORES	100
5.1.11	BALANCEAR AS ATIVIDADES	101
5.1.12	IMPLEMENTAR <i>POKA Yoke</i> NA SELADORA	103
5.2	RESULTADOS OBTIDOS.....	104
5.2.1	RESULTADO OBTIDO NOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO	104
5.2.2	IMPACTO NA PRODUTIVIDADE	113
6	CONCLUSÃO	115
7	BIBLIOGRAFIA	117
8	ANEXOS	119
8.1	ANEXO I: AMOSTRAGEM DO TRABALHO DOS OPERADORES NO ESTADO PRESENTE.....	119
8.2	ANEXO II: AMOSTRAGEM DO TRABALHO DOS OPERADORES NO ESTADO FUTURO	120
8.3	ANEXO III: EXEMPLO DE PROCEDIMENTO PADRÃO NA ÁREA DAS EMBALAGENS	121
8.4	ANEXO IV: NOVAS RECEITAS PADRONIZADAS PARA A ÁREA DOS FORNOS	122

1 INTRODUÇÃO

O uso excessivo de recursos é um assunto relevante para diversos tipos de indústria, inclusive a indústria alimentícia, que é o foco do presente estudo. Ohno (1988) afirma que “a redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado”.

No passado, empresas estabeleciam seus preços com base na fórmula $PREÇO = CUSTO + LUCRO$. O custo era determinado pelo setor de contabilidade e uma margem de lucro comum para a área era acrescentada. O preço era então calculado e repassado para o consumidor, que quase certamente, pagava por ele (DENNIS, 2007). Ao aplicar esse conceito, o consumidor tornava-se responsável por todo o custo gerado na empresa.

Porém este princípio não se aplica ao contexto atual. O custo de manufatura de um produto passa a ter uma importância limitada, sendo que a variável crítica é se o produto tem ou não *valor* para o consumidor (OHNO, 1988). Tomando-se como base o conceito de *valor de troca*, ou seja, os atributos que o cliente percebe e remunera, depreende-se que o consumidor não remunera todas as atividades do processo produtivo, mas apenas aquelas que deixam uma marca perceptível para que ele possa avaliar, denominadas *atividades que agregam valor*. As demais atividades, que somente agregam custo sem agregar valor para o cliente, são denominadas desperdício e são foco das melhorias nos processos produtivos (OHNO, 1988).

Kiichiro Toyoda, filho do empreendedor Sakichi Toyoda, acreditava que uma fórmula mais adequada para a relação de preço, custo e lucro deveria ser $LUCRO = PREÇO - CUSTO$. Em outras palavras, o lucro era determinado ao se subtrair o custo de um preço estabelecido pelo mercado. Essa abordagem veio, mais tarde, permear a Toyota (HINO, 2006). O conceito fora aprendido com Henry Ford, que postulava:

Pode parecer científico, numa ótica limitada, determinar o preço pela adição de custos; mas, de maneira mais ampla, esse método revela-se nada científico. Um preço determinado dessa maneira é completamente inútil se o produto não for vendido. O preço deveria ser fixado baixo, primeiramente, assim todos precisarão trabalhar de forma eficaz para que o negócio se torne viável. A fixação de preços baixos força todos a se esforçarem ao máximo em conter os custos para se ter lucro. Uma empresa descobre métodos de fabricação e vendas quando é forçada a mostrar resultados dentro de circunstâncias de limitações extremas. (HINO, 2006, p.33)

Em suma, a questão de redução de custos é um problema de extrema relevância para as indústrias em geral. Ohno (1988), assim dizia: “*Custos não existem para serem calculados. Custos existem para serem reduzidos*”

Quando descemos um nível abaixo na estratificação do problema e pensamos no custo de mão-de-obra, o assunto torna-se ainda mais relevante, pois trata-se de um problema crônico para o Brasil.

O índice de Produtividade na Indústria (PPP) do Brasil é aproximadamente cinco vezes menor que nos Estados Unidos. Seu cálculo se baseia na divisão do PIB do país pelo número de pessoas empregadas na indústria. Mesmo quando comparado ao seus vizinhos latino-americanos, o Brasil encontra-se abaixo: enquanto os primeiros produzem U\$25,8 mil dólares por pessoa, o índice brasileiro chega a U\$19,6 mil. Considerando a decomposição do crescimento do PIB de 1990-2010, em média 1,4% por ano do PIB deixou de aumentar por causa da baixa produtividade (THE CONFERENCE BOARD, 2013).

A questão da redução do custo de mão-de-obra é um assunto delicado, pois muitas vezes envolve a demissão de funcionários da empresa. Para contornar esse problema, na Toyota, a demissão era considerada somente nas circunstâncias mais extremas e como último recurso. Operadores cujos processos haviam desaparecido, eram normalmente redistribuídos para outras áreas. Essa redistribuição era muitas vezes almejada, pois muitas vezes significavam uma mudança positiva de cargo, ou seja, uma forma de obter uma promoção.

Dennis (2007) relata que na *Toyota Cambridge*, os funcionários não se preocupavam em serem “kaizenados” de uma função. Dessa forma, os membros da equipe se sentiam seguros o suficiente para se envolver em atividades de redução de desperdício. Eles perceberam que quando mais *muda* (desperdício, em japonês) eliminavam, maior era a demanda pelos produtos. Quando maior a demanda, mais os funcionários se beneficiavam.

O problema de redução de custos é ainda mais relevante para as indústrias de mercados comoditizados, que é o caso da indústria de alimentos. Na última década, o mercado de alimentos orgânicos representava apenas uma pequena fatia do mercado de alimentos como um todo. O consumidor estava disposto a pagar um preço maior pelos produtos, confiando que estava consumindo um produto de maior qualidade (PELLEGRINI, 2009). Nos anos posteriores, este mercado cresceu rapidamente, impulsionado pela demanda de consumidores cada vez mais preocupados com sua saúde (ROSIN, 2009). Há no Brasil 15 mil propriedades certificadas produtoras de alimentos orgânicos, setor que possui apoio do governo brasileiro, por meio de

linhas de financiamento especiais (SEBRAE, 2014). Segundo a SRB (Sociedade Rural Brasileira, 2015), o faturamento do mercado de produtos orgânicos deve crescer 30% em 2015, após sucessivos crescimentos em torno de 25% a 30% nos últimos quatro anos. Apesar de praticar preços maiores do que o mercado de alimentos comuns, esse segmento tem se tornado cada vez mais competitivo, o que faz com que manter custos reduzidos seja cada vez mais importante para os produtores.

Nesse contexto, o presente trabalho de formatura, que marca a conclusão do curso de Engenharia de Produção na Escola Politécnica – USP, propõe uma solução para a redução de custos em uma fábrica de alimentos orgânicos, mais especificamente, o custo relacionado à mão-de-obra.

O projeto foi desenvolvido no ano de 2015, durante o estágio em uma empresa de consultoria, realizado em São Paulo, entre os meses de fevereiro e dezembro. No curso do estágio, houve oportunidade de trabalhar em um projeto de aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing* em uma empresa de pequeno porte. Depois de ter trabalhado durante três meses no diagnóstico e otimização da fábrica, a autora do presente trabalho propôs aos proprietários da empresa continuar o projeto de redução de custos, como escopo do trabalho de formatura, o que foi prontamente aceito por eles.

1.1 Objetivo do trabalho

O presente trabalho propõe uma análise detalhada para a redução de custos operacionais da empresa Vovó Nize. Trata-se de uma produtora de alimentos orgânicos: granola, linhaça, chia, açúcar mascavo, óleo de coco, cacau em pó, entre outros. A empresa de pequeno porte percebe a redução das margens de lucro ao estabelecer seu preço de acordo com a concorrência. Em um mercado em que o consumidor está pouco disposto a pagar um alto preço pela diferenciação do produto, seu lucro é bastante reduzido.

Neste ambiente, em que o produto é visto como uma *commodity*, a maneira geralmente utilizada de aumentar o lucro é com a redução dos custos de produção (DENNIS, 2007). O objetivo é, portanto, propor um plano de redução de custos para a Vovó Nize, com foco no custo de mão-de-obra, que se mostrou ser o fator de maior impacto nos custos totais da fábrica.

Para reduzir os custos, este trabalho visa eliminar os desperdícios na produção com base nos princípios do *Lean Manufacturing*. A expectativa é formatar um novo sistema de

gestão e introduzir uma nova cultura na empresa, na qual o funcionário esteja envolvido no trabalho e sugerindo ativamente melhorias para o processo. Ohno (1998) afirma que para reduzir custos “não existe método mágico”. É necessário implementar um sistema de gestão que desenvolva a habilidade humana, de forma a realçar sua criatividade para utilizar de forma eficaz as máquinas e instalações que estão à sua disposição e, assim, eliminar todo o desperdício.

Uma das condições de contorno do projeto é que, ao trabalhar a redução de custos, os outros fatores que são percebidos pelo cliente devem-se manter constantes: o prazo e a qualidade. Ou seja, a qualidade dos alimentos comercializados pela Vovó Nize e o prazo de entrega devem permanecer inalterados durante a redução de custos.

Tabela 1 - O projeto foca na redução de custos

Tipo do projeto	Custo	Prazo	Qualidade
Redução de custo	Δ	K	K
Cumprimento de prazo	K	Δ	K
Aumento de qualidade	K	K	Δ

Δ : melhoria; K: constante

Fonte: aula PRO2421

1.2 Descrição da empresa

A empresa objeto desse estudo possui o nome fantasia de Vovó Nize e razão social Débora Silva Lemos Santana. Trata-se de uma empresa de alimentos naturais orgânicos, situada em Salvador – Bahia. Criada em 1980, como um negócio familiar, começou como um restaurante de alimentos orgânicos, depois foi uma panificadora e há dez anos atua como produtora de alimentos naturais e integrais. Entre seus principais clientes estão a rede de lojas de produtos naturais Mundo Verde e a rede de supermercados G Barbosa.

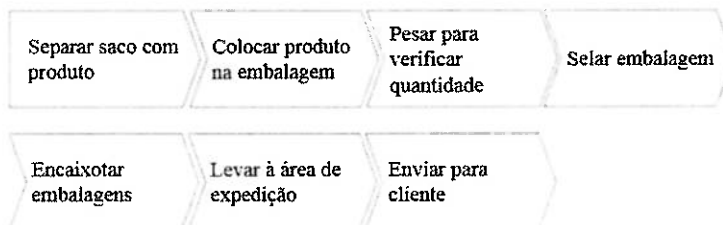
1.2.1 Os produtos e o processo de produção

A fábrica opera em um turno diário das 7 às 17 horas, de segunda à sexta, na produção dos itens descritos anteriormente. Os produtos podem ser divididos em duas categorias principais:

- Produtos tipo I, que não passam por transformação: o processo, ilustrado na Figura 1, é bem simples: os produtos que vêm dos fornecedores em grandes sacas são acondicionados em embalagens menores, com o logotipo da

empresa e distribuídos aos clientes. Nessa categoria encontram-se a grande maioria dos produtos comercializados pela Vovó Nize.

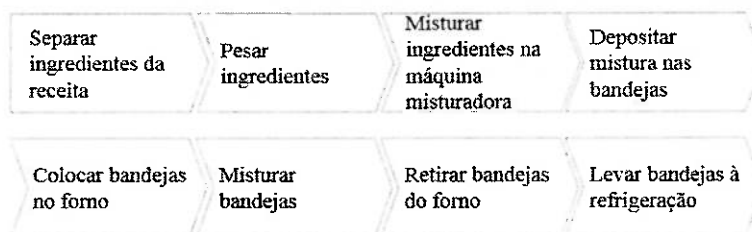
Figura 1 - Processo de produção dos produtos tipo I



Fonte: elaborado pela autora

- Produtos tipo II, que passam por algum tipo de transformação: são os produtos que possuem uma receita e são preparados na fábrica, passando, para isso, pela área dos fornos. O fluxograma ilustrado na Figura 2 resume esse processo. Depois da etapa “levar bandejas à refrigeração”, os produtos passam pelo mesmo fluxo ilustrado na Figura 1. A granola e a farinha seca barriga são os únicos produtos que se encontram nessa categoria.

Figura 2 - Processo de produção dos produtos tipo II

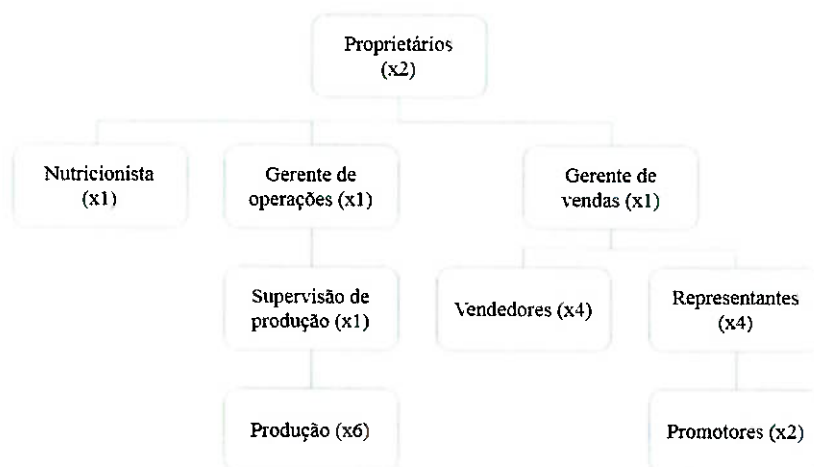


Fonte: elaborado pela autora

1.2.2 Organograma da fábrica

A fábrica possui 22 funcionários, organizados segundo a hierarquia ilustrada na Figura 3. Dois são os proprietários da empresa, um dá apoio às vendas e outro faz a gestão financeira do negócio. Abaixo deles, há um gerente de operações, que controla os pedidos e a expedição; um gerente de vendas, que supervisiona a equipe de quatro vendedores e quatro representantes e uma nutricionista, que visita a fábrica duas vezes por semana, para dar recomendações sobre as receitas e higiene do local. A supervisão de produção é feita por uma mulher, antiga operadora da fábrica. Seu papel é supervisionar o trabalho de seis operadores.

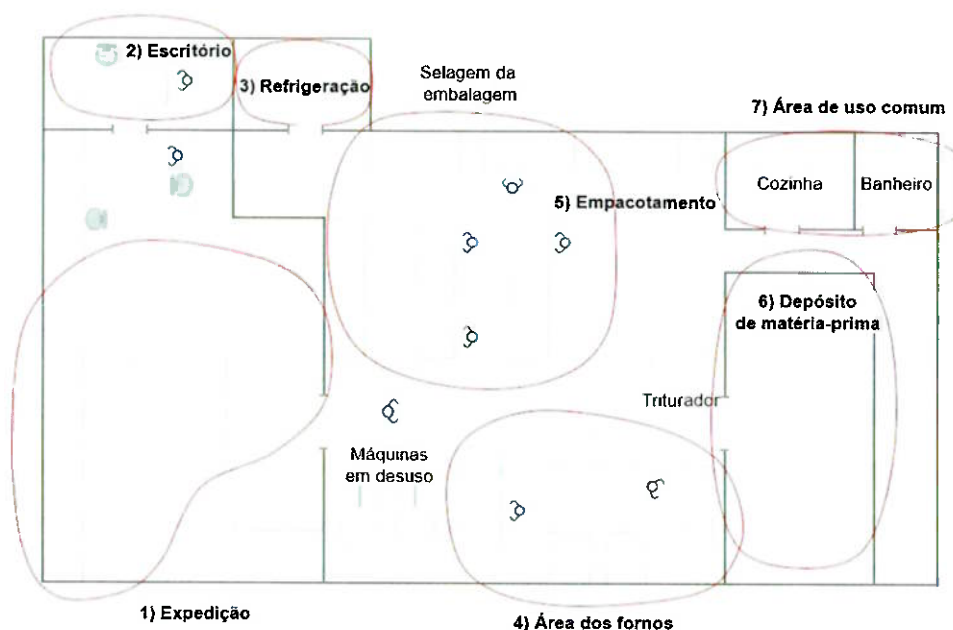
Figura 3 - Organograma da fábrica



Fonte: adaptado do organograma Vovó Nize

1.2.3 Layout da fábrica

A empresa possui uma fábrica, localizada na periferia da cidade de Salvador. Na Figura 4, pode-se visualizar seu *layout*, que está dividido em sete áreas principais.

Figura 4 - *Layout* da fábrica

Fonte: elaborado pela autora

- Expedição: a área possui duas estantes, nas quais ficam os produtos acabados divididos por SKU e alguns paletes, localizados no meio desse galpão, que recebem as caixas e os fardos já fechados, prontos para serem levados pelo caminhão de expedição.

- Escritório: local de trabalho da proprietária, que assume o papel de gerente financeira e onde são mantidos documentos importantes, como as contas a pagar.
- Refrigeração: pequena sala anexa à fábrica, usada como área de descanso para os produtos que passam pelo forno. Nesta sala, refrigerada a uma temperatura de cerca de 10°C, os produtos descansam nos chamados “armários”: estruturas verticais de metal com rodinhas e prateleiras nas quais as bandejas são colocadas com os alimentos.
- Área dos fornos: nessa área ocorre a produção dos SKU's que exigem uma pré-produção. Os únicos SKU's que passam por essa área são: granola e a farinha seca barriga - em todos os tipos de embalagens. A área é constituída por dois fornos, um com capacidade para 10 bandejas e outro, maior, com capacidade para 12 bandejas; uma misturadora, máquina que mistura os ingredientes da receita; duas mesas de apoio; uma balança, na qual são pesados os ingredientes que compõem a receita e duas bocas de forno, onde é preparado o melaço de cana, um dos ingredientes mais importantes da granola.
- Empacotamento: por essa área passam todos os produtos fabricados. Aqui, eles são segregados nas embalagens plásticas e pesados; a embalagem é então selada e os produtos acabados são levados para a área de expedição. A área é constituída por três mesas, onde trabalham quatro operadores. Em duas delas, os grãos são separados e colocados dentro da embalagem. Depois dessa etapa, os sacos são levados para a mesa de selagem, na qual trabalha um operador, cujo papel é selar as embalagens plásticas, encaixotá-las e levá-las caixas para a área da expedição.
- Depósito de matéria-prima: sala fechada onde ficam todas as matérias-primas usadas na fábrica, com exceção da rapadura e do sal, que ficam na cozinha. Nessa sala, estão tanto os sacos dos ingredientes dos produtos que passam pela área dos fornos, como os produtos que não sofrerão nenhuma transformação.
- Uso comum: área destinada aos funcionários, possui cozinha, banheiro feminino e masculino e armários.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho foi estruturado em seus capítulos:

- O Capítulo 1 traz a introdução do trabalho, contendo a apresentação da empresa na qual o estudo se baseará;

- O Capítulo 2 contém a revisão bibliográfica, que apresenta os conceitos e as ferramentas que darão suporte ao trabalho;
- O capítulo 3 contempla o diagnóstico do problema. Inicia-se com a descrição e estratificação do problema, apresenta o diagnóstico do estado atual, estrutura o Diagrama de Ishikawa com as causas raiz e quantifica o problema por meio de ferramentas *Lean*;
- O capítulo 4 propõe as ações corretivas para atacar as causas do problema;
- O capítulo 5 detalha as iniciativas e quantifica o impacto obtido por sua implementação;
- O capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e quais são os próximos passos para a empresa caminhar rumo a uma maior excelência operacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estrutura da revisão bibliográfica

Para desenvolver esse trabalho, certos conceitos e teorias serviram como base para o diagnóstico e a resolução do problema estabelecido na empresa. Como o tema a ser discutido faz parte do macro tema de *Lean Manufacturing*, é de grande importância que alguns conceitos sejam aqui definidos.

No primeiro tópico, será introduzido o conceito de Sistema Toyota de Produção, ou sistema *Lean* de produção, e como ele nasceu. Dentro desse tópico, também serão discutidos alguns conceitos importantes que norteiam esse sistema, como o *just-in-time* e os diferentes tipos de *muda* (desperdício). No segundo tópico, serão introduzidas as ferramentas e os conceitos utilizados no diagnóstico da situação atual da fábrica e na proposta da solução.

2.2 Sistema Toyota de Produção

2.2.1 Origens

A produção *Lean* nasceu na *Toyota Motor Corporation*, uma das empresas mais estudadas nos tempos modernos (DENNIS, 2007). Essa empresa foi fundada pela família Toyoda, cujos membros eram inovadores, buscavam incansavelmente alcançar suas metas, eram idealistas pragmáticos, e atuavam como líderes exemplares para seus funcionários (LIKER, 2004). Hino (2006) conta que em 1920, Kiichiro Toyoda ingressou na empresa de seu pai, a *Toyoda Spinning and Weaving*, destinado a criar uma divisão automotiva dentro da empresa, pois havia percebido que a era do automóvel havia chegado.

Dennis (2007) lembra que em 1950, Eiji Toyoda, filho de Kiichiro e engenheiro, visitou a fábrica Rouge da Ford em Detroit, que, na época, produzia 7.000 carros por dia (Ibid), um número muito mais elevado do que a capacidade de produção da Toyota. Quando de retorno ao Japão, juntou-se com Taiichi Ohno, que havia se transferido para *Toyota Motor* em 1943 e era responsável pela produção da fábrica, para lhe passar uma tarefa. Toyoda queria que Ohno aperfeiçoasse o sistema de produção da Toyota, para que sua produtividade alcançasse a da Ford, nos Estados Unidos (LIKER, 2004). Segundo o autor, Toyoda explicitava sua preocupação dizendo “alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (OHNO, 1988).

Diferentemente da Ford, o ambiente em que se encontrava a Toyota possuía alguns desafios singulares: o mercado japonês era pequeno e demandava grande variedade de produtos; a economia estava destruída pela guerra e carecia de capital; dezenas de fábricas de automóveis estavam ansiosas para se estabelecer no Japão. Diante dessa situação, Taiichi Ohno concluiu que a produção em massa, sistema adotado pela Ford, era inadequado para o Japão (DENNIS, 2007).

Diante da tarefa que lhe fora incumbida, Taiichi Ohno procurou estudar a concorrência. Visitou as fábricas de automóveis posteriormente em viagens aos Estados Unidos e estudou a fundo o clássico livro de Henry Ford, de 1926, *Today and Tomorrow*. Ohno sabia que precisava dominar o conceito de fluxo contínuo e, naquele ponto, o melhor exemplo de aplicação desse conceito era a linha de montagem da Ford (LIKER, 2004).

Ohno então dedicou-se à fábrica e trabalhou com sua equipe para redesenhar os processos de seu negócio. Aplicando princípios de autonomação e fluxo unitário de peças, propôs o chamado Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2004).

Naquela época, a Toyota enfrentava bancarrota. Kiichiro Toyoda, então presidente, propôs que se demitisse um quarto da mão-de-obra. A empresa logo se viu envolvida em uma grande revolta. Depois de grandes negociações, a família e o sindicato acordaram que os empregados que continuaram na empresa, teriam emprego vitalício assegurado. Dessa forma, eles se tornaram parte da comunidade Toyota (DENNIS, 2007).

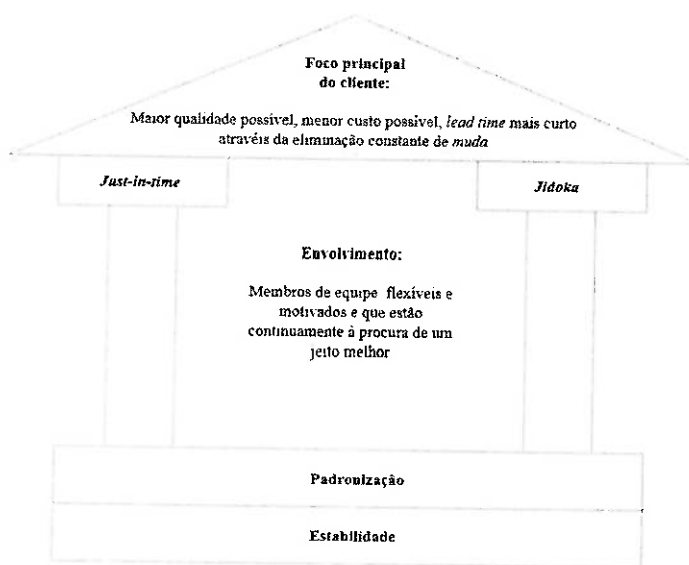
Taiichi Ohno percebeu que o trabalhador com emprego vitalício era seu recurso mais valioso. Nos anos seguintes, ele e sua equipe desenvolveram atividades para envolver os operadores em melhorias, o que era uma ideia totalmente inovadora em um mercado marcado pela produção em massa (DENNIS, 2007).

Nos anos 60, década conhecida como a Era da Motorização e que marcou a rápida expansão da Toyota (HINO, 2006), o STP tornou-se uma poderosa ferramenta que pouco a pouco foi se difundindo para outras empresas. Em um primeiro momento, a própria Toyota levou seu conceito de produção “enxuta” para seus fornecedores, de forma que toda a cadeia de suprimentos possuísse o mesmo modelo de produção (LIKER, 2004). Depois da crise do petróleo de 1973, em que a indústria japonesa entrou em colapso, o governo japonês percebeu que a Toyota foi uma das primeiras empresas a sair do vermelho. Diante disso, tomou a iniciativa de promover seminários para difundir o STP (LIKER, 2004).

2.2.2 Características do Sistema *Lean* de Produção

Durante muito tempo, a Toyota aplicou bem seu sistema de produção sem documentar sua teoria. Tratando-se de uma empresa pequena, a comunicação interna era forte. Porém, a medida que a metodologia e os conceitos amadureciam, ficou claro que a tarefa de ensinar o STP não era simples. Assim, Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, desenvolveu uma forma simples de representar seus conceitos, que está ilustrada na Figura 5: uma casa (LIKER, 2004).

Figura 5 - Imagem básica do STP



Fonte: (DENNIS, 2007) – adaptado pela autora

Uma casa é um sistema estruturado, que só é forte se o telhado, as colunas e a base são fortes (LIKER, 2004). A base de seu sistema é a estabilidade e a padronização. “As paredes são a entrega de peças e produtos e as colunas *just-in-time* e *jidoka*, a automação com uma mente humana” (DENNIS, 2007). O telhado representa a meta, que é o foco no cliente: entregar o produto de maior qualidade, no menor tempo possível e no menor custo possível (DENNIS, 2007). O STP é mais do que um *kit* de ferramentas. Trata-se de um sistema completo e sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo (LIKER, 2004).

2.2.3 O conceito de *just-in-time*

O *just-in-time* (JIT) é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção. Uma produção *just-in-time* significa produzir o item necessário, na hora necessária, na quantidade necessária. Qualquer outra coisa acarreta *muda* (desperdício) (DENNIS, 2007).

Em 1935, a produtividade nos Estados Unidos era nove vezes maior que no Japão (HINO, 2006). Para Kiichiro Toyoda, competir com os países ocidentais significava criar métodos inovadores para aumentar a produtividade e diminuir os custos. Um dos elementos da sua abordagem é o método *just-in-time*.

Esse sistema se opõe ao sistema de produção em massa convencional, em que o produto é “empurrado” independente da demanda real (um pedido do cliente na mão). Nesse sistema, é difícil manter os níveis de estoque controlados, que acabam se acumulando em prateleiras, levando à necessidade de instalações maiores e mais equipamentos de transporte. Tudo isso acarreta mais custos. A produção *just-in-time* segue algumas regras simples (DENNIS, 2007):

- Não produza um item sem que o cliente tenha feito um pedido;
- Nivele a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranquila em toda a fábrica;
- Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples (chamadas *kanban*);
- Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas.

2.2.4 *Muda* e os oito tipos de desperdício

O sistema Toyota ataca a *muda* (desperdício) de forma implacável, por meio do envolvimento de membros de equipe em atividades de melhoria padronizada e compartilhada (DENNIS, 2007).

Ao trabalhar na eliminação total do desperdício, deve-se ter em mente dois pontos. O primeiro é que aumentar a eficiência só faz sentido se relacionada à diminuição de custos. É preciso dimensionar o mínimo de mão-de-obra para produzir aquilo que é necessário. O segundo ponto é que a eficiência é algo que deve ser melhorado em diversos estágios e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo (OHNO, 1988).

Ohno (1988) diz que “se considerarmos apenas o trabalho que é necessário como trabalho real e definirmos o resto como desperdício, a equação a seguir será verdadeira”:

$$(\text{Capacidade atual}) = \text{trabalho} + \text{desperdício}$$

Segundo Ohno (1988), o estágio de verdadeira melhoria da fábrica surge quando o desperdício é completamente eliminado e a porcentagem de trabalho iguala-se a 100%. O primeiro passo para aplicar o Sistema Toyota de Produção é identificar esses desperdícios. Liker (2004), introduz sete tipos de desperdícios:

- Superprodução: produção de itens para os quais não há demanda, gerando um excesso de mão-de-obra para produzi-los, alto nível de estoque e custos elevados de transporte e armazenagem.
- Espera (tempo sem trabalho): tempo desperdiçado em que o funcionário está vigiando uma máquina automática, está aguardando pelo próximo passo no processamento ou ainda quando está sem trabalho para fazer devido à falta de estoque, gargalos de capacidade etc.
- Transporte: movimentação de material, peças ou produtos acabados por longas distâncias - entre processos e para dentro e fora do estoque.
- Superprocessamento: perda devido ao oferecimento de produtos com qualidade superior à necessária.
- Estoque: excesso de estoque durante o processo: matéria prima, estoque em processo, produtos acabados - causando um aumento do *lead time*.
- Movimento: qualquer movimento desnecessário feito por um funcionário durante o trabalho, como por exemplo procurar, pegar, empilhar, caminhar.
- Defeito: perdas devido à produção de peças defeituosas, ao conserto, retrabalho e à inspeção.

Segundo Liker (2004), há um oitavo tipo de desperdício, a criatividade dos funcionários. Esse desperdício ocorre quando os funcionários não são envolvidos ou ouvidos, e consequentemente há perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades.

2.3 Conceitos e ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* não pode ser reduzida a um conjunto de ferramentas a serem implementadas em um processo produtivo. O conceito mais importante para se obter resultados adequados é a implantação e manutenção da “cultura *Lean*” que requer o envolvimento de todos

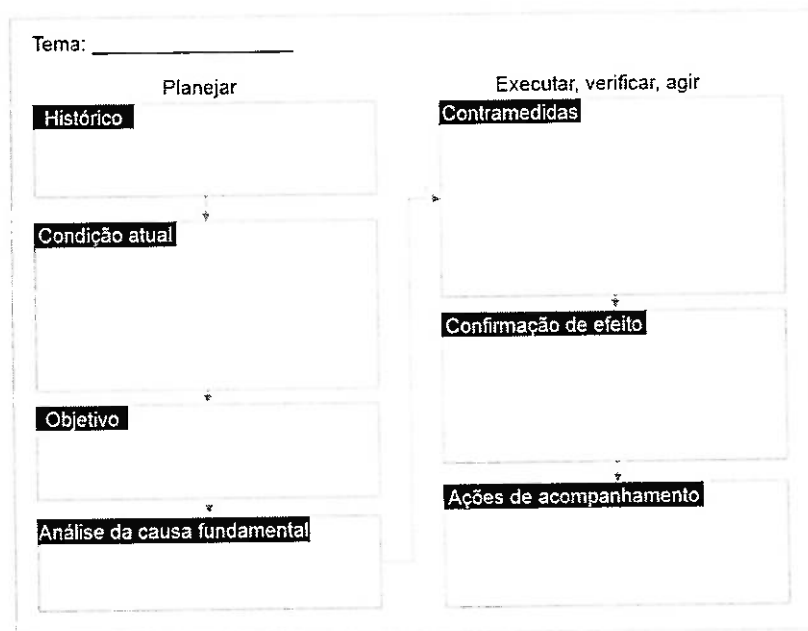
os funcionários para a implementação das melhorias. No entanto, esse conjunto de ferramentas é importante para o diagnóstico e a quantificação dos desperdícios da fábrica, além do acompanhamento dos indicadores para mesurar o impacto da solução proposta.

2.3.1 Relatório A3 para resolução de problemas

O relatório A3 é uma ferramenta poderosa para ajudar os autores a ter uma compreensão mais profunda de um problema a ser resolvido. A Toyota utiliza um documento de uma página A3 como sua principal ferramenta para implementar a gestão PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) em todas as áreas da organização (SOBEK, 2008).

O relatório A3 tem esse nome porque é produzido em uma folha de tamanho equivalente a 42 cm x 29,7 cm. O fluxo do relatório é de cima para baixo, da esquerda para direita. Esse fluxo representa, em geral, o ciclo PDCA de gestão. A parte à esquerda da folha é usada geralmente para a fase de Planejar e a parte à direita, para as fases do Fazer, Verificar e Agir (SOBEK, 2008).

Figura 6 - Fluxo A3



Fonte: (SOBEK, 2008) – adaptado pela autora

Sobek (2008) descreve as oito partes dessa ferramenta:

- **Tema:** título temático que apresenta o conteúdo do relatório ao público. Obrigatoriamente contém o problema a ser discutido, além da temática envolvida. Por exemplo: “Redução do tempo de ciclo da usinagem”.

- **Histórico:** aqui é documentada toda a informação histórica que seja pertinente para a compreensão da importância do problema. Nesse sentido, o autor precisa estar bastante consciente de seu público e de qual conhecimento ele possui, para que haja certeza que ele entenderá o que o relatório está informando. Outro ponto crítico é a relação entre o problema e as metas da empresa, de modo a garantir a relevância da questão para o sucesso da organização.
- **Condição atual:** provavelmente a seção mais importante do relatório. O objetivo é enquadrar a condição atual de uma maneira simples para a compreensão do leitor (SOBEK, 2008). Para tanto, podem ser utilizados gráficos, imagens, tabelas ou outras formas de representar de forma clara a situação atual, sem que sejam necessários resumos ou listas explicativas.
- **Objetivo:** esta seção, em um relatório de resolução de problemas, deve lidar com duas questões fundamentais: como saber que o projeto teve sucesso ao final da implementação e que padrão ou base será utilizado. Para casos mais complexos, podem haver diversos indicadores.
- **Análise da causa fundamental:** o autor do relatório deve seguir investigando a condição atual até descobrir a causa fundamental do problema identificado. O problema precisa ser tratado na raiz, caso contrário, corre o risco de ficar resolvido apenas parcialmente. Uma técnica comum de fazer essa análise é o método dos Cinco Porquês. Usando a pergunta “por que?” cerca de cinco vezes, a causa do problema fica cada vez mais clara, à medida que se aprofunda em suas raízes. Outra forma de encontrar as causas é o Diagrama de Ishikawa, conhecido como espinha de peixe. Independentemente do método utilizado, o princípio dessa seção é determinar a causa fundamental e estabelecer uma relação entre causa e efeito.
- **Contramedidas:** neste momento a pessoa encarregada de resolver o problema está pronta para propor como o sistema pode ser melhorado. A contramedida aborda a causa fundamental, em conformidade com os princípios da produção enxuta. Esta seção assemelha-se a uma lista de ações contra o problema, descritas de forma abrangente, contemplando o “o que” (causa), o “como” (como foi investigado ou implementado), o “quem”

(pessoa responsável pela contramedida), o “quando” (data de implementação da contramedida) e o “onde” (local de implementação).

- Confirmação do efeito: esta seção deve estabelecer uma relação causal entre os itens de ação e o efeito observado, para deixar claro porque o problema desapareceu. Além disso, é importante que o autor use a base de comparação estabelecida na seção “objetivo”.
- Ações de acompanhamento: esta seção representa a etapa “Agir” do ciclo PDCA e tem a intenção de acompanhar o resultado para garantir que os ganhos se mantenham. Além disso, é um espaço para que novas ações de melhoria sejam sugeridas.

Outro passo importante é sempre revisar o documento A3, incluindo *feedbacks* recebidos durante a análise do problema. A colaboração é importante, pois permite que outras visões sobre o mesmo problema sejam incorporadas em sua solução (SOBEK, 2008).

2.3.2 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

A essência do OEE é estabelecer a eficiência do sistema. Isso significa que uma máquina individualmente deve estar operando como foi desenhada para tal. Se ocorrer um desperdício de tempo em que ela não está operando, ele deve ser mínimo (STAMATIS, 1947).

O OEE torna-se, portanto, uma importante ferramenta para evidenciar os desperdícios de um sistema, pois expõe a defasagem existente entre a capacidade planejada para a máquina e a capacidade efetiva (BORNIA, 2009).

Segundo Stamatis (1947), o OEE pode ser dividido em três componentes: disponibilidade, performance e qualidade. Ele pode ser calculado como a multiplicação de três indicadores relacionados a eles: $OEE = ITO \times IPO \times IPA$, em que ITO é o Índice de Tempo Operacional, IPO é o Índice de Performance Operacional e IPA é o Índice de Produtos Aprovados. Nakajima apud Veit (2011) descrevem os componentes da seguinte forma:

- ITO: representação da fração do tempo total em que máquina ficou disponível;
- IPO: proporção do tempo em que a máquina operou em velocidade ótima;
- IPA: índice relacionado à produção de itens sem defeitos.

É quase impossível que um OEE atinja o nível de 100%. Metas intermediárias de ITO, IPO e IPA definem o *benchmark* como sendo 85% (STAMATIS, 1947).

2.3.3 Gerenciamento visual - 5S

O sistema 5S foi projetado para criar um local de trabalho visual – ou seja, um local de trabalho auto-explicativo, auto-organizativo e auto-melhorável (GALSWORTH, 1997). Dennis (2007) descreve cada uma das cinco etapas desse sistema:

- S1 - Separar (*Seiri*): a primeira etapa do 5S é separar tudo o que não é necessário para o trabalho. Muitas coisas podem estar em excesso (peças, produtos, sucata, caixas, arquivos etc) e boa parte delas normalmente não é importante para o objetivo do trabalho. A regra básica dessa etapa é “Se estiver em dúvida, jogue fora”. A ferramenta mais importante é a etiqueta vermelha, que deve ser colocada em todos os objetos considerados desnecessários
- S2 - Organizar (*Seiton*): a proposta dessa etapa é organizar todos os objetos que sobraram da fase anterior. Equipamentos e máquinas devem ter a posição delimitada por meio de fita adesiva. Para ferramentas e gabaritos, a sugestão é criar um quadro. Um padrão de cores ajuda a tornar a organização mais visual. O lugar de tudo deve estar tão claro que qualquer pessoa pode encontrar qualquer coisa a qualquer momento e situações fora do padrão ficam evidentes para todos (DENNIS, 2007).
- S3 - Limpar – e inspecionar (*Seiso*): depois do S1 e do S2 terem liberado o espaço para se trabalhar, é necessário que esse espaço esteja limpo. A limpeza deve incluir áreas de armazenamento, equipamento e áreas de circulação. Uma sugestão é criar listas de verificação com um esquema do que deve ser limpo. Materiais apropriados devem ser fornecidos e as responsabilidades e os horários de limpeza devem ser fixados de forma visível. O S3 também significa inspecionar: os operadores da produção devem garantir que seus equipamentos estejam em situação regular.
- S4 - Padronizar (*Seiketsu*): nesse momento da implementação do 5S, o ambiente está limpo e organizado, apenas com aquilo que é necessário

para o trabalho. Porém, a tendência é que isso com o tempo se perca. Por isso, é necessário aplicar padrões para do S1 ao S3. Idealmente, os padrões devem ser claros, simples e visuais. Um exemplo é um quadro para ferramentas, em que a posição de cada ferramenta é indicada. Ele deve mostrar claramente: quais ferramentas devem estar lá, quais ferramentas estão lá agora, quem levou uma ferramenta e quando será devolvida. Também, deve-se assegurar que o 5S faça parte do trabalho padronizado: por exemplo, pode-se adotar um 5S de cinco minutos no final do expediente, fazendo com que os funcionários deixem sua área de trabalho em condições ideais para o dia seguinte.

- S5 - Manter (*Shitsuke*): o objetivo dessa etapa é garantir que o 5S crie raízes na empresa e se torne a forma usual dos funcionários trabalharem. Para isso, é necessário promovê-lo e comunicá-lo (por meio de quadros, concursos etc.) e incorporá-lo em treinamentos.

O conceito de 5S foi uma importante ferramenta no presente estudo, para diminuir os desperdícios diagnosticados durante a observação dos funcionários, na primeira etapa do trabalho.

2.3.4 Trabalho padrão

O trabalho padronizado proposto pela metodologia da Toyota é muito mais amplo do que uma simples lista de tarefas a serem seguidas. O presidente da Toyota, Fujio Cho, descreve-o da seguinte forma (LIKER, 2004):

Nosso trabalho padronizado consiste em três elementos – o takt-time (tempo exigido para completar uma tarefa no ritmo da demanda do cliente), a sequência de realização das coisas ou sequência de processos e quanto inventário ou estoque cada trabalhador precisa ter à mão a fim de realizar aquele trabalho padronizado. Com base nesses três elementos – takt-time, sequência e estoque padronizado disponível, o trabalho padronizado é estabelecido.

O objetivo da Toyota nunca foi usar a ferramenta do trabalho padronizado como algo imposto de forma forçada aos funcionários. Pelo contrário, trata-se da base para empoderamento dos trabalhadores e inovação no ambiente de trabalho (LIKER, 2004).

Ohno (1998) afirma que em cada planta da *Toyota Motor Company*, folhas de trabalho padrão afixadas ficavam em local visível, ao alcance de todos. A folha padrão combina, de forma eficaz, os materiais, máquinas e operários. Ela lista três elementos do trabalho padrão: tempo de ciclo, sequência do trabalho e estoque padrão. As ferramentas do trabalho padronizado ajudam a melhorar a eficiência do processo, na medida em que identificam o valor e o desperdício contido nele (DENNIS, 2007).

2.3.5 Análise de valor agregado

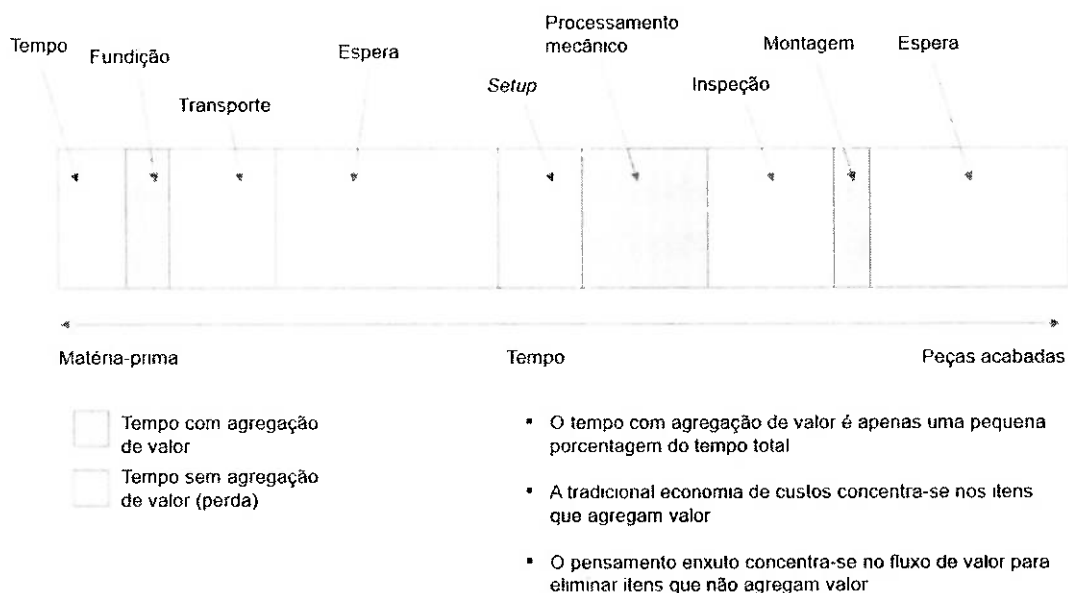
Os resultados de uma análise do valor agregado em um processo pode espantar até mesmo quem trabalhou em uma fábrica durante a maior parte da vida (LIKER, 2004). A maioria das nossas atividades do dia-a-dia é composta de *muda*. Segundo Dennis (2007), a *muda* representa 95% do tempo de trabalho, enquanto a agregação de valor, apenas 5%.

Dennis (2007) divide o movimento humano em três categorias:

- Trabalho de fato (trabalho com agregação de valor): qualquer movimento que acrescente valor ao produto;
- Trabalho auxiliar (incidental): não acrescenta valor diretamente ao produto, mas dá apoio ao trabalho, sendo, portanto, necessário;
- *Muda* (trabalho sem agregação de valor): todo e qualquer movimento que não agregue valor ao produto final, tornando-se, portanto, um desperdício.

A análise do valor agregado consiste em uma simples representação gráfica em que o fluxo de valor é acompanhado ao longo do processo. O resultado é uma linha do tempo em que são descritas as etapas do processo e em qual das três categorias anteriormente citadas elas se encontram (LIKER, 2004).

Figura 7 - Exemplo de análise de valor agregado



Fonte: (LIKER, 2004) - elaborado pela autora

Liker (2004) conta que ficou surpreso durante uma consultoria que aplicou para uma fabricante de porcas de aço. Ao calcular a porcentagem de valor agregado para diferentes linhas de produto, obtiveram números variando de 0,008% a 3%.

2.3.6 Tempo de Ciclo (TC)

Segundo Antunes et al. (2008) ciclo é o tempo percorrido entre a repetição de um mesmo evento, caracterizado por início e fim. Sobre o tempo de ciclo em um processo, Rother & Shook (1999) o definem como “o tempo que o operador leva para percorrer todos os seus elementos de trabalho antes de repeti-los”.

2.3.7 Takt Time

Takt Time é o máximo tempo permitido para produzir um produto, de forma a atender a demanda. É derivado da palavra germânica *taktzeit* que significa passo, ritmo. Logo, a lógica é que o fluxo de produção seja ritmado no *takt time* (STAMATIS, 1947). Ele é calculado como:

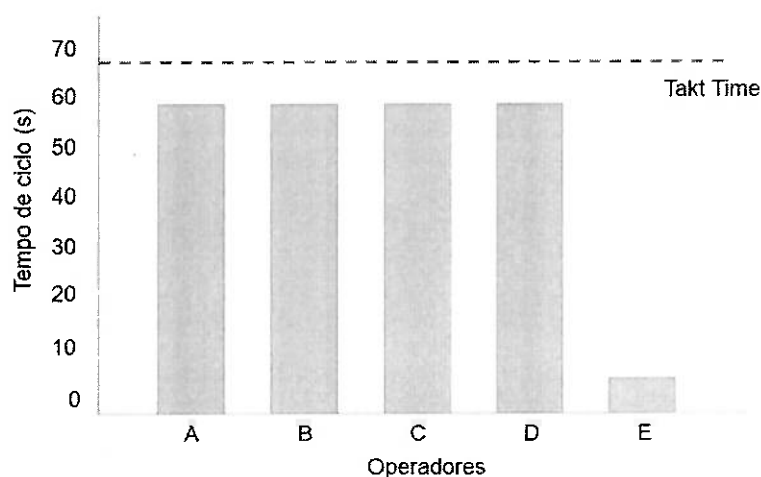
$$(Takt\ time) = \frac{Tempo\ disponível}{Demanda}$$

Neste tempo, estão excluídas as perdas por desperdícios, paradas, retrabalhos etc (GOMES, 2008).

2.3.8 *Yamazumi*

O quadro *Yamazumi* é uma ferramenta que foi desenvolvida pela Toyota para determinar quais atividades devem ser feitas por cada operador. Trata-se de um gráfico de barras, que mostra em um eixo o tempo de ciclo e no outro, o número de operadores ou postos de trabalho. A linha do *takt time* é colocada como referência (GOMES, 2008).

Figura 8 - Exemplo de quadro Yamazumi



Fonte: (GOMES, 2008) – adaptado pela autora

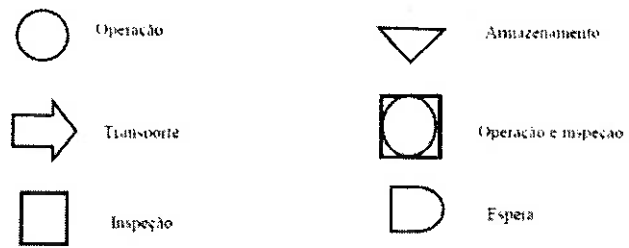
O *Yamazumi* é uma ferramenta que auxilia o balanceamento de linha, processo que consiste em distribuir as atividades entre os operadores em seus postos de trabalho, de forma que o tempo total das operações seja nivelado (MARTINS & LAUGENI, 2000).

2.3.9 Fluxograma

O fluxograma de um processo produtivo ilustra o processo de produção por meio de uma sequência de atividades com símbolos padronizados. À informação da sequência de atividades, podem ser adicionados outros dados, como a distância percorrida, o tempo do processo, local de execução, custo da atividade etc (SOUZA, 2010).

Os itens padronizados, utilizados para cada tipo de atividade, podem ser visualizados na Figura 9.

Figura 9 - Símbolos usados no fluxograma de processos



Fonte: (BARNES, 1982) – adaptado pela autora

3 DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

3.1 O problema a ser estudado

A atividade do início do projeto compreende identificar, junto à liderança da empresa, qual é o maior problema que afeta os resultados da organização. Em geral, podemos classificar em três tipos os problemas que podem ser sentidos pelo cliente:

- Prazo: não cumprimento de prazos de entrega ao cliente;
- Preço: aumento do custo por uso excessivo de produtos, o que leva à prática de um preço maior face aos concorrentes, ou o mesmo preço e uma margem reduzida;
- Qualidade: qualidade do produto abaixo da concorrência.

Para definir qual é o maior problema da Vovó Nize, a autora propôs uma discussão informal com os proprietários da empresa sobre esse aspecto. O resultado desta discussão é relatado a seguir enfocando cada um dos temas que afetam o cliente.

Sobre o aspecto de cumprimento de prazo, o gestor afirmou que já tiveram problemas no passado, mas hoje ocorrem com baixa frequência. O processo de produção de alimentos naturais é bastante flexível e o tempo de *setup* entre diferentes produtos é baixo. Dessa forma, quando surge algum imprevisto ou um pedido grande de última hora, os funcionários costumam parar o pedido que estão fazendo e trabalhar no que é mais urgente. Além disso, fazem hora extra ou trabalham no turno da noite e folgam no dia seguinte para terminar o pedido a tempo. Apesar de os proprietários reconhecerem que prática inadequadas, o resultado final é que os produtos são, em sua maioria, entregues dentro do prazo.

Quando questionados sobre qualidade, disseram que os problemas ocorrem, mas de forma esparsa e que são resolvidos pontualmente. Um exemplo foi de uma reclamação que receberam de um cliente de que a granola estava com conglomerados de aveia, o que, além de prejudicar o aspecto visual na prateleira, também era inadequado para o cliente final. Diante dessa situação, os proprietários perceberam que o excesso de melaço de cana na receita da granola funcionava como uma “cola”, provocando a formação dos conglomerados de aveia. A empresa recolheu o lote com problemas de qualidade e passou a retirar manualmente os conglomerados. Dessa forma, não houveram mais reclamações nesse sentido.

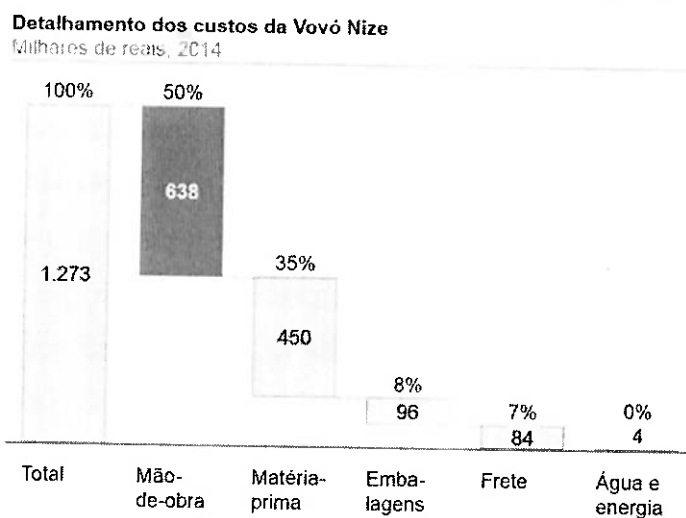
O grande problema da Vovó Nize, segundo seus proprietários, é a questão do custo de produção. Eles desconhecem a margem praticada pela concorrência, mas são prejudicados frente a eles por produzirem em menor escala e, por consequência, terem menor poder de barganha junto aos fornecedores. Além disso, seu processo é muito manual em comparação com os competidores, o que eleva os custos de mão-de-obra. Diante dessa queixa, o foco do projeto passou a ser a redução de custos.

3.2 Estratificação do problema

A redução de custos é um problema complexo, que passa por todas as áreas da empresa e por todos os produtos. Para melhor análise, o problema será estratificado e priorizado para torná-lo factível ao escopo do projeto de melhoria.

Analisando os dados de custo da Vovó Nize, a parcela mais representativa é a de custos de mão-de-obra. Como pode ser visto na Figura 10, os custos de mão-de-obra representam 50% dos custos totais anuais da fábrica.

Figura 10 - Detalhamento dos custos totais



Fonte: elaborado pela autora

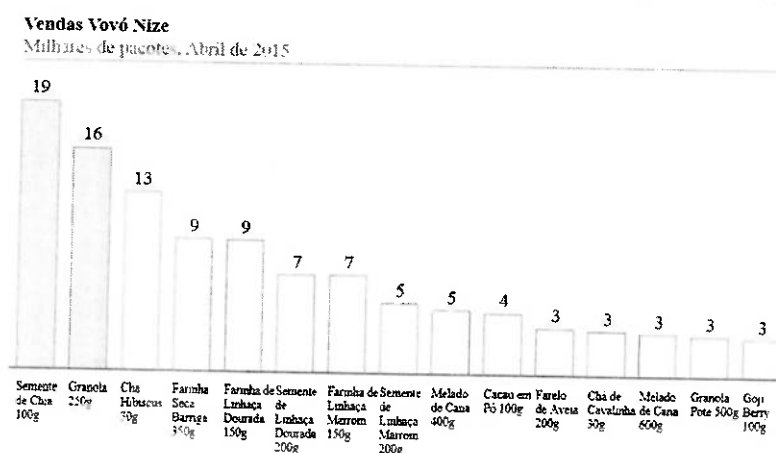
Dessa forma, foi acordado durante o projeto de consultoria, que dentre todos os custos, o foco seria na redução do custo de mão-de-obra. Do total desse custo, a maior parte está alocada na área da produção. Assim, o projeto se concentrará nessa área, e deixará de propor a redução de custos na área administrativa ou de vendas.

Dentro da área de produção da Vovó Nize, diversos produtos são fabricados e, dependendo do produto, são usadas uma ou mais áreas da fábrica. Assim, viu-se necessário

determinar um foco em qual SKU o projeto proporia a redução de custos, para, então, determinar quais áreas da fábrica deveriam ser estudadas.

Analisando a Figura 11, que ilustra o volume de vendas da empresa do mês de abril de 2015, conclui-se que os produtos com maior volume são: Semente de Chia 100g e Granola 250g. O projeto proporá, portanto, a redução de custos de mão-de-obra na produção desses dois produtos especificamente.

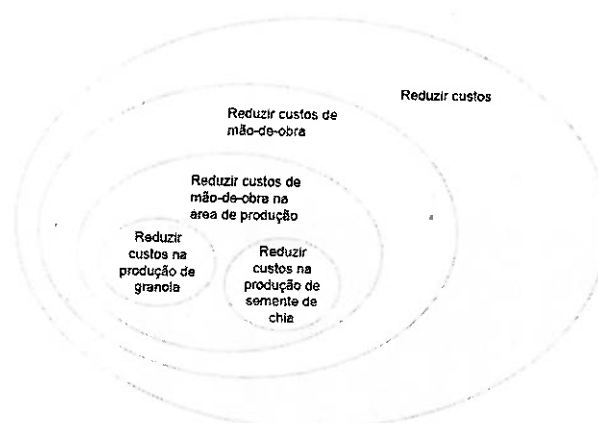
Figura 11 - Volume de vendas “Vovó Nize”, abril de 2015



Fonte: elaborado pela autora

Com os dados e informações coletados nas entrevistas e levantamentos feitos pela autora, pode-se resumir a estratificação e focalização do problema no diagrama apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Estratificação do problema



Fonte: elaborado pela autora

3.3 Quantificação do problema

3.3.1 Como o problema será medido

Para quantificar o problema e o impacto que terá a solução proposta, a questão do alto custo de mão-de-obra na produção de granola e chia será medido pela produtividade de cada setor.

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção granola}} \right) = \frac{\text{kgs de granola}}{\text{horas homem disponíveis}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção chia}} \right) = \frac{\text{pacotes de chia}}{\text{horas homem disponíveis}}$$

3.3.2 Situação atual do problema

Para poder acompanhar o problema, os dois indicadores foram medidos antes de implementar as propostas de solução. Foi tomada a produção de um dia e dividida pelo número de funcionários da área multiplicado por nove horas, que são as horas diárias disponíveis para produção (dez horas do turno, menos uma hora de almoço). Para o caso da chia, foi feita uma estimativa, já que os funcionários da área das embalagens também produzem outros tipos de alimentos. Obteve-se os seguintes resultados:

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção granola}} \right) = \frac{264 \text{ kgs}}{2 \times 9 \text{ horas homem}} = 14,7 \frac{\text{kgs}}{\text{horas homem}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção chia}} \right) = \frac{2160 \text{ pacotes}}{4 \times 9 \text{ horas homem}} = 60 \frac{\text{pacotes}}{\text{horas homem}}$$

3.3.3 Meta

A meta para ambas as áreas, depois de implementadas todas as iniciativas de solução, será dobrar a produtividade. Dessa forma, os indicadores deverão chegar aos seguintes valores:

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção granola}} \right) = 29,4 \frac{\text{kgs}}{\text{horas homem}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção chia}} \right) = 120 \frac{\text{pacotes}}{\text{horas homem}}$$

3.4 Coleta de dados

O processo de coleta de dados foi feito nas primeiras semanas do projeto e foram obtidos de duas fontes principais:

- Coleta no chão de fábrica: dados coletados pela observação direta do processo no chão de fábrica. Estão entre eles: tempos de ciclo nas áreas do forno e embalagem, deslocamentos dos operadores, tempo de máquina etc.
- Dados fornecidos pela empresa: para os dados em que não foi possível a observação direta, solicitou-se seu envio pelo dono da empresa. Os dados foram extraídos do sistema de gestão implementado, o *Genius*. É importante ressaltar que a empresa não faz boa gestão de seus dados. Foi um desafio conseguir os dados de controle financeiro. Nesse caso, podemos citar os dados relativos a custos, prazos e qualidade.

3.5 Diagnóstico qualitativo da situação atual

O diagnóstico da situação atual do problema de baixa produtividade de mão-de-obra pode ser dividido em dois:

- Análise qualitativa das possíveis causas-raiz: a partir da observação *Gemba* dos funcionários da fábrica e entrevistas com os mesmos, resumido em um Diagrama de Ishikawa;
- Análise quantitativa dos desperdícios: uso ferramentas *Lean*, como Análise de Valor Agregado, OEE, GFP (Gráfico do Fluxo de Processos), diagramas “espaguete” e *Yamazumi*.

3.5.1 Diagnóstico qualitativo da situação atual na área dos fornos

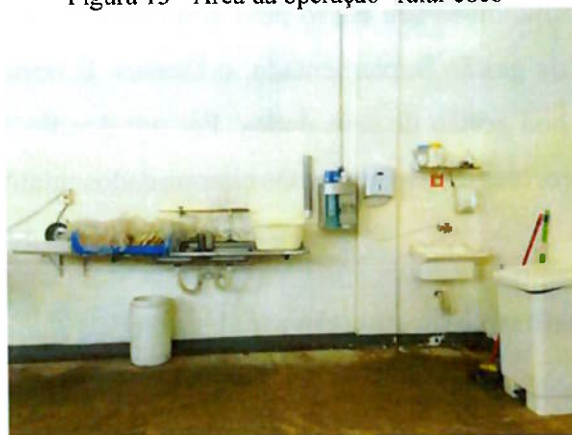
Rotina de produção da granola

O primeiro diagnóstico foi feito na área dos fornos, na qual os dois funcionários responsáveis pela preparação da granola foram observados durante um dia de trabalho. A observação começou às 7 horas da manhã, horário de início do turno e foi até o final do turno às 17h. Para facilitar a identificação dos funcionários, eles serão designados como OP1 e OP2.

A primeira atividade do funcionário OP1 foi a operação “ralar coco”, utilizado como um dos ingredientes da granola, com o tempo total de, aproximadamente, 1,5 horas. Em paralelo, OP2 começou a operação “preparar o melaço de cana”, outro ingrediente da receita de

granola, cujo tempo de preparação foi cerca de 30 minutos. Observou-se que o funcionário OP2 foi à cozinha diversas vezes buscar os ingredientes necessários. Segundo o gestor, apenas esses dois ingredientes precisam de uma preparação prévia. Os outros componentes da receita (aveia, linhaça, tapioca, castanha, etc.) são comprados prontos de fornecedores. Depois do tempo de preparo, o melaço ficou no forno por mais uma hora. Durante esse tempo, OP2 fez outras atividades não ligadas à produção, como varrer a fábrica, lavar bacias e potes e organizar a cozinha.

Figura 13 - Área da operação "ralar coco"



Fonte: elaborado pela autora

Quando ambos os ingredientes ficaram prontos, OP1 e OP2 começaram a preparar a mistura da receita. A fábrica possui uma máquina misturadora, em que todos os ingredientes são adicionados para depois serem misturados. Segundo o gestor, por um problema de funcionamento dessa máquina, ela não é capaz de suportar o peso da quantidade de matéria-prima necessária para completar um forno, sendo necessárias duas receitas para preenchê-lo. Como são dois fornos, são necessárias quatro passagens pela misturadora para abastecê-los. A receita da granola encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Ingredientes da receita de granola

Receita de granola	
Ingrediente	Quantidade (kg)
Aveia	9,140
Melaço	7,950
Tapioca	4,570
Castanha	4,100
Coco ralado	3,660
Flocos de arroz	0,910
Flocos de trigo	0,730
Gergelim	0,730
Linhaça marrom	0,730
Flocos de centeio	0,460
Total	32,980

Fonte: elaborado pela autora

Para preparar a mistura, OP1 e OP2 se revezam para buscar os ingredientes no depósito de matéria-prima, ao fundo da fábrica. Não há nenhum carrinho de transporte que os ajude nessa etapa. Os sacos com os ingredientes são colocados em cima e ao redor de uma mesa, na qual há uma balança digital. Um a um os ingredientes são despejados em uma bacia e pesados, seguindo a receita da Tabela 2, que está escrita à mão em um papel, na frente da balança. Algumas vezes, o funcionário despeja na bacia mais do que o indicado na receita, então ele retorna aos poucos para o saco do ingrediente, até o peso atingir o valor correto. Outro problema percebido no processo é que, apesar de os dois fornos terem tamanhos diferentes, a receita é a mesma, calculada para o forno maior. Dessa forma, há desperdício de produto acabado quando a mesma receita é feita para o forno menor.

Figura 14 - Depósito de matéria-prima



Fonte: elaborado pela autora

Quando todos os ingredientes foram colocados na misturadora, ela é acionada, durante aproximadamente dois minutos. O conteúdo da misturadora é dividido nas bandejas que irão ao forno. Como já mencionado, para completar os dois fornos, são necessárias quatro receitas. Logo, todo o procedimento de pesagem e mistura dos ingredientes é repetido mais três vezes, até que todas as bandejas estejam preenchidas.

Figura 15 - Mesa com balança, na qual os ingredientes são pesados



Fonte: elaborado pela autora

As bandejas ficam dispostas nos chamados “armários”. Depois de pronta a mistura, os fornos são ligados para o pré-aquecimento, por cerca de 20 minutos. Quando a temperatura alcança a ideal, os funcionários abastecem os fornos com as bandejas da granola. No primeiro forno cabem 10 bandejas e, no segundo, 12. As bandejas ficaram ali por quatro fornadas de 20 minutos. O gestor afirma que esse número é impreciso e como o forno está desregulado, grande parte das bandejas precisam permanecer por uma quinta fornada.

A cada 20 minutos de aquecimento, toca um sinal sonoro e os fornos são abertos para que as bandejas sejam misturadas. Para a realização dessa operação, um dos funcionários abre a porta do forno, retira as bandejas uma a uma, posiciona-as sobre uma mesa de apoio e realiza a mistura com um equipamento de metal, que se assemelha a um arado (Figura 15, em frente à bacia branca da direita). A mistura de todas as bandejas de um mesmo forno dura cerca de 12 minutos.

Passadas as quatro fornadas de 20 minutos, as bandejas são retiradas e colocadas de volta nos “armários”. Os “armários” então, são levados à sala de refrigeração por cerca de uma hora, para, em seguida, serem encaminhados à área de empacotamento, junto com os outros produtos. Na Figura 16, pode-se observar a área dos fornos: os armários ao fundo, os dois fornos à direita e a máquina misturadora, entre o forno e a mesa de apoio.

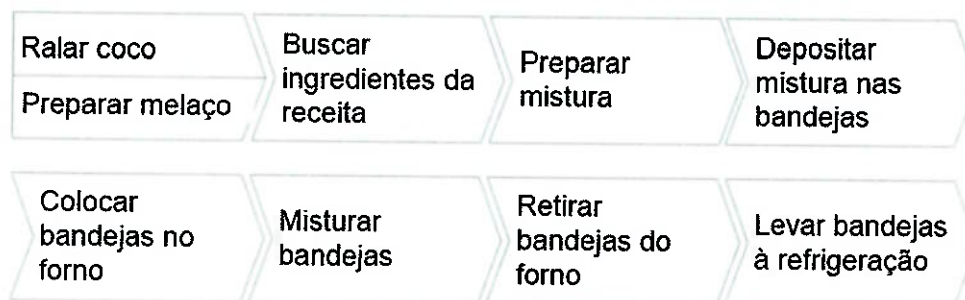
Figura 16 - Visão geral da área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

O processo descrito acima pode ser resumido com o auxílio do fluxograma da Figura 17.

Figura 17 - Fluxograma da área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

Entrevistas com funcionário da área dos fornos

As entrevistas com os funcionários têm por objetivo complementar o diagnóstico feito durante o *Gemba* e captar os desperdícios existentes no processo que deixaram de ser observados. Utilizou-se um questionário elaborado pela autora, com perguntas que ajudam a compreender a função do funcionário na fábrica, quais os maiores problemas enfrentados por ele no dia a dia e questões específicas, como segurança e desperdício de material.

P1: Qual é sua função na fábrica?

Trabalho na área dos fornos, na produção de granola. Ajudo o [nome do outro funcionário] a ralar o coco e a ferver o melaço. A gente faz a mistura, coloca nos armários e

nos fornos. Também ajudo a limpar a fábrica quando sobra tempo. Se não tem pedido de granola, a gente ajuda o pessoal das embalagens, com os outros produtos. Aqui sempre tem trabalho pra fazer, a gente tá sempre se ajudando.

P2: Você e o outro funcionário da área têm divisões claras de atividade?

Ah a gente faz um pouco de tudo aqui sabe? Não tem divisão clara não, a gente se ajuda.

P3: Quanto tempo você tem de casa?

Trabalho aqui há dois anos e meio. Vim de outra fábrica aqui da região, de uniformes corporativos.

P4: Quantas horas você trabalha por dia?

Normalmente entro às 7 horas e saio às 17 horas. Mas às vezes tem cliente que faz pedido importante de última hora e aí a gente faz hora-extra. Já aconteceu de trabalhar durante a noite e folgar no outro dia pra compensar.

P5: O que você gosta no seu trabalho?

Gosto que o pessoal se ajuda bastante aqui, não tem isso de que cada um faz um trabalho diferente e ninguém se ajuda. O seu [proprietário] também está sempre por aqui vendo se está tudo certo, o que ajuda bastante. Também é bom ter uma hora de almoço, tenho uns amigos que trabalham pela região e só tem meia hora. Aí dá para ir para casa, porque eu moro perto e almoçar com meus filhos.

P6: O que você não gosta no seu trabalho?

É muito quente aqui sabe? Não tem ventilação e ainda quando os fornos estão ligados fica mais quente ainda. Quando eu preciso tirar as bandejas do forno pra misturar, o bafo do forno fica na minha cara. Isso atrapalha bastante o trabalho.

Também atrapalha a desorganização da fábrica, é difícil achar as coisas por aqui e perdemos bastante tempo com isso.

P7: Quais são as maiores dificuldades que você enfrenta no dia a dia?

Isso do calor é difícil mesmo. Além disso, a gente carrega muito peso. Quando busco os ingredientes da granola, carrego todos os sacos na mão. Despejar a panela de melaço nos potes menores também é complicado, aí peço ajuda para o [funcionário da área da granola].

P8: Você considera o seu trabalho seguro?

Ah é seguro sim. Tirando os desconfortos do calor do forno, não tive problema. Mas a [funcionária da área da embalagem] já ficou de licença porque tava com dor nas costas. Acho que era de carregar peso demais.

P9: Você observa muitos defeitos ou desperdícios na produção de granola?

Ah defeito assim, de preparar a granola e ter que jogar fora é muito raro. O que acontece bastante é formar aquelas bolas que você viu ali, aí tem que jogar fora, porque não tem como colocar isso para vender. Mas eu não chamaria isso de defeito, porque não tem muito o que fazer para evitar.

Agora desperdício sempre tem. Na hora de mexer as bandejas, acaba caindo um pouco no chão. Para tirar da misturadora e colocar nas bandejas também. Mas não é muito não. Também acontece que um dos fornos é menor, aí sobre granola. A gente tenta reaproveitar mas nem sempre dá.

Com base nas respostas obtidas por essa entrevista, foi possível diagnosticar problemas que haviam ficado pouco claros durante o *Gemba*. Entre eles:

- O calor, que afeta a produtividade dos funcionários;
- A segurança, afetada pelo peso carregado pelos funcionários;
- O desconforto causado pelo calor do forno, no rosto do funcionário.

Além disso, alguns problemas que já haviam sido diagnosticados foram confirmados, como a falta de papéis claros e da divisão de tarefas, os desperdícios de material

durante a preparação da granola e o carregamento de peso, pela falta de um carrinho de transporte de auxílio.

Desperdícios diagnosticados

O contato direto *in loco* com o processo produtivo, ou *Gemba*, permitiu à autora obter dados adequados das atividades realizadas pelos funcionários, incluindo as movimentações, transportes, esperas e operações. Durante a observação da área dos fornos, foram diagnosticados quatro desperdícios:

- **Espera:** o funcionário OP2, responsável por preparar o melaço, passou parte do período da manhã sem trabalhar, esperando o primeiro funcionário completar a operação “ralar coco”. Enquanto isso, fez outras atividades operacionais da fábrica, como limpar bacias, varrer o chão e organizar a cozinha. Depois de todos os ingredientes prontos, também houve espera durante as fornadas: cada fornada levava 20 minutos e, nesse meio tempo, ambos os funcionários não tinham atividades claras.
Também foi diagnosticado o desperdício de espera do ponto de vista da máquina (o forno). Apesar de o gestor ter indicado o forno como o gargalo de sua operação, nas duas primeiras horas do dia, ele ficou parado, já que os ingredientes não estavam prontos. Entre uma fornada e outra, o funcionário retirou as bandejas uma a uma para misturar a receita. Esse processo levou em torno de 12 minutos, momento em que o equipamento também ficava parado.
- **Transporte:** durante a preparação do melaço de cana, o funcionário responsável foi três vezes à cozinha e durante a mistura, os operadores foram de uma a duas vezes cada ao depósito de matéria-prima buscar ingredientes. Não havia nenhum tipo de carrinho de transporte para auxiliá-los.
- **Movimento:** o desperdício de movimento foi diagnosticado durante a mistura da receita entre as fornadas. O funcionário abre a porta do forno, retira a primeira bandeja, apoia em uma mesa e mistura a receita. Coloca novamente a bandeja no forno, pega a próxima e repete a operação,

sucessivamente, com as 11 bandejas restantes (nove no caso do forno menor). Todo o processo leva cerca de 12 minutos e se repete a cada fornada.

- Superprocessamento (processamento desnecessário): durante a preparação da mistura da receita, cada ingrediente foi pesado individualmente em uma balança digital. Apesar de ser uma quantidade significativa de ingredientes (o total soma aproximadamente 33 kg), cada ingrediente foi pesado de forma minuciosa, em uma balança com precisão decimal. Apesar de ser necessário fazer a receita com a quantidade correta, a autora entende que o tempo perdido com a precisão no momento de pesagem é uma forma de buscar uma qualidade superior à necessária, configurando um caso de processamento desnecessário.

3.5.2 Diagnóstico qualitativo da situação atual na área de embalagens

Rotina da área de embalagens

A segunda área a ser analisada nesse estudo é a área das embalagens, na qual são fabricados os pacotes de 100g de Sementes de Chia, o produto comercializado de maior volume. Nessa área trabalham quatro funcionários: três são responsáveis por colocar o produto nas embalagens e pesar, para verificar se está com a quantidade correta, enquanto o quarto funcionário é responsável por selar os saquinhos e colocá-los em caixas de papelão.

Durante um dia, um dos funcionários responsáveis por pesar o produto e o funcionário responsável por selar foram acompanhados, para entender melhor o processo de empacotamento. O trabalho também começou às 7 horas da manhã, no início do turno.

O primeiro funcionário chegou, colocou luvas e touca protetora e foi buscar no depósito de matéria-prima, um saco de sementes de chia. O saco foi posicionado em cima de uma lata plástica de lixo, para que ficasse do mesmo nível da mesa de trabalho e um saquinho de embalagem em cima de uma balança, para que fosse colocado o produto. Com a ajuda de uma colher de metal, coletou uma quantidade de sementes e as depositou na embalagem aberta. Segundo ele, o peso ideal para uma embalagem de 100g, é entre 100 e 103g.

Como muitas vezes a quantidade colocada de sementes superava, ou ficava aquém desse intervalo, o funcionário era obrigado a retirar um pouco das sementes e colocar de volta no saco, ou então, acrescentar mais com a colher.

A operação foi repetida diversas vezes. Toda vez que um pacote de sementes de chia ficava pronto, na medida correta, ele era posicionado em uma bandeja plástica, ainda aberto. Depois que a bandeja ficou cheia, com aproximadamente 50 saquinhos, o funcionário responsável pela selagem passou, recolhendo-a. Foi observado um desperdício de produto nesse processo, quando algumas sementes caíram no chão, já que os pacotes permaneceram abertos.

A bandeja plástica foi posicionada em cima de uma mesa de apoio, ao lado da máquina seladora. O funcionário pegou os saquinhos um a um e os posicionou na máquina. Segundo ele, há uma posição correta para que a embalagem não fique aberta, mas ela não está indicada de alguma forma – ele a conhece por possuir experiência nessa operação.

Figura 18 - Máquina seladora



Fonte: elaborado pela autora

Os saquinhos saíam da seladora e caíam em uma outra bandeja plástica, posicionada ao lado da máquina. Depois que uma certa quantidade de saquinhos se acumulou em cima da bandeja, o funcionário parou e posicionou a bandeja em cima de uma outra mesa, logo ao lado, onde diversas caixas de papelão desmontadas estavam amontoadas.

Ficou claro que o processo de selagem era o gargalo dessa área, por três motivos: três funcionários estavam dedicados ao processo de empacotamento, enquanto apenas um estava dedicado à selagem (e não parecia, em um primeiro momento, ser uma operação com tempo de ciclo muito menor que as outras, para justificar esse fato); via-se por toda a fábrica as bandejas plásticas com os pacotes esperando serem selados, o que mostra um alto nível de estoque intermediário antes do processo gargalo; por último, os três funcionários estavam relaxados durante o trabalho, enquanto o selador estava sempre atarefado.

O funcionário montou a caixa de papelão e colocou a quantidade de saquinhos conforme o pedido. Quando terminou, fechou a caixa com uma fita adesiva. Depois de montar algumas caixas, levou-as, com as mãos, para a área de expedição da fábrica.

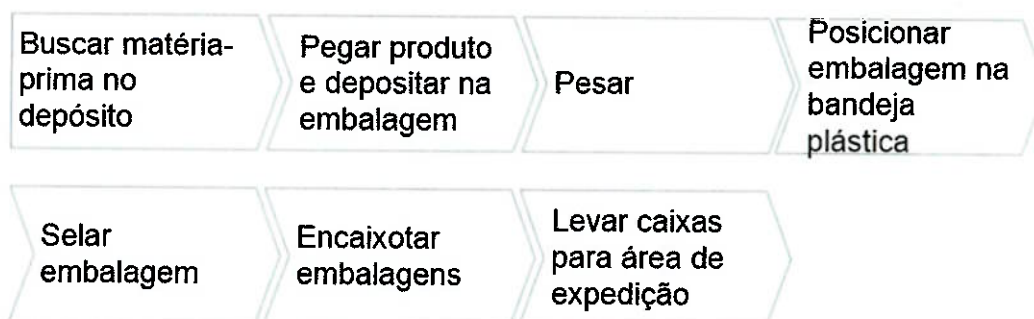
Figura 19 - Visão geral da área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

O processo de empacotamento descrito acima pode ser resumido no fluxograma da Figura 20.

Figura 20 - Fluxograma embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Entrevista com funcionário responsável por colocar o produto nas embalagens

P1: Qual é sua função na fábrica?

Trabalho nas embalagens, empacotando e pesando os produtos.

P2: Você e os outros funcionários da área têm divisões claras de atividade?

Sim, eu e as outras 2 meninas cuidamos da parte de embalar e a [nome do funcionário] fica na seladora e nas caixas. Claro que a gente se ajuda se tem necessidade, mas o trabalho é dividido assim.

P3: Quanto tempo você tem de casa?

Trabalho aqui na Vovó Nize há 7 meses.

P4: Quantas horas você trabalha por dia?

O combinado é chegar às 7. Às vezes chego um pouco antes para ir preparando o trabalho. Costumamos sair às 17 horas. Algumas vezes fazemos hora extra, mas não é frequente.

P5: O que você gosta no seu trabalho?

Gosto de trabalhar na área de alimentos, porque acho interessante depois os ver os produtos que fazemos serem vendidos nos supermercados. Os funcionários são bem unidos também, o trabalho tem um clima leve, conversamos bastante.

P6: O que você não gosta no seu trabalho?

Às vezes acho meu trabalho muito repetitivo, embalamos vários saquinhos por dia, é muita coisa e não muda muito. Quando não temos muitos pedidos, ajudamos a fazer outras atividades, o que quebra a rotina. Mas é bem raro, quase sempre tem produção para embalar.

P7: Quais são as maiores dificuldades que você enfrenta no dia a dia?

Carregar o peso dos ingredientes. Isso é uma dificuldade bem grande que enfrento, porque os sacos com as sementes são muito pesados. Peço ajuda pro [funcionário da área do forno] e ele sempre me ajuda. Isso é legal aqui, o clima é bem cooperativo.

Calor também é um problemão. Hoje o dia está mais fresco porque choveu, mas você precisa ver isso aqui no verão. Acho que fica 40 graus aqui dentro, é complicado. A gente se abana com o que dá.

P8: Você considera o seu trabalho seguro?

Isso de carregar peso, não acho muito seguro não. Fiquei de licença uns meses atrás por causa de problema nas costas, o médico disse que era de carregar peso. A partir desse dia, não pego mais nada, meus colegas que me ajudam. Tirando isso, é um trabalho tranquilo e seguro.

P9: Você observa muitos defeitos durante a produção?

Hm, não tem muito defeito não. Você diz das embalagens? Às vezes as embalagens vêm com problema do fornecedor e aí a gente troca por outra. Uma vez veio um lote inteiro com problema, aí o [proprietário] teve que reclamar com o fornecedor e eles repuseram. Mas aconteceu uma vez só.

P10: E desperdício?

Ah desperdício já tem mais. Quando eu termino de pesar a embalagem e coloco ali naquela bandeja, a embalagem ainda tá aberta né? Aí precisa colocar com jeitinho, porque senão a embalagem cai e escorre semente pra todo lado.

Entrevista com funcionário responsável por selar as embalagens

P1: Qual é sua função na fábrica?

Trabalho nessa área de embalagens. Minhas funções são: selar os pacotes, verificar que nenhum tenha ficado aberto, colocar na caixa de papelão segundo os pedidos, fechar a caixa com fita adesiva e colocar lá na área de expedição, perto da entrada da fábrica.

P2: Você e os outros funcionários da área têm divisões claras de atividade?

Temos sim, eu fico aqui na parte de selar e encaixotar e os outros funcionários aqui da área colocam os produtos nas embalagens. A divisão é clara sim, ninguém costuma se envolver no trabalho do outro, a não ser que precise de ajuda.

P3: Quanto tempo você tem de casa?

Quatro anos.

P4: Quantas horas você trabalha por dia?

Trabalho 10 horas, das 7 às 5 da tarde, de segunda à sexta, com pausa de uma hora pra almoço.

P5: O que você gosta no seu trabalho?

Gosto do pessoal aqui, todo mundo é bem amigo.

P6: O que você não gosta no seu trabalho?

É bem corrido. Chego de manhã e tenho os saquinhos do dia anterior para selar. Aí o pessoal começa a preparar os saquinhos e é muito trabalho, porque tenho que pegar as bandejas de três pessoas. Complica. Estou sozinho aqui, é bem puxado.

P7: Quais são as maiores dificuldades que você enfrenta no dia a dia?

Isso de ter que correr bastante pra não deixar acumular as bandejas. Às vezes a seladora quebra e aí é um problemão, porque só tem uma. Aí acumula mesmo. A fábrica fica com bandeja até o teto rs.

P8: Você considera o seu trabalho seguro?

Sim, considero seguro. Nunca tive problemas de acidente, nada assim. Mesmo trabalhando diretamente com a máquina seladora, nunca aconteceu nada.

P9: Você observa muitos defeitos durante a produção?

Ah aqui na seladora sempre dá defeito. Acontece bastante da embalagem não fechar direito, porque eu posicionei errado ou porque a máquina não está regulada direito. Aí coloco o produto na caixa e começa a sair semente, porque está aberto.

P10: Nesse caso, o que você faz?

Normalmente dá para passar na seladora de novo. Não fica muito bonito, assim, visualmente falando, mas é o que eu faço. Só quando passou muito errado que eu devolvo pro pessoal ali despejar a semente na bacia e pesar de novo. Aí joga fora o saquinho.

As entrevistas com os funcionários da área da embalagem foram importantes pois permitiram identificar problemas não diagnosticados durante o *Gemba*, como por exemplo o calor e o peso de carregar os produtos (ambos também citados pelo funcionário da área dos fornos) e a questão do desconforto em fazer atividades repetitivas. Um ponto positivo foi que as tarefas parecem estar mais bem divididas nesse setor da fábrica, quando comparado à área dos fornos.

Além disso, a entrevista confirmou alguns problemas que já haviam sido diagnosticados, como o desbalanceamento das atividades, o desperdício das sementes e a falta de um carrinho no auxílio do transporte da matéria-prima.

Desperdícios diagnosticados

Durante a observação da área das embalagens, foram diagnosticados cinco desperdícios:

- **Espera:** durante o dia, quando o estoque intermediário entre o processo de empacotamento e o de selagem chegava a um nível alto, foi comum observar que os funcionários do empacotamento ficavam em espera, sem realizar nenhuma atividade.
- **Transporte:** o desperdício de transporte foi diagnosticado principalmente entre as mesas de encher as embalagens e a mesa de selagem, em que as bandejas plásticas foram transportadas manualmente e entre a mesa de encaixotamento e a área de expedição, em que caixa a caixa foi levada para a entrada da fábrica, também sem auxílio de nenhum equipamento de transporte.

- Estoque: há m grande número de bandejas plásticas que se acumularam durante o dia na fábrica, dado que a máquina seladora era o gargalo dessa operação.
- Superprocessamento (processamento desnecessário): observou-se o desperdício de superprocessamento durante a pesagem das embalagens com as sementes, pois diversas vezes o funcionário colocou e retirou sementes com a colher, para que o peso ficasse exatamente no intervalo desejado – semelhante ao diagnosticado na área dos fornos.
- Defeito: o defeito não foi diagnosticado durante o dia de observação, mas foi comentado por um funcionário na entrevista e confirmado pelo gestor da fábrica. Em alguns casos, a selagem da embalagem fica imperfeita, deixando uma pequena abertura, por onde as sementes caem. De acordo com o funcionário, às vezes é um problema da máquina, que está desregulada ou quebrada, às vezes é um erro dele mesmo, que posiciona incorretamente a embalagem.

3.6 Diagrama de Ishikawa

A partir das observações no *Gemba* e das entrevistas com os funcionários, a autora ficou mais familiarizada com as possíveis causas do problema de baixa produtividade da mão-de-obra. Para a elaboração do Diagrama de Ishikawa foram feitas duas reuniões: a primeira, apenas com o gestor e a segunda, envolvendo o gestor e os funcionários.

Na primeira reunião, com o gestor, o conceito de produtividade que está sendo usado para medir a eficiência dos processos na área dos fornos e das embalagens foi explicado.

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção de granola}} \right) = \frac{\text{kilos de granola}}{\text{horas homem disponíveis}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção de chia}} \right) = \frac{\text{pacotes}}{\text{horas homem disponíveis}}$$

Durante a conversa, tentamos entender quais são as causas primárias que afetam a produtividade. Elas foram enquadradas em três grupos principais:

As relacionadas ao tempo de produção dos funcionários: causas que aumentam o tempo gasto pelos funcionários para fazer a operação.

- Horas-homem gastas em transporte: tempo desperdiçado pelos funcionários em deslocamentos;
- Horas-homem gastas em espera ou em atividades não relacionadas à produção (como limpeza da fábrica e de equipamentos);
- Horas-homem gastas em processamentos desnecessários: tempo desperdiçado fazendo operações que não trazem valor percebido pelo cliente.

As relacionadas ao tempo de máquina: causas que aumentam o tempo gasto pela máquina, no caso o forno, para fazer a operação de assar a granola.

- Equipamento com velocidade reduzida: tempo que a máquina opera além do que está instruído na receita, por não trabalhar na velocidade nominal;
- Equipamento parado: tempo desperdiçado em que máquina não está operando.

As relacionadas a desperdícios e defeitos:

- Defeitos na produção: principalmente os defeitos diagnosticados na área das embalagens, com pacotes fora do padrão.
- Desperdícios na produção: desperdício de material no processo, tanto de granola na área dos fornos, como de grãos na área das embalagens.

A segunda reunião, feita com o gestor e os funcionários da fábrica, teve como objetivo entender as causas secundárias das causas primárias diagnosticadas. O envolvimento dos funcionários foi fundamental, pois eles têm o contexto do dia a dia do trabalho e, por isso, conseguem ajudar a chegar na causa-raiz com mais precisão.

O trabalho feito com os funcionários foi apresentar as causas primárias uma a uma e discutir quais seriam as causas secundárias. O gestor apoiou o processo e incentivou a participação de todos. A Figura 21 ilustra essa reunião.

Figura 21 - Reunião para estruturação do Diagrama de Ishikawa



Fonte: elaborado pela autora

Todos os problemas apontados em relação às causas primárias foram anotados em um quadro branco e estão resumidos a seguir:

As relacionadas ao tempo de produção dos funcionários:

Horas-homem gastas em transporte:

- *Layout* inadequado: além da disposição dos equipamentos, que não favorecem os deslocamentos, há a presença de equipamentos obsoletos na fábrica, que dificultam a circulação.
- Falta de equipamento de transporte específico: problema citado tanto pelos funcionários da área dos fornos como da área das embalagens. Como não há nenhum equipamento de transporte que auxilie o deslocamento dos materiais, várias viagens são feitas para buscá-los.
- Falta de procedimentos padrão: problema citado principalmente pelos funcionários da área dos fornos, é referente ao fato de não haver instruções de produção que indiquem quais materiais são necessários para cada processo. Assim, muitas vezes, eles vão buscar os materiais e, ao começarem a trabalhar, percebem que esqueceram de alguma coisa e precisam se locomover novamente para buscar.

Horas-homem gastas em espera ou atividades não relacionadas à produção:

- Falta de procedimento padrão: quando questionados por que muitas vezes os funcionários ficam em “espera”, ou seja, não realizando nenhuma atividade ou então realizando atividades, mas não relacionadas à produção, os funcionários disseram que muitas vezes não sabem o que fazer. Isso foi apontado principalmente pelos funcionários da área dos fornos, que disseram que não está claro o que devem fazer enquanto o forno está ligado. Dessa forma, a autora entendeu que a causa era a falta de instruções de rotina de produção, indicando quais tarefas devem ser realizadas em cada horário.
- Atividades desbalanceadas: os funcionários da área das embalagens, responsáveis pelo empacotamento, citaram a questão de ficar em espera durante o dia porque havia um acúmulo de embalagens para serem seladas na fábrica; assim eles paravam a operação para não sobrecarregar a seladora. Nesse caso, ficou claro que o problema não era a falta de orientação de qual processo deveria ser realizado, mas o desbalanceamento das atividades nesse setor.
- Calor excessivo: um dos pontos citados por todos os funcionários foi o calor da fábrica. Ele atrapalha o trabalho e faz com que eles fiquem em “espera”, ou seja, desperdicem tempo não realizando nenhuma atividade.

Horas-homem gastas em processos desnecessários:

- Desorganização: os funcionários apontaram que muitas vezes perdem tempo em processos desnecessários por causa da desorganização da fábrica, o que inclui os equipamentos em desuso que atrapalham a circulação.
- Falta de procedimento padrão: novamente a falta de instruções foi uma causa apontada pelos funcionários para o problema de perder tempo em processos desnecessários, que não agregam valor.
- Processos inadequados: quando questionados sobre processos mais específicos, como o tempo perdido na pesagem precisa dos ingredientes, os funcionários disseram que o processo sempre foi assim e que eles não enxergam outra forma de fazer que desperdice

menos tempo. Nesse caso, a autora considerou que a causa são os próprios processos, que estão desenhados de forma inadequada.

As relacionadas ao tempo de máquina:

Equipamento com velocidade reduzida:

- Equipamento desregulado: relacionado à área dos fornos, o fato de as bandejas necessitarem de uma quinta fornada, além das quatro indicadas pela receita, foi apontada como um problema do próprio forno, que está desregulado. Nesse caso, os funcionários citaram uma causa terciária: a falta de manutenção no item.

Equipamento parado: foi questionado aos funcionários porque o forno e a seladora (as duas máquinas principais do processo) ficam parados em alguns momentos.

- Falta de matéria-prima: uma das primeiras respostas para o caso do forno foi que, em certos momentos do dia, simplesmente não há ingrediente para ser colocado nele. Nesse caso, três causas terciárias surgiram: a matéria-prima pode estar sendo preparada (no caso do processo de ralar coco, de preparar o melaço ou de misturar a receita), ela pode ter acabado (disseram que é frequente que não haja um dos ingredientes necessários, por atraso na entrega do fornecedor) ou ela pode ter estragado (essa última foi citada por um funcionário, mas todos concordaram que acontece raramente).
- Equipamento quebrado: outra causa citada para o problema do forno estar parado é ele quebrar. Segundo os funcionários e o gestor, isso acontece praticamente toda a semana. Nesse caso, o mecânico de confiança da fábrica é chamado para consertá-lo. A mesma causa terciária do problema “equipamento desregulado” foi citada: a falta de manutenção no forno.

As relacionadas a desperdícios e defeitos:

Defeitos na produção: nesse caso, os defeitos são a formação de aglomerados de aveia na granola, as embalagens mal seladas e as embalagens com defeito de fabricação, que devem ser descartadas.

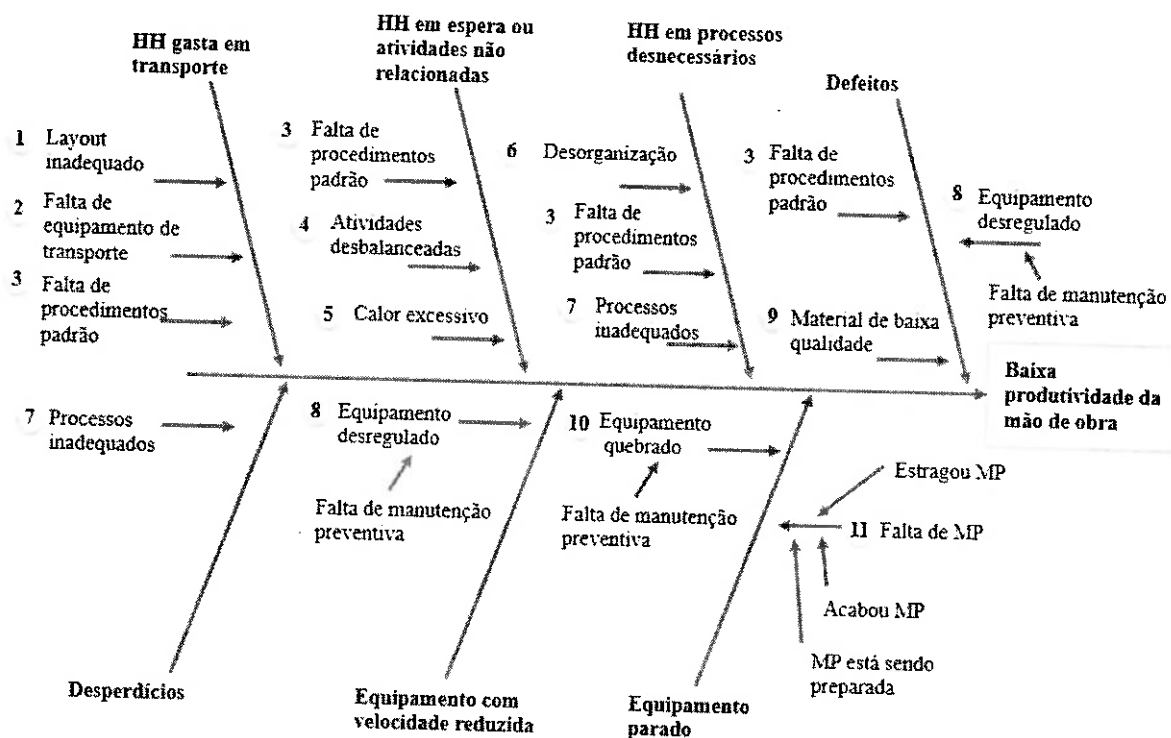
- Equipamento desregulado: para o caso da formação de aglomerados de aveia, uma das causas apontadas foi o forno, que às vezes está desregulado e por isso pode provocar o surgimento desse defeito.
- Material de baixa qualidade: nesse caso tanto para a formação de aglomerados como a das embalagens com defeito, foi o material de baixa qualidade comercializado pelos fornecedores.
- Falta de procedimento padrão: já para o defeito das embalagens mal seladas, a causa apontada foi a falta de uma instrução clara de onde a embalagem deve ser posicionada na máquina para que ela seja selada corretamente. Os funcionários disseram que quando um operador experiente opera a máquina, não há problema. Porém se trata-se de um funcionário novo, o defeito acontece frequentemente.

Desperdícios na produção: relacionado à granola desperdiçada durante o processo (tanto a granola jogada fora porque o forno menor não comporta a receita completa, como a granola que cai no chão quando a bandeja está sendo misturada) e as sementes que são desperdiçadas ao caírem da embalagem que ainda está aberta.

- Processo inadequado: para todos os casos, percebeu-se pelos comentários dos operadores, que a causa principal é o processo de produção que é inadequado. Para a granola jogada fora quando se faz a receita do forno menor, os funcionários disseram que se houvesse uma receita específica para cada forno, isso não aconteceria. Já para a granola que cai no chão durante a mistura, disseram que se a mistura fosse feita com outro equipamento, ou mesmo dentro do forno, não haveria esse problema. Por último, os funcionários disseram que os grãos só caem da embalagem, porque ficam muito tempo dentro das bandejas plásticas esperando a operação de selagem. Se o processo fosse linear, ou seja, a selagem ocorresse logo após o preenchimento do pacote, também esse desperdício seria evitado.

Foram portanto identificadas 11 causas secundárias. O resumo das causas pode ser ilustrado no Diagrama de Ishikawa na Figura 22.

Figura 22 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: elaborado pela autora

3.7 Diagnóstico quantitativa das causas diagnosticadas

Diagnosticados os desperdícios, algumas ferramentas foram utilizadas para quantificá-los. A quantificação é importante, tanto para medir o quanto o problema está afetando a produtividade, como para, após implementar as iniciativas de solução, quantificar o quanto de melhora foi obtido.

Quanto à espera dos funcionários na produção de granola, foi feita a análise de valor agregado e para a espera do forno, o OEF. Já para o desperdício do transporte, foram feitos GFP (Gráfico do Fluxo de Transporte) e diagramas “espaguete”. Para o desbalanceamento das atividades na área das embalagens, foi utilizado o *Yamazumi*.

Análise de valor agregado

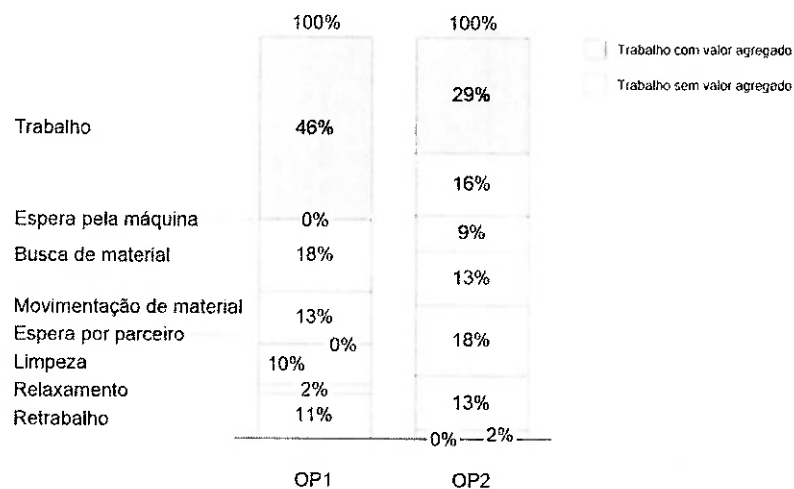
A análise de valor agregado foi feita por amostragem. Nesse método, deve-se realizar observações instantâneas e espaçadas para se obter uma estimativa da proporção de tempo gasta com cada uma das atividades. Foi feita uma lista com as possíveis atividades dos funcionários, em uma folha de papel. A cada 10 segundos, foi contabilizado um traço para a atividade que estava sendo realizada. As atividades listadas foram:

- Trabalho
- Teste
- Espera pela máquina
- Busca de material
- Movimentação de material
- Espera por parceiro
- Tarefas administrativas
- Limpeza
- Relaxamento
- Avaria
- Retrabalho

O exercício foi feito com quatro funcionários: os dois funcionários da área dos fornos (OP1 e OP2) e dois funcionários da área das embalagens: um responsável por empacotar o produto (OP3) e o responsável pela máquina seladora e o encaixotamento (OP4).

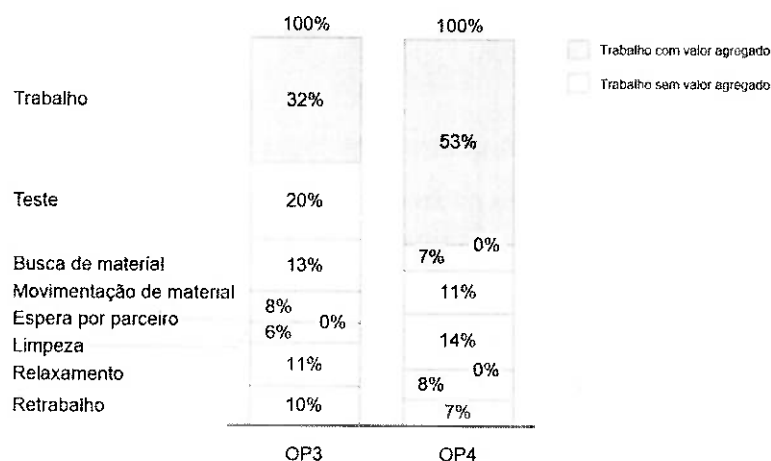
O exercício durou 15 minutos para cada funcionário, dividido em três tiradas de 5 minutos, espalhadas durante o dia, de forma a captar um maior número de atividades diferentes. A amostragem encontra-se no Anexo I. O resultado dessa análise pode ser visto nas Figuras 23 e 24.

Figura 23 - Resultado da análise de valor agregado, área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

Figura 24 - Resultado da análise de valor agregado, área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Pela análise, a primeira conclusão que se tira é que o tempo de trabalho com valor agregado está muito baixo. Apesar de variar consideravelmente entre funcionários, o tempo médio na atividade “trabalho” é de apenas 40%.

Isso ocorre principalmente pelo tempo desperdiçado em atividades que não agregam valor como busca e movimentação de material, espera pela máquina, relaxamento e outras. Um dos objetivos do trabalho será aumentar a porcentagem do tempo dedicado ao trabalho, pela redução dos desperdícios.

OEE

A análise de OEE, ou *Overall Equipment Effectiveness*, foi feita no forno maior durante um dia de observação. Com auxílio do cronômetro, os tempos de uso e de espera foram computados. O OEE é o resultado da expressão:

$$OEE = ITO \times IPO \times IPA$$

Em que:

- ITO (Índice de Tempo Operacional) é o tempo total em que a máquina ficou disponível, considerando as paradas;
- IPO (Índice de Performance Operacional) é relacionado à perda de velocidade durante o processo e pequenas paradas;
- IPA (Índice de Produtos Aprovados) é relacionado à fabricação de produtos defeituosos, que são descartados.

O cálculo de cada uma das expressões é descrito a seguir:

$$ITO = \left(\frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo disponível}} \right) = \frac{\text{Tempo disponível} - \sum \left(\begin{smallmatrix} \text{Paradas} \\ \text{não planejadas} \end{smallmatrix} \right)}{\text{Tempo disponível}}$$

$$IPO = \frac{\left(\frac{\text{Tempo de operação efetivo}}{\text{Tempo de operação}} \right)}{\left(\frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de operação}} \right)} = \frac{\text{Tempo de operação} - \left(\frac{TC \text{ real} - TC \text{ nominal}}{TC \text{ nominal}} \right) \times \left(\begin{smallmatrix} \text{Quantidade} \\ \text{produzida} \end{smallmatrix} \right)}{\text{Tempo de operação}}$$

$$IPA = \frac{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)}{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)} = \frac{\left(\frac{\text{Tempo de operação efetivo}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right) - \sum \left(\begin{smallmatrix} \text{Tempo produzindo} \\ \text{peças defeituosas} \end{smallmatrix} \right)}{\left(\frac{\text{Tempo de operação efetivo}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)}$$

A seguir a descrição de como se chegou a cada um dos números:

Cálculo ITO

- Tempo disponível: tempo de operação da fábrica, de segunda à sexta, das 7:00 às 17:00, excluindo uma hora de almoço diária.

$$\left(\frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo disponível}} \right) = \left(10 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} - 1 \frac{\text{hora de almoço}}{\text{dia}} \right) \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 45 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}$$

- Paradas não planejadas: soma de todas as paradas não planejadas, que inclui a falta de matéria-prima, o tempo de *setup* e ajustes e as quebras.
- Falta de matéria-prima: foram consideradas a espera pela operação “coco ralado”, durante a manhã, todos os dias e a espera pelo preparo da receita de granola, antes de entrar no forno.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Espera pelo} \\ \text{coco ralado} \end{array} \right) = 1,5 \text{ horas} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 7,5 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{Espera} \\ \text{pelo} \\ \text{preparo da} \\ \text{receita} \end{array} \right) = 20 \frac{\text{minutos}}{\text{forno}} \times 2 \frac{\text{fornos}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 200 \text{ min} = 3,3 \text{ horas}$$

$$\text{Tempo total de falta de MP} = (7,5 + 3,3) \text{ horas} = 10,8 \text{ horas}$$

- *Setup* e ajustes: considerou-se o tempo de pré-aquecimento do forno mais o tempo de misturar as bandejas entre as fornadas.

$$(\text{Pré aquecimento}) = 20 \text{ minutos} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 100 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

$$(\text{Mistura da bandeja}) = 12 \frac{\text{minutos}}{\text{fornada}} \times 8 \frac{\text{fornadas}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 480 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{setup e ajustes} \end{array} \right) = (100 + 480) \text{ minutos} = 580 \text{ minutos} = 9,7 \text{ horas}$$

- Quebras: não foi observada nenhuma quebra durante o dia de diagnóstico, porém o gestor afirmou que elas costumam ocorrer, em uma média de 2 horas por semana.

$$(\text{Tempo de quebra}) = 2 \text{ horas}$$

Com isso, pode-se calcular o ITO:

$$ITO = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{disponível} \end{array} \right) - \sum \left(\begin{array}{c} \text{Paradas} \\ \text{não planejadas} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{disponível} \end{array} \right)} = \frac{45 - (10,8 + 9,7 + 2)}{45} = 0,50$$

Cálculo IPO

- Tempo de operação: o tempo de operação foi calculado na etapa anterior:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{de operação} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{disponível} \end{array} \right) - \sum \left(\begin{array}{c} \text{Paradas} \\ \text{não planejadas} \end{array} \right)$$

$$= 45 - (10,8 + 9,7 + 2) = 22,5 \text{ horas}$$

- Tempo de ciclo real: tempo de duração real da produção de um forno de granola:

$$TC \text{ real} = 5 \text{ fornadas} \times 20 \frac{\text{minutos}}{\text{fornada}} = 100 \text{ minutos} = 1,67 \text{ horas}$$

- Tempo de ciclo nominal: tempo que idealmente deveria durar a produção de um forno de granola:

$$TC \text{ nominal} = 4 \text{ fornadas} \times 20 \frac{\text{minutos}}{\text{fornada}} = 80 \text{ min} = 1,33 \text{ horas}$$

- Quantidade produzida: número de fornos semanais de granola:

$$\text{Quantidade produzida} = 2 \frac{\text{fornos}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 10 \frac{\text{fornos}}{\text{semana}}$$

Com isso, pode-se calcular o IPO:

$$IPO = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação efetivo} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação} \end{array} \right)} = \frac{\text{Tempo de operação} - \left(\begin{array}{c} TC \text{ real} - \\ TC \text{ nominal} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Quantidade} \\ \text{produzida} \end{array} \right)}{\text{Tempo de operação}}$$

$$= \frac{22,5 - (1,67 - 1,33) \times 10}{22,5} = 0,849$$

Cálculo IPA

- Tempo de operação efetivo: o tempo de operação efetivo foi calculado na etapa anterior:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{de operação} \\ \text{efetivo} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{de operação} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} TC \text{ real} - \\ TC \text{ nominal} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Quantidade} \\ \text{produzida} \end{array} \right) =$$

$$= 22,5 - (1,67 - 1,33) \times 10 = 19,1 \text{ horas}$$

- Tempo perdido produzindo peças defeituosas: por entrevistas com o proprietário, foi considerado que 5% da granola tem defeito, logo o tempo perdido produzindo produto defeituoso foi estimado como sendo igual a 5% do tempo de operação efetivo:

$$\left(\frac{\text{Tempo perdido produzindo peças defeituosas}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right) = 5\% \times \left(\frac{\text{Tempo de operação efetivo}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right) = 5\% \times 19,1 \text{ hrs} = 0,955 \text{ hrs}$$

Com isso, pode-se calcular o IPA:

$$IPA = \frac{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)}{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)} = \frac{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right) - \sum \left(\frac{\text{Tempo produzindo peças defeituosas}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)}{\left(\frac{\text{Tempo de agregação de valor}}{\text{Tempo de operação efetivo}} \right)}$$

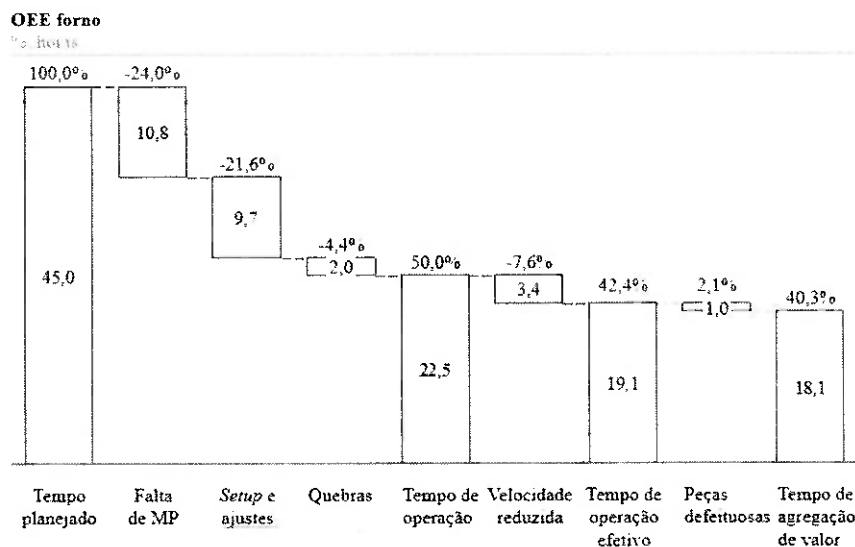
$$= \frac{19,1 - 0,955}{19,1} = 0,95$$

Cálculo do OEE

$$OEE = ITO \times IPO \times IPA = 0,5 \times 0,849 \times 0,95 = 0,403$$

Outra forma de enxergar esse resultado é por meio de um gráfico de cascata, que pode ser visto na Figura 25.

Figura 25 - OEE



Fonte: elaborado pela autora

Gráfico do Fluxo de Processo (GFP) e diagrama “espaguete”

As análises desse capítulo têm por objetivo diagnosticar o desperdício de transporte na Vovó Nize. O GFP é uma maneira de quantificar a distância percorrida durante um processo produtivo. Já o diagrama “espaguete” mostra, de forma visual, a circulação de materiais ou de pessoas durante um processo fabril. Para o caso da Vovó Nize, a análise foi feita com os

funcionários observados, tanto na área dos fornos como na área das embalagens. Os dois funcionários da área dos fornos foram observados durante a produção de uma fornada de granola e os dois funcionários da área de embalagens, durante o empacotamento de uma saca de 20kg de chia.

No diagnóstico, percebeu-se que, durante a produção de granola, os funcionários foram diversas vezes buscar os ingredientes para o preparo da receita, por falta de um equipamento de transporte que os auxiliasse. Além disso, o *layout* da área dos fornos não estava desenhado de acordo com o processo: a misturadora, que recebe os ingredientes para o preparo da granola, ficava longe da área de expedição. Para ilustrar ambos os problemas, foram feitos tanto o GFP, como o diagrama “espaguete”, por meio de um desenho em uma folha de papel.

Já na área das embalagens, a distância percorrida não pareceu ser um problema: como se tratavam de poucos ingredientes, havia poucos deslocamentos na fábrica. Porém a deficiência do *layout* também ficou evidente, já que as etapas do processo não pareciam estar dispostas linearmente, da forma mais lógica possível. Dito isso, para esse caso, foi feito apenas o diagrama “espaguete”.

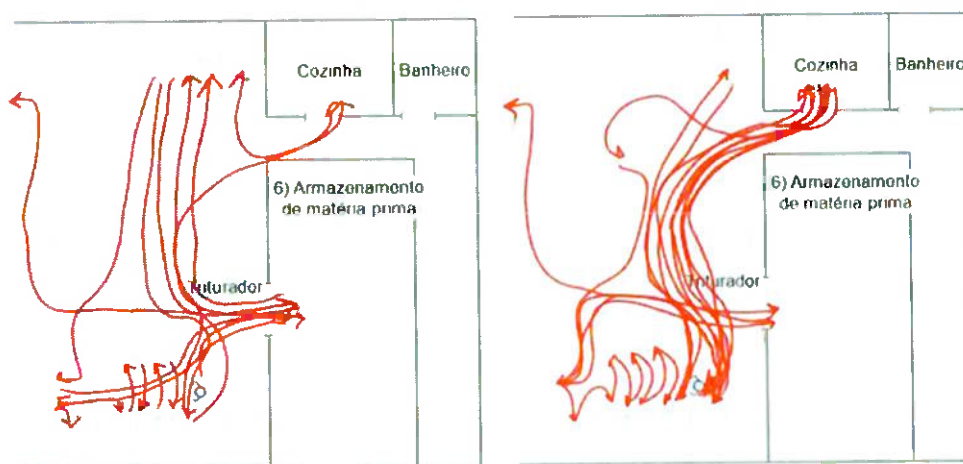
Figura 26 - GFP área dos fornos, operador 1 à esquerda e operador 2 à direita

Dist (m)	Símbolo	Descrição do processo (OP1)	Dist (m)	Símbolo	Descrição do processo (OP2)
7		E1 - Depósito de matéria-prima	10		E1 - Depósito de matéria-prima
10		T1 - Transportar materiais à mesa	10		T1 - Transportar ingredientes à mesa de apoio
10		E2 - Depósito de matéria-prima	10		E2 - Depósito de matéria-prima
10		T2 - Transportar materiais à mesa	10		T2 - Transportar ingredientes à mesa de apoio
0		O1 - Ralar coco	10		E3 - Depósito de matéria-prima
8		T3 - Transportar coco à mesa de apoio	10		T3 - Transportar ingredientes à mesa de apoio
8		E3 - Depósito de matéria-prima	3		O1 - Preparar melaço
8		T4 - Transportar materiais à mesa de apoio	10		T4 - Ir à cozinha buscar material de limpeza
8		E4 - Depósito de matéria-prima	30		D1 - Atividade não relacionada à produção
8		T5 - Transportar materiais à mesa de apoio	3		T5 - Retirar melaço do forno e posicionar na mesa
0		I1 - Pesar ingredientes	8		E4 - Depósito de matéria-prima
1		O2 - Ativar misturadora	8		T6 - Transportar ingredientes à mesa de apoio
2		T6 - Retirar receita e colocar nas bandejas	1		O2 - Ativar misturadora
2		O3 - Inserir bandejas no forno	2		T7 - Retirar receita e colocar nas bandejas
10		T7 - Ir à cozinha buscar material de limpeza	2		O3 - Inserir bandejas no forno
20		D1 - Atividade não relacionada à produção	20		D2 - Procurar ferramenta para mistura
10		O4 - Misturar bandejas do forno 1	5		O4 - Misturar bandejas do forno 2
10		T8 - Retornar produtos à cozinha	0		D3 - Espera
10		O5 - Misturar bandejas do forno 1	2		O5 - Misturar bandejas do forno 2
9		D2 - Atividade não relacionada à produção	15		D4 - Atividade não relacionada à produção
9		O6 - Misturar bandejas do forno 1	2		O6 - Misturar bandejas do forno 2
0		D3 - Espera	0		D5 - Espera
2		O7 - Misturar bandejas do forno 1	2		O7 - Misturar bandejas do forno 2
2		T9 - Retirar bandejas e colocá-las no armário	2		T8 - Retirar as bandejas e colocá-las no armário
13		T10 - Levantar armário à área de refrigeração	13		T9 - Levantar o armário à área de refrigeração
177			188		

Fonte: elaborado pela autora

A Figura 26 mostra que o operador 1 da área dos fornos percorre 177 metros e o operador 2, 188 metros durante a produção do primeiro forno de granola no dia. Percebe-se que é um valor mais alto do que o ideal pela quantidade de vezes que eles vão ao depósito de matéria-prima (quatro atividades de armazenamento no total para cada) e realizam atividades de transporte (dez para o operador 1 e nove para o operador 2), em relação às atividades de operação (sete para cada).

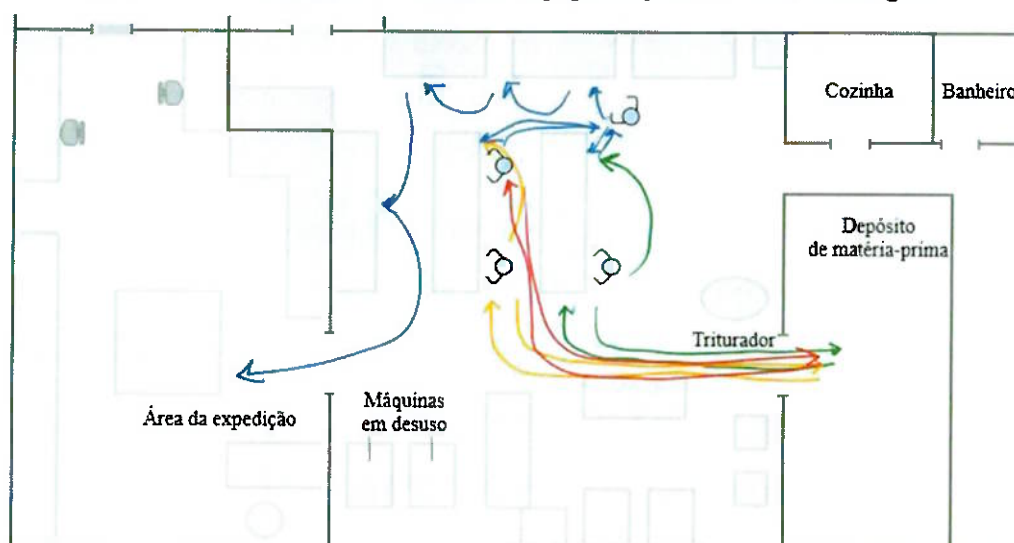
Figura 27 - Diagrama "espaguete" para a área dos fornos, operador 1 à esquerda e operador 2 à direita



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 27 evidencia, visualmente, a desorganização dos fluxos dos operadores, fruto de um *layout* inadequado e da falta de equipamentos próprios de transporte. Esse segundo ponto fica claro pelo fluxo intenso próximo ao depósito de matéria-prima, indicando que os operadores tiveram que percorrer este caminho diversas vezes para pegar todos os materiais necessários para a produção.

Figura 28 - Diagrama "espaguete" para a área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 28, estão representados em verde, laranja e vermelho, os três funcionários responsáveis por depositar o produto nas embalagens. Em azul, o funcionário responsável pela selagem das embalagens e pelo encaixotamento dos pedidos.

Pode-se observar que o fluxo não é intenso e não há grande sobreposição de caminhos de circulação entre os funcionários. Porém, apesar da entrada do armazenamento de matéria-prima e da saída para expedição formarem quase que uma linha reta horizontal, as mesas e os equipamentos da área das embalagens estão dispostos verticalmente. Isso indica que pode haver um problema de *layout* inadequado.

Yamazumi

O gráfico *Yamazumi*, também conhecido como gráfico de barras dos tempos de operação, é um gráfico que combina os tempos de ciclo de cada atividade feita pelos operadores com o *Takt Time* e mostra se um processo está ou não balanceado e se ele responde à demanda.

- Tempos de ciclo:

Para o cálculo do tempo de ciclo, o tempo de cada atividade foi medido com o auxílio de um cronômetro. Foi calculado o tempo necessário para cada 50 embalagens de chia, que corresponde a uma caixa. Cada atividade foi cronometrada três vezes e depois foi verificada se a amostra era suficiente. Caso contrário, foram cronometrados os tempos extras necessários para, no fim, ser tirada a média. As quatro atividades necessárias para esse processo são:

- A1 - Colocar produto na embalagem e pesar: feita por três funcionários, é o processo de pegar as sementes com a colher, depositar no saco plástico e pesar na balança digital, para garantir que o peso esteja no intervalo desejado;
- A2 - Selar embalagem: é o processo de passar a embalagem pela máquina seladora, para lacrá-la;
- A3 - Encaixotar: é o processo de depositar os pacotes dentro de uma caixa de papelão e selá-la com fita adesiva;
- A4 - Levar caixa para a área da expedição.

Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Tempos cronometrados das atividades da área das embalagens

		Tempos (seg)		
		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3
A1	Colocar produto na embalagem e pesar	494	501	472
A2	Selar embalagem	304	312	298
A3	Encaixotar	53	47	48
A4	Levar caixa para a área da expedição	22	21	20

Fonte: elaborado pela autora

A suficiência da amostra pode ser verificada por meio do cálculo de dimensionamento da amostra necessária. Será usada a fórmula simplificada, que dimensiona o número n de amostras necessárias, a partir do número n' de medidas cronometradas e os tempos t_i cronometrados, para erro relativo de 5% e nível de confiança de 95%. Para $n' > n$, a amostra é suficiente, para $n' < n$, são necessárias mais cronometragens. O resultado para cada uma das atividades está expresso na Tabela 4.

$$n = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{n' \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}}{\sum t_i} \right)^2$$

Tabela 4 - Resultado do dimensionamento do tamanho das amostras necessárias

Atividade	Amostras necessárias
A1	1,02
A2	0,57
A3	4,53
A4	2,42

Fonte: elaborado pela autora

Os resultados obtidos mostram que apenas são necessárias mais cronometragens para a atividade A3. Dessa forma, outras duas cronometragens foram feitas para essa atividade. O resultado e as médias dos tempos tirados podem ser vistos na Tabela 5.

Tabela 5 - Tempos cronometrados das atividades na área das embalagens

		Tempos (seg)					
		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	Média
A1	Colocar produto na embalagem e pesar	494	501	472			489
A2	Selar embalagem	304	312	298			305
A3	Encaixotar	53	47	48	47	50	49
A4	Levar caixa para a área da expedição	22	21	20			21

Fonte: elaborado pela autora

- *Takt Time*:

O *Takt Time* é o intervalo de tempo entre o fim da produção de dois itens consecutivos, para atender à demanda. O seu cálculo se dá da seguinte forma:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ líquido\ disponível\ para\ produção}{Quantidade\ de\ unidades\ demandadas}$$

O cálculo foi feito com base em um dia de produção.

- Cálculo do tempo líquido disponível para produção:

$$\left(\frac{Tempo}{disponível} \right) = 9 \frac{horas}{dia} \times 3.600 \frac{segundos}{hora} = 32.400 \frac{segundos}{dia}$$

- Cálculo da quantidade de unidades demandadas:

Como não há um controle rigoroso de demanda na fábrica, algumas estimativas foram feitas com o gestor baseado em vendas recentes. Para fins de conta, não foi diferenciado o tipo de produto vendido, já que não há diferença relevante entre o tempo de empacotamento de pacotes de diferentes produtos.

$$\left(\frac{Quantidade\ de}{unidades\ demandadas} \right) = 108.000 \frac{pacotes}{mês} \div 22\ dias \frac{úteis}{mês} \cong 4.909 \frac{pacotes}{dia}$$

- Cálculo do *Takt Time*:

$$Takt\ Time = 32.400 \frac{segundos}{dia} \div 4.909 \frac{pacotes}{dia} \cong 6,6 \frac{segundos}{pacote}$$

Isso quer dizer que um pacote deve ser produzido a cada 6 segundos para atender a demanda. Como os tempos de ciclo foram calculados para a produção de 50 pacotes de chia, o que corresponde a uma caixa, nesse caso o *Takt Time* é igual a 300 segundos.

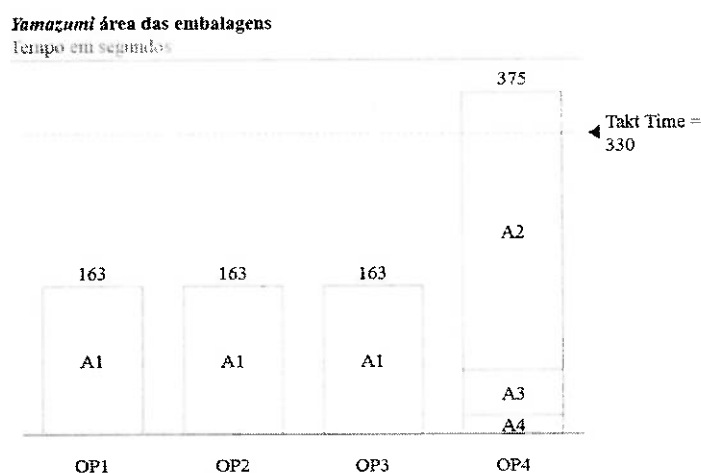
$$Takt\ Time\ (1\ caixa\ de\ chia) = 6,6 \frac{segundos}{pacote} \times 50 \frac{pacotes}{caixa} = 330 \frac{segundos}{caixa}$$

Ou seja, a cada 330 segundos (ou cinco minutos) uma caixa de 50 pacotes de chia deve ser produzida para atender a demanda.

- Gráfico *Yamazumi*:

Com esses dados, é possível construir o gráfico *Yamazumi*. Como a atividade A1 (é feita por 3 funcionários, seu tempo foi dividido por três e alocado para cada um deles. O quarto funcionário realiza as atividades A2, A3 e A4.

Figura 29 - Gráfico *Yamazumi* da área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

- Conclusões do gráfico:

A primeira conclusão do gráfico é que, com essa distribuição de atividades, não é possível responder à demanda. O tempo de produção é de 375 segundos por caixa, 14% acima do *Takt Time*. Deve-se lembrar que a demanda foi estimada e que não é linear, ou seja, há picos e vales. Quando questionado o gestor disse que de fato para alguns pedidos é necessário que os funcionários façam hora-extra, mas que não sabia que o processo, da forma com que está desenhado, não atende à demanda média diária. A segunda conclusão é que o processo está desbalanceado, ou seja, os operadores OP1, OP2 e OP3 estão com folga na produção, enquanto OP4 está engargalado.

Uma das análises que pode ser feita com o *Yamazumi* é quanto operadores são necessários para atender à demanda. O cálculo é simples: a soma de todos os tempos de ciclo dividida pelo *Takt Time*.

$$N^{\circ}operadores = \frac{\sum TC}{Takt\ Time} = \frac{864}{330} = 2,61\ operadores$$

Ou seja, se as atividades fossem redistribuídas, com apenas três operadores seria possível fazer a mesma produção, atendendo a demanda. Uma das recomendações do *Lean* é que, antes de fazer a redistribuição, as atividades sejam otimizadas, porque pode haver alteração nos tempos de ciclo. No próximo capítulo, as iniciativas de otimização serão descritas com mais detalhes e, assim, o cálculo do *Yamazumi* será refeito.

4 PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Depois de listadas as causas, a autora reuniu-se novamente com o proprietário para discutir a proposta de solução dos problemas encontrados. Além dele, participaram da reunião a outra proprietária, a coordenadora de produção e um dos operadores, com mais experiência.

A reunião funcionou no formato *brainstorming*: para cada causa secundária apontada, soluções foram propostas, sem restrição. Após muita discussão, chegou-se a uma lista das iniciativas propostas. No Capítulo 5.1 Descrição das ações corretivas, cada iniciativa é detalhada, bem como os desafios, as atividades e o processo de implementação, para aquelas que já começaram a ser colocadas em prática até a redação do presente documento.

- *Layout* inadequado: a solução para essa iniciativa ficou clara – todos concordaram que era necessário rever o *layout* tanto da área dos fornos quanto das embalagens. Além disso, também citou-se a necessidade de retirar as máquinas em desuso, para facilitar a locomoção.
- Falta de equipamentos de transporte: a iniciativa proposta para esse problema foi a implementação de carrinhos que auxiliassem o deslocamento, em ambas as áreas. Os carrinhos deveriam ser desenhados de forma personalizada, para atender as necessidades de cada área.
- Falta de procedimentos padrão: problema muito apontado pelos funcionários, o gestor concordou que seria necessário criar instruções simples e visuais para os principais processos da fábrica. Para o caso específico da área dos fornos, em que a divisão de tarefas não ficou clara e os operadores atestaram que não sabem ao certo o que fazer no tempo que a granola permanece no forno, foi acordado que haveria um documento mais específico, como um roteiro diário com horários e atividades. Já para o caso da máquina seladora, sobre a qual os funcionários reclamaram não estar claro onde deveriam posicionar o pacote para que não houvesse defeito na selagem, a autora propôs a implementação de um *Poka Yoke* para evitar esse problema.
- Atividades desbalanceadas: problema específico da área das embalagens e que ficou mais claro depois da análise *Yamazumi*, a decisão foi de redistribuir as atividades para desafogar o funcionário responsável pela selagem e empacotamento.

- Calor excessivo: para a questão do calor excessivo, o gestor se comprometeu em pesquisar as possíveis soluções, como a instalação de exaustores na fábrica.
- Desorganização: grande parte dos funcionários queixou-se da falta de organização na fábrica, o que atrapalha o trabalho e gera atrasos. Além da iniciativa de retirar as máquinas em desuso, já citada, a autora propôs a implementação dos conceitos de 5S.
- Processos inadequados: durante a conversa com os operadores, percebeu-se que dois processos estavam desenhados de forma não-ótima, gerando desperdícios de material e perda de tempo: a pesagem precisa dos ingredientes, tanto na área dos fornos como das embalagens e a mistura das bandejas de granola, que ocorre fora do forno. Para o primeiro caso, a autora sugeriu a implementação de “volumes padrão”, ou seja, recipientes que possuam uma marca com a quantidade específica de material necessário, para que não haja necessidade da pesagem. Para o segundo, ela sugeriu uma forma que dispensasse a retirada das bandejas do forno para misturá-las, uma das possibilidades seria pela implementação de rodízios no forno, como os encontrados em fornos residenciais.
- Material de baixa qualidade: problema específico da área das embalagens, o gestor se comprometeu a rever os fornecedores dos pacotes plásticos, por um de maior qualidade, desde que os preços não fossem muito superiores aos atuais.
- Equipamento desregulado: na reunião foi citado o nome de um mecânico de confiança da fábrica e a iniciativa proposta foi contratá-lo para fazer a manutenção dos fornos e tornar sua visita mais frequente, para manter o forno em estado adequado.
- Equipamento quebrado: concordou-se que a mesma iniciativa anterior beneficiaria o problema de quebra do forno.
- Falta de matéria-prima: os funcionários citaram algumas causas terciárias para esse problema, mas a maior foi, sem dúvida, o fato da matéria-prima estar sendo preparada. Durante a reunião, portanto, foram propostas soluções para esse problema, visando otimizar o preparo da matéria-prima

na área dos fornos. A primeira solução proposta foi a otimização do operação “ralar coco”: a autora sugeriu que ele poderia ser preparado no dia anterior, durante uma das fornadas da granola e colocado na refrigeração; o gestor propôs a compra de uma máquina de trituração automática. Já para o preparo da mistura, o operador presente afirmou que se perde muito tempo nessa etapa. Todos concordaram que a implementação do 5S e do “volume padrão” na pesagem beneficiaria esse processo, mas que algo mais deveria ser feito. Uma das maiores causas da perda de tempo é que a misturadora não tem potência para preparar os ingredientes de um forno completo, sendo necessário dividir em duas receitas – para encher os dois fornos, são necessárias quatro passagens pela misturadora, o que leva muito tempo. A autora sugeriu então que, integrando a iniciativa de manutenção das máquinas, fosse trocado o motor da misturadora por um novo, para que ele suportasse uma quantidade maior de ingredientes.

De forma resumida foram propostas 12 iniciativas, listadas a seguir:

- Mudança de *layout*
- Implementar carrinhos
- Procedimentos padrão
- Instalar exaustores
- Implementar 5S
- Volume padrão
- Otimizar processo de ralar coco
- Manutenção das máquinas
- Implementar rodízio nos fornos
- Rever fornecedores
- Balancear atividades
- Implementar *Poka Yoke* na seladora

Na Tabela 6, as iniciativas podem ser visualizadas, organizadas de acordo com a área que irão beneficiar e qual causa estão atacando. Percebe-se que todas as causas foram abordadas, por uma ou mais iniciativas.

Tabela 6 - Iniciativas e respectivas causas abordadas

	Layout inadequado	Falta de equipamentos de transporte	Falta de procedimentos padrão	Atividades desbalanceadas	Calor excessivo	Desorganização	Processos inadequados	Material de baixa qualidade	Equipamento desregulado	Equipamento quebrado	Falta de MP
Ambas as áreas	X	X	X			X					
	Mudança de layout										
	Implementar carrinhos										
	Procedimentos padrão										
Área dos fornos	Instalar exaustores				X						
	Implementar SS					X					
	Volume padrão						X				
	Otimizar processo ralar coco										X
Área das embalagens	Manutenção das máquinas								X		
	Implementar rodízios						X				
	Rever fornecedores							X			
	Balancear atividades			X							
	Poka Yoke na seladora		X								

Fonte: elaborado pela autora

5 DESCRIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS E RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Descrição das ações corretivas

Neste capítulo, cada iniciativa será descrita, bem como os desafios envolvidos em sua execução. Para as iniciativas que já começaram a ser implementadas, é relatado o que já foi feito até o presente momento.

5.1.1 Mudança de *layout*

A iniciativa mudança do *layout* prevê a reorganização do *layout* na área dos fornos e das embalagens, para facilitar a locomoção e o transporte de materiais e para diminuir os trajetos, além da retirada de máquinas em desuso.

Para diagramar um esboço inicial do arranjo físico, foi utilizada a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*), uma sequência de procedimentos para desenhar o novo *layout*. Nesse documento, serão usadas as etapas de inter-relações de atividades, para determinar a necessidade de proximidade de diferentes setores da fábrica e o diagrama de inter-relações, para efetivamente desenhar o novo *layout*.

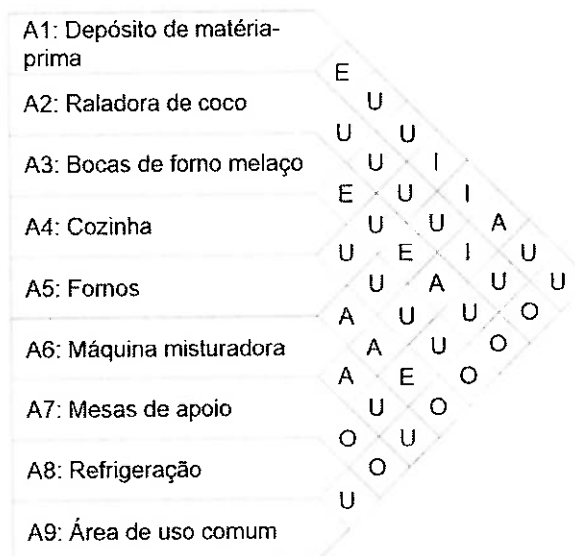
Tabela 7 - Código de letras e linhas para inter-relações de atividades

Código	Proximidade é	Linha
A	Absolutamente necessária	Quatro linhas contínuas
E	Especialmente importante	Três linhas contínuas
I	Importante	Duas linhas contínuas
O	Pouco importante	Uma linha contínua
U	Desprezível	Em branco
X	Indesejável	Uma linha em ziguezague
XX	Extremamente indesejável	Duas linhas em ziguezague

Fonte: elaborado pela autora

A partir do código de letras da Tabela 7, foi possível estruturar a inter-relação de atividades, na área dos fornos e das embalagens. Foram consideradas as estações de trabalho e as áreas comuns da fábrica (como depósito de matéria prima, refrigeração etc) utilizadas no processo produtivo.

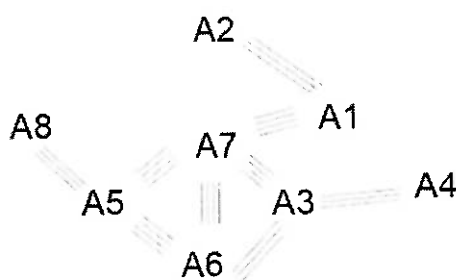
Figura 30 - Inter-relações de atividades na área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 30 mostra as inter-relações de atividades na área dos fornos. Cinco áreas foram marcadas com proximidade absolutamente necessárias: depósito de matéria-prima e mesas de apoio, para o preparo da receita; fornos e máquina misturadora, para a transferência da receita para os fornos; fornos e mesa de apoio, para apoiar as bandejas; máquina misturadora e mesa de apoio, para o preparo da receita e bocas de forno do melaço e mesas de apoio, para a transferência do melaço para a receita.

Figura 31 - Diagrama de inter-relações na área dos fornos



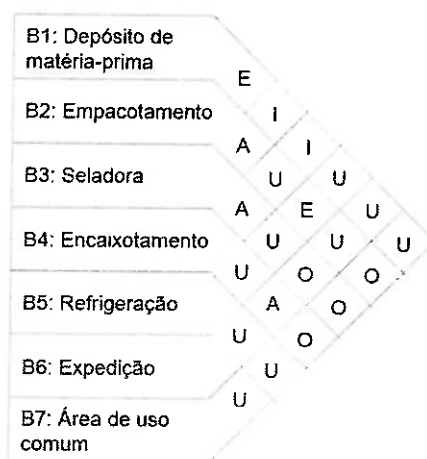
Fonte: elaborado pela autora

A partir das inter-relações das atividades com proximidades A e E, foi possível esboçar o que seria o novo *layout* na área dos fornos. Algumas mudanças viram-se necessárias:

- Deslocamento da misturadora para o lado esquerdo dos fornos, de forma a ficar mais perto do depósito de matéria-prima;
- A fixação de uma mesa entre a misturadora e os fornos, para servir de apoio durante a pesagem dos ingredientes da receita;

- A mudança de posição da máquina trituradora, que atualmente fica no meio do espaço de circulação da fábrica.

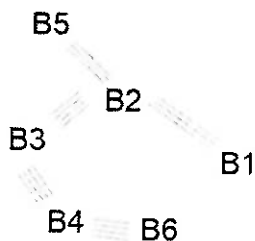
Figura 32 - Inter-relações de atividades na área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Já para a área das embalagens, as inter-relações de atividades, ilustradas na Figura 32, mostram que é absolutamente necessária a proximidade das estações de empacotamento e seladora; da seladora e do encaixotamento e do encaixotamento e a área da expedição, para que as caixas sejam entregues aos clientes.

Figura 33 - Diagrama de inter-relações na área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 33 mostra o esboço do *layout*, feito a partir das atividades com proximidade A e E. Trata-se de um *layout* mais linear que o da área dos fornos, que envolve poucas mudanças do *layout* original:

- Mudança das mesas de apoio das áreas de embalagens, de forma a ficarem posicionadas linearmente em relação ao fluxo de materiais desse processo;
- Mudança da posição da máquina seladora, para ficar logo após a mesa de apoio;

- Mudança da mesa de encaixotamento, de forma a ficar do lado da máquina seladora e da área de expedição.

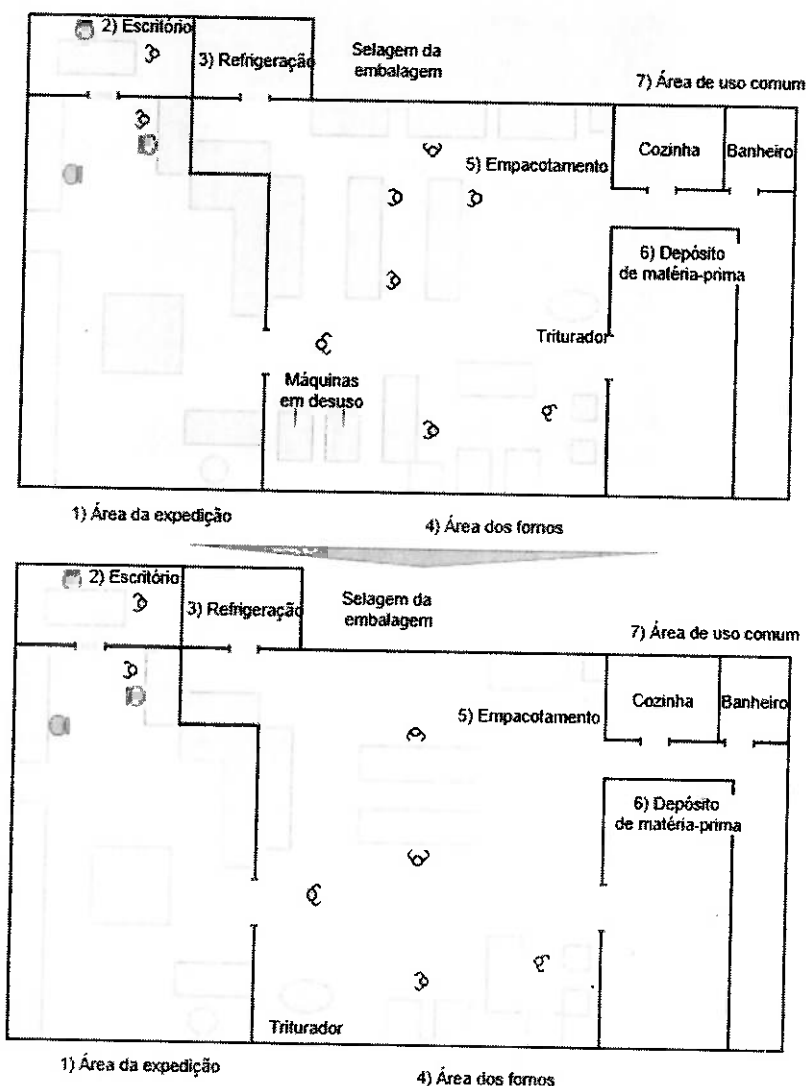
Outra mudança dentro do escopo dessa iniciativa é a retirada das máquinas embaladoras, que estão em desuso e que atrapalham o fluxo de pessoas e materiais, além de ocupar espaço útil.

O maior desafio dessa iniciativa é encontrar compradores para as máquinas embaladoras que estão em desuso. Segundo o gestor da área, as máquinas têm alto valor agregado e ele não gostaria de se desfazer sem receber algum retorno financeiro em troca. A sugestão proposta foi colocar as máquinas em sites de venda de produtos usados.

O outro desafio, de menor grau, é que a misturadora exige uma tomada específica em sua proximidade para funcionamento. Na nova localização proposta, o cabo com a tomada da misturadora não é grande suficiente para chegar até a fonte. A sugestão proposta foi o uso de um extensor ou chamar um eletricista para fazer um novo ponto de tomada na nova posição da máquina. O gestor considerou melhor o novo ponto de tomada, por uma questão de segurança.

Todas as mudanças de *layout* sugeridas foram implementadas. O resultado da melhoria pode ser observado na Figura 34, que mostra o “antes” e “depois” do *layout* da fábrica.

Figura 34 - Layout antes e após melhorias



Fonte: elaborado pela autora

5.1.2 Implementar carrinhos de transporte de matéria-prima

A iniciativa “implementar carrinhos” prevê a fabricação de dois carrinhos de transporte, um para a área dos fornos e outro para a área das embalagens. Os carrinhos devem ser confeccionados para ter espaço suficiente para levar os sacos com a matéria-prima, as barras de rapadura e, para o caso do carrinho dos fornos, ter um compartimento especial para copos plásticos, recipiente usado para colocar o sal, um dos ingredientes do melaço.

Até o presente momento, um carrinho já havia sido confeccionado e pode ser visualizado na Figura 35. Trata-se do carrinho para a área dos fornos, pois pode-se observar, na parte superior direita, o compartimento para os copos plásticos.

Figura 35 - Carrinho de transporte da área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

A implementação do carrinho foi fundamental para diminuir o desperdício de transporte. Quando refeita, a análise GFP (Gráfico do Fluxo de Processo) na área dos fornos, os funcionários percorrem, em média, uma distância 43,5% menor do que antes da implementação. O detalhamento dessa análise está no Capítulo 5.2.1 Resultado Obtido nos Indicadores do Diagnóstico.

5.1.3 Procedimentos padrão

A iniciativa “procedimentos padrão” é a implementação de instruções de trabalho pela fábrica, incorporando as melhoras práticas e atualizada de forma periódica, fazendo parte do processo de melhoria contínua. Foi baseada nos conceitos de trabalho padrão, que prevê a padronização dos procedimentos, de forma a tornar as operações mais consistentes, reduzir os desperdícios, manter o nível de qualidade, entre outros benefícios para a fábrica e o operador.

Na Vovó Nize, a iniciativa prevê a implementação de instruções de trabalho para ambas as áreas:

- Área dos fornos: implementação de um roteiro de atividades, contemplando a rotina que os funcionários dessa seção devem seguir diariamente e quais tarefas devem ser feitas entre cada fornada; além de determinar uma nova receita padrão para cada forno (o maior e o menor), evitando desperdícios;
- Área das embalagens: implementação de duas instruções padrão para a área – uma para o empacotamento e outra para a etapa de selagem e encaixotamento.

A primeira etapa de implementação, que já foi finalizada, é a observação do processo. Nessa fase, foi fundamental o envolvimento dos operadores, que são as pessoas mais familiarizadas com os procedimentos. Depois, desenvolveu-se uma versão preliminar das instruções, também com o apoio da linha de frente para escrevê-la.

É importante ressaltar que a autora teve uma importância significativa na etapa, dado que alguns procedimentos foram alterados com a implementação de outras iniciativas (por exemplo, a pesagem na área das embalagens foi substituída pelo “volume padrão”). Nesse caso, ela participou ativamente da versão preliminar do documento, para dar sugestões das melhores formas de utilizar os novos equipamentos.

Passada essa fase, a próxima etapa foi o teste das instruções escritas. Para garantir que elas estivessem inteligíveis, um operador não familiarizado com a área foi convidado para executar o procedimento, apenas lendo as instruções. Essa etapa visa garantir que tudo esteja claro e também capturar os *feedbacks* para fazer as modificações necessárias. Foi concluída apenas para as instruções da área das embalagens.

Por último, a etapa do treinamento. A partir da instrução padrão corrigida e validada, os operadores da área passaram a ser treinados para executar as tarefas de acordo com as instruções. Trata-se de uma etapa ainda em andamento, pois, até o presente momento, os operadores estavam se acostumando com os novos métodos implementados.

Como já mencionado, a melhoria deve ser contínua. Portanto, as instruções devem ser periodicamente revistas, para incorporar as sugestões de melhorias propostas pelos operadores.

Um exemplo de procedimento padrão pode ser visto no Anexo III. Além disso, em paralelo, foram criadas novas receitas padrão para os fornos, de forma a evitar desperdícios. Para criá-las, as quantidades dos ingredientes foram recalculadas, proporcionais ao tamanho dos fornos. As novas receitas podem ser vistas no Anexo IV.

5.1.4 Instalar exaustores

Durante as entrevistas, quase todos os funcionários reclamaram do calor na fábrica, o que contribui para redução da produtividade deles. No intuito de deixar a temperatura interna do galpão mais branda, a iniciativa propõe que sejam instalados exaustores no teto da fábrica,

para circular o ar. O conceito utilizado por trás dessa proposta foi o de ergonomia dos funcionários.

Os maiores desafios da iniciativa são encontrar uma empresa de qualidade na região de Salvador que faça a instalação, garantir que a estrutura do galpão comporte a instalação desses equipamentos e o investimento necessário para esse processo. O gestor, por indicação, encontrou uma empresa que realizou o serviço em poucos dias.

5.1.5 Implementar 5S

Essa iniciativa envolve a implementação do 5S em toda a fábrica, para promover a melhoria do ambiente de trabalho, evitar acidentes e melhorar a produtividade como um todo. Os conceitos do 5S foram utilizados durante a implementação: 1S - Separar apenas o que é necessário; 2S - Deixar sobre a mesa de trabalho ou em outros locais de fácil acesso os elementos que têm uso imediato e frequente; 3S – Manter o local de trabalho limpo; 4S – Padronização dos procedimentos anteriores, com elementos de identificação visual; 5S – Formar bons hábitos entre os funcionários para manter os procedimentos e a limpeza do espaço.

No depósito de matéria-prima, os ingredientes foram identificados de acordo com o forno que abastecem (vermelho para o forno menor e azul para o forno maior). Na Figura 36, pode-se observar as melhorias dessa área.

Figura 36 – “Antes” e “depois” do depósito de matéria-prima



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 37 mostra que, anteriormente, não havia localização ideal para os equipamentos da fábrica, o gerava grande desorganização e dificuldade de deslocamento. Na Figura 37, que ilustra as melhorias obtidas, os equipamentos têm lugares especificados por faixas adesivas.

Figura 37 - "Antes" e "depois" da disposição dos equipamentos na fábrica



Fonte: elaborado pela autora

Outras mudanças foram observadas pela aplicação dos conceitos 5S. As melhorias na organização da mesa de apoio da área dos fornos podem ser observadas na Figura 38.

Figura 38 - "Antes" e "depois" da separação dos ingredientes da receita



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 39 mostra a gestão visual das instruções de produção. Observa-se que, anteriormente, os papéis ficavam desorganizados, eram difíceis de ler e muitas vezes estavam rasgados ou escritos à mão. Depois da implementação das melhorias, as receitas passaram a ser enquadradas com a cor do forno correspondente, de forma a facilitar a compreensão do operador.

Figura 39 - "Antes" e "depois" das instruções de produção



Fonte: elaborado pela autora

5.1.6 Implementar volume padrão

A iniciativa prevê a implementação de recipientes que sirvam como “volume padrão” durante a preparação da receita de granola e do empacotamento das embalagens e, dessa forma, dispensem o uso da balança para pesagem dos ingredientes.

Para a área dos fornos, a ideia da iniciativa é determinar um recipiente para cada ingrediente e fazer uma marcação nele, de acordo com a quantidade que deve ser colocada. Para fazer a marca, o ingrediente deverá ser pesado e inserido no recipiente na quantidade correta. A ideia é que, com a marca, não seja mais necessário pesar o ingrediente a cada mistura, economizando tempo e reduzindo o desperdício de superprocessamento.

Para a execução da iniciativa, as seguintes atividades foram feitas:

- Comprar os recipientes que servirão como volume padrão: devem ter diferentes tamanhos, para comportar os diferentes itens da receita;
- Pesar a quantidade correta de cada ingrediente e despejar no respectivo recipiente;
- Garantir que o ingrediente esteja uniformemente distribuído no recipiente;
- Fazer uma marca com uma caneta resistente à lavagem;
- Repetir o mesmo processo para o mesmo ingrediente, agora com a quantidade do outro forno – determinada pela nova receita, implementada na iniciativa “procedimentos padrão”;
- Fazer uma marca com uma caneta de cor diferente, para o outro forno;
- Repetir o processo para o restante dos ingredientes;

Figura 40 - Volumes padrão para o preparo da granola



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 40 mostra o resultado da implementação. Nela, pode-se visualizar que cada ingrediente possui um recipiente específico e, dessa forma, o uso da balança durante o preparo da mistura passa a ser desnecessário.

Já para o caso das embalagens o desafio é outro, já que se trata de apenas um ingrediente, em um processo muito mais repetitivo. Baseado nos conceitos de trabalho padrão, foi proposto o uso de uma colher com o volume exato para encher o pacote de Chia de 100g. Dessa forma, não é necessária a pesagem e o procedimento passa a ser: encher a colher; nivelar a quantidade com o auxílio de uma régua, que ficará presa na bacia e despejar na embalagem plástica.

Figura 41 - Volume padrão para a área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 41 mostra, à esquerda, a colher que foi confeccionada em tubo de PVC para os testes e à direita, a autora realizando os testes com o novo item. Os testes foram realizados e mostraram que o peso de todas as embalagens ficou dentro do intervalo aceito pela empresa: 100g e 103g. Além disso, o processo tornou-se 40% mais rápido, sem o uso da balança.

5.1.7 Otimizar o processo de ralar coco

Um dos problemas diagnosticados na preparação da granola foi o alto tempo de espera, no início do dia, para que o coco fosse preparado para a receita. A operação “ralar o coco” envolve descascá-lo em um ralador e depois triturá-lo em uma máquina que se assemelha a um espremedor de laranja automático. Em ambos os casos, as máquinas são acionadas manualmente pelo funcionário e exigem que ele esteja ali o tempo todo durante o processo.

Ao conversar com o gestor sobre esse problema e o que pode ser feito para otimizar esse processo, chegou-se em duas opções:

- Avaliar a possibilidade de comprar um descascador automático: nesse caso, o coco é colocado no topo de um triturador e já sai descascado e triturado, em uma bandeja colocada abaixo da máquina. Apesar de exigir menos contato do funcionário, ele ainda precisa estar fisicamente presente para inserir o coco na máquina;
- Avaliar a possibilidade de guardar o coco em um refrigerador: nesse caso, o coco seria preparado da mesma forma que é atualmente, mas no dia anterior, enquanto o funcionário estiver livre, entre duas fornadas consecutivas da granola. Para que o coco dure até o dia seguinte, é necessário armazená-lo na geladeira, que fica na cozinha. No começo do turno, o coco já estaria ralado, pronto para ser usado.

Para decidir se a primeira alternativa compensava em termos financeiros, os tempos gastos pelo funcionário com a operação “ralar coco” no modelo atual e o futuro foram comparados, para cada uma das opções. Para o modelo atual, o tempo foi medido com o uso de um cronômetro e para o modelo futuro, o tempo foi cronometrado a partir de um vídeo na Internet de um operador utilizando a máquina. Foi constatado que a redução não era tão relevante (cerca de 20% mais rápido) em comparação com o preço da máquina, bastante elevado.

Dessa forma, a alternativa de preparar o coco no dia anterior e armazená-lo na geladeira pareceu a mais atrativa, pois não necessitava de nenhum investimento e, além disso, o processo seria feito durante o tempo útil entre fornadas consecutivas de granola. A implementação da iniciativa se deu juntamente com a iniciativa “procedimentos padrão”, que prevê a descrição de uma rotina para a área dos fornos.

5.1.8 Manutenção das máquinas

A iniciativa de manutenção das máquinas se divide em dois: a troca do motor da misturadora, para que ela passe a comportar duas receitas e a regulação do forno, para que ele passe a operar na velocidade nominal de quatro fornadas, no lugar de cinco. O detalhamento de cada uma delas está a seguir.

Troca do motor

Um dos problemas durante o preparo da granola é o tempo relevante dedicado ao preparo da mistura. Um dos motivos é que, para cada forno, são necessárias duas passagens pela misturadora. Isso ocorre porque o motor da máquina está debilitado e, apesar do tamanho da misturadora comportar duas receitas, a potência do motor só permite que ela faça uma por vez. A iniciativa propõe que o motor seja trocado por um mais potente, permitindo que se faça duas receitas ao mesmo tempo.

O maior desafio para essa iniciativa é que, por algum motivo, não seja possível trocar o motor. Nesse caso, uma segunda opção é avaliar a compra de uma nova máquina. Para a execução da iniciativa, é necessário contratar um funcionário especializado, para avaliar a troca do motor, comprá-lo, trocá-lo e realizar testes. Caso não seja possível realizar a troca, deve se avaliar a compra de uma nova máquina.

Para a implementação, o gestor convidou o eletricitista de confiança da fábrica. Durante um dia inteiro, ele desmontou a máquina e fez testes no motor. Segundo ele, o motor já estava bastante debilitado e não seria possível fazer nenhuma forma de *upgrade*, sendo necessário comprar um novo.

O gestor e o eletricitista passaram um dia em lojas especializadas procurando um novo motor para a máquina, porém, por se tratar de um modelo antigo e em desuso, não encontraram. Mesmo na Internet, não foi possível encontrar o mesmo modelo.

A opção proposta foi então comprar uma nova máquina misturadora, mais moderna. Ao comprar a nova, sugerimos a possibilidade de comprar uma com o dobro do volume, para ser possível fazer quatro receitas ao mesmo tempo, a quantidade necessária para preparar dois fornos completos. Até o presente momento, o gestor estava avaliando o fluxo de caixa para tomar a decisão de quando faria o investimento na nova máquina misturadora.

Regulação do forno

Durante a fornada da granola, um dos problemas diagnosticados foi que, apesar de constar na receita que são necessários 80 minutos de forno (divididos em quatro fornadas de 20 minutos) para que a granola fique no ponto ideal, às vezes era necessária uma quinta fornada. Segundo o gestor, isso acontecia porque o forno estava velho e sem a manutenção adequada, e, por isso, não esquentava em todos os pontos internos uniformemente. Depois da quarta fornada, algumas bandejas ainda estavam com os grãos pouco torrados e precisavam ficar mais uma rodada de 20 minutos no forno. Essa quinta fornada ocasional diminui o OEE da máquina, sendo considerada um desperdício por perda de velocidade.

O maior desafio dessa iniciativa é a manutenção do forno não ser o suficiente para que ele volte a deixar a granola no ponto ideal depois de apenas quatro fornadas. Nesse caso, seria necessário orçar um novo forno.

O gestor contratou um mecânico que passou um dia fazendo a manutenção de ambos os fornos e realizando testes. Além de trocar algumas peças antigas, limpá-lo e lubrificá-lo, o mecânico apontou que um dos problemas podia ser a temperatura e o tempo de fornada. Antes colocada a 173 graus, ele recomendou que se colocasse em uma temperatura cerca de cinco graus superior, em torno de 178 graus.

Nos próximos dias de produção, os funcionários foram orientados a seguir essa nova regra e, a partir daí, não foi necessária a quinta fornada. Além de reduzir o tempo total de forno, aumentando a disponibilidade da máquina.

5.1.9 Implementar rodízios deslizantes no forno

Entre duas fornadas consecutivas, o funcionário era orientado a retirar todas as bandejas do forno, apoiá-las em uma mesa e misturar os grãos, com a ajuda de um pequeno arado de ferro. O problema desse procedimento era o tempo gasto: 12 minutos para misturar as bandejas de cada forno. Dado que após cada fornada de 20 minutos é necessária uma mistura e há um total de quatro fornadas para um forno de granola, aproximadamente 50 minutos são gastos com esse processo – em velocidade nominal do forno.

Quando questionado sobre esse procedimento, o gestor afirmou ser necessário para que os grãos fiquem uniformemente tostados. Para confirmar esse fato, foi realizado um teste

em que um forno foi preparado, sem a mistura a cada fornada. De fato, observou-se que os grãos de baixo queimavam, enquanto os de cima ficavam pouco tostados.

Dito isso, outra solução proposta foi manter a mistura entre as fornadas, porém reduzindo drasticamente o tempo necessário para realizá-la. A iniciativa foi embasada nos conceitos do SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) ou troca rápida de ferramentas. O SMED é aplicado principalmente durante os *setups* de máquinas, com o objetivo reduzir o tempo em que a máquina fica parada. Dado que durante o tempo de mistura o forno fica parado, os conceitos de SMED podem ser aplicados para diminuir o tempo de espera.

A primeira ideia proposta foi que a mistura fosse realizada sem retirar as bandejas do forno. Ao realizar o teste, percebeu-se que as bandejas ficavam muito próxima uma das outras no forno, sendo impossível o funcionário conseguir passar o arado de ferro em cada uma sem se queimar.

A segunda alternativa proposta foi que o funcionário puxasse a bandeja para fora, sem retirá-la completamente e, com uma mão segurasse a bandeja (com o auxílio de uma luva térmica) e com a outra realizasse a mistura. Outro teste foi realizado e, dessa vez, o problema foi que simplesmente apoiar a bandeja e segurá-la com a luva não trazia a segurança necessária para o operador.

Por fim, foi sugerido a implementação de rodízios com travas no forno, para que a bandeja pudesse ser puxada para fora e se sustentasse, sem a necessidade de segurá-la. Essa alternativa foi a escolhida e os rodízios com travas foram implementados em ambos os fornos. O resultado final pode ser observado na Figura 42.

Figura 42 - Operador realizando testes no forno, com rodízios implementados



Fonte: elaborado pela autora

Por questões de segurança, foram comprados um avental, luvas e uma máscara para proteger os operadores do calor do forno. A iniciativa teve grande impacto na redução da espera da máquina: o tempo de mistura das bandejas passou de 12 para 3 minutos, ou seja, uma redução de 75%.

5.1.10 Rever fornecedores

A iniciativa de rever fornecedores foi criada para atacar o problema da má qualidade das embalagens plásticas dos produtos da Vovó Nize. Esse problema faz com que os pacotes sejam desperdiçados na estação de empacotamento e contribuem para os defeitos na selagem dos mesmos.

O desafio dessa iniciativa é garantir que o fornecedor escolhido seja realmente de uma qualidade superior, sem aumentar o preço, condição de contorno imposta pelo proprietário. Uma vantagem para implementar essa iniciativa é que o consultor que deu apoio ao projeto era um especialista em embalagens e possuía uma lista dos fornecedores no Brasil. Ele sugeriu três nomes, que foram contatados pela autora para enviarem um orçamento.

De fato o orçamento proposto pelas empresas era mais caro que o atual pago pelo proprietário. Para contornar esse problema, o consultor especialista sugeriu a diminuição da gramatura das embalagens, ou seja, da espessura do plástico usado. Segundo ele, o plástico utilizado nos pacotes da Vovó Nize era de uma gramatura superior à usada pelos concorrentes, sem adicionar necessariamente um valor extra ao cliente – configurando um desperdício de superprocessamento (processamento desnecessário).

Ao refazer o orçamento, com gramaturas de 12 mm ao invés de 16 mm, o preço ficou abaixo do pago pelo proprietário. As amostras foram enviadas pelos fornecedores e uma das empresas foi escolhida para passar a fornecer esse produto para a Vovó Nize.

5.1.11 Balancear as atividades

A iniciativa de balancear as atividades prevê corrigir o problema que existe atualmente na área das embalagens: um dos funcionários, responsável pela selagem e empacotamento, possui tempo de ciclo acima de seus colegas e por isso é o gargalo do processo, enquanto os outros funcionários operam de maneira mais tranquila.

Para realizar o balanceamento, primeiro as atividades foram cronometradas novamente, pois tiveram seus tempos alterados com a otimização dos processos. A cronometragem foi feita nos mesmos moldes da primeira análise: três tempos tirados para cada atividade, referente à produção de 50 pacotes de chia (uma caixa). Os resultados encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Tempos cronometrados na área das embalagens após implementação das ações corretivas

		Tempos (seg)		
		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3
A1	Colocar produto na embalagem e pesar	285	284	289
A2	Selar embalagem	243	255	246
A3	Encaixotar	48	52	49
A4	Levar caixa para a área da expedição	9	10	9

Fonte: elaborado pela autora

A suficiência da amostra pode ser verificada por meio do cálculo de dimensionamento da amostra necessária. Será usada novamente a fórmula simplificada, que dimensiona o número n de amostras necessárias, a partir do número n' de medidas cronometradas e os tempos t_i cronometrados, para erro relativo de 5% e nível de confiança de 95%. Para $n' > n$, a amostra é suficiente, para $n' < n$, são necessárias mais cronometragens. O resultado para cada uma das atividades está expresso na Tabela 9.

$$n = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{n' \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}}{\sum t_i} \right)^2$$

Tabela 9 - Resultado do dimensionamento do tamanho das amostras necessárias

Atividade	Amostras necessárias
A1	0,09
A2	0,68
A3	1,87
A4	4,08

Fonte: elaborado pela autora

Os resultados obtidos mostram que apenas são necessárias mais cronometragens para a atividade A4. Dessa forma, outras duas cronometragens foram feitas para essa atividade. O resultado e as médias dos tempos tirados podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10 - Tempos cronometrados na área das embalagens

		Tempos (seg)					Média
		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4	Tempo 5	
A1	Colocar produto na embalagem e pesar	285	284	289			286
A2	Selar embalagem	243	255	246			248
A3	Encaixotar	48	52	49			50
A4	Levar caixa para a área da expedição	9	11	9	10	9	10

Fonte: elaborado pela autora

As atividades A1, A2 e A4 tiveram seus tempos reduzidos. A redução de A1 foi principalmente pela implementação do volume padrão, pois, sem a necessidade de pesar o pacote, a atividade ficou 40% mais rápida. A2 teve seu tempo diminuído em 18%, pela implementação do *Poka Yoke* e, portanto, a redução do tempo de retrabalho. Por fim, A4 também diminuiu, pois a mesa de empacotamento, com o novo *layout* passou a ficar mais próxima da área da expedição.

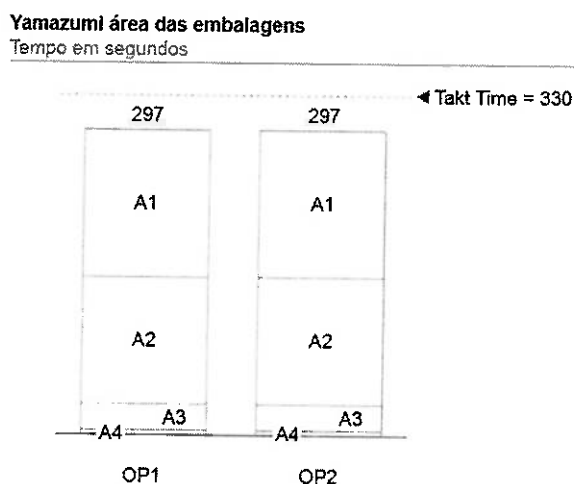
O próximo passo é refazer a conta da quantidade de operadores necessários.

$$N^{\circ}operadores = \frac{\sum TC}{Takt\ Time} = \frac{594}{330} = 1,8\ operadores$$

São necessários, portanto, dois operadores para o trabalho. Trata-se de uma economia de 50% da mão-de-obra, já que haviam antes quatro operadores trabalhando na área. A distribuição das atividades passou a ser igualitária: ambos os operadores realizarão as quatro atividades, com tempo de ciclo igual a 297 segundos cada, abaixo do *takt time* de 330 segundos. A única restrição para esse processo é o fato de que só havia na fábrica uma máquina seladora, porém o proprietário afirmou que traria para a fábrica uma seladora que estava em desuso em

outro negócio da família, resolvendo o problema. O gráfico *Yamazumi* com a nova distribuição de atividades pode ser visto na Figura 43. Um detalhamento do impacto do novo *Yamazumi* pode ser visto no Capítulo 5.2.1 Resultado Obtido dos Indicadores do Diagnóstico.

Figura 43 - *Yamazumi* após implementação das melhorias e balanceamento das atividades



Fonte: elaborado pela autora

5.1.12 Implementar *Poka Yoke* na seladora

Uma das causas citadas dos defeitos gerados nos pacotes da estação da seladora foi a falta de uma indicação do posicionamento correto da embalagem plástica na máquina. Os operadores disseram que, caso fosse um funcionário mais experiente que estivesse nesse posto, não havia problema; mas que se por acaso outro entre eles assumisse, o número de defeitos era elevado.

Durante a conversa com os funcionários, eles sugeriram que se fizesse uma simples marca à caneta de onde deveria ser posicionada a parte superior da embalagem. A autora sugeriu um método que além de ajudar, evitasse o erro durante o processo.

A proposta foi baseada no conceito de *Poka Yoke*, que tem como objetivo prevenir que falhas aconteçam durante o processo produtivo. Dentro dos tipos de *Poka Yokes*, foi escolhida a barreira física, mais especificamente o gabarito. A sugestão da iniciativa é a implementação de uma peça de metal que funcione como gabarito da posição ideal da embalagem no momento da selagem, impedindo que o operador erre, mesmo que tenha menos experiência. A sugestão foi aceita pelo proprietário e foi implementada com o uso de papelão, uma maneira temporária de colocar a iniciativa em prática. Segundo o gestor, ele está viabilizando a confecção de um material metálico mais apropriado.

5.2 Resultados obtidos

Até o momento da redação do presente trabalho, aproximadamente 60% das iniciativas estavam completamente implementadas e todas elas haviam sido pelo menos parcialmente implementadas. Entende-se que a implementação das iniciativas melhora os indicadores usados no diagnóstico e, como consequência, resultam em um aumento do indicador de produtividade, que é o objetivo do trabalho como um todo.

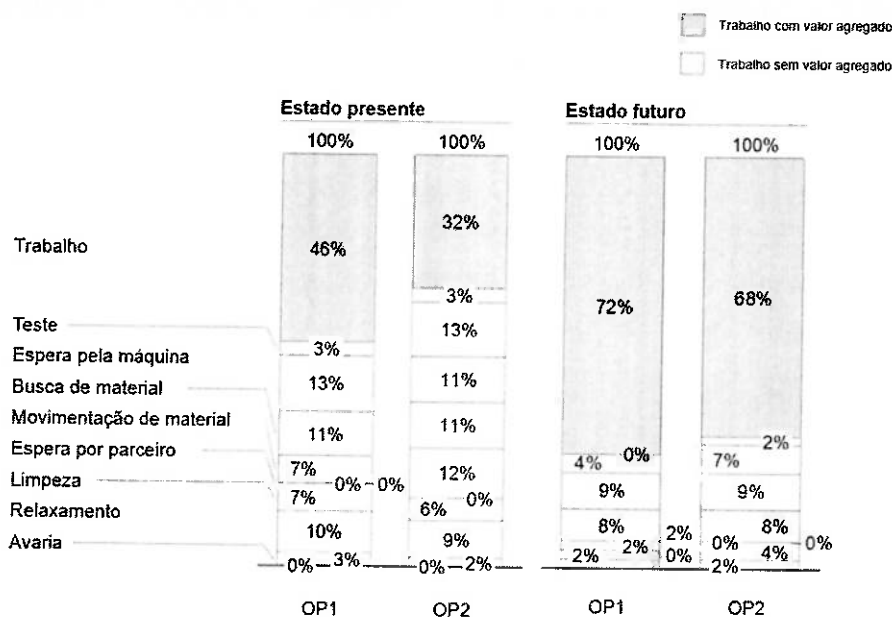
Dessa forma, neste capítulo primeiramente é apresentada a melhora obtida em valor agregado, OEE, fluxograma de processos e *Yamazumi* para, depois, ser apresentado o impacto final no indicador de produtividade.

5.2.1 Resultado obtido nos indicadores do diagnóstico

Análise de valor agregado

A análise de valor agregado foi refeita, com os mesmos funcionários e seguindo a mesma estrutura da análise feita no diagnóstico. O resultado obtido na área dos fornos encontra-se na Figura 44 e o obtido na área das embalagens, na Figura 45. É possível comparar a evolução do estado presente para o futuro. O detalhamento da coleta de dados encontra-se no Anexo II.

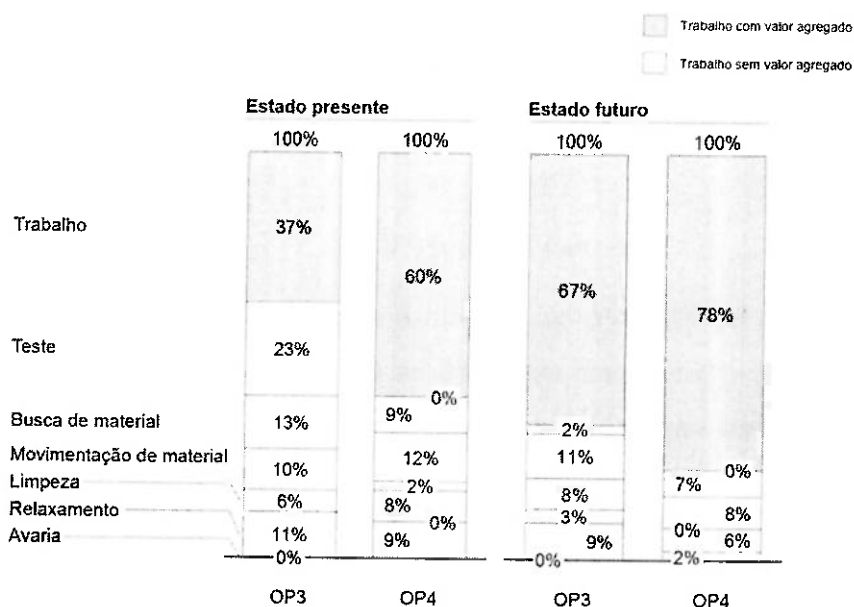
Figura 44 - Comparação da análise de valor agregado para a área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

Pode-se observar na Figura 44 que houve um aumento considerável da porcentagem de tempo do funcionário realizando trabalho, ou seja, agregando valor no processo produtivo. Na área dos fornos, a média de tempo de valor agregado passou de 39% para 70%. As maiores reduções foram com tempos desperdiçados em espera pela máquina, espera pelo parceiro e movimentação de material.

Figura 45 - Comparação da análise de valor agregado para a área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Já na área das embalagens, que pode ser observada na Figura 45, a média passou de 48,5% para 72,5%. As maiores reduções foram em teste, com a eliminação da atividade de pesar os pacotes, busca e movimentação de material.

OEE

O cálculo do OEE foi feito, tomando como base o mesmo forno usado para a análise do diagnóstico.

Cálculo ITO

- Tempo disponível: permanece o mesmo, igual ao tempo de operação da fábrica, de segunda a sexta, das 7:00 às 17:00, excluindo uma hora de almoço diária.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{disponível} \end{array} \right) = \left(10 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} - 1 \frac{\text{hora de almoço}}{\text{dia}} \right) \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 45 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}$$

- Tempo perdido com paradas não planejadas: soma de todas as paradas não planejadas, que inclui a falta de matéria-prima, o tempo de *setup* e ajustes e as quebras.
 - Falta de matéria-prima: o tempo de falta de matéria-prima reduziu-se a poucos momentos de espera pelo preparo da receita. É importante ressaltar que, com o menor nível de desperdícios, passou-se a fazer três fornos por dia, no lugar de dois. Não há mais o tempo de espera pelo coco, que começou a ser produzido no dia anterior.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Espera} \\ \text{pelo} \\ \text{preparo} \\ \text{da receita} \end{array} \right) = 15 \frac{\text{minutos}}{\text{forno}} \times 3 \frac{\text{fornos}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 225 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}} = 3,8 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}$$

$$\text{Tempo total de falta de MP} = 3,8 \text{ horas}$$

- *Setup* e ajustes: considerou-se o tempo de pré-aquecimento do forno mais o tempo de misturar as bandejas entre as fornadas, que reduziu de 12 minutos para 3 minutos por fornada.

$$(\text{Pré aquecimento}) = 20 \frac{\text{minutos}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 100 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

$$(\text{Mistura da bandeja}) = 3 \frac{\text{minutos}}{\text{fornada}} \times 12 \frac{\text{fornadas}}{\text{dia}} \times 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} = 180 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

$$(Tempo\ de\ setup\ e\ ajustes) = (100 + 180)\ minutos = 280\ minutos = 4,7\ horas$$

- Quebras: segundo o gestor, com a regulação e manutenção preventiva do forno, as quebras reduziram, apesar de não terem chegado a zero. Foi estimado o tempo de 1 hora por semana devido a quebras.

$$(Tempo\ de\ quebra) = 1\ hora$$

Com isso, pode-se calcular o ITO:

$$ITO = \frac{\left(\frac{Tempo}{disponível} \right) - \sum \left(\frac{Paradas}{não\ planejadas} \right)}{\left(\frac{Tempo}{disponível} \right)} = \frac{45 - (3,8 + 4,7 + 1)}{45} = 0,788$$

Cálculo IPO

- Tempo de operação: o tempo de operação foi calculado na etapa anterior:

$$\left(\frac{Tempo}{de\ operação} \right) = \left(\frac{Tempo}{disponível} \right) - \sum \left(\frac{Paradas}{não\ planejadas} \right) = 45 - 9,5 = 35,5\ hrs$$

- Tempo de ciclo real: após a manutenção do forno e da temperatura, o gestor disse que ainda é necessária a quinta fornada, porém não para todos os casos. Foi considerado que ela é necessária apenas em 50% das fornadas.

$$TC\ real = 4\ fornadas \times 20 \frac{minutos}{fornada} + 1\ fornada \times 20 \frac{minutos}{fornada} \times 50\% = 90\ minutos = 1,5\ horas$$

- Tempo de ciclo nominal: tempo que idealmente deveria durar a produção de um forno de granola:

$$TC\ nominal = 4\ fornadas \times 20 \frac{minutos}{fornada} = 80\ min = 1,33\ horas$$

- Quantidade produzida: número de fornos semanais de granola:

$$Quantidade\ produzida = 3 \frac{fornos}{dia} \times 5 \frac{dias}{semana} = 15 \frac{fornos}{semana}$$

Com isso, pode-se calcular o IPO:

$$IPO = \frac{\left(\frac{Tempo\ de\ operação\ efetivo}{Tempo\ de\ operação} \right)}{\left(\frac{Tempo\ de\ operação}{Tempo\ de\ operação} \right)} = \frac{Tempo\ de\ operação - \left(\frac{TC\ real}{TC\ nominal} \right) \times \left(\frac{Quantidade}{produzida} \right)}{Tempo\ de\ operação}$$

$$= \frac{35,5 - (1,5 - 1,33) \times 15}{35,5} = 0,928$$

Cálculo IPA

- Tempo de operação efetivo: o tempo de operação efetivo foi calculado na etapa anterior:

$$\begin{aligned} \left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{de operação} \\ \text{efetivo} \end{array} \right) &= \left(\begin{array}{c} \text{Tempo} \\ \text{de operação} \end{array} \right) - \left(\frac{TC \text{ real} - TC \text{ nominal}}{TC \text{ nominal}} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{Quantidade} \\ \text{produzida} \end{array} \right) = \\ &= 35,5 - (1,5 - 1,33) \times 15 = 32,95 \text{ horas} \end{aligned}$$

- Tempo perdido produzindo peças defeituosas: foi estimado, segundo entrevista com o proprietário e os funcionários, que as iniciativas de melhoria implementadas reduziram pela metade os defeitos e desperdícios da granola. Logo, o tempo perdido produzindo produto defeituoso passou a ser igual a 2,5% do tempo de operação efetivo, no lugar dos 5% anteriores:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tempo perdido} \\ \text{produzindo peças} \\ \text{defeituosas} \end{array} \right) = 2,5\% \times \left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação efetivo} \end{array} \right) = 2,5\% \times 32,95 \text{ hrs} = 0,824 \text{ hrs}$$

Com isso, pode-se calcular o IPA:

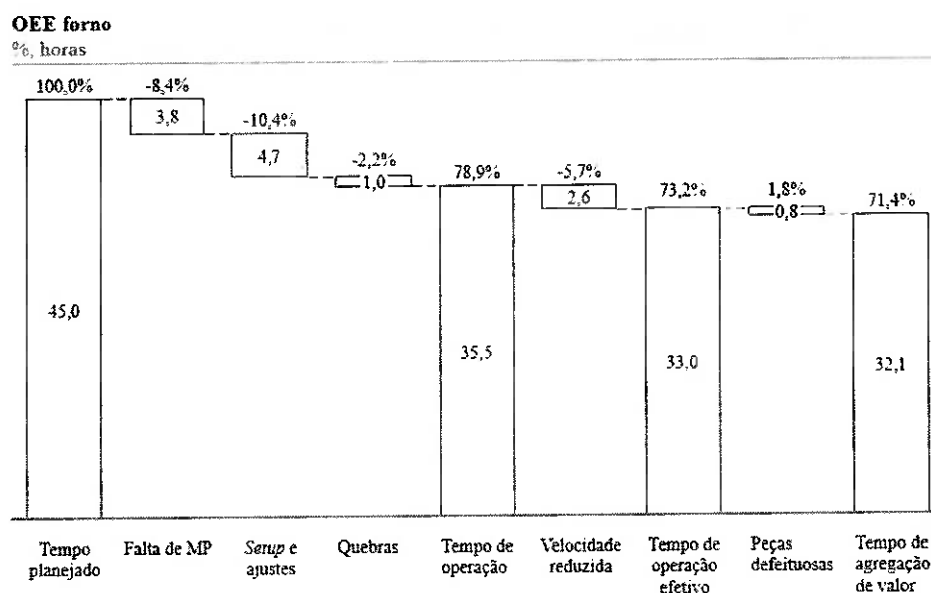
$$\begin{aligned} IPA &= \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{agregação de valor} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação efetivo} \end{array} \right)} = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação efetivo} \end{array} \right) - \sum \left(\begin{array}{c} \text{Tempo produzindo} \\ \text{peças defeituosas} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{c} \text{Tempo de} \\ \text{operação efetivo} \end{array} \right)} = \\ &= \frac{32,95 - 0,824}{32,95} = 0,975 \end{aligned}$$

Cálculo do OEE

$$OEE = ITO \times IPO \times IPA = 0,788 \times 0,928 \times 0,975 = 0,714$$

O resultado também pode ser visualizado por meio de um gráfico de cascata, ilustrado na Figura 46.

Figura 46 - Gráfico de OEE, depois da implementação das iniciativas



Fonte: elaborado pela autora

Pode-se ver pela imagem que o OEE chegou a 71,4%, um aumento de 77% quando comparado ao valor obtido na primeira análise, de 40,3%. Trata-se de um aumento significativo, porém a meta da fábrica ainda deve ser chegar ao nível de 85%, que é o *benchmark* para o indicador.

Gráfico do Fluxo de Processo (GFP) e diagrama “espaguete”

Para a nova análise do fluxograma de processos, os funcionários foram observados novamente, agora no novo *layout* e utilizando o carrinho de transporte. A observação foi feita nos mesmos moldes da análise do diagnóstico.

Figura 47 - GFP área dos fornos, após implementação das melhorias

Dist (m)	Símbolo	Descrição do processo	OP1	Dist (m)	Símbolo	Descrição do processo	OP2
7		E1 - Depósito de matéria-prima		7		E1 - Depósito de matéria-prima	
10		T1 - Transportar materiais à mesa		10		T1 - Transportar materiais à mesa	
1		O1 - Inserir ingredientes na misturadora		1		O1 - Inserir ingredientes na misturadora	
0		O2 - Ativar misturadora		0		O2 - Ativar misturadora	
2		T2 - Retirar receita e colocar nas bandejas		2		T2 - Retirar receita e colocar nas bandejas	
2		O3 - Inserir bandejas no forno		2		O3 - Inserir bandejas no forno	
7		E2 - Depósito de matéria-prima		7		E2 - Depósito de matéria-prima	
10		O4 - Operação "ralar coco"		3		O4 - Operação "preparar melão"	
10		O5 - Misturar bandejas do forno 1		5		O5 - Misturar bandejas do forno 2	
10		O6 - Operação "ralar coco"		5		O6 - Operação "preparar melão"	
10		O7 - Misturar bandejas do forno 1		5		O7 - Misturar bandejas do forno 2	
10		O8 - Operação "ralar coco"		20		O8 - Preparo da nova mistura	
10		O9 - Misturar bandejas do forno 1		2		O9 - Misturar bandejas do forno 2	
10		O10 - Operação "ralar coco"		2		O10 - Preparo da nova mistura	
2		O11 - Misturar bandejas do forno 1		2		O11 - Misturar bandejas do forno 2	
2		T3 - Retirar bandejas e coloca-las no armário		2		T3 - Retirar as bandejas e coloca-las no armário	
13		T4 - Levar armário à área de refrigeração		13		T4 - Levar o armário à área de refrigeração	
116				88			

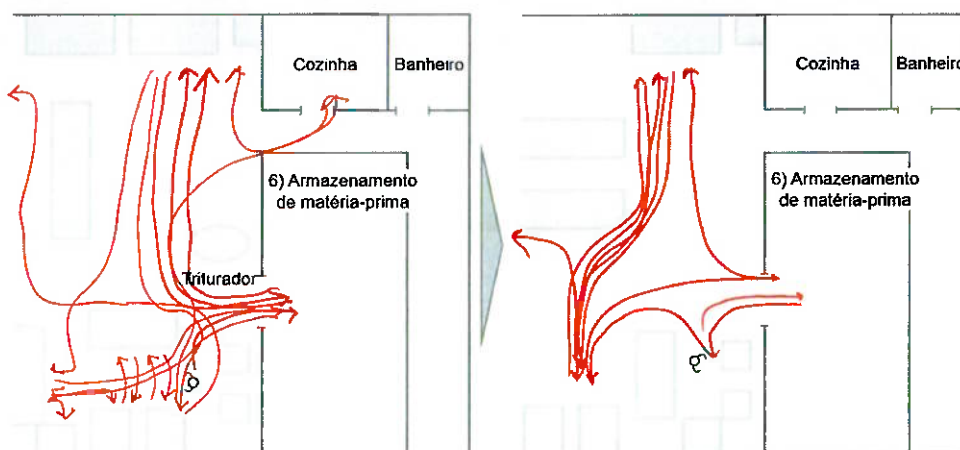
Fonte: elaborado pela autora

Pode-se observar na Figura 47 a redução significativa das distâncias percorridas e o aumento das atividades de operação em relação às de armazenamento e transporte. Isso foi possível pela estruturação da rotina dos operadores dessa área, pela implementação do 5S e do carrinho de transporte.

O operador 1 passou a percorrer 116 metros, 34% a menos do que os 177 metros anteriores. Além disso reduziu para duas as atividades de armazenamento (versus as quatro anteriores) e para quatro as atividades de transporte (versus as dez anteriores).

Já o operador 2 passou a percorrer 88 metros, 53% menos do que anteriormente. Reduziu para duas as atividades de armazenamento (versus as quatro anteriores) e para quatro as atividades de transporte (versus as nove anteriores).

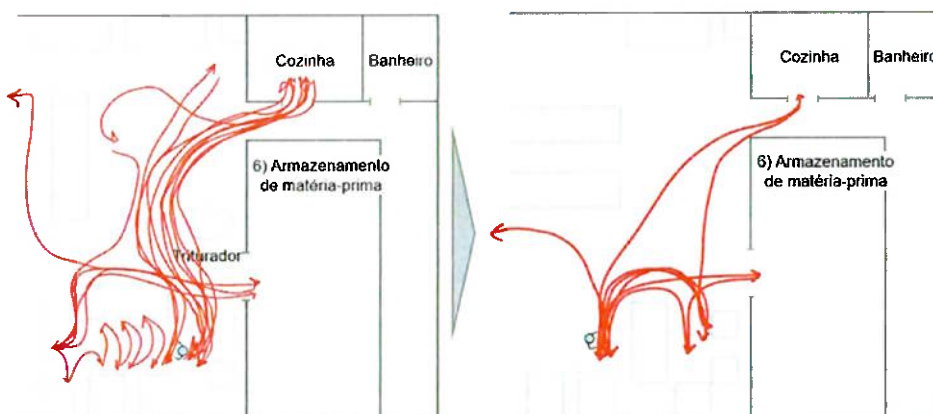
Figura 48 - Diagrama espaguete "antes e depois" para OP1 área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 48 mostra que o fluxo tornou-se menos intenso e mais organizado para o operador 1 da área dos fornos. Isso se deve à uma rotina mais padronizada dos procedimentos (que eliminou as atividades não relacionadas à produção, como limpeza e conversa com outros funcionários). Além disso, o uso dos carrinhos reduziu as idas ao depósito de matéria-prima.

Figura 49 - Diagrama espaguete "antes e depois" para OP2 área dos fornos



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 49, mostra o mesmo efeito, de forma ainda mais acentuada, para o operador 2. Isso deve-se à redução das idas à cozinha para buscar a matéria-prima para o preparo do melaço que passaram de três para uma, com a implementação do carrinho de transporte. Além disso, trabalhar em um ambiente mais organizado, reduz os deslocamentos, pois não há necessidade de procurar por ferramentas, já que todas estão disponíveis na mesa de trabalho, para uso imediato.

Na área das embalagens, o maior efeito, que pode ser observado na Figura 50, é a criação de um fluxo mais simples para o processo. Após as melhorias do projeto, o material

desloca-se do depósito de matéria-prima para a mesa de empacotamento e depois para a expedição quase que em linha reta, ao contrário do que acontecia anteriormente. O fluxo também tornou-se menos intenso com a diminuição pela metade do número de operadores dessa área.

Figura 50 - Diagrama espaguete "antes e depois" para a área das embalagens



Fonte: elaborado pela autora

Yamazumi

Por último, o *Yamazumi* foi refeito depois do balanceamento das atividades. O *takt time* é considerado o mesmo, pois a demanda e o tempo disponível não mudaram. Seu valor é de 330s. Os tempos de ciclo já descritos na Tabela 10, no capítulo 5.1.11 Balancear as atividades, podem ser revistos de forma resumida na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores cronometrados das atividades na área das embalagens, após melhorias

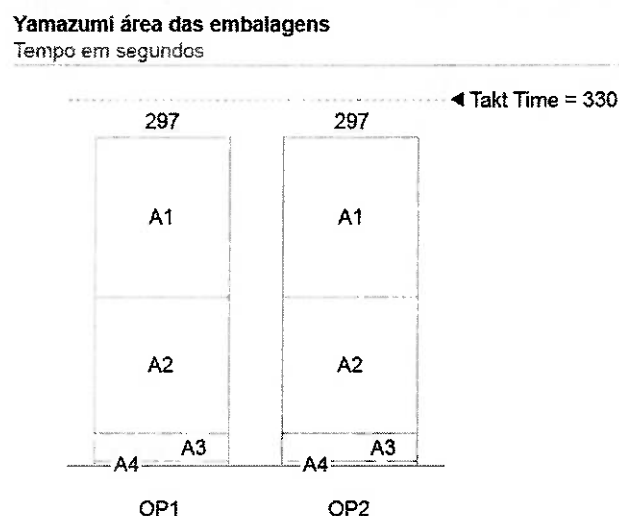
		Tempos (s)
A1	Colocar produto na embalagem e pesar	286
A2	Selar embalagem	248
A3	Encaixotar	50
A4	Levar caixa para a área da expedição	10

Fonte: elaborado pela autora

A partir dos valores da Tabela 11, é possível calcular o número de operadores necessários.

$$\left(\text{Número de operadores} \right) = \frac{\sum TC}{Takt Time} = \frac{594}{330} = 1,8 \text{ operadores}$$

Com esses dados, é possível construir o gráfico Yamazumi. Como foi descrito na iniciativa 5.1.11 Balancear atividades, ambos os funcionários passarão a fazer todas as atividades, de modo a balanceá-las da forma mais semelhante possível. O novo gráfico Yamazumi pode ser revisto na Figura 51.

Figura 51 - Gráfico *Yamazumi* após implementação das melhorias e balanceamento

Fonte: elaborado pela autora

A partir do gráfico, podemos concluir que, com essa nova distribuição de atividades, são necessários 50% menos operadores do que anteriormente. Antes feita com quatro funcionários, a operação passa a ser feita com dois. Além disso, a distribuição de atividades passa a responder à demanda, já que os tempos de ciclo encontram-se abaixo do *takt time*. Deve-se lembrar que a demanda foi estimada e que não é linear, ou seja, há picos e vales.

Em conversa com o gestor, ele disse que não pretende demitir os operadores e sim realocá-los: um deles substituirá um funcionário da área dos fornos, que irá se aposentar e o, outro, com mais experiência, será alocado na área de vendas. Ele concluiu que essa é uma boa forma de incentivar os funcionários a colaborarem na otimização de processos, pois com a garantia que não ocorrerão demissões, todos sentem-se incentivados a sugerir melhorias.

5.2.2 Impacto na produtividade

O objetivo geral do trabalho é a redução de custos de mão-de-obra na produção de granola (área dos fornos) e na produção de chia (área das embalagens) da empresa Vovó Nize. Ao estratificarmos o problema geral, focamos no aumento da produtividade da mão-de-obra na fabricação de granola e chia que são os principais produtos elaborados nestes dois setores. O objetivo específico é medido pelos indicadores:

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção granola}} \right) = \frac{\text{kgs de granola}}{\text{horas homem disponível}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção chia}} \right) = \frac{\text{pacotes de chia}}{\text{horas homem disponível}}$$

Ao fim da implementação das iniciativas, os dois indicadores foram medidos novamente, nos mesmos moldes da medição. Foram obtidos os seguintes resultados:

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção granola}} \right) = \frac{396 \text{ kgs}}{2 \times 9 \text{ horas homem}} = 22 \frac{\text{kgs}}{\text{hora homem}}$$

$$\left(\frac{\text{Produtividade}}{\text{produção chia}} \right) = \frac{2000 \text{ pacotes}}{2 \times 9 \text{ horas homem}} = 111 \frac{\text{pacotes}}{\text{hora homem}}$$

Quando comparado ao valor inicial de 14,7 quilogramas de granola por hora homem, obteve-se um aumento de 50% da produtividade na área da granola. Esse aumento foi resultado de um aumento em 50% do número de fornos diários (passou de dois para três), sem redução das horas-homem disponíveis. Acredita-se que, com a finalização da implementação das iniciativas e a habituação dos funcionários para os novos padrões, seja possível aumentar para quatro o número de fornos diários e, portanto, alcançar a meta de dobrar a produtividade.

Já a produtividade na produção de chia passou de 60 pacotes por hora-homem para 111, um aumento de 85%, próximo à meta de 100%. O aumento foi devido principalmente à redução pela metade das horas-homem. No dia da medição, os operadores ainda estavam em adaptação aos novos procedimentos, principalmente ao uso do volume padrão, que substituiu a pesagem dos pacotes. Espera-se que, com a prática, a linha supere facilmente a meta de dobrar a produtividade. A Tabela 12 resume os ganhos de produtividade do projeto.

Tabela 12 - Aumentos de produtividade obtidos no projeto

	Antes da melhoria	Após melhoria	Aumento
Produção de granola	14,7	22	50%
Produção de chia	60	111	85%

Fonte: elaborado pela autora

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivo reduzir os custos de mão-de-obra, pelo aumento da produtividade dos operadores em duas áreas da fábrica do setor de alimentos orgânicos Vovó Nize.

Pelo uso das ferramentas de *Lean Manufacturing* e outros artifícios como observação direta e entrevistas, foi possível diagnosticar a situação presente da fábrica quanti e qualitativamente, estruturar as causas do problema por meio de um Diagrama de Ishikawa e propor iniciativas de solução. A implementação das iniciativas permitiu um aumento dos indicadores usados no diagnóstico:

- O tempo de trabalho dedicado a atividades que agregam valor passou de 39% para 70% na área dos fornos e 48,5% para 72,5% na área das embalagens;
- O OEE do forno observado passou de 40,3% para 71,4%;
- O deslocamento médio dos funcionários da área dos fornos passou a ser 43,5% menor e os funcionários da área das embalagens passaram a percorrer um fluxo mais lógico e linear durante o processo de produção;
- Por fim, o balanceamento e a otimização das atividades na área das embalagens permitiu a construção de um gráfico *Yamazumi* com 50% menos operadores, com tempos de ciclo abaixo do *takt time* e, portanto, capaz de responder à demanda da linha.

Todos esses indicadores permitiram o aumento do indicador objetivo do projeto, a produtividade dos operadores em ambas as áreas. Nos fornos, a produtividade passou de 14,7 para 22 quilogramas de granola por hora homem. Essa melhora de 50% foi resultado do aumento dos recursos produzidos diariamente: antes eram dois fornos diários, após a implementação das iniciativas, passaram a ser três. Apesar do grande impacto, ainda está aquém da meta de dobrar a produtividade.

Já na área das embalagens o impacto foi ainda maior: passou de 60 pacotes por hora homem para 111, um aumento de 85%. O aumento foi devido à diminuição dos operadores da área e espera-se que, com o costume em utilizar os novos equipamentos implementados, em pouco tempo a linha de embalagens supere a meta de aumento de 100% de produtividade.

O desenvolvimento deste trabalho mostrou que a aplicação dos conceitos de *Lean* geram um grande impacto com pouco investimento. Das iniciativas propostas, algumas não necessitaram de nenhum desembolso por parte do gestor e, das que requereram investimentos,

grande parte foi para cobrir o custo de mão-de-obra de pequenas reformas, ou para comprar materiais simples.

Outro ponto relevante a ressaltar é a importância do envolvimento dos funcionários no processo de transformação *Lean*. Mesmo dois funcionários sendo dispensados do processo produtivo, eles foram realocados para outras áreas da fábrica. Essa é uma forma de incentivar os funcionários a participarem continuamente da implementação dos conceitos *Lean*: a certeza que estarão apenas contribuindo para tornar o processo produtivo mais eficiente e não para serem “kaizenados”.

O *Lean* não deve ser visto como uma mudança pontual, mas sim como um melhoramento contínuo dos processos produtivos, pois sempre há oportunidade de otimização. Sendo assim, os próximos passos para a empresa Vovó Nize são, além da finalização da implementação das iniciativas propostas, a manutenção de uma cultura *Lean* entre os gestores e os funcionários, para que sempre surjam novas iniciativas e mais impacto.

7 BIBLIOGRAFIA

Anacleto, C. A. & Paladini, E. P., 2014. Gestão estratégica de qualidade para empresas produtoras de alimentos orgânicos. *Navus: revista de gestão tecnológica*, 08 Outubro.

Anon., 2013. *The Conference Board*. [Online].

Anon., 2014. *Sebrae Mercados*. [Online]
Available at: <http://www.sebraemercados.com.br/mercado-interno-de-organicos-deve-crescer/>
[Acesso em 20 Outubro 2015].

Antunes, J. e. a., 2008. *Sistemas de Produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Bookman.

Barnes, R. M., 1982. *Estudo de Movimentos e Tempos*. São Paulo: s.n.

Bornia, A. C., 2009. *Análise Gerencial de Custos: aplicação em empresas modernas*. São Paulo: Atlas.

Dennis, P., 2007. *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful System*. 2nd Edition ed. s.l.:Productivity Press.

Durward K. Sobek II, A. S., 2008. *Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System*. s.l.:Taylor & Francis Group, LLC.

Galsworth, G. D., 1997. *Visual Systems - Harnessing the power of the visual workplace*. s.l.:Amacom - American Management Association.

Gomes, J. E. N. e. a., 2008. *Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva - um estudo de caso*. Rio de Janeiro: s.n.

Hino, S., 2006. *Inside the Mind of Toyota: Management Principles for Enduring Growth*. 1st Edition ed. s.l.:Productivity Press.

Liker, J. K., 2004. *The Toyota Way*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc..

Luiz, R., 2015. *SRB (Sociedade Rural Brasileira)*. [Online]
Available at: http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article_id=7751
[Acesso em 20 Outubro 2015].

Martins, P. G. & Laugen, F. P., 2000. *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Saraiva.

Ohno, T., 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. s.l.:Productivity Press.

Pellegrini, G. & Farinello, F., 2009. *Organic consumers and new lifestyles: an Italian country survey on consumption patterns*. v. 111 ed. West Yorkshire: British food journal.

Rosin, C. & Campbell, H., 2009. *Beyond bifurcation: examining the conventions of organic agriculture in New Zealand*. v. 25 ed. Reino Unido: Journal of Rural Studies.

Rother, M. & Shook, J., 1999. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício: manual de uma ferramenta enxuta*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Souza, B. S., 2010. *Aplicação da simulação como ferramenta de auxílio de decisão em uma indústria têxtil de grande porte*. São Paulo: s.n.

Stamatis, D. H., 1947. *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. New York: Productivity Press.

8 ANEXOS

8.1 Anexo I: amostragem do trabalho dos operadores no estado presente

Tabela 13 - Amostragem do trabalho dos operadores da área dos fornos

	OP1		OP2	
	Contagem	Porcentagem	Contagem	Porcentagem
Trabalho	41	46%	29	32%
Teste	3	3%	3	3%
Espera pela máquina	12	13%	12	13%
Busca de material	10	11%	10	11%
Movimentação de material	6	7%	10	11%
Espera por parceiro	0	0%	11	12%
Tarefas administrativas	0	0%	0	0%
Limpeza	6	7%	5	6%
Relaxamento	9	10%	8	9%
Avaria	3	3%	2	2%
Retrabalho	0	0%	0	0%
Total	90	100%	90	100%

Tabela 14 - Amostragem do trabalho dos operadores da área das embalagens

	OP3		OP4	
	Contagem	Porcentagem	Contagem	Porcentagem
Trabalho	33	37%	54	60%
Teste	21	23%	0	0%
Espera pela máquina	0	0%	0	0%
Busca de material	12	13%	8	9%
Movimentação de material	9	10%	11	12%
Espera por parceiro	0	0%	0	0%
Tarefas administrativas	0	0%	0	0%
Limpeza	5	6%	2	2%
Relaxamento	10	11%	7	8%
Avaria	0	0%	0	0%
Retrabalho	0	0%	8	9%
Total	90	100%	90	100%

Fonte: elaborado pela autora

8.2 Anexo II: amostragem do trabalho dos operadores no estado futuro

Tabela 15 - Amostragem do trabalho dos operadores da área dos fornos

	OP1		OP2	
	Contagem	Porcentagem	Contagem	Porcentagem
Trabalho	65	72%	61	68%
Teste	0	0%	2	2%
Espera pela máquina	4	4%	6	7%
Busca de material	8	9%	8	9%
Movimentação de material	7	8%	7	8%
Espera por parceiro	2	2%	0	0%
Tarefas administrativas	0	0%	0	0%
Limpeza	2	2%	0	0%
Relaxamento	2	2%	4	4%
Avaria	0	0%	2	2%
Retrabalho	0	0%	0	0%
Total	90	100%	90	100%

Tabela 16 – Amostragem do trabalho dos operadores da área das embalagens

	OP3		OP4	
	Contagem	Porcentagem	Contagem	Porcentagem
Trabalho	60	67%	70	78%
Teste	2	2%	0	0%
Espera pela máquina	0	0%	0	0%
Busca de material	10	11%	6	7%
Movimentação de material	7	8%	7	8%
Espera por parceiro	0	0%	0	0%
Tarefas administrativas	0	0%	0	0%
Limpeza	3	3%	0	0%
Relaxamento	8	9%	5	6%
Avaria	0	0%	0	0%
Retrabalho	0	0%	2	2%
Total	90	100%	90	100%

Fonte: elaborado pela autora

8.3 Anexo III: exemplo de procedimento padrão na área das embalagens

Tabela 17 - Instrução de operação para empacotamento

Instrução de operação padrão		
<u>Departamento: produção</u>	<u>Área: embalagens</u>	<u>Estação: empacotamento</u>
<u>Sequência</u>	<u>Operação</u>	<u>Pontos chave</u>
1	Segurar embalagem plástica	Segurar com a mão esquerda para destros e direita para canhotos
2	Encher volume padrão	Encher completamente o recipiente com as sementes, com a mão livre
3	Nivelar na régua	Garantir que as sementes estejam uniformemente distribuídas no recipiente
3	Depositar na embalagem	Colocar a ponta da colher dentro da embalagem, para garantir que as sementes não caiam para fora

Fonte: elaborado pela autora

Tabela 18 - Instrução de operação para selagem

Instrução de operação padrão		
<u>Departamento: produção</u>	<u>Área: embalagens</u>	<u>Estação: selagem</u>
<u>Sequência</u>	<u>Operação</u>	<u>Pontos chave</u>
1	Pegar embalagem plástica aberta	Tomar cuidado para não deixar cair sementes
2	Posicionar no <i>Poka Yoke</i>	Garantir que a parte superior da embalagem esteja alinhada no gabarito
3	Inserir na máquina	Garantir que as sementes estejam uniformemente
4	Soltar embalagem	Colocar a ponta da colher dentro da embalagem.

Fonte: elaborado pela autora

8.4 Anexo IV: novas receitas padronizadas para a área dos fornos

Tabela 19 - Receita forno maior

Receita forno maior	
Ingrediente	Quantidade (kg)
Aveia	9,140
Melaço	7,950
Tapioca	4,570
Castanha	4,100
Coco ralado	3,660
Flocos de arroz	0,910
Flocos de trigo	0,730
Gergelim	0,730
Linhaça marrom	0,730
Flocos de centeio	0,460

Fonte: elaborado pela autora

Tabela 20 - Receita forno menor

Receita forno menor	
Ingrediente	Quantidade (kg)
Aveia	7,617
Melaço	6,625
Tapioca	3,808
Castanha	3,417
Coco ralado	3,050
Flocos de arroz	0,758
Flocos de trigo	0,608
Gergelim	0,608
Linhaça marrom	0,608
Flocos de centeio	0,383

Fonte: elaborado pela autora