

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Amanda de Lima Bunn

**Análise comparativa em linhas de montagem: impactos da variedade de produtos no abastecimento interno de materiais**

Florianópolis

2022

Amanda de Lima Bunn

**Análise comparativa em linhas de montagem: impactos da variedade de produtos no abastecimento interno de materiais**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Produção Civil do Centro ou Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, com habilitação em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva

Florianópolis

2022

Bunn, Amanda

Análise comparativa em linhas de montagem: : impactos da variedade de produtos no abastecimento interno de materiais / Amanda Bunn ; orientador, Glauco G. M. P. da Silva, 2022.

102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis,  
2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Modelo de abastecimento. 3. Logística interna. 4. Linhas de montagem. 5. Variedade de produtos. I. G. M. P. da Silva, Glauco. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Civil. III. Título.

Amanda de Lima Bunn

**Análise comparativa em linhas de montagem: impactos da variedade de produtos no abastecimento interno de materiais**

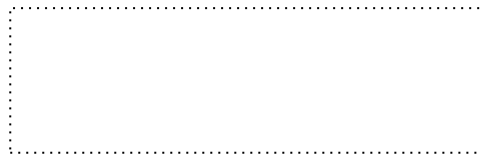
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de “Engenheiro Civil com Habilitação em Produção” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Produção Civil.

Florianópolis, 08 de dezembro de 2022.



Coordenação do Curso

**Banca examinadora**



Prof.(a) Glauco Garcia Martins Pereira  
da Silva, Dr.(a)  
Orientador(a)

Prof.(a) Carlos Ernani Fries, Dr.(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Mestra Danieli Braun Vargas,  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por sempre me guiar nessa jornada.

Agradeço à minha família, que me apoia incondicionalmente, me incentiva a ser melhor e a dar meu melhor todos os dias.

Aos meus pais, que são meu exemplo, que me ensinam que devemos batalhar pelas nossas conquistas e que nada vem fácil, mas que por trás de todo esforço, existe um aprendizado que vale a pena.

À minha irmã, que sempre esteve comigo durante a jornada.

Ao GLean, Grupo de Estudos em Lean, que contribuiu significativamente para o conhecimento que tenho hoje, que mudou meu rumo profissional e me fez conhecer pessoas incríveis. Aprendi com todos, admiro cada um e sinto muito orgulho em ter feito parte disso tudo.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante o tempo na universidade, vocês foram fundamentais para mim, seja como apoio, ombro amigo, suporte técnico ou apenas uma troca de ideias.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Glauco, pelo suporte para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Para garantir o nível de serviço, as linhas de montagem devem combinar a operação à logística, com o fornecimento de materiais certos, em quantidades e locais corretos. A logística interna responsável por essa garantia acaba por sofrer variações mediante à variedade de produtos produzida na linha. Um fator influenciador de tal variedade consiste na crescente exigência do mercado, que enfatiza a tendência de customização de produtos e, assim, a necessidade de adaptação da produção para uma maior variedade de produtos. O objetivo central deste trabalho consiste em analisar comparativamente a influência dessa variedade no abastecimento de linha. Portanto, para a presente pesquisa, quatro unidades de análise com diferentes variedades de produtos foram analisadas em um estudo de múltiplos casos, abrangendo linhas uni-modelo, multi-modelo e de modelos mistos. Os resultados obtidos mostram grande relação da variedade de produtos com o fornecimento de peças, frequência de abastecimento e quantidades abastecidas. A existência de lotes de produção torna o abastecimento mais complexo e, por isso, constatou-se a influência positiva da existência de lotes mínimos na padronização de embalagens, do fluxo de informação e de fornecimento. Desse modo, linhas uni-modelo apresentam simplicidade no abastecimento por apresentarem apenas um único modelo de produção. Já as linhas multi-modelo influenciam no planejamento e controle da produção por apresentarem lotes, e linhas de modelos mistos no fornecimento de peças, por necessitarem de embalagens customizadas e com estratégias de abastecimento de sequenciamento e comissionamento.

**Palavras-chave:** Modelo de abastecimento; Logística Interna; Linhas de Montagem.

## ABSTRACT

To guarantee the level of service, assembly lines must combine operation with logistics, with the supply of the right materials, in the right quantities and in the right places. The internal logistics responsible for this guarantee ends up suffering variations according to the variety of products produced in the line. An influencing factor of such variety is the growing demand of the market, which emphasizes the trend of product customization and, thus, the need to adapt production to a greater variety of products. The main objective of this work is to comparatively analyze the influence of this variety in line supply models. Therefore, for the present research, four analysis units were made in a multiple case study, with single-model, mixed-model and multi-model lines. Obtained results show a great relationship between the variety of products and the supply of parts, frequency of supply and quantities supplied, as well as the positive influence of the existence of minimum batches in the standardization of packaging, information flow and supply. So, single-model lines show simplicity on supply by having only one production model. Multi-model lines influence production planning and control because of their batches and mixed-model lines influence supply, by needing customized packages with specific supply strategies.

**Keywords: Supply model; Internal logistics; Assembly Lines.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linhas de modelo único, modelos mistos e multi-modelo.....	22
Figura 2 – Macrofluxo da logística.....	23
Figura 3 – Subdivisão da logística.....	24
Figura 4 – Tópicos da entrevista quanto aos componentes logísticos.....	46
Figura 5 – Relação do bordo de linha com frequência de abastecimento.....	64
Figura 6 – Bordo de linha nas unidades de análise.....	65



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Loops</i> logísticos .....	26
Quadro 2 – Modelo de <i>Total Flow Management</i> .....	27
Quadro 3 – Estratégias de abastecimento .....	31
Quadro 4 – Estratégias de abastecimento II .....	32
Quadro 5 – Indicadores de desempenho logístico interno.....	42
Quadro 6 – Componentes logísticos de abastecimento de linha.....	43
Quadro 7 – Perguntas do questionário de avaliação inicial.....	45
Quadro 8 – Questionário de entrevista.....	47
Quadro 9 – Unidades de análise.....	49
Quadro 10 – Relação de entrevistados.....	52
Quadro 11 – Influência nos componentes logísticos.....	53
Quadro 12 – Estrutura de análise dos componentes logísticos.....	54
Quadro 13 – Contexto das unidades de análise.....	5
Quadro 14 – Fatores de análise bordo de linha (linha A).....	58
Quadro 15 – Fatores de análise bordo de linha (linha B).....	61
Quadro 16 – Fatores de análise bordo de linha (linha C).....	62
Quadro 17 – Fatores de análise bordo de linha (linha D).....	63
Quadro 18 – Análise de influências do bordo de linha.....	66
Quadro 19 – Fatores de análise do fornecimento (linha A).....	68
Quadro 20 – Fatores de análise do fornecimento (linha B).....	69
Quadro 21 – Fatores de análise do fornecimento (linha C).....	70
Quadro 22 – Fatores de análise do fornecimento (linha D).....	71
Quadro 23 – Análise de influências no fornecimento.....	74
Quadro 24 – Fatores de análise de embalagens (linha A).....	76
Quadro 25 – Fatores de análise de embalagens (linha B).....	79
Quadro 26 – Fatores de análise de embalagens (linha C).....	80
Quadro 27 – Fatores de análise de embalagens (linha D).....	81
Quadro 28 – Análise de influências nas embalagens.....	84
Quadro 29 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha A).....	85
Quadro 30 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha B).....	86
Quadro 31 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha C).....	87
Quadro 32 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha D).....	87

Quadro 33 – Análise de influências no planejamento e programação.....	89
Quadro 34 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha A).....	90
Quadro 35 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha B).....	91
Quadro 36 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha C).....	92
Quadro 37 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha D).....	93
Quadro 38 – Análise de influências no fluxo de informação.....	95
Quadro 39 – Conclusão da influência da variedade de produtos nos componentes.....	96
Quadro 40 – Conclusão qualitativa dos componentes logísticos em cada tipo de linha de montagem.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção

AGVs - *Automatic Guided Vehicles*, em português, Veículos Guiados Automaticamente

AVA - Área de Valor Acrescentado

GLTs *Großladungsträger* - Grandes transportadores de carga

LD - *Low Driver*

MTO - *Make to Order*

MTS - *Make to stock*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*, em português, Efetividade geral do equipamento

PPCP - Plano para cada peça

SKUs - *Stock Keeping Unit*, em português, Unidade de manutenção de estoque

TFM - *Total Flow Management*, em português, Gerenciamento completo de fluxo

TRF - Troca Rápida de Ferramentas

KLTs *Kleinladungsträger* - Pequenos transportadores de carga

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA .....	16
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO .....	18
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
1.3	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.4	ESTRUTURA .....	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>21</b>
2.1	LINHAS UNI-MODELO, MULTI-MODELO E MODELOS MISTOS .....	21
2.2	LOGÍSTICA.....	22
2.3	LOGÍSTICA ENXUTA .....	24
2.4	LOGÍSTICA INTERNA .....	26
2.5	COMPONENTES DE UM SISTEMA LOGÍSTICO INTERNO .....	28
<b>2.5.1</b>	<b>Bordo de linha</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Fornecimento de materiais</b> .....	<b>30</b>
2.5.2.1	<i>Estratégia de abastecimento</i> .....	30
2.5.2.2	<i>Rotas de abastecimento</i> .....	32
2.5.2.3	<i>Equipamentos utilizados</i> .....	34
2.5.2.4	<i>Frequência de abastecimento</i> .....	35
<b>2.5.3</b>	<b>Embalagem</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Fluxo de informação</b> .....	<b>38</b>
<b>2.5.5</b>	<b>Planejamento e programação</b> .....	<b>39</b>
<b>2.5.6</b>	<b>Avaliação de sistemas logísticos</b> .....	<b>40</b>
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	42
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>44</b>
3.1	FASES METODOLÓGICAS.....	44
<b>3.1.1</b>	<b>Planejamento dos casos</b> .....	<b>44</b>
3.1.1.1	<i>Avaliação Inicial</i> .....	45
3.1.1.2	<i>Roteiro de Entrevistas</i> .....	46
3.1.1.3	<i>Unidades de Análise</i> .....	48

<b>3.1.2</b>	<b>Coleta de dados .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Análise de dados.....</b>	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
4.1	CONTEXTO DAS UNIDADES DE ANÁLISE .....	55
4.2	ESTUDO DOS COMPONENTES LOGÍSTICOS.....	57
<b>4.2.1</b>	<b>Bordo de linha .....</b>	<b>58</b>
4.2.1.1	<i>Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo).....</i>	<i>58</i>
4.2.1.2	<i>Linha B: fogões (multi-modelo) .....</i>	<i>59</i>
4.2.1.3	<i>Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo) .....</i>	<i>61</i>
4.2.1.4	<i>Linha D: ônibus (modelos mistos).....</i>	<i>62</i>
4.2.1.5	<i>Considerações sobre os bordos de linha .....</i>	<i>63</i>
<b>4.2.2</b>	<b>Fornecimento .....</b>	<b>66</b>
4.2.2.1	<i>Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo).....</i>	<i>66</i>
4.2.2.2	<i>Linha B: fogões (multi-modelo) .....</i>	<i>68</i>
4.2.2.3	<i>Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo) .....</i>	<i>69</i>
4.2.2.4	<i>Linha D: ônibus (modelos mistos).....</i>	<i>70</i>
4.2.2.5	<i>Considerações sobre fornecimento.....</i>	<i>72</i>
<b>4.2.3</b>	<b>Embalagem .....</b>	<b>74</b>
4.2.3.1	<i>Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo).....</i>	<i>75</i>
4.2.3.2	<i>Linha B: fogões (multi-modelo) .....</i>	<i>76</i>
4.2.3.3	<i>Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo) .....</i>	<i>78</i>
4.2.3.4	<i>Linha D: ônibus (modelos mistos).....</i>	<i>79</i>
4.2.3.5	<i>Considerações finais sobre embalagem .....</i>	<i>81</i>
<b>4.2.4</b>	<b>Planejamento e programação .....</b>	<b>84</b>
4.2.4.1	<i>Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo).....</i>	<i>84</i>
4.2.4.2	<i>Linha B: fogões (multi-modelo) .....</i>	<i>85</i>
4.2.4.3	<i>Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo) .....</i>	<i>86</i>
4.2.4.4	<i>Linha D: ônibus (modelos mistos).....</i>	<i>86</i>
4.2.4.5	<i>Considerações finais sobre planejamento e programação da produção.....</i>	<i>87</i>
<b>4.2.5</b>	<b>Fluxo de informação .....</b>	<b>88</b>
4.2.5.1	<i>Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo).....</i>	<i>89</i>
4.2.5.2	<i>Linha B: fogões (multi-modelo) .....</i>	<i>90</i>
4.2.5.3	<i>Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo) .....</i>	<i>90</i>
4.2.5.4	<i>Linha D: ônibus (modelos mistos).....</i>	<i>91</i>

4.2.5.5	<i>Considerações finais sobre fluxo de informação</i> .....	92
4.3	ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS .....	94
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, os sistemas produtivos passaram por diversas transformações e, com industrialização e a ideia de progresso, o tempo tornou-se cada vez mais valioso, bem como a ideia de que cada minuto deve ser bem aproveitado (OLIVEIRA, 2004). Assim, Henry Ford desenvolveu um conceito que visava a produtividade, denominado como sistema de produção orientado à produção (SIPPER; BULFIN, 1997). Até meados do século XX, então, o olhar era sobre como produzir mais por meio de uma economia de custos, com a produção de produtos padronizados e o consumo em massa, o que inviabilizava a produção de produtos diferentes em uma mesma linha de montagem (SELLADURAI, 2004).

No que tange ao atendimento dos desejos do consumidor, Silva (2013) afirma que transformações do ambiente competitivo trouxeram uma maior exigência do mercado. Os consumidores desenvolveram gostos e preferências, atrelados à variedade de opções e evolução da indústria quando se trata de tecnologia e recursos (PAIVA; CARVALHO; FENTERSEIFER, 2004). Com isso, o foco, que antes era a produção em massa, passa a ser direcionado para outro lado – o de atendimento das necessidades dos clientes.

Em um sistema logístico, o atendimento das necessidades dos clientes é definido como o produto certo, no lugar certo, no tempo certo, na condição certa, no custo certo com o destinatário certo (Sete “Cs” da logística) (CAMELO *et al.*, 2010). Assim, a crescente exigência do mercado enfatiza a tendência de customização para atendimento das necessidades dos clientes, o que acarreta a necessidade de adaptação de uma logística conectada à produção que entregue em pequenas quantidades uma maior variedade de produtos.

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

A quantidade de componentes de um sistema logístico, como embalagens, rotas, fluxo de informação, de material, equipamentos, frequências de abastecimento e quantidades abastecidas, elucida a importância de técnicas e metodologias propícias para cada realidade logística. Ainda, a complexidade de gerenciamento logístico aumenta conforme a variedade de produtos produzida em uma linha e, assim,

a variedade produzida se comporta como uma decisão de impacto direto na eficiência e nas soluções desenvolvidas para a linha de montagem (SILVA, 2013).

Assim, devido ao impacto da variedade de produtos em uma linha, o presente trabalho tem como foco o estudo de tais impactos em diferentes tipos de linha de montagem, que podem ser caracterizadas como linhas de modelo único (*single-model*), linhas de modelos mistos (*mixed-models*) e linhas de multi-modelos (*multi-models*) (BECKER; SCHOLL, 2006).

Frente à complexidade evidenciada pelo grande número de componentes em um sistema logístico e pela variedade de produtos produzida, a logística deve possuir estratégias que guiem o processo. A estratégia logística possui três objetivos (ZANCHET, 2013):

- **Redução de custo:** possui como foco a minimização de custos variáveis com movimentação e estocagem;
- **Redução de capital:** possui como foco a minimização do nível de investimento no sistema logístico. Um exemplo seria distribuir diretamente ao cliente com o intuito de evitar despesas de estocagem. Possivelmente, estratégias de redução de capital podem impactar o custo variável, aumentando, por exemplo, a necessidade de movimentação, mas ainda assim, podem aumentar o retorno sobre investimentos; e
- **Melhorias de serviço:** a partir da premissa de que as receitas dependem do nível de serviço fornecido, a estratégia tem foco na elevação do nível de serviço para aumento de receita. No entanto, custos podem aumentar ao focar no aumento do nível de serviço e, ainda assim, a receita compensar o custo adicional.

As estratégias devem ser trabalhadas em conjunto – explicita-se aqui a complexidade e inter-relação de das estratégias, uma vez que o foco em uma estratégia, pode impactar negativamente em outra. Dessa forma, dada a gama de componentes que formam a logística interna, influenciados pela variedade de produtos, e com estratégias que podem se sobrepor, o presente trabalho visa realizar uma investigação acerca do abastecimento de linhas de montagem. Assim, a contribuição acadêmica deste trabalho consiste em responder o questionamento: Qual a influência da variedade de produtos, dos componentes logísticos e de outros fatores no abastecimento de linhas de montagem?



## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Nesse tópico, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos relacionados ao problema de pesquisa do presente trabalho.

### 1.2.1 Objetivo geral

A monografia possui como objetivo geral a avaliação da influência da variedade de produtos no abastecimento de linhas de montagem.

### 1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo geral é desdobrado, então, nos objetivos específicos apresentados:

- Caracterizar linhas de montagem de acordo com a variedade de produtos;
- Identificar na literatura quais aspectos da logística interna devem ser considerados no estudo; e
- Analisar comparativamente a realidade de linhas de montagem uni-modelo, multi-modelo e modelos mistos no contexto de abastecimento de linha.

## 1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A partir das subáreas da Engenharia de Produção elencadas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), o trabalho em questão se enquadra no tópico “Engenharia de Operações e Processos da Produção”, com enfoque na parte de logística interna de abastecimento de linha, no que tange à gestão de sistemas de produção e operações.

As delimitações do presente trabalho focam, em grande parte, na natureza das linhas de montagem estudadas, dando ênfase na análise e comparação dos tipos de linha propostos na logística de abastecimento: uni-modelo, multi-modelo e modelos mistos. Cabe ressaltar também que não foi possível encontrar linhas caracterizadas totalmente como uni-modelo para a análise. Ao recorrer aos especialistas de produção e logística para as entrevistas, pontos trazidos por eles para a inexistência de linhas uni-modelo em suas empresas foram:

- **Inviabilidade financeira da existência de linhas uni-modelo:** um produto tem que ser de alto volume para que uma linha única para a sua produção seja feita, com uma demanda não oscilante; e
- **Composição não estratégica:** projetar uma linha de montagem para um único modelo sem flexibilidade não se caracteriza como uma decisão estratégica, pois, caso haja a necessidade de mudança no mix produtivo, será mais custoso e demorado realizá-la.

Dessa forma, uma alternativa encontrada foi analisar o comportamento uni-modelo de uma linha de montagem quando a linha produz um único modelo por um período maior ou igual a um turno produtivo.

Ainda, não são abordados os temas de logística externa, como também o tema de movimentação de produtos, com foco somente na movimentação de matéria-prima até a linha de montagem. Por fim, como limitação, a dificuldade de encontrar literatura acadêmica sobre os temas abordados culminou no uso de literaturas cinzentas, como relatórios técnicos de organizações.

#### 1.4 ESTRUTURA

Esta monografia é composta por cinco capítulos. Inicialmente, a introdução ao trabalho é realizada, com discussão de sua importância, justificativa e contexto, expondo, também, o objetivo geral e específicos que servem como base para a elaboração da pesquisa como um todo.

O segundo capítulo é composto por uma fundamentação teórica, abordando os principais conceitos relacionados ao tema e buscando gerar embasamento necessário que apoie o desenvolvimento do trabalho. São abordados conceitos como: linhas uni-modelo, multi-modelo, modelos mistos, logística interna, logística enxuta, bordo de linha e planejamento e programação de produção.

Em seguida, o terceiro capítulo expõe a metodologia utilizada para o estudo de múltiplos casos, com o planejamento das unidades de análise, entrevistas e apresentação das linhas de montagem estudadas. O quarto capítulo aborda os resultados obtidos, apresentando a realidade de cada linha de montagem estudada, para, por fim, ser exposta uma análise comparativa e conclusiva a respeito da influência da variedade de produtos no abastecimento de linhas de montagem.

Por fim, o último capítulo aborda as considerações finais do estudo, onde os objetivos propostos são comparados aos resultados obtidos, com recomendações de próximos passos possíveis ao estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados alguns conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho acerca da logística interna, embasados pela literatura existente. Serão abordados conceitos de classificação de linha de montagem de acordo com a variedade de produtos, bem como componentes da logística interna de abastecimento de linha e metodologias utilizadas nesse contexto.

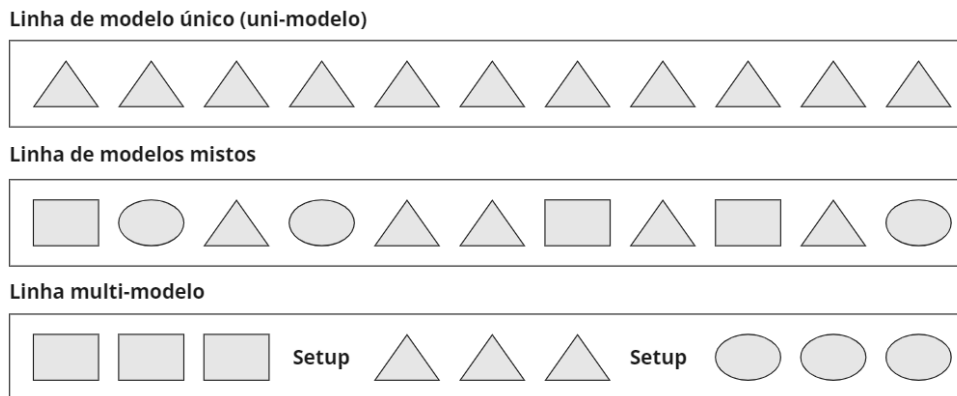
### 2.1 LINHAS UNI-MODELO, MULTI-MODELO E MODELOS MISTOS

O conceito de linhas de montagem foi introduzido com o intuito de gerar eficiência de custos e produção em massa de produtos padrões. Podem ser definidas como: “uma série de estações de trabalho de montagem manuais ou automatizadas pelas quais um ou múltiplos produto(s) são montados sequencialmente” (CARNAHAN; NORMAN; REDFERN, 2001). São linhas com estações de trabalho e equipamentos distribuídos nas quais as peças e produtos se movem entre as estações, que agregam valor a elas (SAIF; JAHANZAIB; GUAN, 2014). Linhas de montagem podem ser caracterizadas de acordo com a variedade de produtos produzida, sendo assim, como linhas uni-modelo, multi-modelo ou modelos mistos.

Becker e Scholl (2006) definem as linhas de modelo único como linhas que produzem um único produto, com todos os componentes idênticos. São linhas voltadas para a produção de um alto volume de um único produto. Já as linhas de modelos mistos são caracterizadas como linhas em que os produtos são produzidos alternadamente, ou “misturados”. Normalmente, linhas de modelos mistos possuem baixo tempo de setup, ou tempos de setup pequenos a ponto de serem ignorados, permitindo que uma sequência de produtos misturados seja produzida na mesma linha. Por fim, as linhas multi-modelo produzem diferentes produtos, com lotes de produção e *setups* definidos entre cada um deles.

A Figura 1 expressa de maneira visual as diferenças entre as classificações das linhas de montagem quanto à variedade de produtos.

Figura 1 – Linhas de modelo único, modelos mistos e multi-modelo



Fonte: adaptação de Becker e Scholl (2006).

No que tange às peças que constituem o produto, linhas de modelo único não diferem as peças utilizadas, já linhas de modelos mistos possuem certa porcentagem de peças diferentes, mas ainda assim apresentam peças idênticas, o que garante uma produção um tanto quanto similar. As linhas de modelos mistos normalmente possuem uma maior porcentagem de peças diferentes, com um maior número de atividades e tempos que se diferem e podendo impactar até na taxa de consumo e postos de utilização das peças na linha (HAKANSSON, 2008).

## 2.2 LOGÍSTICA

Pela ampla atuação e grande importância da logística dentro de uma organização, observa-se uma grande quantidade de definições acerca do termo. O Council of Supply Chain Management Professionals (2013) define:

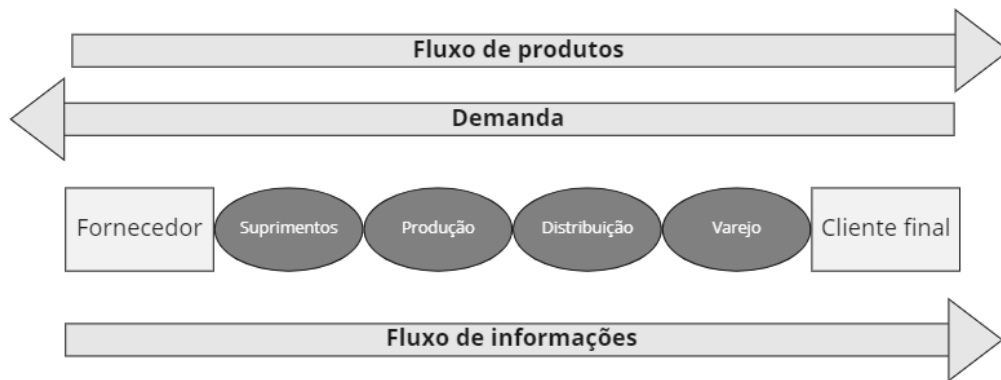
Logística é o processo de planejar, implementar e controlar, eficientemente, ao custo correto, o fluxo e armazenagem de matérias primas, estoques durante a produção e produtos acabados, e as informações relativas a estas atividades, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender aos requisitos do cliente.

Todas as atividades de movimentação de produtos e transferência de informações de, para e entre os participantes de uma cadeia de suprimentos podem ser definidas como parte da logística, que teria a missão de disponibilizar produtos no local e momento necessários, contribuindo para a agregação de valor ao produto, pelo

menor custo total (BOWERSOX; CLOSS, 1996). Assim, de forma sucinta, a logística administra o fluxo de materiais e informação dentro de uma organização, visando garantir o produto certo, no lugar certo, no tempo certo, na condição certa, no custo certo com o destinatário certo (CAMELO *et al.*, 2010).

O fluxo de materiais e informações administrado na logística pode, ainda, ser dividido em diferentes processos da cadeia de suprimentos. O macrofluxo da logística é subdividido em suprimentos, produção, distribuição e varejo, ainda que sistemas logísticos possam ser compostos por diferentes atividades, a depender da natureza do produto que a empresa entrega (BALLOU, 2009).

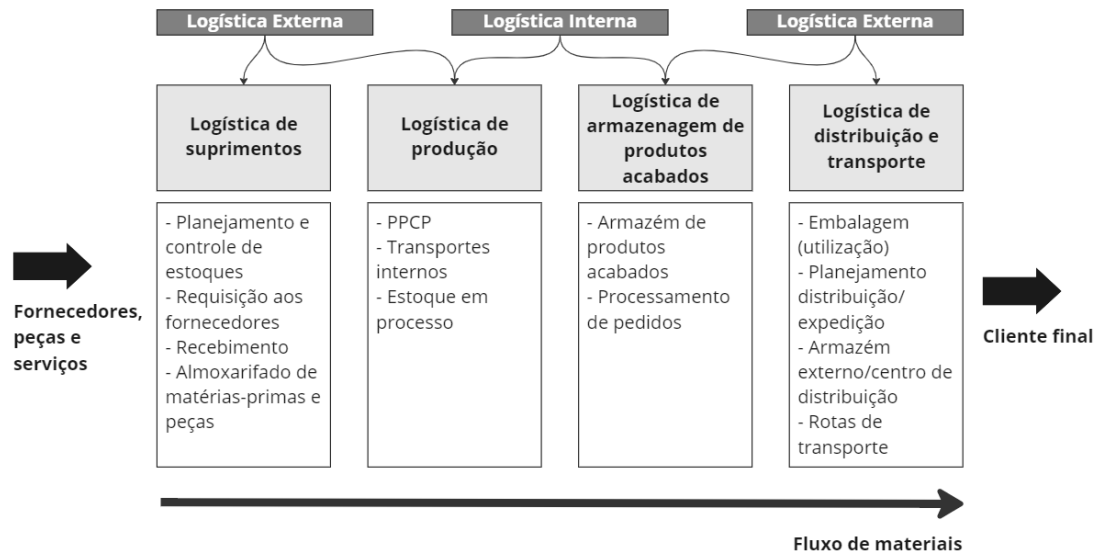
Figura 2 – Macrofluxo da logística



Fonte: adaptação de Ballou (2009).

A mesma lógica de subdivisão da logística é feita por Camelo *et al.* (2010), que subdivide a logística em logística externa e interna, sendo a logística interna formada pela logística de produção e armazenagem de produtos acabados. Já a logística externa formada pela logística de suprimentos, distribuição e transporte.

Figura 3 – Subdivisão da logística



Fonte: adaptação de Camelo *et al.* (2010).

Assim, a logística trabalha com o fluxo de materiais e informações, desde o fornecimento de matéria-prima até a entrega do produto acabado, com diferentes processos em cada parte do fluxo, sendo eles resumidamente: suprimentos, produção e distribuição. Nesse trabalho, o enfoque será dado a logística de produção, ou logística interna.

## 2.3 LOGÍSTICA ENXUTA

Pirasteh e Fox (2011) explicam o surgimento da mentalidade enxuta, ou *Lean*, após a Segunda Guerra Mundial com a *Toyota Motor Company*, que diante de uma grave crise econômica no Japão, criou o Sistema Toyota de Produção, com técnicas desenvolvidas com o objetivo de reduzir desperdícios – ou custos – e visando o aumento da lucratividade.

O Sistema Toyota de Produção surgiu como uma nova abordagem que propiciou uma melhor prática para a organização das operações de produção, desenvolvimento de produtos, relacionamento com clientes e cadeia de fornecedores (CAMELO *et al.*, 2010). O *lean* possui o objetivo de gerar valor ao cliente, considerando tudo o que não agrega valor a ele como desperdício (ROTHER; HARRIS, 2022).

Um dos principais conceitos trabalhados na metodologia *lean* consiste no *takt time*. O *takt* consiste no ritmo de mercado calculado a partir do tempo disponível de produção em um certo período dividido pela demanda do cliente nesse mesmo período, sendo o responsável por sincronizar o ritmo da produção. Dessa forma, é caracterizado como a frequência que se deve produzir um produto para atender a demanda dos clientes (ROTHER; SHOOK, 2007).

A logística enxuta possui como objetivo a maximização do fluxo de valor a partir da redução de desperdícios. “Logística enxuta é o processo de melhoria contínua do fluxo de valor para o consumidor, a partir da eliminação contínua dos desperdícios na logística interna e externa através de práticas e ferramentas enxutas” (ZANCHET, 2013).

A abordagem enxuta para a logística compreende as fases (CAMELO *et al.*, 2010):

- **Definir valor:** o valor deve ser definido pelo cliente e, nesse caso, pode haver dois tipos de cliente. O cliente final e o cliente interno, que pode ser o processo seguinte na cadeia de valor. Valor é gerar o atendimento às exigências dos clientes no que diz respeito ao produto, lugar, tempo, condição, quantidade, custo e destino;
- **Definir a cadeia de valor:** para a identificação do fluxo de valor, deve-se acompanhar a informação ou produto desde a entrada do pedido até a entrega ao cliente. É o mapeamento da cadeia de valor e a classificação das atividades que são desperdício evidente e das atividades que agregam valor;
- **Otimizar fluxos:** fazer o valor fluir sem interrupções pela cadeia, minimizando falhas e aumentando o nível de serviço;
- **Implementar um sistema puxado:** apenas produzir quando o cliente (ou processo posterior) solicitar, sem gerar estoques desnecessários; e
- **Perfeição:** buscar aperfeiçoamento contínuo, com a ideia de que sempre será possível melhorar, reduzir desperdícios e aumentar o valor agregado.

A filosofia *Lean* aplicada à logística objetiva, então, satisfazer as necessidades dos clientes, com qualidade e redução de custos e está totalmente atrelada às estratégias da logística: redução de custos e capital e melhoria no serviço (CAMELO *et al.*, 2010).



## 2.4 LOGÍSTICA INTERNA

A logística interna está atrelada à gestão dos processos, armazenamento, transporte e distribuição de peças dentro da organização, de modo a atender as demandas internas e suportar a produção, estabelecendo e mantendo um fluxo de materiais para atender à programação de produção (PETRILLO, 2021). Os processos da logística interna podem ser definidos por meio de *loops* logísticos, descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – *Loops* logísticos

Loop	Descrição do processo
Loop 1: Entrega e <i>picking</i> <sup>1</sup> de produtos acabados	Separação de produtos acabados e entrega ao cliente
Loop 2: Montagem de produtos	Planejamento da programação da produção, coleta e/ou entrega de peças na linha de montagem e montagem dos produtos
Loop 3: Produção e pré-montagem de peças	Produção ou pré-montagem de peças a partir do planejamento da produção da montagem de produtos e entrega das peças à linha de montagem e/ou estoque intermediário
Loop 4: Compra de peças de fornecedores externos	Plano de compra de peças, envio de ordens aos fornecedores, entrega, recebimento e estocagem das peças

Fonte: Coimbra (2013).

Os materiais geridos na logística interna irão depender da natureza do produto da companhia, mas para fins deste trabalho, o foco será peças, uma vez que o estudo se dará em linhas de montagem. Em relação às peças, o fluxo logístico de abastecimento de linha lida com diferentes tipos de peças, sendo que cada um dos tipos demanda processos específicos para o seu gerenciamento. Os três tipos de peças estão listados a seguir (COIMBRA, 2013):

- **Peças pré-montadas:** peças pré-montadas internamente e fornecidas à linha de montagem principal. Seus componentes podem ser produzidos internamente ou comprados externamente;

---

<sup>1</sup> Picking - Atividade na qual um determinado número de produtos é extraído de um sistema para satisfazer um certo número de pedidos de clientes, separando-se os itens de acordo com o pedido

- **Peças produzidas internamente:** peças produzidas em processos anteriores;
- **Peças compradas externamente:** peças compradas de fornecedores.

A logística interna, então, abrange todo o fluxo logístico interno, no entanto, o foco do trabalho consiste no abastecimento de linha e, portanto, concentra-se nos *loops* 2 e 3. O processo de abastecimento de linha deve abastecer todos os centros de trabalho com peças compradas e/ou produzidas internamente (DE SOUZA; DE CARVALHO; BRIZON, 2008).

Coimbra (2013) define áreas de melhoria a serem trabalhadas quando se trata de logística interna. Em seu modelo *Total Flow Management* (TFM), trabalha o fluxo de produção, logística interna e externa, assim como expõe o Quadro 2.

Quadro 2 – Modelo *Total Flow Management*

V. Design da Cadeia de Suprimentos		
I. Fluxo de produção	III. Fluxo logístico interno	IV. Fluxo logístico externo
Automação de baixo custo	Planejamento da produção puxada	Planejamento da logística puxada
Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	Nivelamento	Fluxo de entrega
Trabalho padronizado	Sincronização	Entrada de materiais ( <i>inbound</i> )
Bordo de linha	<i>Mizusumashi</i>	<i>Milk run</i> <sup>2</sup>
Layout	Supermercado	Design de estoques e armazéns
Estabilidade básica		

Fonte: Coimbra (2013).

Na logística interna, supermercados devem ser trabalhados para simplificar e melhorar a eficiência do *picking* de peças. *Mizusumashi* é voltado ao transporte das peças aos pontos de uso, de modo a também simplificar e aumentar eficiência. A sincronização se refere à conexão das diferentes partes do fluxo logístico, enquanto o nivelamento é a produção de produtos nivelados em *mix* e volume. Já a produção puxada diz respeito ao cálculo das ordens de produção de acordo com os pedidos do cliente. E, por fim, em relação ao bordo de linha, é caracterizado como o design da localização e embalagens das peças por posto, sendo parte fundamental da logística interna, ainda que esteja dentro da área de melhoria do fluxo de produção, uma vez

<sup>2</sup> Traduzido ao pé da letra “Corrida do Leite”, é um tipo de sistema de entrega com coletas programadas de materiais em um único equipamento de transporte para realizar as coletas nos fornecedores e entregar esses itens no destino final, seguindo horários preestabelecidos.

que o bordo de linha está totalmente ligado com a entrega de peças pela logística para facilitar a operação (COIMBRA, 2013).

## 2.5 COMPONENTES DE UM SISTEMA LOGÍSTICO INTERNO

Os componentes de um sistema logístico variam de autor para autor e neste trabalho serão expostas diferentes definições. De acordo com Ballou (2009), os componentes de um sistema logístico típico são: serviços ao cliente, previsão de vendas, controle de estoque, manuseio de materiais, processamento de pedidos, compras, embalagem, manuseio de peças devolvidas, transporte, armazenagem e estocagem. Também, por outra ótica, separa um sistema logístico em atividades de dois tipos: atividades chave e atividades de suporte. As atividades chave são definidas dessa forma pois ocorrem em todo canal logístico. Dentro das atividades chave estão:

- **Administração de estoques:** guardar os produtos e peças organizadamente, definir quantidades estocadas e manter os níveis adequados para atendimento;
- **Transporte:** definição dos fluxos de movimentação de produtos, rotas e equipamentos; e
- **Fluxo de informações:** inicia e orienta a movimentação dos produtos e peças, garante o registro do processo e evita retrabalhos.

Já as atividades de suporte são (BALLOU, 2009):

- **Armazenagem:** administração do espaço físico, dimensionamento da área;
- **Manuseio de materiais:** forma de manuseio, equipamentos utilizados;
- **Embalagem:** entendimento da melhor embalagem que evite quebras, promova uma facilidade no manuseio e aproveitamento do espaço de armazenamento;
- **Programação da produção:** determina quantidades de produtos que serão produzidas e, portanto, impacta diretamente no processo de fornecimento;
- **Compras:** compra matérias-primas de fornecedores e as disponibiliza para o sistema logístico; e
- **Manutenção das informações:** análise de dados para tomada de decisões e garantia da integridade dos processos.

Paralelamente, um sistema logístico pode ser definido em cinco dimensões: manipulação (ou manuseio), armazenamento, fornecimento (ou transporte), embalagem e identificação de materiais. A primeira, manipulação, é caracterizada pela forma de manuseio de peças e embalagens, equipamentos utilizados e quantidades carregadas. A dimensão de armazenamento inclui a forma como as peças são armazenadas, fluxo de informação, recebimento e expedição de materiais. No que tange ao fornecimento, se trata dos princípios e técnicas para o fornecimento das peças adequadas, tecnologias envolvidas e informações utilizadas para a provisão de materiais. A dimensão de embalagem analisa os tipos, materiais, gestão e tecnologia de embalagens e, por fim, a identificação de materiais compreende os métodos de identificação e segurança da informação (ZOUBEK, 2021).

O *Total Flow Management* também pode ser observado como uma forma de definição de componentes do sistema logístico. O bordo de linha, supermercado, *mizusumashi*, nivelamento, sincronização e programação da produção puxada podem ser definidos como tópicos da logística interna, uma vez que com as interfaces entre produção e logística e os impactos da produção na logística interna, o bordo de linha se apresenta como fator decisivo no sucesso da logística (COIMBRA, 2013).

Pelo foco do presente trabalho se dar no abastecimento de linhas de montagem, serão analisados com maior intensidade, então, os componentes que estão diretamente ligados com o abastecimento.

### **2.5.1 Bordo de linha**

Armazenamento, no contexto de logística interna, pode ser estudado no âmbito do bordo de linha. Um bordo de linha diz respeito à localização apropriada do material no posto de trabalho, em conjunto com dimensões de embalagem e peças que sejam adequadas para uso no ponto de uso. Há uma forte ligação entre bordo de linha e trabalho padronizado, uma vez que o local correto para posicionamento dos materiais no posto de trabalho pode minimizar os movimentos do operador e assim contribuir para a otimização e padronização do trabalho. É a interface entre produção e logística interna, uma vez que culmina na provisão da peça certa, no lugar certo, no

tempo certo, na condição certa, no custo certo com o destinatário certo (COIMBRA, 2013).

O bordo de linha, nesse caso, é o domínio mais importante no fluxo de produção e, por isso, é o que determina os requisitos da logística interna. Dessa forma, a produção deve ser tratada como um cliente, o qual a logística deve suprir suas necessidades (COIMBRA, 2013).

O local correto para posicionamento dos materiais implica no estudo da melhor forma de armazenamento dos mesmos no bordo de linha. Soares (2014) descreve que os materiais devem ser armazenados em uma estrutura de aproximadamente 70 cm de largura por pessoa na linha, o que é definido como Área de Valor Acrescentado (AVA).

O bordo de linha pode ser desenhado para ter as peças em frente ou atrás do operador. No caso de as peças estarem em frente ao operador, os movimentos para pegá-las serão mínimos. Quando não é possível das peças estarem localizadas em frente, como por exemplo no caso de peças grandes, elas devem ser posicionadas atrás, no entanto, o movimento do operador será maior para pegá-las. Uma sugestão nesse caso é montar *kits* de peças por produto, de modo que o operador faça o movimento apenas uma vez por produto (COIMBRA, 2013).

Prateleiras *flow rack*<sup>3</sup> aparecem como componentes importantes do bordo de linha e permitem que o material seja abastecido por fora do posto de produção sem interferir no trabalho do operador, com o retorno de embalagens vazias por baixo, em outro nível da prateleira. As prateleiras são inclinadas, de modo que o material desliza até as mãos do operador, e o contentor vazio desliza até alcance do abastecedor (WALTER, 2011).

## **2.5.2 Fornecimento de materiais**

### **2.5.2.1 *Estratégia de abastecimento***

O fornecimento das peças ao bordo de linha depende da estratégia de abastecimento escolhida. Segundo Junior (2015), a principal preocupação quanto ao

---

<sup>3</sup> O sistema *flow rack* é um modelo de estocagem ou armazenamento que utiliza prateleiras inclinadas e esteiras rolantes, além de caixas onde ficam as mercadorias.

abastecimento do material será qual fornecimento adotar para suprir uma estação de trabalho em uma linha de montagem.

Uma análise da disposição e entrega dos materiais faz-se necessária, compreendendo se todas as peças ficarão disponíveis no bordo de linha (incluindo variantes da mesma peça), ou seja, com um fornecimento *kanban*, ou se algumas peças serão fornecidas na sequência correta de produção, como um fornecimento *junjo*. As duas estratégias de abastecimento são atreladas principalmente à programação da produção, sendo que o *kanban* fornece sempre as mesmas peças, com um local para cada uma e o ponto de *picking* variável de acordo com o produto. Já o *junjo* tem as peças mudando de acordo com o tipo de produto, com um local para todas as peças e um ponto fixo de *picking*, assim como expõe o Quadro 3 (COIMBRA, 2013).

Quadro 3 – Estratégias de abastecimento

Exemplo	Distribuição da produção na linha de montagem	
Estratégia de abastecimento	<i>Kanban</i> (contínuo)	<i>Junjo</i> (sequenciado)
Fornecimento	Sempre a mesma peça	Peças mudam de acordo com o produto
Espaço ocupado no bordo de linha	Uma localização para cada peça	Uma localização para todas as peças
Produtividade da estação de trabalho	<i>Picking point</i> (ponto de retirada) variável	<i>Picking point</i> (ponto de retirada) fixo

Fonte: Coimbra (2013).

A escolha da melhor estratégia de abastecimento irá depender do tamanho da peça e da embalagem. Um outro fator importante consiste nos custos de aplicação de cada uma delas, sendo o custo com *kanban* menos expressivo, uma vez que para a aplicação do *junjo* as peças devem ser sequenciadas e separadas corretamente, tornado a estratégia mais cara (COIMBRA, 2013).

Já a *Porsche Consulting* (2021) define três estratégias de abastecimento. A estratégia *kanban* é caracterizada por peças fornecidas em grandes quantidades para vários produtos, em uma estação de trabalho. O *junjo*<sup>4</sup>, nesse caso, é visto como uma

---

<sup>4</sup> Estratégia de sequenciamento, que fornece peças para mais de um produto por vez, mas serve para abastecer apenas uma estação de trabalho

estratégia de sequenciamento, que fornece peças para mais de um produto por vez, mas serve para apenas uma estação de trabalho. São peças fornecidas para um posto de acordo com a sequência de produção da linha e geralmente é uma estratégia utilizada para uma produção sequenciada de maneira alternada.

Há também a estratégia de comissionamento, que fornece peças para a produção de um único produto por vez. São peças agrupadas de acordo com a utilização do produto e que podem ser usadas em mais de um posto de trabalho, sendo normalmente carregadas em carrinhos específicos que podem ser transferidos de posto a posto (*PORSCHE CONSULTING, 2021*).

Adicionalmente, a possibilidade do fornecimento em *kits* é apresentada como uma alternativa para fornecer diversas peças de um mesmo produto a um mesmo posto de trabalho, de modo a facilitar a movimentação do operador, que ao invés de pegar uma peça de cada vez, acaba pegando o *kit*, otimizando assim, sua movimentação (*COIMBRA, 2013*). O Quadro 4 apresenta de maneira resumida as definições apresentadas até então.

Quadro 4 – Estratégias de abastecimento

	<i>Kanban</i>	Sequenciamento	Comissionamento	<i>Kits</i>
<b>Possibilidade de utilização das peças fornecidas em mais de um posto de trabalho</b>	Sim	Não	Sim	Não
<b>Possibilidade de utilização das peças em mais de um produto</b>	Sim	Sim	Não	Não

Fonte: adaptação de *Porsche Consulting (2021)* e *Coimbra (2013)*.

As estratégias de abastecimento devem ser estudadas de modo a minimizar o estoque no bordo de linha e minimizar os custos. Quanto mais frequentes forem as entregas à linha, menos estoque haverá no sistema, no entanto, entregas frequentes acarretam maiores custos (*HARRIS et al., 2004*).

#### 2.5.2.2 Rotas de abastecimento

Para as rotas de abastecimento, Walter e Rodriguez (2011) sugerem os seguintes critérios para a sua concepção:

- Dispositivos e equipamentos utilizados na entrega das peças devem permitir o abastecimento direto no ponto de uso;
- Peças não devem sofrer danos durante o transporte;
- Peças deverão ser fornecidas em posição que facilite a operação e a ergonomia; e
- Evitar acidentes com os dispositivos e equipamentos utilizados nas rotas.

Além disso, devem ser definidos elementos como trajeto a ser percorrido, horários de partida, paradas e quantidades a serem entregues (ROTHER; HARRIS; 2002). Com relação aos tipos de rota, podem se caracterizar em dois tipos: rotas de tempo fixo e quantidade variável ou rotas de tempo variável e quantidade fixa. O primeiro tipo diz respeito à quando o abastecedor realiza atividades padronizadas pelo tempo, com uma quantidade de material variável de acordo com o consumo do período anterior. Já as rotas de quantidade fixa e tempo variável diz respeito à quanto o abastecedor visualiza a necessidade acionada por sinal luminoso ou sonoro e realiza o abastecimento, em uma quantidade fixa, com o tempo de entrega dependendo da necessidade (WOMACK, 2004).

Assim, as rotas são formadas por pontos de paradas para coleta de peças, pontos de entrega, horários programados para rotas de tempo fixo ou quantidades programadas para rotas de quantidades fixas. Ainda, o carregamento e entrega de peças nas rotas podem caracterizar uma rota acoplada, a qual o carregamento e entrega é feito pelo próprio abastecedor, ou uma rota desacoplada, onde as funções de carregamento de peças são divididas e não são feitas pelo próprio abastecedor (HARRIS *et al.*, 2004).

O tempo das rotas deve ser calculado levando em consideração o tempo da viagem e o tempo de troca de embalagens, somando-se o tempo de troca de todas as embalagens da rota com o tempo da viagem. Assim, a utilização máxima recomendada da rota é, com base na frequência de abastecimento definida, 95% para carros de comissionamento e 85% para embalagens *kanban* ou sequenciadas (PORSCHE CONSULTING, 2021). Já Soares (2014) define que o tempo máximo em



uma rota acoplada para troca de embalagens deve ser 33% do tempo total da rota e o tempo máximo de viagem 33% do tempo restante.

### 2.5.2.3 Equipamentos utilizados

Os equipamentos de movimentação a serem utilizados irão depender da unidade de carga que carregarão. Uma unidade de carga é caracterizada como uma unidade a ser movida num determinado tempo (FETTERMAN, 2021), pode ser um item da produção ou uma embalagem com vários itens da produção. As formas de manuseio de materiais são descritas a seguir (VIANA, 2000):

- **Manuseio manual:** efetuado pelo próprio esforço físico de funcionários;
- **Carrinhos manuais:** carrinhos impulsionados manualmente. Carrinhos podem ser projetados para peças específicas, o que facilita o armazenamento da peça durante o transporte e o abastecimento no posto que a utilizará (WALTER, 2013);
- **Empilhadeiras:** equipamentos que se movimentam horizontalmente e verticalmente, podendo ser elétricos ou com motores a gás, diesel ou gasolina, com limite de carga indicado para 3500 kg (FETTERMAN, 2021);
- **Paleteiras:** equipamentos que podem ser mecânicos, hidráulicos ou elétricos, transportados manualmente e limitados a manuseios horizontais, com limite de carga indicado para 2500 kg (FETTERMAN, 2021);
- **Rebocadores elétricos:** mais recomendado para movimentação de grandes volumes, capazes de movimentar um grande número de peças e com facilidade para operações em corredores estreitos, o limite de carga é variado de acordo com o modelo;
- **Guindastes:** utilizados para manuseio em área externa com cargas acima de 5 toneladas;
- **Pontes rolantes:** equipamento de estrutura metálica sustentado por vigas as quais a ponte rolante se movimenta, pode servir para elevação de carga e transporte, motorizadas ou não motorizadas (FETTERMAN, 2021);
- **Esteiras transportadoras:** possuem o intuito de proporcionar o fluxo contínuo de materiais entre operações, podem ser feitas de mantas ou roletes, sendo

retas ou curvas, com motor ou não, a depender do tipo de indústria a ser utilizada (AUTOMAÇÃO, S.I); e

- **AGVs (*Automatic Guided Vehicles* – Veículos Guiados Automaticamente):** veículos automatizados que exigem uma rota fixa padrão, com diversas capacidades de carga (FETTERMAN, 2021).

No que tange aos carrinhos, consistem em uma série de carretas enfileiradas puxadas manualmente pelo próprio abastecedor, que pode ter uma bicicleta, um carrinho elétrico ou trator. Os trens logísticos podem fornecer mais material à linha em uma mesma rota do que empilhadeiras, aliando uma maior capacidade de abastecimento e gerando mais produtividade e redução de custos (SOARES, 2014).

O conceito de trem logístico está atrelado ao conceito de *mizusumashi*<sup>5</sup>, caracterizado por um abastecedor que transporta peças internamente a partir de uma rota de ciclo fixo com tempo padrão. O *mizusumashi* transporta informação de *kanbans* e materiais, carregando um trem com a capacidade de carga adequada para abastecer as estações de trabalho (COIMBRA, 2013).

#### 2.5.2.4 *Frequência de abastecimento*

Para a estratégia de abastecimento de comissionamento, a frequência de abastecimento é definida multiplicando a quantidade de carros de comissionamento de cada rota pelo *takt* da linha de montagem. Os carros de comissionamento devem ser transportados separadamente dos carros de sequenciamento ou *kanban* (PORSCHE CONSULTING, 2021).

Já a frequência de abastecimento para o fornecimento *kanban* ou sequenciamento é definida pelo material que deve ser entregue na linha mais frequentemente, o que é chamado de “gerador de *takt*”. Assim, leva-se em consideração a quantidade de embalagens fornecidas, a quantidade de peças por embalagem, a quantidade de peças usadas por produto e o *takt* da linha de montagem (PORSCHE CONSULTING, 2021).

---

<sup>5</sup> Abastecedor que transporta peças internamente a partir de uma rota de ciclo fixo com tempo padrão

### 2.5.3 Embalagem

Walter e Rodriguez (2011) afirmam: “o emprego da embalagem correta, além de garantir a qualidade, segurança e ergonomia, garante também flexibilidade na produção, racionalizando os meios de transporte, carga e descarga evitando transbordos”.

Nesse contexto, o conceito de *small container* (embalagem pequena) é trabalhado em relação ao consumo das peças que compõem essa embalagem, sendo uma embalagem pequena uma embalagem que possui autonomia de menos de 10 minutos e é posicionada no bordo de linha de modo a minimizar os movimentos do operador para pegar a peça (COIMBRA, 2013). No que tange à autonomia da embalagem, pode também ser definida em um mínimo de 15 *takts* e máximo de um turno (PORSCHE CONSULTING, 2021).

Impactos negativos no uso de grandes embalagens são vistos. Embalagens de grande tamanho podem prejudicar a qualidade das peças, uma vez que peças localizadas na parte inferior podem quebrar ou ser amassadas pelas peças na parte superior. Além disso, há dificuldade de limpeza e necessidade de maior esforço logístico (equipamentos) que possam carregá-las, como também a possibilidade de mistura das peças localizadas dentro de uma mesma embalagem (COIMBRA, 2013).

No que tange a custos, a provável necessidade de uso de materiais de proteção para itens carregados em grandes containers pode custar caro à organização, além da necessidade de espaço e movimentação para abrir e posicionar peças, ou até equipamentos vibratórios que separem as peças e as deixem posicionadas para uso. Por fim, um alto tempo de setup na linha de montagem pode ser causado pelo uso de grandes equipamentos de transporte e pela necessidade de devolução de peças que não serão mais utilizadas (COIMBRA, 2013).

Do mesmo modo, Walter e Rodriguez (2011) apresentam os seguintes critérios para o dimensionamento das embalagens:

- Evitar criar embalagens maiores que o necessário;
- Minimizar o uso de materiais para acomodação interna dos itens;
- Colocar proteção contra ferrugem, sujeira ou danos em peças que apresentam características ou superfícies críticas; e
- Não exceder 16 kg para embalagens movimentadas manualmente.

As embalagens utilizadas podem ser (*PORSCHE CONSULTING, 2021*):

- **Embalagens padrão:** são utilizadas para transporte e abastecimento de quase todos os materiais, que não precisam de requisitos especiais em termos de qualidade e proteção. Podem ser KLTs, do alemão, Kleinladungsträger (pequenos transportadores de carga), consiste numa embalagem standard europeia utilizada para o acondicionamento de pequenos componentes. Ou GLTs, do alemão, Großladungsträger (grandes transportadores de carga) consiste numa embalagem standard europeia utilizada para o acondicionamento de componentes de grandes dimensões. Assim como Coimbra (2013), a Porsche Consulting (2021) também recomenda a escolha da menor KLT possível, sendo a GLT recomendada apenas para situações especiais de peças grandes;
- **Embalagens especiais:** utilizadas para materiais com necessidades especiais de qualidade e/ou geometria complicada. Possuem um custo maior do que as embalagens padrões.

Idealmente, as embalagens devem ser compatíveis com o lote de produção, no tamanho ótimo, facilitando o trabalho do operador para pegar as peças e excluindo a necessidade de devolução de peças em mudança de lote, pois todas as peças terão sido consumidas. Nem sempre as peças são entregues pelo fornecedor em embalagens do mesmo tamanho da embalagem necessária na linha, o que torna necessária a reembalagem de peças. Normalmente esse processo é localizado próximo ao supermercado de peças compradas, o qual um operador realiza a operação de reembalagem e disponibiliza as peças na embalagem adequada para a linha de montagem, Soares (2014), menciona:

A criação de uma operação de *repacking* (reembalagem) possui uma vantagem em particular: a otimização e a padronização de um trabalho que antes era realizado por pessoas diferentes na linha de produção, o que é uma forma de aumentar a produtividade e eliminar desperdícios. Por isso, a operação de *repacking* em si não agrega valor ao cliente e, por isso, a empresa deve buscar a sua eliminação no futuro ao solicitar que os próprios fornecedores já entreguem seus produtos embalados adequadamente (SOARES, 2014).

Assim, a utilização de recursos se faz necessária para a separação de peças, não só quando as embalagens do fornecedor são diferentes das necessárias em linha, mas também quando existe a necessidade de fornecimento *junjo*, em *kits*, sequenciamento ou comissionamento (SOARES, 2014).

#### 2.5.4 Fluxo de informação

Uma gestão eficiente da logística exige informações rápidas, precisas e em tempo real (BOWERSOX; CROSS, 1996). A base para o fluxo de informação consiste no plano para cada peça (PPCP), um cadastro com informações de todas as peças, tamanhos, quantidades, fornecedores e pontos de uso (HARRIS *et al.*, 2004). As informações inclusas no PPCP podem ser (ROTHER *et al.*, 2002):

- Código da peça;
- Descrição;
- Utilização diária;
- Local em que a peça será utilizada;
- Local em que a peça será armazenada;
- Frequência de pedido;
- Fornecedor, cidade do fornecedor;
- Tipo da embalagem, peso da embalagem, dimensões da embalagem;
- Peso da peça;
- Uso por montagem (número de peças a ser utilizada para um produto);
- Número de peças por embalagem;
- Consumo de peças e consumo de embalagens;
- Tamanho da entrega;
- Equipamento de transporte;
- Tempo de rota; e
- Número de desempenho do fornecedor.

O PPCP consiste no primeiro passo para a implantação da logística interna. A partir dele, é possível planejar o supermercado de peças compradas, o fluxo de materiais e o fluxo de informações, que consiste em saber como a informação fluirá de um processo para o outro (HARRIS *et al.*, 2004).

Em relação ao fluxo de informações, em uma indústria, o cartão *kanban*<sup>6</sup> pode ser o responsável pelo funcionamento de todo o sistema, concentrando informações de quantidades, tempos e lotes. Além disso, os materiais podem ser puxados a partir de um sinal *andon*<sup>7</sup>, ou seja, um painel ou quadro luminoso em um local visível que transmite a informação de necessidade de peças. Outra maneira de comunicar a necessidade de abastecimento consiste no método “duas gavetas” ou “duas caixas”, de modo que quando termina o conteúdo de uma caixa, é percebida a necessidade de reposição (SOARES, 2014).

No que tange ao fluxo de informação para estratégias de abastecimento *junjo*, está atrelado à programação da produção e, conseqüentemente, aos sistemas ou planilhas que regem tal planejamento. Assim, a necessidade das peças sequenciadas ou comissionadas partirá da programação da produção e, a partir do momento que tal informação for difundida à logística, a separação dos itens poderá ser feita e distribuída à linha (PORSCHE CONSULTING, 2021).

Para um fluxo contínuo de informação, um outro fator determinante no seu sucesso consiste na correta identificação das peças. Seja por cartões *kanban* ou etiquetas, é necessário a identificação com o código da peça, fornecedor, quantidade presente na embalagem, ponto de uso, produto a utilizar a peça e frequência de abastecimento. As informações podem variar de acordo com a realidade da organização, ainda assim, é a partir da correta identificação que o fluxo de informações flui (SMALLEY, 2005).

### **2.5.5 Planejamento e programação**

A logística de abastecimento está totalmente atrelada ao planejamento e programação da produção, uma vez que os lotes produzidos determinarão o tamanho das embalagens abastecidas ou a necessidade de devolução de peças, caso as

---

<sup>6</sup> Kanban – sinal ou cartão utilizado como ferramenta de acionamento de reposição ou produção de peças e/ou produtos

<sup>7</sup> Representação visual utilizada para sinalizar toda a equipe a respeito de possíveis erros que possam ocorrer num determinado processo produtivo

embalagens não estejam de acordo com o lote, determinando assim, uma maior ou menor necessidade de recursos logísticos (SOARES, 2014).

A partir da noção dos impactos da programação da produção no abastecimento de linha, Castro e Pizzolato (2005) descrevem:

A programação da produção deve levar em conta a existência dos custos de setup e custos de manutenção de inventário. A técnica de “lote econômico de produção” permite calcular o tamanho de lote que minimiza o custo total por *unidade*, levando em conta que se quer diminuir tanto os custos de setup como os de manutenção de inventário.

Complementarmente, um lote mínimo pode ser definido como: “lote mínimo de fabricação corresponde ao menor lote possível de ser produzido pela empresa de forma que o aumento do tempo dos *setups* não ultrapasse a capacidade disponível (PEINADO; GRAEML, 2007).

O lote de produção dependerá, também, das estratégias de produção de produtos acabados escolhidas. A estratégia *make to order* (MTO) produz o produto apenas a partir da solicitação do cliente, não há estoque daquele produto e o cliente deverá esperar por sua produção. Já a estratégia *make to stock* (MTS) diz respeito à produção para estoque, onde o cliente não precisará aguardar a produção do produto para recebê-lo (COIMBRA, 2013).

Normalmente, produtos com alta representatividade na demanda seguem uma estratégia MTS, pois apresentam baixo risco em mantê-los no inventário, uma vez que apresentam grande demanda. Produtos com menor demanda são mais adequados para uma estratégia MTO. A mesma lógica segue para as peças utilizadas na produção. Peças *kanban* normalmente seguem uma estratégia MTS e peças *junjo* devem ser fornecidas de acordo com a programação da produção, assim, podem ter apenas seu fornecimento sequenciado, ou ter sua produção sequenciada (COIMBRA, 2013).

### **2.5.6 Avaliação de sistemas logísticos**

Para a completa avaliação de um sistema logístico, indicadores que exponham a realidade de produção da organização se fazem importantes. Dessa forma, Silva

(2013) reuniu principais indicadores de análise, sendo eles divididos nas áreas de decisão, com os respectivos indicadores:

- **Contexto estratégico:** variedade de modelos diferentes produzidos na linha, nível de customização, variedade de *Stock Keeping Unit* (SKUs), taxa de introdução de novos produtos, tamanho dos lotes de produção e ritmo de consumo do cliente;
- **Tecnologia:** número total de postos de trabalho, número de postos manuais, número de postos semiautomáticos e número de postos automatizados;
- **Capacidade:** tempo líquido de produção, produção diária da linha, capacidade máxima da linha, número de linhas;
- **Integração:** número de componentes do produto, número de componentes produzidos internamente, número de componentes produzidos por terceiros, giro de estoques de componentes;
- **Planejamento e controle da produção:** nível de atendimento, utilização, giro médio de estoque de acabados;
- **Organização:** disponibilidade, qualidade, performance, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE);
- **Recursos humanos:** índice de absenteísmo, índice de rotatividade, nível de polivalência; e
- **Produtos:** índice de modularidade (porcentagem de peças intercambiáveis entre produtos), ciclo de vida do produto.

A logística em si pode ser analisada por três diferentes perspectivas: processos, recursos e organização. Em relação aos processos, analisa as atividades do fluxo de materiais e informações; já a parte de recursos se refere a todos os meios, equipamentos e mão de obra necessários para rodar o processo e, por fim, organização inclui os procedimentos de planejamento e controle necessários para gerir o sistema (PETRILLO, 2021).

Quando se trata de indicadores logísticos, cinco principais indicadores medem o desempenho logístico interno. Vale ressaltar que para tais indicadores, quando se refere a clientes, é possível que seja uma análise quanto ao cliente final, mas também quanto a clientes internos. Ainda, os indicadores que medem processos internos também podem avaliar o desempenho de fornecedores, sendo, então, válido para



clientes finais, clientes internos e fornecedores. Os indicadores logísticos estão listados no Quadro 5 (ÂNGELO, 2005).

Quadro 5 – Indicadores de desempenho logístico interno

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Cálculo</b>
Pedido perfeito ( <i>Perfect Order Measurement</i> )	Taxa de pedidos sem erros	% Acuracidade no Registro do Pedido x % Acuracidade na Separação x % Entregas no Prazo x % Entregas sem Danos x % Pedidos Faturados Corretamente
Pedidos completos e no prazo ( <i>On Time in Full</i> )	Entregas realizadas no prazo e atendendo as quantidades e especificações	Entregas Perfeitas / Total de Entregas Realizadas *100
Entregas no prazo ( <i>On Time Delivery</i> )	Entregas realizadas no prazo	Entregas no prazo / Total de Entregas Realizadas *10
Taxa de atendimento do pedido ( <i>Order Fill Rate</i> )	Entregas atendidas nas quantidades e especificações solicitadas	Pedidos integralmente atendidos / Total de Pedidos Expedidos *100
Tempo de ciclo do pedido ( <i>Order cycle time</i> )	Tempo decorrido entre a realização do pedido pelo cliente e a entrega	Data da Entrega - Data da Realização do Pedido

Fonte: adaptação de Ângelo (2005).

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A logística interna apresenta-se como elemento fundamental para um bom funcionamento de linhas de montagem e, assim como menciona Ângelo (2005), indicadores podem caracterizar o funcionamento logístico do processo. Dessa forma, os componentes da logística interna, como bordo de linha, fornecimento, embalagem, programação da produção e fluxo de informação são combinados de modo que caracterizam um modelo de abastecimento de linha e podem gerar impactos positivos ou não, a serem caracterizados pelos indicadores logísticos (ZOUBEK, 2021).

A interface entre os componentes logísticos ressalta que a embalagem escolhida pode impactar no desenho do bordo de linha, assim como a mudança do lote de produção pode impactar na necessidade de nova embalagem, ou em intervalos de abastecimento mais frequentes.

Assim, as diferenças das necessidades de cada tipo de linha refletem em componentes da logística com estratégias propícias para cada realidade. A particularidade de cada contexto foi analisada, de modo a entender os impactos causados pelos componentes mencionados e gerar recomendações. Com o intuito de gerar clareza e unificar as definições de componentes, o Quadro 6 define os componentes que compõem o abastecimento de linha no que tange à logística e o que abrange cada um deles.

Quadro 6 – Componentes logísticos de abastecimento de linha

<b>Bordo de linha</b>	<b>Fornecimento</b>	<b>Embalagem</b>	<b>Planejamento e programação</b>	<b>Fluxo de informação</b>
Design do posto de trabalho	Estratégias de abastecimento	Dimensionamento de embalagens	Estratégias de produção	Plano para cada peça (PPCP)
	Rotas internas	Compra de embalagens	Lotes de produção	Canal de comunicação
	Equipamentos utilizados	Reembalagem		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de múltiplos casos a partir de uma pesquisa empírica que necessita comprovação prática por meio de coleta de dados, ou seja, apresenta como objetivo que sua conclusão utilize a vivência prática. Os dados coletados caracterizam-se como qualitativos e quantitativos e foram coletados por meio de entrevistas com envolvidos nas áreas de Logística e Produção das empresas analisadas.

#### 3.1 FASES METODOLÓGICAS

Para a realização do estudo, algumas etapas foram definidas e seguidas para o completo atingimento dos objetivos (MIGUEL, 2007):

- a) **Levantamento teórico:** um estudo de caso necessita de uma estrutura conceitual-teórica bem definida, com mapeamento da literatura sobre o tema, delineando as proposições e fronteiras do trabalho. Dessa forma, a primeira fase é caracterizada como de natureza exploratória, com o objetivo de construir uma visão sobre o tema de abastecimento de linha frente à variedade de produtos ao ponto de poder partir para a segunda fase;
- b) **Planejamento dos casos:** previamente à fase de elaboração de entrevistas e coleta de dados, a seleção das unidades de análise e contatos foi realizada, bem como a escolha dos meios para a realização das entrevistas. Um roteiro para as entrevistas também foi desenvolvido baseado no levantamento teórico;
- c) **Coleta de dados:** realização das entrevistas e registro das informações;
- d) **Análise de dados:** a partir da realização das entrevistas, uma análise foi desenvolvida a partir de uma estrutura padrão para todos os casos estudados, abrangendo a influência da variedade de produtos, de outros componentes logísticos e de outros fatores analisados no abastecimento;
- e) **Conclusões:** escrita das conclusões e implicações, com entendimento de próximos passos pertinentes.

##### 3.1.1 Planejamento dos casos

Dentro da fase de planejamento dos casos, ocorreu o planejamento de dois pontos principais de contato com as unidades de análise: questionário de avaliação inicial e roteiro de entrevista, que são explicados a seguir.

### 3.1.1.1 Avaliação Inicial

Algumas informações foram levantadas anteriormente às entrevistas com o intuito um entendimento inicial das condições referentes à produção da linha de montagem, servindo de base comparativa entre as organizações e garantindo um maior preparo para a entrevista de acordo com as condições da organização.

A avaliação inicial possui como base, portanto, a avaliação de Silva (2013) mencionada no capítulo 2, com adaptação para coleta dos dados da realidade logística de abastecimento de linha, sendo a área de decisão e perguntas abordadas apresentados no Quadro 7. Dessa forma, o questionário abrange dados quantitativos que caracterizam cada linha de montagem, servindo como base comparativa dos casos analisados.

Quadro 7 – Perguntas do questionário de avaliação inicial

Área de decisão	Perguntas
Pergunta identificadora	Qual seu nome?
Pergunta identificadora	Qual o produto produzido na linha de montagem em questão?
Pergunta identificadora	Quantos modelos de produtos são produzidos na linha?
Pergunta identificadora	Qual o tamanho do lote (se houver)?
Pergunta identificadora	Qual a quantidade média de <i>part numbers</i> que cada produto tem?
Pergunta identificadora	Qual o grau de diferenciação aproximado entre as peças de modelos diferentes?
Contexto estratégico	Qual o takt atual da linha?
Contexto estratégico	De quanto em quanto tempo há mudança de takt na linha?
Capacidade	Qual a média diária de produção da linha?
Recursos humanos	Qual a quantidade de operadores na linha?
Recursos humanos	Qual a quantidade de operadores logísticos, ou abastecedores, da linha?
Integração	Qual a origem das peças que abastecem a linha? Cite a porcentagem média de peças compradas externamente e a porcentagem média de peças produzidas internamente
Integração	Há algum processo de embalagem de peças antes de chegar na linha?

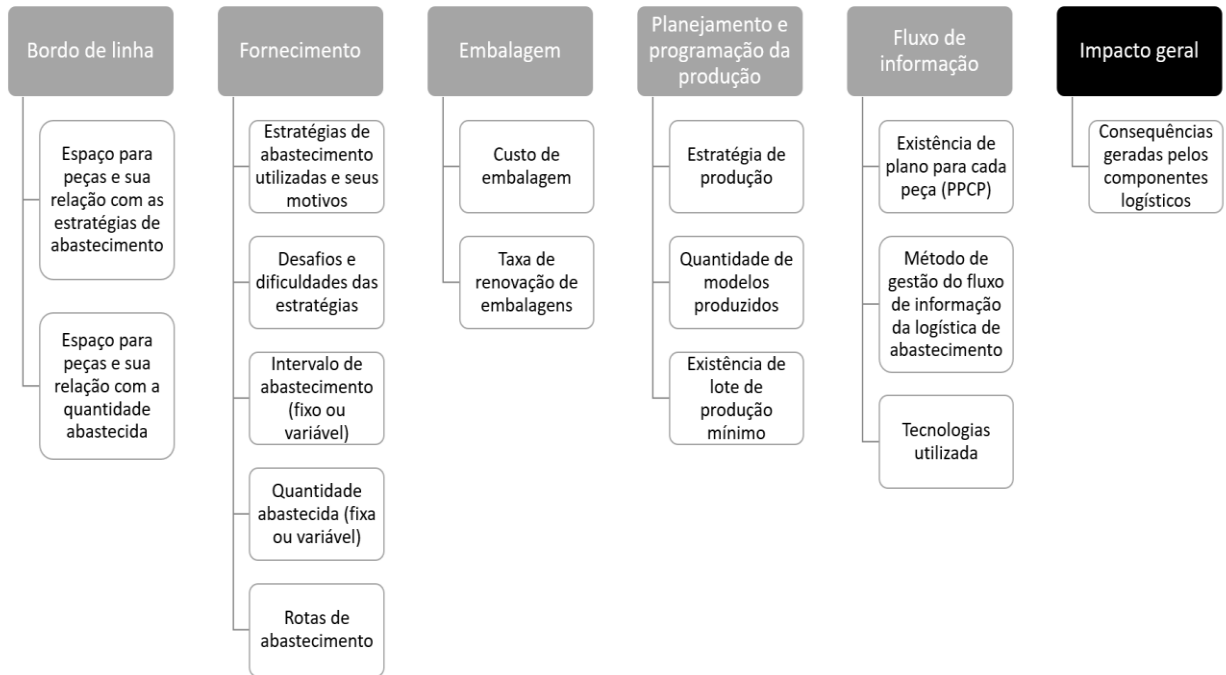
Integração	Se sim, a reembalagem é para peças compradas externamente ou internamente?
Capacidade	Quantos equipamentos logísticos são utilizados para o abastecimento da linha?
Contexto estratégico	Quais indicadores são acompanhados em relação ao abastecimento de linha?

Fonte: elaborado pela autora (2022).

3.1.1.2 Roteiro de Entrevistas

O roteiro das entrevistas foi elaborado com base nos componentes logísticos mencionados no item 2.6. As perguntas são abertas, com o intuito de incentivar o entrevistado a comentar a realidade da linha, descrevendo situações de maneira qualitativa. A relação das perguntas os componentes logísticos estão expostos na Figura 4, bem como também houve perguntas com o objetivo do entendimento de possíveis impactos e consequências da realidade da linha de montagem. Assim, os componentes logísticos foram explorados em conjunto com possíveis impactos e consequências de cada um deles.

Figura 4 – Tópicos da entrevista quanto aos componentes logísticos



Fonte: elaborado pela autora (2022).

Em relação ao planejamento e programação de produção, buscou-se entender o contexto de customização e estratégia produtiva, bem como a existência ou não de lotes mínimos e seus impactos. No que tange ao fluxo de informação, o intuito consistiu em entender se há uma base onde a informação de peças está alocada, como o PPCP, e o fluxo em si, envolvidos, tecnologias utilizadas e informações enviadas e recebidas.

Já em relação ao fornecimento, as perguntas têm como objetivo compreender as rotas, frequências e quantidades abastecidas a partir de cada estratégia de abastecimento. Além disso, o componente logístico de embalagens foi explorado a partir do entendimento da relação das embalagens com custos, taxa de renovação e relacionamento com os fornecedores para negociação das mesmas. Por fim, o bordo de linha é abordado com o objetivo de entender de maneira descritiva sua disposição, espaço disponível e relação do espaço com os demais componentes logísticos. Assim, o roteiro de entrevista está exposto no Quadro 8.

Quadro 8 – Questionário de entrevista

<b>Componente logístico relacionado</b>	<b>Perguntas</b>
Planejamento e programação	A linha em questão é MTS, MTO ou mista?
Planejamento e programação	Os produtos são customizáveis? Se sim, qual o grau aproximado de customização possível?
Planejamento e programação	Como você vê que a existência ou não de lote mínimo impacta no abastecimento?
Impacto geral	Como você vê que o grau de diferenciação das peças entre modelos impacta no abastecimento?
Fluxo de informação	Os produtos possuem PPCP?
Fluxo de informação	Como se dá o fluxo de informação da logística interna?
Fluxo de informação	Há alguma tecnologia, sistema ou ferramenta utilizado no fluxo de informação?
Fornecimento	Quais estratégias de abastecimento são utilizadas na linha analisada?
Fornecimento	O que foi levado em consideração para a escolha dessas estratégias de abastecimento?
Fornecimento	O que você considera ser os maiores desafios e/ou dificuldades de cada uma das estratégias de abastecimento mencionadas?
Fornecimento	Qual o intervalo de abastecimento das peças de cada uma das estratégias de

	abastecimento mencionadas? (fixo ou variável)
Fornecimento	As quantidades abastecidas são fixas ou variáveis?
Fornecimento	Como são organizadas as rotas de abastecimento? Possuem horários programados ou são de acordo com a necessidade?
Impacto geral	Existe sobra de peças na linha? Se sim, por que isso acontece?
Impacto geral	Existe reembalagem de peças? Se sim, por que isso acontece? Se não, a quantidade fornecida é sempre igual ao lote de abastecimento? Como isso é administrado?
Impacto geral	Quais os impactos da mudança de takt no abastecimento?
Embalagem	Como é o relacionamento com fornecedores internos e externos para ajuste e negociação de embalagens?
Embalagem	Você considera que a empresa possui um alto custo com embalagens?
Embalagem	Qual a taxa de renovação das embalagens?
Bordo de linha	Descreva o bordo de linha e a disposição dos postos da linha de montagem analisada
Bordo de linha	Há espaço para todas as peças de todos os modelos serem posicionadas ou há a necessidade de troca?
Bordo de linha	Onde as peças ficam em relação ao operador?
Bordo de linha	Quais suportes e embalagens para armazenamento das peças são utilizados?

Fonte: elaborado pela autora (2022).

### 3.1.1.3 Unidades de Análise

As unidades de análise escolhidas e consideradas no presente estudo caracterizam-se como linhas de montagem uni-modelo, multi-modelo ou de modelos mistos e, para sua escolha, os seguintes pontos foram levados em consideração:

- Caracterização da linha de montagem em termos de variedade de produtos (uni-modelo, multi-modelo ou modelos mistos);
- Diferenciação das linhas de montagem analisadas: priorizou-se linhas com diferentes tempos de implementação, sendo algumas linhas novas, recém implementadas, e linhas mais antigas, que montam diferentes produtos, de

tamanhos e materiais distintos, com o intuito de analisar uma gama maior de situações; e

- Disponibilidade da empresa para a realização da entrevista e disponibilização de informações.

Assim, quatro linhas de montagem foram escolhidas e analisadas. Todas as linhas do estudo não são as únicas linhas das empresas estudadas e, por isso, apresentam características como colaboradores, ou equipamentos compartilhados e não exclusivos à linha em questão.

Optou-se por analisar um caso referente a cada tipo de linha de montagem, no entanto, com o intuito de analisar diferentes cenários, duas linhas de montagem multi-modelo foram escolhidas: a primeira, não possui o conceito de lote mínimo em sua produção, e a segunda, possui e aplica lotes mínimos na sua operação.

Por questões de privacidade e segurança de dados, as empresas optaram pela não divulgação de seus nomes. Desse modo, as linhas são descritas como linhas A, B, C e D, conforme explicitado no Quadro 9 e são explicadas nos tópicos a seguir.

Quadro 9 – Unidades de análise

Linha	Produto	Classificação
Linha A	Luminárias	Uni-modelo
Linha B	Fogões	Multi-modelo sem lote mínimo
Linha C	Caixas de câmbio	Multi-modelo com lote mínimo
Linha D	Ônibus	Modelos mistos

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### • **Linha A: comportamento uni-modelo**

Conforme afirmado no primeiro capítulo, em razão da dificuldade de encontrar linhas de montagem completamente uni-modelo, considerou-se uma linha de montagem que produz dois modelos principais de luminárias, localizada em São Paulo. A linha de montagem produz a partir do pedido do cliente, portanto, caracteriza-se como uma linha de montagem MTO.

No que tange a sua maturidade, a linha sofreu uma transformação *lean* nos últimos anos e, a partir de eventos *kaizen*<sup>8</sup>, a operação foi reformulada.

---

<sup>8</sup> Do japonês, “mudar para melhor”. Conhecido também pelo termo “melhoria contínua”, o qual incentiva a melhoria do sistema de maneira contínua por meio de metodologias e técnicas lean



Conseqüentemente, o layout e logística da linha também. Assim, o número de operadores foi reduzido sem que o número produzido de peças a cada hora fosse alterado. Dessa forma, a maturidade da linha pode ser considerada baixa, uma vez que o modelo operacional e logístico atual existe há apenas dois anos.

Entre os dois produtos produzidos, possuem uma média de 60% de similaridade entre as peças e, quanto aos lotes de produção, caracterizam-se como variáveis, não possuindo lotes mínimos. Não são observados padrões entre as quantidades produzidas, no entanto, observou-se a existência de grandes lotes de produção, que ocorrem com frequência de modo a produzir um único produto por um tempo maior que um dia produtivo – caracterizando um comportamento uni-modelo.

- **Linha B: multi-modelo**

A empresa estudada produz fogões, *cooktops* e produtos em madeira, como armários para cozinha e móveis de escritório. Possui duas plantas, onde uma foca na produção dos produtos em madeira, em Minas Gerais, e a outra foca na produção de fogões e *cooktops*, no Espírito Santo. A empresa produz tanto a partir do pedido do cliente, quanto para estoque, portanto, é MTO e MTS.

A linha de montagem estudada fica localizada na planta do Espírito Santo, que possui três linhas, duas focadas na produção de fogão e uma focada na produção de *cooktops*. As duas linhas de fogões produzem uma média de 1.500 a 2.000 fogões por dia. O foco do estudo, então, se deu em uma das linhas de montagem de fogões, com uma maturidade relativamente baixa, de dois meses de implementação de seu modelo operacional e de abastecimento. A linha de montagem em si existe há mais de 10 anos, no entanto, passou recentemente por mudanças a fim de melhorar sua eficiência.

Os fogões podem variar em sua composição em até 95% dos itens, pois os modelos produzidos variam cor, tamanho e material de itens desde as laterais, até a mesa, forno e pés do produto. Itens que não variam são itens pequenos, como adesivos de segurança e parafusos.

Por fim, caracteriza-se por uma linha multi-modelo por sua produção ser em lotes, sendo possível produzir de dois a quatro modelos de fogões em um mesmo dia. Os lotes variam de acordo com o pedido do cliente ou o planejamento da produção enviado pelo PCP. Há lotes médios de 200 a 300 fogões, mas também há lotes específicos de pedidos pontuais, que podem ter de 20 a 100 fogões.

- **Linha C: multi-modelo**

A linha analisada consiste em uma linha de montagem de caixa de câmbio, de uma empresa montadora de veículos, localizada no estado de São Paulo. Características gerais da empresa, como capacidade de produção, quantidade de linhas e estratégia de produção não foram divulgadas, apenas características da linha de montagem utilizada como objeto de análise.

As caixas de câmbio são peças não customizáveis, que servirão para a montagem do veículo em uma linha de montagem principal. Possuem uma média de 70% de peças iguais entre si, com uma variação de 30% das peças entre modelos. Mais de 50 modelos são produzidas na linha, no entanto, são constantemente produzidos uma média de 30 modelos.

A linha é caracterizada como multi-modelo pois sua produção possui lotes mínimos de nove unidades, ou seja, um modelo de caixa de câmbio é produzido de nove em nove unidades. Além disso, é uma linha de produção MTS, pois produz para um supermercado final que entrega a caixa de câmbio para a linha de montagem principal. E no que tange à maturidade, é uma linha consolidada com no mínimo 10 anos de operação.

- **Linha D: modelos mistos**

A empresa da linha em questão caracteriza-se como uma montadora de ônibus, localizada no Rio Grande do Sul, com capacidade média de produção de 25 a 30 veículos por dia. A empresa possui três linhas de montagem principais e um centro de fabricação, que fornece peças necessárias à montagem do ônibus para as linhas de montagem principais.

A empresa caracteriza-se como MTO, produzindo os produtos apenas a partir do pedido do cliente. O cliente tem a possibilidade de personalizar diversas partes do produto, escolher funcionalidades, cores e materiais de acordo com seus desejos.

No que tange à unidade de análise, a linha de modelos mistos analisada é responsável por montar os itens de acabamento da parte interior do veículo, como cadeiras, elevador, janelas e outros itens menores, bem como itens de acabamento da parte exterior. Caracteriza-se por uma linha de modelos mistos uma vez que produz ônibus alternados com características de fretamento, ou intermunicipais, e ônibus com características de rodoviário, também chamados de *Low Driver* (LD). Segundo a empresa, os ônibus produzidos na linha possuem 40% de similaridade e 60% de

peças com possibilidade de personalização de acordo com o que o cliente deseja, assim, os ônibus podem ser diferenciados em até 60% de sua composição.

### 3.1.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2022, por meio das plataformas *Google Meet* e *e-mail*. Uma vez realizado o contato por e-mail, o formulário de avaliação inicial no *Google Formulários* era enviado, então, o respondente sinalizava a resposta e, assim, a resposta servia como base para um preparo da entrevista, entendendo pontos específicos de foco ou dúvidas pertinentes.

As entrevistas foram agendadas pelo *Google Agenda*, com duração de uma hora e realização no *Google Meet*. Todas as entrevistas seguiram o roteiro já apresentado e as respostas eram anotadas no próprio roteiro para posterior análise. O Quadro 10 expõe a relação da entrevistados.

Quadro 10 – Relação de entrevistados

Entrevistado	Linha de estudo	Área de atuação
Engenheiro de produção	A	Melhoria contínua
Engenheiro de produção	B	Logística interna
Engenheiro de produção	C	Engenharia de processos
Engenheiro de produção	D	Melhoria contínua

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Conforme expõe o Quadro 10, as entrevistas foram realizadas com engenheiros de produção, sendo na linha A o engenheiro responsável pela transformação operacional da linha, que atua na área de melhoria contínua da empresa. Na linha B, o respondente corresponde ao responsável pela logística interna da fábrica, enquanto na linha C o respondente trabalha na área de engenharia de processos. Por fim, o respondente na linha D atua na área de melhoria contínua da empresa. Para a escolha dos entrevistados, a disponibilidade foi considerada, bem como o contato diário com a linha e o conhecimento sobre ela a ponto de conseguir responder o questionário de avaliação inicial. Uma vez que o entrevistado conseguisse respondê-lo, foi considerado apto para a realização da entrevista.

### 3.1.3 Análise de dados

A análise dos dados segue uma estrutura que busca responder três principais questões chave:

- a) **Influência da variedade de produtos nos componentes logísticos:** a partir das entrevistas, busca entender o quanto a linha ser uni-modelo, multi-modelo ou modelos mistos influencia em cada um dos componentes;
- b) **Influência dos componentes logísticos em outros componentes logísticos:** as entrevistas também expõem relações dos componentes logísticos com outros componentes;
- c) **Influência de outros fatores nos componentes logísticos:** fatores como mudanças de *takt* ou outros pontos trazidos pelos entrevistados são expostos.

A influência analisada foi classificada como alta, média ou baixa, conforme descrição apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Influência nos componentes logísticos

Influência	Descrição
Nenhuma	O fator analisado não possui influência no componente logístico
Baixa	O fator analisado tem baixa influência no componente logístico, que não apresenta grandes alterações quando está sob influência do fator
Média	O fator analisado influencia de maneira mediana no componente logístico, impactando em alguns pontos do componente, sem o transformar completamente.
Alta	O fator analisado influencia significativamente no componente logístico, alterando sua disposição, espaço, frequência, quantidades, estratégias, rotas, tamanhos e/ou outros pontos analisados. Transforma o componente logístico.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Assim, para chegar nas respostas para as questões chave, cada componente logístico foi analisado individualmente, seguindo uma estrutura de análise que abrange: descrição do observado e fator analisado, como mostra o Quadro 12.

Quadro 12 – Estrutura de análise dos componentes logísticos

<b>Estrutura de análise</b>	<b>Descrição</b>
Descrição do observado	Conclusão a respeito do observado nas unidades de análise
Fator analisado	Específico de cada componente logístico, demonstra a conclusão a respeito do observado em cada fator (ex: relacionamento com fornecedores consiste em um fator analisado dentro do componente logístico “embalagem”)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir das entrevistas e análise delas no que tange ao abastecimento de linhas de montagem, explorando comparativamente os modelos das unidades de análise, seus impactos e inter-relação.

Inicialmente, o contexto das unidades de análise é abordado por meio de um quadro comparativo que traz as principais informações quanto aos produtos, produção diária, quadro de mão de obra e tempos da linha. Logo após, cada componente logístico é aprofundado dentro do contexto das unidades de análise, com uma exploração qualitativa do observado nas entrevistas, gerando como resultado a apresentação da realidade do componente logístico para a linha de montagem em questão. Por fim, uma análise comparativa é exposta, comparando-se as unidades de análise no que tange à influência da variedade de produtos no abastecimento em geral e em relação a cada componente logístico.

### 4.1 CONTEXTO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

Para fins comparativos, o contexto das linhas de montagem em relação à operação das mesmas e as principais informações obtidas estão descritas no Quadro 13.

Quadro 13 – Contexto das unidades de análise

	<b>Linha A</b>	<b>Linha B</b>	<b>Linha C</b>	<b>Linha D</b>
<b>Produto</b>	Luminárias	Fogão	Caixa de câmbio	Ônibus
<b>Tipo de linha</b>	Comportamento uni-modelo	Multi-modelo	Multi-modelo	Modelos mistos
<b>Takt</b>	128 seg	42 seg	30 seg	171 min
<b>Quantidade de modelos produzidos</b>	2	20	50	12
<b>Frequência de mudança de takt</b>	Semestralmente	Diariamente	Semanalmente	Quinzenalmente
<b>Quantidade média de part numbers por produto</b>	50	149	251	260

<b>Produção diária</b>	240	700	2082	6
<b>Quantidade de operadores</b>	7	48	18	98
<b>Quantidade de abastecedores</b>	1	3	3 (compartilhados)	8 (compartilhados)
<b>Quantidade de postos</b>	7	25	18	9
<b>Quantidade de equipamentos de transporte</b>	2 carrinhos 1 paleteira	3 paleteiras 2 empilhadeiras (compartilhadas) 10 carrinhos	2 carrinhos	1 empilhadeira 2 paleteiras 18 carrinhos
<b>Porcentagem de peças de origem comprada</b>	100%	80%	90%	60%
<b>Porcentagem de peças de origem fabricada</b>	0%	20%	10%	40%
<b>Existência de processo de reembalagem</b>	Sim	Sim	Não	Sim
<b>Produto customizável?</b>	Sim	Não	Não	Sim
<b>Diferenciação dos modelos produzidos</b>	40%	95%	30%	60%
<b>Indicadores logísticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de matéria-prima dentro do prazo</li> <li>• Falta de matéria-prima na linha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quase parada por abastecimento</li> <li>• Parada por desabastecimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kits abastecidos por veículo</li> </ul>

Fonte: elaborado pela autora (2022).

As linhas de montagem apresentam grande diferenciação entre si, seja pelo tamanho dos produtos, quanto pela quantidade de postos e recursos utilizados. A partir das informações expostas, é possível perceber que a linha B apresenta menor estabilidade de produção quando comparada ao restante das linhas, pois apresenta variação diária no *takt*. Por não possuir um *takt* estável, as rotas, frequências e quantidades abastecidas apresentam grande variação, o que impacta na complexidade do modelo de abastecimento. Além disso, é a única que não acompanha indicadores logísticos de modo a medir a efetividade do modelo de abastecimento.

As linhas apresentam bastante variação entre si da porcentagem de peças compradas e fabricadas. Um fator observado consiste na necessidade de manter um bom relacionamento com fornecedores externos e internos para que haja a possibilidade de negociação de embalagens e quantidades fornecidas, sendo mais fácil a negociação quando o fornecedor consiste na própria empresa, por ser interno.

Em relação à reembalagem, a única linha que não apresenta processo de reembalagem consiste na linha C, que é também a única linha que apresenta lotes mínimos de produção. É possível inferir uma relação da padronização de embalagens com a existência de lotes mínimos, pois a padronização de embalagens torna-se mais fácil com a existência de lote mínimo. Outra questão que pode facilitar tal fato é a baixa diferenciação entre os modelos produzidos, sendo que a linha C apresenta a menor delas, de 30%.

Já no que tange ao *takt*, a linha de maior *takt* corresponde à linha D. Linhas de modelos mistos, por terem uma produção alternada, exigem novas peças abastecidas a cada troca de produto, de modo sequenciado. Assim, um *takt time* de um minuto exigiria um abastecimento sequenciado e rápido de peças diferentes, o que torna o modelo inviável ou custoso. Portanto, relaciona-se o *takt time* à classificação da linha quanto a variedade de produtos, sendo a linha de modelos mistos com o maior *takt* e linhas multi-modelo ou uni-modelo com *takts* menores, por não ser viável a produção em modelos alternados em *takts* de um minuto.

Quanto ao tamanho das linhas, a linha de fogões apresenta a maior quantidade de postos de trabalho, porém a linha de ônibus apresenta maior número de operadores, uma vez que há mais operadores trabalhando em um mesmo posto de trabalho. É possível relacionar, também, a quantidade de abastecedores com a quantidade de *part numbers* por produto. A linha A, com o menor número de *part numbers*, apresenta apenas um abastecedor, enquanto as outras linhas apresentam um número maior de abastecedores conforme o número de *part numbers* aumenta.

## 4.2 ESTUDO DOS COMPONENTES LOGÍSTICOS

As entrevistas foram realizadas com foco específico de perguntas para cada componente logístico, de modo a entender a realidade da linha de montagem de maneira profunda em relação ao bordo de linha, fornecimento, embalagem,



planejamento e programação e fluxo de informação. São apresentados o cenário de cada unidade de análise para cada componente estudado.

#### 4.2.1 Bordo de linha

##### 4.2.1.1 Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo)

O Quadro 14 evidencia os fatores de análise quanto ao bordo de linha da linha A. A linha de montagem é formada por um rolete, que possui suportes com a função de forma para as luminárias ficarem posicionadas a um ângulo de 90° do chão. O bordo de linha dos postos possui prateleiras *flow-rack* localizadas em frente ao operador, na parte superior da linha, de modo que o operador deve levantar os braços para alcançar as peças necessárias. As peças são abastecidas pelo abastecedor na parte traseira das prateleiras e, assim, o abastecimento não atrapalha a operação.

Quadro 14 – Fatores de análise bordo de linha (linha A)

Fatores de análise			
Embalagens utilizadas	Suportes utilizados	Posicionamento dos suportes	Espaço disponível
KLTs	Prateleiras <i>flow-rack</i>	Em frente ao operador	Inexistência de espaço disponível para armazenamento das peças de todos os modelos
Caixas de papelão	Suporte específico para borracha		
	Nenhum (caixas de papelão posicionadas no chão)		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

As prateleiras comportam peças pequenas como porcas e parafusos e não é possível armazenar todas as peças necessárias para a produção dos dois produtos ao mesmo tempo nelas. Assim, a cada troca de produto na linha, faz-se necessário retirar os KLTs das peças únicas do produto anterior e trocá-los pelos KLTs com peças únicas do produto posterior. Além de KLTs, também são utilizadas caixas de papelão como embalagens de peças específicas, como os *housings* das luminárias.

A inexistência de espaço no bordo de linha para todas as peças necessárias aos dois produtos expõe a necessidade de troca das embalagens no bordo. Assim, um tempo de *setup* da linha de montagem foi calculado e caracteriza-se por ser,

aproximadamente, o tempo para que a linha fique completa do novo produto a ser produzido, ou seja, 896 segundos, ou 15 minutos.

Para esse procedimento, o operador responsável pela atividade do posto retira o KLT usado e o posiciona na prateleira de retorno, de modo que ele desliza até a parte traseira da prateleira para que o abastecedor possa retirá-lo. O abastecedor, então, não só retira o KLT utilizado como repõe o novo KLT, também na parte traseira, mas superior, da prateleira. Portanto, o abastecedor é responsável por abastecer e retirar a peça, enquanto o operador é responsável por possuir o entendimento de qual peça precisa ser retirada e posicioná-la para o abastecedor retirá-la.

Nesse sentido, quando há um comportamento uni-modelo de produção, ou seja, a produção de um único produto por um longo período, fica claro a redução de complexidade, uma vez que a necessidade de *setup* é eliminada e o abastecedor pode realizar ciclos iguais de abastecimento. Um ponto trazido em entrevistas como positivo ao comportamento uni-modelo consiste na possibilidade de o abastecedor abastecer uma quantidade maior de peças e reduzir sua necessidade de reposições frequentes. Em contrapartida, nessas situações, o responsável pelo abastecimento costuma encher as embalagens com quantidades acima do ideal, gerando desperdício com queda de peças.

Há postos que possuem necessidade de abastecimento de peças maiores que não cabem nas prateleiras, como é o caso do *housing* das luminárias e de borrachas. O abastecimento do *housing* se dá no primeiro posto, no início da linha, com um espaço pré-determinado para isso. No caso das borrachas, um suporte específico foi elaborado.

#### 4.2.1.2 *Linha B: fogões (multi-modelo)*

Diferentemente da linha de luminárias, na linha de montagem B os operadores ficam localizados dos dois lados da linha. A linha possui uma esteira na qual os fogões são montados, e, a localização da operação ser na parte traseira ou frontal do fogão é o que determina qual lado o operador deve ficar posicionado. O espaço correspondente ao bordo de linha consiste no espaço ao lado e atrás do operador, sendo de aproximadamente um metro de largura e dois metros de profundidade.

Há alguns postos com prateleiras superiores que permitem que o operador pegue o material necessário por cima, no entanto, são poucos postos nessa situação. Quando perguntado, o entrevistado relatou dificuldade de posicionamento de prateleiras, pois quando há mudanças no *takt* da linha, os postos são reposicionados e, dessa forma, as prateleiras e outros suportes utilizados no bordo de linha têm sua posição alterada. Relatou-se a possibilidade, também, de manter a prateleira no local fixo e, assim, trabalhar com o balanceamento de linha considerando a restrição de mudança de local.

A restrição de mudança de local de postos foi observada para alguns deles, que possuíam mangueiras de gás ou equipamentos específicos de teste de qualidade, impactando assim, no balanceamento da linha. Os impactos relatados no balanceamento foram dois principais:

- Impossibilidade de mudança da atividade de local pode impactar em outras atividades que a possuem como predecessora. Assim, manter o posto sempre no mesmo local pode causar afastamento de operadores e espaçamentos consideráveis na linha de montagem, diminuindo a área utilizada e o número de fogões possível de caber na linha de montagem; e/ou
- Inserção de novos operadores na linha devido aos impactos em outras atividades e desenho não ideal do fluxo de trabalho devido às restrições impostas.

Em relação a peças como lateral do fogão, chão e mesa, são fornecidas no que a empresa chama de “*artoks*”, grandes embalagens com estrutura vazada de aço, de 0,8 m x 0,8 m que podem carregar, em média, até 200 peças. Nesse sentido, relatou-se grande dificuldade para dimensionamento do bordo de linha, uma vez que se o posto executa atividades que dependem de duas peças, dois *artoks* não cabem em sua extensão. Outras embalagens também utilizadas são KLTs, GLTs, caixas de papelão e sacos plásticos.

Dessa forma, devido à limitação de espaço e à grande quantidade de peças a serem abastecidas em *artoks*, relatou-se a necessidade de reposição frequente de matérias-primas nessa situação. O tempo padrão para reposição da maioria das peças consiste em um intervalo de duas horas, no entanto, devido a essa razão, há peças que devem ser reabastecidas de hora em hora.

Os fatores de análise observados na linha B estão expostos no Quadro 15.

Quadro 15 – Fatores de análise bordo de linha (linha B)

Fatores de análise			
Embalagens utilizadas	Suportes utilizados	Posicionamento dos suportes	Espaço disponível
KLTs	Prateleiras <i>flow-rack</i>	Atrás ou ao lado dos operadores, pontualmente em alguns postos na parte da frente	Inexistência de espaço disponível para armazenamento das peças de todos os modelos
GLTs	Prateleiras		
Artoks	Linha de montagem (há materiais colocados na parte inferior da linha)		
Caixas de papelão	Nenhum (artoks posicionados no chão)		
Saco plástico			

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.1.3 Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo)

A linha caracteriza-se por ter uma esteira principal e o principal suporte das peças ser prateleiras *flow racks*. Da mesma forma que na linha de luminárias, as prateleiras estão localizadas em frente ao operador, que também possui a função de posicionar as embalagens vazias para retirada das mesmas pelo abastecedor.

Pelo fato de a linha possuir lotes de produção mínimos e fixos, houve o relato de certa facilidade que tange ao sequenciamento das peças para abastecimento e às embalagens. O lote fixo de nove produtos permite que as embalagens e frequências de abastecimento sejam sempre padrões. Assim, relatou-se, inclusive, o uso de tecnologias como AGVs, que são capazes de abastecer peças já nas prateleiras e realizar ciclos programados de reposição, bem como retirar embalagens vazias.

O Quadro 16 apresenta os fatores de análise do bordo de linha da linha C.

Quadro 16 – Fatores de análise bordo de linha (linha C)

Fatores de análise			
Embalagens utilizadas	Suportes utilizados	Posicionamento dos suportes	Espaço disponível
KLTs	Prateleiras <i>flow rack</i>	Em frente ao operador	Inexistência de espaço disponível para armazenamento das peças de todos os modelos
GLTs			

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.1.4 Linha D: ônibus (modelos mistos)

Os postos de trabalho da linha de montagem de ônibus são postos com espaço para caber o próprio produto, ou seja, devem possuir no mínimo 2,6 metros de largura, 15 metros de comprimento e um espaço de 4,4 metros de altura. Durante a operação, cada operador trabalha em uma parte do veículo. As peças fornecidas ficam, geralmente, ao lado do posto de trabalho até serem utilizadas pelo operador, que as utiliza em um carrinho que pode carregar até seu local de trabalho, se for uma peça pequena ou média.

Se a peça for grande, há a necessidade de utilização de equipamentos ou um maior número de pessoas para carregá-la até o local de uso ou instalação. Na maioria dos casos, no entanto, as peças são utilizadas em carrinhos de suporte que armazenam mais de uma matéria-prima a ser usada por um ou mais operadores.

Assim, com essa realidade em vista, as embalagens utilizadas consistem em KLTs, GLTs e carrinhos específicos desenvolvidos para cada peça, de acordo com a necessidade. Os carrinhos podem ser utilizados tanto para transporte da peça até o posto, quanto para armazenamento e utilização da peça durante a operação. Assim como os carrinhos, além das prateleiras *flow rack*, há o desenvolvimento de suportes específicos para peças maiores que comportem o sequenciamento desejado de abastecimento. O Quadro 17 expõe, para a linha D, os pontos referentes a embalagens, suportes, posicionamento dos suportes e espaço disponível até então mencionados.

Quadro 17 – Fatores de análise bordo de linha (linha D)

<b>Fatores de análise</b>			
<b>Embalagens utilizadas</b>	<b>Suportes utilizados</b>	<b>Posicionamento dos suportes</b>	<b>Espaço disponível</b>
KLTs	Prateleiras <i>flow-rack</i>	Variável, normalmente ao lado da linha, sendo que o operador movimenta o carrinho para o local de montagem necessário	Inexistência de espaço disponível para armazenamento das peças de todos os modelos
GLTs	Carrinhos específicos		
Carrinhos específicos	Suportes específicos		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Em relação às dificuldades observadas nesse caso, foi relatado que, dependendo do *mix* de produção, há produtos que demandam mais peças a serem abastecidas em determinados postos de trabalho. Conseqüentemente, os postos de trabalho não estão preparados para um alto volume de peças e, assim, é possível que algumas peças fiquem no corredor – em local inapropriado - até serem utilizadas. Quando perguntado sobre o que fazem para solucioná-lo, comentou-se sobre a dificuldade de solução do problema, pelo espaço ser algo limitado. Além disso, pelo fato de a linha produzir um *mix* muito variado de modelos, não é possível realizar uma padronização do bordo de linha e das atividades realizadas em cada posto de maneira assídua, uma vez que cada modelo exige uma configuração diferente.

#### 4.2.1.5 *Considerações sobre os bordos de linha*

- **Influência da variedade de produtos no bordo de linha**

Por mais que a variedade de produtos da linha de montagem influencie na necessidade de mais ou menos espaço, observa-se uma baixa influência de tal variedade no bordo de linha, uma vez que a linha ser uni-modelo, multi-modelo ou modelos mistos não altera significativamente o bordo, sua disposição, suportes ou embalagens.

No entanto, pode-se concluir uma alta influência de outros fatores, como o tamanho das peças utilizadas e a frequência de abastecimento. O tamanho das peças é diretamente relacionado às embalagens que serão utilizadas, conforme visto na linha de ônibus (D), onde embalagens específicas são desenvolvidas com maior intensidade.

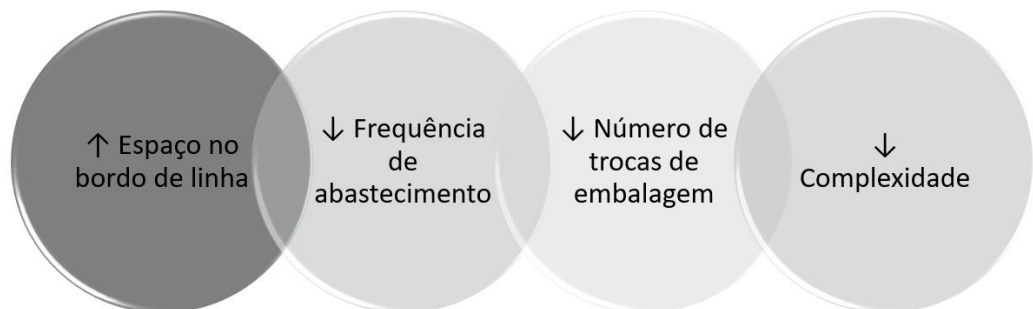
Ainda, uma relação direta do número de componentes a serem abastecidos com o espaço necessário no bordo é observada. Assim, linhas que produzem mais de um modelo possuem duas opções: possuir um espaço maior para armazenamento das peças dos variados produtos ou, a cada troca de produto na linha, realizar o *setup* de embalagens e peças. Como no caso da linha de luminárias (A), pela limitação de espaço, a cada troca de produtos deve ser realizado o *setup*. No entanto, quando a linha possui um comportamento uni-modelo, o *setup* não é realizado, reduzindo-se a complexidade.

- **Influência de componentes logísticos no bordo de linha**

Os casos estudados demonstram uma relação direta entre o espaço do bordo de linha e a frequência de abastecimento. Como observado na linha de ônibus (D), uma mudança no *mix* de produção e/ou no *takt* aumenta a necessidade de certas peças, dessa forma, a necessidade de espaço também aumenta. Assim como no caso da linha de fogões (B), que há grande dificuldade de armazenamento de peças por um período maior que duas horas no bordo pela limitação de espaço.

Portanto, pode-se afirmar que quanto maior o espaço disponível no bordo de linha, menor a frequência de abastecimento necessária e, conseqüentemente, menor o número de trocas de embalagens. Com menos trocas, a complexidade é reduzida, uma vez que o abastecedor não abastecerá em grandes frequências. A Figura 5 expõe a relação observada.

Figura 5 – Relação do bordo de linha com frequência de abastecimento



Fonte: elaborado pela autora (2022).

A Figura 6 expõe as relações observadas nas unidades de análise. Em linhas multi-modelo ou modelos mistos, pela necessidade de armazenar peças de mais de um modelo, ocorre uma limitação de espaço e, por isso, as frequências de abastecimento devem ser maiores e/ou, a cada troca, setups serem realizados. A complexidade nesses casos é maior. Para linhas uni-modelos, o bordo de linha dedicado a peças de apenas um produto detém de menor necessidade de espaço, ou seja, há mais espaço livre ou menos complexidade no armazenamento. Assim, a frequência de abastecimento para tais casos podem ser menor.

Figura 6 – Bordo de linha nas unidades de análise



Fonte: elaborado pela autora (2022).

Assim como a frequência de abastecimento, embalagens utilizadas também apresentam alta influência sobre o bordo de linha, pois suas restrições devido a tamanhos ou fornecedor podem impactar no seu desenho e, portanto, na sua disposição no bordo de linha. Por fim, o planejamento e programação e fluxo de informação possuem baixa influência sobre o bordo, que não apresenta grandes variações devido a esses componentes.

- **Influência de outros fatores no bordo de linha**

O tamanho das peças utilizadas interfere no suporte a ser utilizado no local. Conforme foi visto, todas as linhas utilizam prateleiras *flow rack* para o caso de peças pequenas e médias com um tamanho médio máximo de até 10 cm. Para peças maiores que isso, normalmente são utilizados carrinhos específicos e customizados para a necessidade de armazenamento e transporte da peça.

- **Conclusão da análise de influências**

O Quadro 18 conclui a respeito do observado no bordo de linha das unidades de análise quanto à influência da variedade de produtos, influência de outros componentes logísticos e influência de outros fatores no bordo de linha.

Quadro 18 – Análise de influências do bordo de linha

Influência da variedade de produtos no bordo de linha		
Fator influenciador	Influência	Descrição
Variedade de produtos	Baixa	A variedade de produtos tem baixa influência no bordo de linha, que não apresenta grandes alterações quando as



		linhas uni-modelo, multi-modelo e modelos mistos são comparadas
<b>Influência de outros componentes logísticos no bordo de linha</b>		
<b>Componente</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Fornecimento	Alta	O fornecimento, mais especificamente a frequência de abastecimento, influencia significativamente no bordo de linha, alterando sua disposição, espaço e quantidades. Transforma o componente logístico.
Embalagem	Alta	A embalagem influencia significativamente no bordo de linha, alterando sua disposição, espaço e quantidades. Transforma o componente logístico, principalmente por sua alta relação com as embalagens e suportes utilizados.
Planejamento e programação e fluxo de informação	Baixa	Planejamento e programação e fluxo de informação tem baixa influência no bordo de linha, que não apresenta grandes alterações devido a esses componentes
<b>Influência de outros fatores no bordo de linha</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Tamanho da peça	Alta	O tamanho da peça influencia significativamente no bordo de linha, alterando sua disposição, espaço e quantidades. Transforma o componente logístico, principalmente por sua alta relação com as embalagens e suportes utilizados.
Espaço disponível	Alta	O espaço disponível influencia significativamente no bordo de linha, alterando sua disposição, espaço e quantidades. Transforma o componente logístico.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

## 4.2.2 Fornecimento

### 4.2.2.1 Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo)

A linha em questão utiliza a estratégia de abastecimento de sequenciamento em lotes para peças maiores, como o *housing* das luminárias. As peças são abastecidas conforme a quantidade de suas embalagens, ou seja, 56 peças, sendo posicionadas no primeiro posto da linha. Caso o produto mude, outros modelos serão posicionados na sequência, nas embalagens de 56 peças. Para o restante das peças, a estratégia *kanban* é utilizada, sendo que elas ficam posicionadas na prateleira *flow rack*, com um controle visual da necessidade de abastecimento.

O controle visual das peças é realizado por meio de faixas de controle verdes, amarelas e vermelhas. A faixa vermelha expõe a necessidade de abastecimento do item, enquanto a amarela expõe uma necessidade de atenção e a verde relata que o item está em quantidade adequada. A empresa não realiza controle assíduo sobre a

quantidade abastecida da maioria das peças *kanban*, apenas para as peças com alto valor agregado.

Em relação a esse modelo de controle, um ponto de dificuldade mencionado consiste no não seguimento das linhas de controle pelo abastecedor pelo desejo de abastecer mais peças que o necessário e reduzir a frequência de abastecimento.

No que tange ao fluxo de abastecimento, existe um abastecedor responsável por abastecer a linha em sua totalidade, abastecendo tanto peças pequenas quanto grandes. O ciclo médio do abastecedor consiste em rotas de tempo fixo de 40 minutos e, sendo assim, de 40 em 40 minutos deve realizar rotas de abastecimento. Suas funções compreendem o abastecimento de peças, descarte de embalagens e reembalagem de peças específicas maiores. Portanto, as rotas são programadas com tempo fixo e quantidade variável de peças de acordo com o produto que está sendo produzido. Quando a linha possui um comportamento uni-modelo, a frequência e/ou complexidade de abastecimento podem ser reduzidas, em virtude de o abastecedor não precisar alterar as peças fornecidas e, portanto, realizar ciclos sempre iguais.

Em síntese, as estratégias, frequências e quantidades de abastecimento estão expostos no Quadro 19, com ênfase nas diferenças observadas na linha quando o comportamento de produção é ou não uni-modelo.

Quadro 19 – Fatores de análise do fornecimento (linha A)

<b>Fatores de análise</b>		
<b>Estratégias de abastecimento</b>	<b>Frequência de abastecimento</b>	<b>Quantidade abastecida</b>
Sequenciamento em lotes	Tempo fixo	Quantidade variável
Kanban		
<b>Fatores de análise (comportamento uni-modelo)</b>		
<b>Estratégias de abastecimento</b>	<b>Frequência de abastecimento</b>	<b>Quantidade abastecida</b>
Sequenciamento em lotes	Tempo fixo com frequência reduzida	Quantidade fixa e aumentada
Kanban		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Por fim, uma dificuldade mencionada consiste nas paradas de linha e seu impacto na programação de rotas. As rotas são calculadas com base no *takt* e na programação diária da produção. Contudo, uma vez que a linha para devido a problemas imprevistos, o ciclo calculado para a rota fica dessincronizado com a produção, invalidando, de certa forma, os intervalos fixos calculados. Na prática, o

abastecedor utiliza em grande parte de sua experiência e controle visual para abastecer, pois as informações de horários de rota e tempos de ciclo de abastecimento não coincidem com a realidade. O entrevistado mencionou que a linha para todos os dias e, por isso, essa é uma dificuldade latente.

#### 4.2.2.2 Linha B: fogões (multi-modelo)

Assim como a linha A, a linha de fogões utiliza a estratégia *kanban* para peças pequenas e não variáveis de um produto para outro. No caso de peças maiores, sequenciam os *artoks*, de modo que a cada duas horas um novo *artok* com uma quantidade pré-estabelecida de peças é abastecido. Portanto, as estratégias de abastecimento para esse caso consistem no sequenciamento em lotes e *kanban*.

As rotas de abastecimento foram, primeiramente, programadas para acontecer em intervalos fixos de duas horas, com rotas específicas para cada abastecedor, que por vezes abasteceriam com carrinhos, por vezes com paleteiras ou empilhadeiras. No entanto, foi ressaltada certa dificuldade em seguir o planejado, por motivos como paradas de linha, que invalidavam os horários fixos programados, e complexidade das rotas com relação a diferentes equipamentos de transporte utilizados. Assim, a empresa atualmente utiliza rotas com intervalos e quantidades variáveis, pois o abastecedor abastece de acordo com a necessidade, quando verifica que a peça está acabando. O Quadro 20 expõe, resumidamente, os fatores de análise descritos até então.

Quadro 20 – Fatores de análise do fornecimento (linha B)

Fatores de análise		
Estratégias de abastecimento	Frequência de abastecimento	Quantidade abastecida
Sequenciamento em lotes	Tempo variável	Quantidade variável
<i>Kanban</i>		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Em virtude de ser uma linha multi-modelo e possuir uma quantidade variável de lotes e produtos produzidos, a estratégia de sequenciamento apresenta dificuldades para ser seguida, pois a cada troca de produtos na linha, deve acontecer a troca de embalagens. Uma vez que o lote de produção é variável, as embalagens

podem retornar com sobra de peças e, assim, as peças acabam se perdendo e não necessariamente sendo reutilizadas posteriormente. Outro caso relatado consiste na não retirada de embalagens com sobra da linha de montagem no setup, de modo que embalagens não utilizadas são acumuladas na linha, prejudicando a limpeza e organização do espaço. Para peças que não variam entre produtos, o problema não ocorre.

Quando perguntados sobre a relação da sobra de peças com a inexistência de um lote mínimo, afirmaram que o lote ser variável faz com que as quantidades fornecidas não sejam exatas, impactando na necessidade de devolução.

Outra dificuldade mencionada foi a programação do abastecimento das peças sequenciadas, uma vez que a cada troca de produtos na linha, todas as peças devem estar disponíveis nos postos para utilização. No entanto, a linha possui 25 postos de trabalho e três abastecedores, de modo que os três abastecedores não são capazes de realizar o abastecimento de todas as peças em um tempo hábil para não parar a linha. Assim, a empresa buscou programar as rotas de abastecimento espaçando-as dentro do espaço de duas horas, com peças sendo abastecidas no início do ciclo e peças sendo abastecidas no final, para o próximo ciclo. Tal modelo culmina na necessidade de espaço para armazenamento de duas embalagens – a que está sendo utilizada no ciclo presente e a que será utilizada no ciclo seguinte, o que nem sempre é possível.

Para as peças kanban, a dificuldade também existe, porém, relatou-se maior facilidade de resolução do problema, uma vez que as peças são menores e mais de uma embalagem kanban pode ser abastecida em uma mesma rota de abastecimento. No caso das peças sequenciadas, isso até então não é possível na empresa, pois os artoks são abastecidos com paleteiras ou empilhadeiras, sem a possibilidade de serem transportados em uma mesma rota.

#### 4.2.2.3 *Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo)*

Na linha de caixas de câmbio, para peças iguais entre todos os modelos, a estratégia kanban é utilizada, já para peças que diferem entre si, utiliza-se o sequenciamento. No caso da linha C, por existir lotes mínimos, o sequenciamento se dá sempre em lotes de nove peças, com embalagens padrões, sem a ocorrência de

sobra de peças. Pelo lote ser fixado, ocorreu um trabalho de padronização de embalagens com a necessidade exata da linha, sem que precise fornecer quantidades diferentes do necessário.

No que tange à quantidade abastecida, é feita sempre de acordo com o lote, mas pode variar sua composição e quantidade de peças de acordo com o que está sendo produzido na linha, por isso, é considerado como quantidade variável, assim como exposto no Quadro 21.

Quadro 21 – Fatores de análise do fornecimento (linha C)

Fatores de análise		
Estratégias de abastecimento	Frequência de abastecimento	Quantidade abastecida
Sequenciamento em lotes	Tempo fixo	Quantidade variável
Kanban		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Quando perguntados a respeito do impacto nas estratégias gerado pela mudança de *takt*, foi mencionado que a variação no ritmo de produção impacta na frequência de abastecimento. Sendo assim, o abastecimento terá que ser realizado mais ou menos vezes. O lote mínimo, nesse caso, permite com que mudanças de embalagens não sejam discutidas quando o *takt* varia, pois focam na mudança da frequência de abastecimento, e não na mudança da quantidade abastecida.

#### 4.2.2.4 Linha D: ônibus (modelos mistos)

A empresa trabalha com três tipos de estratégia de fornecimento: *kanban*, sequenciamento e comissionamento. A estratégia *kanban* foi definida para peças pequenas e com um alto volume de utilização. Para peças específicas de cada veículo, utiliza-se as estratégias de sequenciamento ou comissionamento e o que diferencia a necessidade de uma ou outra é o tamanho da peça, sendo peças grandes sequenciadas e o restante comissionadas. No caso de comissionamento, a empresa também se referencia à estratégia como “carro a carro”, por serem carrinhos que acompanham o veículo com determinadas peças.

Na entrevista, foi mencionado que as estratégias de cada peça podem variar de acordo com o *mix*, pois pode ter peças com alto volume de utilização para um

produto e para outro, não serem utilizadas ou serem menos utilizadas. Dessa forma, em um *mix* de produção a peça pode ser *kanban*, mas pode passar a ser comissionada no próximo *mix*. Como a empresa tem seus *mix* definidos quinzenalmente e uma vez que a cada 15 dias o *takt* pode variar, a variação nas estratégias pode ocorrer também a cada 15 dias. Tal variação não seria observada em uma linha uni-modelo, por não ter variação de *mix*.

As rotas são programadas de acordo com o sistema utilizado pela organização, que fornece os tempos e quantidades que cada abastecedor deve fornecer. Acontecem em tempos fixos, orientados pelo *takt*, com quantidades variáveis de acordo com a composição do *mix* produzida no momento. Os fatores de análise dessa unidade de análise são apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 – Fatores de análise do fornecimento (linha D)

Fatores de análise		
Estratégias de abastecimento	Frequência de abastecimento	Quantidade abastecida
Sequenciamento	Tempo fixo	Quantidade variável
Kanban		
Comissionamento		

Fonte: elaborado pela autora (2022).

No que tange às dificuldades, citou-se o cumprimento do sequenciamento como a principal dificuldade dessa estratégia. A empresa possui problemas com falta de peças entregues no momento certo e isso faz com que ocorra resequenciamento de veículos. Nesses casos, priorizam a entrega do volume de produtos, porém, sofrem dificuldades no resequenciamento das peças, por já estarem separadas e por vezes até entregues seguindo o planejamento anterior de produção. Assim, a logística não possui a maturidade para lidar com imprevistos em relação à estratégia de abastecimento de sequenciamento.

A falta de peças ocorre principalmente para peças fabricadas em processos anteriores no centro de fabricação e foi mencionada também como dificuldade para as estratégias *kanban* e comissionamento. Por fim, citou-se o erro com a entrega de peças eletrônicas como dificuldade do abastecimento, por precisarem de reprogramação e, como são peças compradas, necessitam retornar ao fornecedor, o que causa distúrbios no fluxo de entrega das peças à linha.

#### 4.2.2.5 Considerações sobre fornecimento

- **Influência da variedade de produtos no fornecimento**

As linhas uni-modelo apresentam o caso mais simples, onde tanto a frequência de abastecimento, quanto a quantidade abastecida, podem ser fixadas sem variação, de modo a reduzir o esforço necessário de abastecimento, podendo até utilizar embalagens maiores que armazenem mais peças, se houver espaço para tal. No caso de linhas multi-modelo, os impactos no fornecimento dependerão da existência ou não de lotes mínimos, pois os lotes mínimos, conforme foi visto, reduzem a complexidade. Por fim, a linha de modelos mistos, por ter uma produção alternada, não sofre a influência do fator “lote de produção”, sendo impactada pelos outros fatores como paradas de linha e mudanças de *takt*.

- **Influência de outros componentes logísticos no fornecimento**

A partir do estudo dos casos das unidades de análise, é possível perceber que as rotas podem ser desenhadas em duas opções: rotas com intervalos de abastecimento fixos ou variáveis. No caso de existir lotes mínimos, as rotas podem apresentar ciclos fixos de abastecimento, que possuirão sempre a mesma quantidade de peças a serem abastecidas em embalagens padrão, variando apenas qual peça deverá ser abastecida. No caso de o lote ser variável, se as rotas apresentarem tempos fixos, a quantidade e as peças a serem abastecidas podem variar, exigindo um maior esforço de reembalagem ou até mesmo de contagem de peças do abastecedor. Caso as rotas apresentem ciclos de tempos variáveis, é possível que a empresa possa sincronizar as rotas a cada mudança de lote, no entanto, se torna mais difícil a padronização das embalagens ou quantidades, pois não há lote mínimo, podendo impactar na sobra de peças.

Assim, um componente logístico percebido como influenciador do fornecimento consiste no planejamento e programação da produção, que impacta nas rotas, ou na demanda de trabalho do abastecedor, pela existência ou não de lotes mínimos. Nas linhas de montagem onde o lote é variável, foi observado a sobra de peças quando há mudança de produto produzido na linha, impactando na necessidade de o abastecedor recolher peças que sobram ou, ainda, na dificuldade para realizar tal feito – como é o caso da linha de fogões (B), onde foi exposto que muitas vezes a peça não é recolhida e acumula na linha de montagem.

Além disso, as embalagens e fluxo de informação podem ser citados como causadores de influência média no fornecimento, uma vez que suas restrições ou debilidades podem alterar o fornecimento de algumas peças.

- **Influência de outros fatores no fornecimento**

A frequência de abastecimento e a quantidade abastecida são fatores relacionados às rotas, uma vez que a frequência de abastecimento está atrelada à quantidade fornecida, pois se altera a frequência, altera a quantidade e, conseqüentemente, a programação de rotas. Assim, mudanças de *takt* podem causar variação na frequência ou na quantidade de abastecimento. No caso das paradas de linha, as empresas relataram a impossibilidade de alterar a quantidade abastecida, uma vez que as peças já estão separadas e prontas para o abastecimento. Portanto, as paradas de linha impactam apenas na frequência e, conseqüentemente, na complexidade do ciclo do abastecedor.

No que tange às paradas de linha mencionadas, acabam por alterar o ritmo padrão que a linha funciona e fazem com que o abastecedor, caso haja rotas programadas por horário, não consiga seguir os horários pré-estabelecidos, aumentando a complexidade. Também, as mudanças de *takt* podem impactar a frequência de abastecimento e, quanto são frequentes, tornam o trabalho do abastecedor complexo e não padronizado, como é o que acontece na linha de montagem de fogões.

Um outro fator analisado nas quatro linhas de montagem estudadas consiste na relação direta entre o tamanho, volume da peça e sua estratégia de abastecimento escolhida. Nas linhas, peças pequenas e médias são abastecidas pelo modelo *kanban*. Peças maiores variam sua estratégia entre comissionamento e sequenciamento, sendo que a estratégia de comissionamento apenas foi observada na linha de ônibus. Infere-se que linhas com *takt* maiores possuem maior adaptabilidade à estratégia de comissionamento, uma vez que um carrinho com peças de fornecimento que acompanha o produto na linha precisa se mover muito rápido em linhas com *takt* menor que um minuto. Assim, pode-se citar o tamanho e volume das peças como fatores influenciadores do componente logístico de fornecimento.

- **Conclusão da análise de influências**

O Quadro 23 expõe as influências sobre o fornecimento.



Quadro 23 – Análise de influências no fornecimento

<b>Influência da variedade de produtos no fornecimento</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Variedade de produtos	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente no fornecimento, alterando frequência e quantidade. Está relacionada ao lote de produção, com lotes únicos tornando frequências de abastecimento mais espaçadas, linhas multi-modelo impactando em embalagens, quantidades e frequências e modelos mistos exigindo diferentes estratégias de abastecimento.
<b>Influência de outros componentes logísticos no fornecimento</b>		
<b>Componente</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Planejamento e programação	Alta	O planejamento e programação influencia significativamente no fornecimento, principalmente devido aos lotes de produção programados, devido a sua relação direta com frequência e quantidade.
Embalagem	Média	A embalagem influencia de maneira mediana no fornecimento, pois restrições com embalagens podem impactar na frequência e quantidade. Pode impactar no fornecimento de algumas peças, não o transformando completamente.
Fluxo de informação	Média	O fluxo de informação influencia de maneira mediana no fornecimento, pois as rotas, frequências e quantidades devem ser repassadas ao abastecedor de maneira clara e, caso isso não seja feito, pode impactar no fornecimento de algumas peças, não necessariamente o transformando completamente.
Bordo de linha	Baixa	O bordo de linha tem baixa influência no fornecimento, que não apresenta grandes alterações quando está sob influência do fator.
<b>Influência de outros fatores no fornecimento</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Tamanho e volume da peça	Alta	O tamanho da peça influencia significativamente no fornecimento, pois impacta na estratégia de abastecimento alterando frequências, quantidades ou embalagens abastecidas. Transforma o fornecimento, principalmente por sua alta relação com estratégias de abastecimento.
Paradas de linha e mudanças de takt	Alta	Paradas de linha e mudanças de takt influenciam significativamente no fornecimento, pois alteram o ritmo da linha, impactando em quantidades ou embalagens abastecidas. Transformam o fornecimento, principalmente as rotas.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.3 Embalagem

#### 4.2.3.1 *Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo)*

As embalagens utilizadas na linha de montagem consistem em KLT, com exceção dos  *housings*  das luminárias e outras peças médias a grandes, que são abastecidos em caixas de papelão ou embalagens construídas especificamente para armazenamento dessas peças.

A empresa possui um parceiro terceirizado responsável por administrar o armazém logístico para todas as peças da fábrica, que fornece até um supermercado intermediário onde existe o processo de reembalagem e transferência dos materiais para as linhas de montagem. Nesse local, é realizado o transbordo das peças pequenas, originalmente em embalagens vindas do fornecedor, para os KLTs. Esse transbordo é realizado por cinco pessoas para toda a fábrica, que contém quatro linhas de montagem. Assim, infere-se uma média de um operador dedicado para o processo de reembalagem da linha estudada.

Os  *housings*  são abastecidos na embalagem que vem do fornecedor diretamente à linha de montagem. Outras peças de tamanho médio que não são abastecidas em KLT, possuem reembalagem realizada pelo próprio abastecedor. Um exemplo dado consiste em uma peça como uma tampa, que é fornecida em um saco plástico. Nesse caso, o abastecedor tem a função de retirar a peça do plástico e posicioná-la em uma caixa de embalagem específica.

A empresa relatou como dificuldade a sobra de peças na linha quando o comportamento não é uni-modelo, pois a variação dos produtos produzidos e o fato de o lote ser variável, contribui para a dificuldade de padronização de quantidades em embalagens, de forma que quando muda o produto, há sobra de peças que necessitam ser recolhidas. Como ponto positivo, o entrevistado trouxe que, por mais que exista a sobra de peças, todas as peças são reutilizadas e não viram obsoletas, pois há uma organização visual de retorno das peças eficiente.

Assim, o Quadro 24 evidencia os fatores de análise de embalagens para a linha A de maneira geral, especificando as diferenças nos fatores quando o comportamento da linha é uni-modelo. Observa-se que para a maioria dos fatores, não há grandes mudanças, pois uma linha com apenas um comportamento uni-modelo em alguns turnos não consegue fazer grandes mudanças e otimizações no que tange ao custo ou relacionamento com fornecedores, padronizando embalagens ou diminuindo suas

quantidades. Assim, um impacto no custo, renovação, reembalagem ou relacionamento com fornecedores poderia ser visto apenas se a linha fosse uni-modelo por completo.

Quadro 24 – Fatores de análise de embalagens (linha A)

<b>Fatores de análise</b>			
<b>Custo e renovação</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>	<b>Reembalagem</b>	<b>Sobra de peças</b>
Baixo custo, apenas com KLTs e GLTs, que são padronizados para a maioria das embalagens. Baixa taxa de necessidade de renovação.	Realizado com empresa terceirizada para negociação de quantidades de peças e embalagens	Reembalagem existente para todas as peças kanban realizados por operadores focados 100% no processo. Reembalagem para peças de tamanho médio realizada pelo próprio abastecedor	Existente
<b>Fatores de análise (comportamento uni-modelo)</b>			
O custo, relacionamento com fornecedores e reembalagem não sofrem alterações quando o comportamento da linha é uni-modelo, apenas a sobra de peças é reduzida pois há uma menor variação de produtos na linha.			

Fonte: elaborado pela autora (2022).

O entrevistado menciona que o processo de transformação sofrido permitiu que todas as embalagens na linha de montagem fossem alteradas para KLTs e outras embalagens específicas para certas peças, o que permitiu uma padronização e organização do local. Assim, esse ponto foi trazido como positivo e como influenciador da redução das dificuldades com embalagens, no entanto, o processo de reembalagem surgiu após a mudança, ficando claro a necessidade de mão de obra dedicada a isso.

#### 4.2.3.2 *Linha B: fogões (multi-modelo)*

As embalagens utilizadas na linha consistem em quatro principais tipos:

- Artoks: grandes estruturas;
- KLTs: caixas de plástico de tamanho pequeno;

- GLTs: caixas de plástico de tamanho médio; e
- Sacos plásticos e caixas de papelão: embalagens que acompanham o produto já vindas do fornecedor.

A empresa busca diferenciar embalagens de fornecimento, ou seja, embalagens que chegam à fábrica fornecidas pelo fornecedor, das embalagens fornecidas para a linha de montagem. No processo de transformação operacional da linha, um trabalho de padronização das embalagens fornecidas à linha foi realizado e, com isso, padronizou-se grande parte das embalagens em KLTs, GLTs e *artoks*, buscando eliminar o uso de caixas de papelão ou sacos plásticos, assim como ocorreu na linha A. Nesse processo, um alto custo com embalagens foi observado, por terem que adquirir embalagens que não existiam anteriormente.

Tal processo de padronização, no entanto, exige a existência de um processo anterior ao abastecimento, de reembalagem, devido ao fato de as peças não virem do fornecedor já em embalagens KLTs ou GLTs. No caso dos *artoks*, as peças transportadas por eles consistem em peças produzidas internamente e, portanto, não exigem a necessidade de troca de embalagens antes de chegar à linha. Não obstante, há *artoks* que são capazes de armazenar uma quantidade elevada de peças e superior à necessidade para o intervalo de abastecimento necessário. E, pela peça ser produzida em uma máquina e em lotes padrões, os fornecedores internos não se mostraram tão abertos a armazenarem as peças em quantidades menores, por vezes pela própria impossibilidade da máquina.

Por essa razão, a reembalagem pode também ocorrer para peças grandes de *artoks*, não com o intuito de troca de embalagem, mas sim, de ajuste na quantidade armazenada. Assim, há um operador integralmente trabalhando na reembalagem de peças da linha de montagem. No entanto, há dificuldades em manter o operador no processo, uma vez que sua função não é originalmente essa. Dessa forma, quando o operador não consegue realizar o processo, a reembalagem não ocorre, ocasionando sobra de peças na linha.

No que tange à possibilidade de ajustes das embalagens para as quantidades necessárias sem que haja a necessidade de esforço para reembalar, o entrevistado se posicionou dizendo que está sendo feito um trabalho de contato com os fornecedores para verificação da possibilidade do fornecimento ser de acordo com a necessidade, no entanto, as frequentes mudanças de *takt* que ocorrem na linha e a

ausência de lote mínimo de produção fazem a linha ser menos previsível e estável, tornando difícil a padronização de quantidades fornecidas e, conseqüentemente, de embalagens. Ainda menciona que há uma baixa abertura de fornecedores para tais mudanças.

O Quadro 25 apresenta os fatores de análise de embalagens para a linha B. É possível observar, com isso, a dificuldade de padronização de embalagens e quantidades, seja em virtude do relacionamento com fornecedores, ou em virtude do lote variável. A empresa apresentou altos custos no processo de aquisição de embalagens, sendo que apresenta custo com mão de obra no processo de reembalagem, que, quando não ocorre, ocasiona sobra de peças na linha.

Quadro 25 – Fatores de análise de embalagens (linha B)

<b>Fatores de análise</b>			
<b>Custo e renovação</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>	<b>Reembalagem</b>	<b>Sobra de peças</b>
Alto custo observado no processo de aquisição de embalagens. Não foi possível concluir a respeito da renovação, pois a aquisição é recente.	Baixa abertura de fornecedores internos e externos para padronização de quantidades e embalagens	Existente pela dificuldade de padronização do lote mínimo. Para peças que não são reembaladas, ocorre a sobra na linha.	Existente pela dificuldade de padronização do lote mínimo. Peças que não sobram na linha foram reembaladas.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.3.3 *Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo)*

As embalagens majoritariamente utilizadas consistem em KLTs e GLTs. Em virtude da linha possuir grande maturidade em termos de tempo de existência, relatou-se baixa necessidade de reembalagem de peças, uma vez que há um alinhamento com fornecedores para fornecimento em embalagens padrões equivalentes ao lote de nove peças. Ainda existe um processo de reembalagem para poucas peças, sendo que o próprio abastecedor o realiza de maneira pontual para peças específicas.

O esforço, então, realizado para com as embalagens, nesse caso, é pequeno. Na opinião do entrevistado, a existência do lote mínimo facilita a negociação com o

fornecedor, bem como a premissa de que se houver alteração do *takt*, o lote ainda assim permanecerá o mesmo, podendo impactar apenas na frequência de abastecimento.

Conforme apresentado no Quadro 26, o custo com embalagens caracteriza-se como baixo, uma vez que existe a padronização e a renovação não é necessária de maneira constante. Um relacionamento com os fornecedores é, portanto, instituído, de modo que a padronização de embalagens aconteça. Salieta-se que pelo fato de a linha existir com a mesma forma de operação há muito tempo, existe uma facilidade na negociação com os fornecedores, pois não há grandes mudanças no processo. Por essa mesma razão, o processo de reembalagem ocorre pontualmente para poucas peças, sem a existência de sobra de peças.

Quadro 26 – Fatores de análise de embalagens (linha C)

<b>Fatores de análise</b>			
<b>Custo e renovação</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>	<b>Reembalagem</b>	<b>Sobra de peças</b>
Baixo custo e taxa de renovação	Alta abertura de fornecedores devido à existência de lotes mínimos não variáveis ao longo do tempo	Existente para poucas peças	Inexistente

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.3.4 *Linha D: ônibus (modelos mistos)*

Em virtude do alto número de peças com tamanho grande, muitas embalagens para a linha de ônibus são customizadas de acordo com a peça fornecida. Portanto, em muitos casos, embalagens de fornecimento são as mesmas que as embalagens de armazenamento da peça no bordo, pois consistem em peças com estratégias de comissionamento ou sequenciamento, de modo que ficam armazenadas em carrinhos próprios conforme são utilizadas. Já peças *kanban* são armazenadas em KLTs ou GLTs.

O processo de reembalagem existe, com oito operadores responsáveis pelo abastecimento de duas linhas da montagem. Pode-se inferir, então, uma média de 4 operadores responsáveis pelo abastecimento da linha estudada. Desse modo,

observa-se a utilização de mão de obra com o intuito de fornecer para a linha de montagem apenas o necessário.

O entrevistado cita como dificuldade do processo a negociação com fornecedores e atrela a isso a necessidade de alocação de esforços para a reembalagem. Nesse sentido, a negociação com fornecedores é realizada pela área de compras, que administra a rede de fornecedores e negocia preços. Uma peça não possui apenas um fornecedor e o processo de decisão para a escolha dele abrange uma série de variáveis, como por exemplo o prazo de entrega e urgência de recebimento. Por essa razão, a padronização de embalagens torna-se difícil. Bem como pelo fato de existirem carrinhos personalizados com peças sequenciadas, tornando difícil e complexo o processo de fornecer a peça já na embalagem desejada.

A linha de montagem ser caracterizada como modelos mistos impacta, de certa forma, no custo com o processo de embalagem, uma vez que são produzidos modelos alternados, o que exige em um grau maior a aplicação do sequenciamento, que por sua vez exige carrinhos personalizados, também em virtude do tamanho das peças. Desse modo, sequenciar peças grandes impactam na necessidade de reembalagem e de confecção de equipamentos – carrinhos - para transporte e armazenamento.

Somado a isso, mudanças no *takt* alteram os volumes de peças necessários, intensificando a necessidade de novas embalagens de acordo com o que deve ser fornecido. Dessa forma, o entrevistado menciona um alto custo com embalagens e sua renovação como dificuldades do processo. No que tange ao relacionamento com fornecedores, a empresa, por prezar pelo baixo custo e prazos de entrega com matéria-prima, varia seus fornecedores de acordo com a situação, o que impossibilita um alto nível de padronização de embalagens. Assim, as estratégias de sequenciamento e comissionamento, somadas à estratégia de baixo custo e prazos, culminam na existência de um processo de reembalagem. Sobras não são observadas, devido à inexistência de lotes, com carrinhos e embalagens personalizadas para a necessidade. O Quadro 27 expõe os fatores de análise mencionados.

Quadro 27 – Fatores de análise de embalagens (linha D)

<b>Fatores de análise</b>
---------------------------

<b>Custo e renovação</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>	<b>Reembalagem</b>	<b>Sobra de peças</b>
Alto custo observado no processo de customização e renovação de embalagens para sequenciamento e comissionamento.	Baixa abertura e/ou tentativa de negociação com fornecedores, pela estratégia escolhida de variação dos fornecedores em busca de menores preços e prazos	Existente pelo alto nível de customização de embalagens para peças específicas pelas estratégias de sequenciamento e comissionamento. Também existente para peças <i>kanban</i> .	Inexistente.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.3.5 Considerações finais sobre embalagem

- **Influência da variedade de produtos nas embalagens**

Uma alta relação da variedade de produtos com o desenvolvimento de embalagens é observada, em razão de os lotes de produção impactarem nas quantidades abastecidas e, assim, nas embalagens de fornecimento. Nesse sentido, a linha de ônibus (D), por ser modelos mistos e não apresentar lotes de produção, necessita de embalagens customizadas de sequenciamento e comissionamento. Nas outras linhas, observa-se um uso em maior grau de embalagens *kanban* KLTs e GLTs, pelo fornecimento em lotes.

É possível observar, a partir da variedade de produtos de cada linha, fatores que contribuem para o desenvolvimento de embalagens, como a existência de lotes mínimos ou o relacionamento com fornecedores, que podem impactar na necessidade do processo de reembalagem. Nesse ínterim, em todos os casos estudados observou-se em grau maior ou menor a existência do processo de reembalagem.

Há duas principais ações no processo, que podem existir concomitantemente ou não: contagem de peças e/ou troca de embalagens. Na linha de caixas de câmbio (C), pela existência do lote mínimo, ocorre apenas a troca de embalagens, já nas linhas de fogões é realizada a contagem e troca de embalagens, com exceção de peças como parafusos e porcas, que são controladas pelo nível. Na linha de luminárias (A), apenas é realizada a contagem para peças com alto valor agregado,



sendo que para a maioria das peças, apenas observa-se o nível de controle, sem contagem específica.

No caso da linha de ônibus (D), o processo de reembalagem deve ocorrer para 100% das peças, pois estratégias de sequenciamento e comissionamento exigem a reposição em carrinhos específicos, o que reforça a necessidade da alocação das peças nas embalagens e/ou equipamentos de transporte. Peças de fornecimento interno apresentam, muitas vezes, dificuldades para serem fornecidas em embalagens que já serão utilizadas na linha, seja por restrições de máquinas que as produzem, ou por restrições de deslocamento, que podem exigir o transporte em outros equipamentos ou embalagens.

Para linhas de maior maturidade, como é o caso da linha de caixas de câmbio, observa-se uma maior padronização de embalagens e até redução do esforço com o processo de reembalagem, uma vez que já ocorreu o processo de negociação com fornecedores para solicitação de alteração de embalagens ou quantidades para o mais propício para a linha de montagem. A linha de ônibus (D) também apresenta maior maturidade, porém nesse caso o esforço com reembalagem ainda pôde ser observado, pois foi relatado a dificuldade de relacionamento e negociação com fornecedores, em virtude de prazos de entrega, preços e outros pontos considerados no processo de compras, que fazem com que a empresa tenha mais de uma opção de fornecedor.

- **Influência de componentes logísticos nas embalagens**

As estratégias de abastecimento também impactam significativamente nas embalagens desenvolvidas, sendo que o bordo de linha apresenta média influência no componente, uma vez que apenas certas restrições de espaço podem influenciar no desenvolvimento de embalagens específicas de acordo com a necessidade. O fluxo de informação não apresenta relação direta com o componente logístico de embalagens.

- **Influência de outros fatores nas embalagens**

Como percebido, as mudanças de *takt* e lotes variáveis são influenciadores do aumento de custos com embalagens. As mudanças de *takt* alteram o ritmo de produção e, portanto, a necessidade de peças. Dessa forma, novas embalagens devem ser compradas para armazenar diferentes quantidades – ou a frequência de abastecimento deve ser alterada e as embalagens mantidas. No caso da linha de

ônibus (D), por ser uma linha de modelos mistos e o fornecimento não se dar em lotes, não cabe alterar quantidades e, desse modo, as embalagens devem ser trocadas, o que se relaciona com o alto custo relatado pela organização nesse quesito.

- **Conclusão da análise de influências**

O Quadro 28 expõe os principais pontos da análise de influências nas embalagens.

Quadro 28 – Análise de influências nas embalagens

<b>Influência da variedade de produtos nas embalagens</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Variedade de produtos	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente nas embalagens, alterando seu design, quantidades e/ou influenciando no processo de reembalagem ou sobra de peças. Está relacionada ao lote de produção: linhas uni-modelo e multi-modelo devem desenvolver embalagens para lotes (um único lote, lotes variáveis ou mínimos), enquanto linhas de modelos mistos devem desenvolver embalagens para produção alternada
<b>Influência de outros componentes logísticos nas embalagens</b>		
<b>Componente</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Planejamento e programação	Alta	O planejamento e programação influencia significativamente nas embalagens, principalmente devido aos lotes de produção programados, devido a sua relação direta com as quantidades contidas nas embalagens.
Fornecimento	Alta	O fornecimento influencia significativamente nas embalagens, principalmente devido às estratégias de abastecimento, pois cada estratégia exige o desenvolvimento de certos tipos de embalagens.
Bordo de linha	Média	O bordo de linha influencia de maneira mediana nas embalagens, pois restrições de espaço podem impactar em quantidades fornecidas e, conseqüentemente, nas embalagens.
Fluxo de informação	Nenhuma	O fluxo de informação não possui influência nas embalagens.
<b>Influência de outros fatores nas embalagens</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Tamanho e volume da peça	Alta	O tamanho da peça influencia significativamente nas embalagens, pois impacta na estratégia de abastecimento alterando frequências, quantidades ou embalagens abastecidas. Transforma as embalagens.
Mudanças de <i>takt</i>	Alta	Mudanças de <i>takt</i> influenciam significativamente no fornecimento, pois alteram o ritmo da linha, impactando

		em quantidades ou embalagens abastecidas. Transformam o fornecimento, principalmente as rotas.
Relacionamento com fornecedores	Alta	O relacionamento com fornecedores influencia significativamente nas embalagens, pois restrições impostas pelo fornecedor impacta em quantidades e embalagens fornecidas.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.4 Planejamento e programação

##### 4.2.4.1 *Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo)*

A linha procura seguir um período congelado mínimo de dois dias, tempo mínimo solicitado pela empresa terceirizada que comanda o armazém para a separação e entrega de peças que serão utilizadas na produção. No entanto, devido à baixa demanda da fábrica, seguir o período congelado é uma grande dificuldade. Além disso, a empresa não entende como lucrativo produzir para estoque quando não há demanda, pois sofrem bastante com a entrega de matéria-prima pelos fornecedores. Exemplos citados mostram que fornecedores não apresentam confiabilidade quanto ao prazo e, principalmente, quanto à quantidade entregue. Dessa forma, utilizar a matéria-prima para produzir produtos que irão para estoque e não necessariamente irão atender a necessidade do cliente não se apresenta como possibilidade viável.

O comportamento uni-modelo da linha depende, portanto, da solicitação do cliente, uma vez que pedidos grandes fazem com que sejam produzidos grandes lotes e a linha se comporte como uni-modelo por um período maior. Assim, não cabe à fábrica a decisão de planejar que a linha seja uni-modelo e, sim, à quantidade demandada pelo cliente.

No que tange ao lote de produção, a empresa produz lotes variáveis de acordo com o pedido do cliente, e, quando perguntado sobre a possibilidade de existência de lotes mínimos, o entrevistado menciona a baixa demanda e dificuldade de produzir estoques devido a problemas com fornecedores como motivos de não operarem com lotes mínimos.

Quadro 29 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha A)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>Lote de produção</b>	<b>Período congelado</b>
Inexistência de lote mínimo	Existência de período congelado (dois dias), com dificuldade para seguir o planejado
<b>Fatores de análise (comportamento uni-modelo)</b>	
O comportamento uni-modelo influencia apenas em mudanças no lote de produção, com lotes maiores de apenas um único modelo.	

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.4.2 *Linha B: fogões (multi-modelo)*

O planejamento da produção da linha de fogões não pode ser caracterizado como estável. Há dificuldades em seguir o período congelado e, assim, a programação da produção costuma mudar de um dia para o outro, impactando no fornecimento de peças e ocasionando falta das mesmas e/ou abastecimento incorreto. Também ocorre, por vezes, a necessidade de negociar peças por preços mais altos com o intuito de redução do prazo de entrega. A empresa relatou que entende que a maior consequência da instabilidade quanto ao período congelado consiste no aumento no nível de estoques das peças, sejam elas fornecidas internamente ou externamente.

No momento da realização da entrevista vivido pela empresa, acontecia uma grande dificuldade de venda de produtos, com baixa demanda e até a necessidade de parar a fábrica em alguns momentos. Sendo assim, a empresa relatou a impossibilidade de planejamento prévio e congelamento da produção, bem como a dificuldade de seguir um lote mínimo, uma vez que pedidos mesmo que pequenos de clientes deveriam ser atendidos para manter a linha de montagem funcionando.

No entendimento do entrevistado, compreende que a inexistência de lote mínimo aumenta a necessidade de mão de obra alocada no processo de reembalagem, bem como causa ocorrência de sobra de peças na linha e torna difícil a padronização de embalagens em lotes menores e de acordo com a frequência de abastecimento.

Portanto, a imprevisibilidade da demanda a curto prazo causa mudanças no *takt* e na programação da produção, alterando o ritmo da operação, causando variações na quantidade demandada de mão de obra e, conseqüentemente, no fluxo

de abastecimento. O Quadro 30 expõe os fatores de análise de planejamento e programação para a linha B.

Quadro 30 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha B)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>Lote de produção</b>	<b>Período congelado</b>
Inexistência de lote mínimo	Inexistência de período congelado

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.4.3 *Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo)*

A linha de caixas de câmbio, por ser fornecedora da linha de montagem principal de veículos, não sofre alterações de demanda que impactem no período congelado, sendo assim, conseguem manter certa estabilidade no que tange à programação da produção. Segue um período congelado de cinco dias e, como já mencionado, um lote mínimo de produção de nove peças. Os fatores de análise mencionados são apresentados no Quadro 31.

Quadro 31 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha C)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>Lote de produção</b>	<b>Período congelado</b>
Existência de lote mínimo (nove produtos)	Existência de período congelado (cinco dias)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.4.4 *Linha D: ônibus (modelos mistos)*

A linha de ônibus segue um período congelado de cinco dias, porém, foi relatado certa dificuldade em seguir o planejamento devido à falta de peças que ocorre na linha, assim, há mudanças na programação que retiram ônibus de linha em razão da falta de peças, realocando os produtos. Quanto aos lotes de produção, em razão da linha ser modelos mistos, sua produção ocorre com modelos alternados, tornando lotes de produção inexistentes. O Quadro 32 conclui a respeito dos fatores de análise de planejamento e programação para a linha D.

Quadro 32 – Fatores de análise de planejamento e programação (linha D)

Fatores de análise	
Lote de produção	Período congelado
Inexistente em razão de a linha ser de modelos mistos	Existência de período congelado (cinco dias)

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.4.5 Considerações finais sobre planejamento e programação da produção

- **Influência da variedade de produtos no planejamento e programação da produção**

A variedade de produtos influencia significativamente no planejamento e programação, pois está atrelada aos lotes programados. Assim, uma linha uni-modelo não necessita de programação de ordens devido à simplicidade na produção de apenas um produto. Quanto se trata de linhas multi-modelo, o lote de produção ser mínimo ou variável impacta no planejamento e programação das ordens, assim como em linhas de modelos mistos o planejamento e programação ocorre com produtos de maneira alternada.

A existência de lotes mínimos pode, também, impactar na geração de estoque de produto acabado, uma vez que lotes mínimos condicionam uma produção não necessariamente de acordo com o pedido do cliente. No entanto, nas unidades de análise tal comportamento não foi observado.

- **Influência de componentes logísticos no planejamento e programação da produção**

A partir dos casos analisados, é possível perceber uma grande relação do período congelado com a estabilidade das linhas de montagem e, conseqüentemente, com o abastecimento. Linhas que possuem dificuldade em seguir o período congelado, com variações nas ordens de produção, geram impactos no fluxo de abastecimento, mais especificamente no processo de reembalagem, que pode atrasar devido às mudanças de ordem e, assim, causar paradas de linha por falta de peças. Ainda, não somente o processo de reembalagem é impactado, mas peças que também não precisam passar por esse processo podem sofrer tais impactos.

- **Influência de outros fatores no planejamento e programação da produção**

As mudanças de *takt* podem influenciar na necessidade de reprogramação da produção ou mudanças nos produtos e métodos de programação, em virtude da variação no ritmo produzido. Também, outro fator influenciador pode ser o relacionamento com fornecedores, pois falta de peças devido a problemas com entrega do que foi solicitado podem ocasionar paradas de linha e, conseqüentemente, necessidade de reprogramação da produção.

- **Conclusão da análise de influências**

O Quadro 33 expõe a análise de influências no planejamento e programação da produção.

Quadro 33– Análise de influências no planejamento e programação

<b>Influência da variedade de produtos no planejamento e programação</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Variedade de produtos	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente no planejamento e programação, influenciando nas quantidades planejadas, ordem de produtos produzida e estratégia de lotes mínimos ou variáveis.
<b>Influência de outros componentes logísticos nas embalagens</b>		
<b>Componente</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Bordo de linha, fornecimento, embalagens e fluxo de informação	Baixa	Os componentes logísticos possuem baixa influência no planejamento e programação, uma vez que o planejamento e programação que costuma influenciar e ditar lotes, quantidades e ordens de produção, impactando nos componentes.
<b>Influência de outros fatores nas embalagens</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Mudanças de <i>takt</i>	Alta	Mudanças de <i>takt</i> influenciam significativamente no planejamento e programação, pois alteram o ritmo da linha, impactando na necessidade de reprogramação da produção.
Relacionamento com fornecedores	Baixa	O relacionamento com fornecedores tem baixa influência sobre o planejamento e programação, mas podem alterar, por vezes, o planejamento da produção, caso ocorra falta de peças por problemas no relacionamento.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.5 Fluxo de informação

#### 4.2.5.1 Linha A: luminárias (comportamento uni-modelo)

O fluxo de informação da linha tem sua base no que a empresa chama de “*bill of material*”, em português “lista de materiais”, também chamado de Plano para Cada Peça (PPCP). No PPCP, há uma listagem de todas as peças que compõem o produto, seus tamanhos, embalagens, frequências de abastecimento, quantidades necessárias por produto e estratégia de abastecimento utilizada. Assim, o PPCP gera informações de quantidades necessárias para serem abastecidas.

Assim como exposto no Quadro 34, o fluxo de informação em si não possui tecnologias para sua aplicação, apenas o uso de planilhas que calculam, conforme a programação da produção, as quantidades necessárias. Há, portanto, uma planilha base, que gera a chamada “folha de abastecimento” para cada produto e fica localizada nos carrinhos de abastecimento. É de responsabilidade do abastecedor selecionar a folha propícia para o momento, de acordo com o produto que está sendo produzido.

Quadro 34 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha A)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>PPCP</b>	<b>Tecnologias, sistemas e ferramentas</b>
Existência de PPCP	Planilhas Excel impressas, com dificuldade de serem seguidas após alterações rotineiras na linha
<b>Fatores de análise (comportamento uni-modelo)</b>	
O comportamento uni-modelo facilita o fluxo de informação pois faz com que não ocorra mudanças de peças a serem abastecidas, tornando o fluxo menos complexo e erros com planilhas e horários menos visíveis	

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Em relação às dificuldades, a folha de abastecimento nem sempre é seguida, pois o abastecimento é de responsabilidade do líder da linha, que, por sua experiência, calcula necessidades a partir do tamanho do lote e tem a autonomia para modificar frequências de abastecimento e quantidades abastecidas. Assim como também ocorre paradas de linha que impactam na frequência necessária de abastecimento, modificando horários programados. Dessa forma, o fluxo de informação padrão e ideal seria seguir o planejado na folha de abastecimento, porém, o líder modifica o planejado de acordo com as necessidades, e o fluxo de informação acaba sendo uma comunicação verbal entre líder e abastecedor.



#### 4.2.5.2 *Linha B: fogões (multi-modelo)*

O fluxo de informações da linha de fogões (B) é bem similar ao da linha de luminárias (A), pois consiste em um fluxo manual e não digital, baseado no PPCP, com fornecimento da programação de rotas e necessidade de peças em formato de papel para os abastecedores.

Em relação às dificuldades observadas nesse modelo, foi relatado a pouca durabilidade das folhas de rotas de abastecimento, que inicialmente eram enviadas todos os dias com informações diferentes a cada dia, de acordo com o lote produzido, impossibilitando a confecção das folhas em material padrão e durável. Após a mudança nas rotas para rotas *kanban* e de acordo com a necessidade, o abastecimento ficou majoritariamente por conta da experiência de cada abastecedor, que praticamente deixou de lado as folhas. Pelo acionamento ser visual e a linha não ser estável, muitos operadores começaram a acionar os abastecedores com acenos ou voz – o que foi caracterizado como uma dificuldade, pois muitas vezes os abastecedores acabam não vendo e/ou ouvindo o chamado.

Assim, o Quadro 35 apresenta os fatores de análise de PPCP e tecnologias utilizadas no fluxo de informação da linha B. É possível perceber a semelhança entre o fluxo de informação da de luminárias (A) com a linha de fogões (B), em virtude de as duas linhas serem multi-modelo, sendo que a linha A apresenta pontualmente comportamentos uni-modelo.

Quadro 35 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha B)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>PPCP</b>	<b>Tecnologias, sistemas e ferramentas</b>
Existência de PPCP	Planilhas Excel impressas, com dificuldade de serem seguidas após alterações rotineiras na linha

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.5.3 *Linha C: caixas de câmbio (multi-modelo)*

O fluxo de informação está em fase de mudanças para leituras com códigos de barras e sistematização do processo, no entanto, ainda consiste em um processo com

fluxo manual, a partir de folhas de papel que relatam a necessidade de peças a serem abastecidas e de etiquetas padrões que as identificam. Nesse sentido, o fluxo de informação possui baixa complexidade, uma vez que os lotes mínimos permitem que a única informação recebida seja a sequência de abastecimento, sem necessidade de variação de quantidade no abastecimento a cada ciclo, ou ainda, sem necessidade de contagem de peças.

Assim, o abastecedor verifica em folhas de papel fixadas em uma gestão visual na parede o que deve fazer em seu próximo ciclo. Todas as informações são retiradas do chamado “formulário logístico”, onde consta fotos das peças, número de desenho, quantidades utilizadas e operação que irá utilizá-la. Os abastecedores são divididos e especializados em abastecer um tipo específico de peça cada um, sendo que há abastecedores focados em abastecer peças de fornecimento interno e abastecedores focados em abastecer peças de fornecimento externo, separadas por local de armazenamento da peça. Assim, cada abastecedor realiza suas rotas em locais específicos da fábrica, diminuindo a complexidade da informação recebida, uma vez que o local para coleta e entrega de peças é sempre o mesmo para cada um.

Portanto, a linha C apresenta menor complexidade e/ou impactos sofridos com paradas de linha em razão da existência de lotes mínimos. Como aponta o Quadro 36, a linha, que está em processo de transição para um fluxo de informação digital, possui a tendência de ainda maior simplificação do fluxo, aliando os lotes mínimos à digitalização da informação.

Quadro 36 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha C)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>PPCP</b>	<b>Tecnologias, sistemas e ferramentas</b>
Existência de PPCP	Planilhas Excel impressas, com menor dificuldade de serem seguidas após alterações rotineiras na linha devido ao lote mínimo. Em processo de transição para um fluxo de informação digital e automatizado.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.5.4 *Linha D: ônibus (modelos mistos)*

A empresa possui PPCP para todos os produtos e o fluxo de informação é automatizado em sua totalidade. A partir da programação de produção dos veículos, o sistema aciona o momento que a matéria-prima deve ser produzida, pelos

fornecedores internos, ou separada, no processo de reembalagem. As peças, então, são preparadas nas quantidades necessárias para serem fornecidas à linha. A partir do momento que o sistema detecta o veículo na linha de montagem sendo produzido, o sistema gera uma relação das peças que são necessárias para cada estratégia de abastecimento (*kanban*, comissionamento ou sequenciamento). Assim, os abastecedores, por meio de sua divisão do trabalho, verificam a informação no sistema e podem abastecer as peças e quantidades informadas para cada posto.

Assim que a peça é abastecida, o abastecedor deve apontar no sistema a conclusão do abastecimento, para que seja dado baixa no consumo da respectiva peça. No entanto, só é dado baixa no consumo quando o veículo está pronto e sai da linha. Dessa forma, essa dificuldade de não sincronização entre o momento do consumo com o momento da baixa é trazida como fator que gera confusão no estoque de peças.

Devido à não sincronização, a peça pode já ter sido montada no produto, porém, no estoque ainda constar como disponível, o que gera a falsa sensação de que há a peça em estoque, porém a peça já foi utilizada. Essa dificuldade ocasiona falta de peças na linha e, por vezes, impacta na necessidade de sequenciamento dos ônibus.

Assim, a linha D caracteriza-se por ser a única linha com um sistema digitalizado de fluxo de informação, o que permite com que, mesmo com paradas de linha, o abastecedor tenha horários atualizados de abastecimento. Ainda assim, o fluxo digital causa problemas na sincronização com as quantidades em estoque. Os fatores de análise são expostos no Quadro 37.

Quadro 37 – Fatores de análise do fluxo de informação (linha D)

<b>Fatores de análise</b>	
<b>PPCP</b>	<b>Tecnologias, sistemas e ferramentas</b>
Existência de PPCP	Fluxo digital, com atualização automática

Fonte: elaborado pela autora (2022).

#### 4.2.5.5 *Considerações finais sobre fluxo de informação*

- **Influência da variedade de produtos no fluxo de informação**

A variedade de produtos impacta, principalmente, na quantidade e complexidade de informações sobre peças e produtos a serem administradas no fluxo de informação. Linhas uni-modelo possuem menor complexidade e quantidade de informações a serem geridas, pois não apresentam trocas de produtos e, com isso, variações em quantidades e frequências de abastecimento. Já linhas multi-modelo, quando apresentam lotes mínimos, possuem também certo grau de facilidade no fluxo, uma vez que tudo é organizado com base nos lotes mínimos. Linhas multi-modelo sem lote mínimo, por terem sobra de peças ou processo de reembalagem, apresentam mais fatores de administração da informação, como também quantidades variáveis que podem tornar o entendimento complexo por parte do abastecedor.

Assim como as linhas multi-modelo sem lote mínimo, um padrão não pode ser observado em linhas de modelos mistos, pois há variação nos produtos com a produção alternada, variando as quantidades e peças a serem abastecidas.

- **Influência de componentes logísticos no fluxo de informação**

Assim como a alta influência da variedade de produtos, o planejamento e programação e o fornecimento possuem alta influência no fluxo de informação em virtude de variações em quantidades, frequências e rotas impactarem na gestão desse fluxo.

- **Influência de outros fatores no fluxo de informação**

A tecnologia utilizada para gerar o fluxo de informação das linhas de montagem pode ser facilitadoras do entendimento para os abastecedores, bem como otimizadoras do processo, pois em vez de atualização em papel, a qual o abastecedor precisa carregá-lo, ele verifica em sistemas computacionais. Ainda, mudanças no *takt*, *mix* ou volumes de produção são atualizadas automaticamente no sistema, possibilitando que o abastecedor saiba de mudanças de imediato, bem como facilitando o processo de cálculo de quantidades e frequências. No entanto, as indústrias analisadas encontram-se, ainda, em fase de transição, pois apenas uma linha de montagem apresentou um processo de abastecimento com fluxo de informação 100% automatizado.

Nos casos de fluxo de informação sem uso de tecnologia, devido à instabilidade de linhas de montagem, acionamentos por voz ou visuais são, ainda, bastante utilizados, porém, como foi mencionado, apresentam problemas com sua padronização, pois não são baseados em um processo bem definido.

- **Conclusão da análise de influências**

O Quadro 38 expõe a análise de influências no fluxo de informação.

Quadro 38 – Análise de influências no fluxo de informação

<b>Influência da variedade de produtos no planejamento e programação</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Variedade de produtos	Média	A variedade de produtos influencia de maneira mediana no fluxo de informação, pois uma produção em lotes ou em modelos mistos impacta na complexidade e quantidade de informações a serem repassadas no fluxo
<b>Influência de outros componentes logísticos nas embalagens</b>		
<b>Componente</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Planejamento e programação e fornecimento	Alta	As ordens de produção, frequência de envio e quantidades enviadas, bem como as rotas e frequências de abastecimento influenciam significativamente no fluxo de informação
Bordo de linha e embalagens	Baixa	Bordo de linha e embalagens têm baixa influência no fluxo de informação, apenas influenciam na informação que é enviada, quanto à embalagem que deve ser fornecida e postos de fornecimento
<b>Influência de outros fatores nas embalagens</b>		
<b>Fator influenciador</b>	<b>Influência</b>	<b>Descrição</b>
Tecnologia, sistemas e ferramentas	Alta	As tecnologias utilizadas no processo influenciam significativamente na qualidade do fluxo de informação, pois fluxos não digitalizados não são possíveis de serem atualizados automaticamente.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

### 4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

A partir dos casos analisados, é possível concluir o grau de influência da variedade de produtos no componente logístico. O bordo de linha consiste no único componente logístico que sofre baixa influência da variedade de produtos. Já o fornecimento, embalagens e planejamento e programação da produção apresentam alta influência da variedade de produtos, que altera quantidades, frequências, estratégias de abastecimento e ordens de produção. Por fim, o fluxo de informação sofre média influência, no sentido do aumento do nível de complexidade a partir da existência de lotes mínimos, variáveis ou modelos mistos.

Quadro 39 – Conclusão da influência da variedade de produtos nos componentes

<b>Componente logístico</b>	<b>Influência da variedade de produtos</b>	<b>Motivo</b>
Bordo de linha	Baixa	A variedade de produtos tem baixa influência no bordo de linha, que não apresenta grandes alterações quando as linhas uni-modelo, multi-modelo e modelos mistos são comparadas
Fornecimento	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente no fornecimento, alterando frequência e quantidade. Está relacionada ao lote de produção, com lotes únicos tornando frequências de abastecimento mais espaçadas, linhas multi-modelo impactando em embalagens, quantidades e frequências e modelos mistos exigindo diferentes estratégias de abastecimento.
Embalagens	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente nas embalagens, alterando seu design, quantidades e/ou influenciando no processo de reembalagem ou sobra de peças. Está relacionada ao lote de produção: linhas uni-modelo e multi-modelo devem desenvolver embalagens para lotes (um único lote, lotes variáveis ou mínimos), enquanto linhas de modelos mistos devem desenvolver embalagens para produção alternada
Planejamento e programação	Alta	A variedade de produtos influencia significativamente no planejamento e programação, influenciando nas quantidades planejadas, ordem de produtos produzida e estratégia de lotes mínimos ou variáveis.
Fluxo de informação	Média	A variedade de produtos influencia de maneira mediana no fluxo de informação, pois uma produção em lotes ou em modelos mistos impacta na complexidade e quantidade de informações a serem repassadas no fluxo

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Com base nas influências da variedade de produtos observadas, uma conclusão a respeito dos principais pontos observados em cada tipo de linha de montagem está exposta no Quadro 40. Para cada componente logístico, está sintetizado os fatores de análise estudados.

Quadro 40 – Conclusão qualitativa dos componentes logísticos em cada tipo de linha de montagem

	<b>Comportamento uni-modelo</b>	<b>Multi-modelo</b>	<b>Modelos mistos</b>
<b>Bordo de linha</b>	• Espaço disponível para 100% das peças do único produto produzido,	• Inexistência de espaço para as peças de todos os modelos, com setups sendo	• Inexistência de espaço para as peças de todos os modelos, peças de tamanhos

	peças pequenas majoritariamente kanban	realizados, peças de tamanhos alternados, com frequências de abastecimento frequentes devido à falta de espaço	alternados, com embalagens e carrinhos específicos customizados para o sequenciamento e comissionamento
<b>Fornecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quantidade e tempo fixos</li> <li>•<i>Kanban</i> como estratégia de abastecimento majoritária</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de lote mínimo possibilita tempos fixos e quantidade variável pela mudança na composição e volumes de peças</li> <li>•Linha que possui lote variável possui tempos e quantidades variáveis <ul style="list-style-type: none"> <li>•<i>Kanban</i> como estratégia de abastecimento majoritária, já com presença mais expressiva de sequenciamento</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quantidade e tempo fixos</li> <li>•Única linha com estratégia de abastecimento de comissionamento, em conjunto com presença majoritária também da estratégia de sequenciamento</li> </ul>
<b>Embalagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Baixo custo com embalagens por serem majoritariamente KLTs e GLTs (padronizadas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de lote mínimo e alta maturidade da linha impacta na padronização de embalagens, com custos baixos</li> <li>•Linha que possui lote variável apresenta dificuldade na padronização de embalagens, apresentando um maior custo com o componente logístico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alto custo com renovação e confecção de embalagens devido a mudanças de <i>takt</i> e <i>mix</i>. Por mais que haja a padronização de embalagens, as frequentes mudanças inviabilizam a continuidade de embalagens já desenhadas</li> </ul>
<b>Planejamento e programação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inexistência de período congelado e lote mínimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inexistência de período congelado e lote mínimo para a linha de fogões (B)</li> <li>•Existência de período congelado e lote mínimo para a linha de caixas de câmbio (C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de período congelado. Lote mínimo não se aplica devido à produção alternada de modelos</li> </ul>
<b>Fluxo de informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de PPCP</li> <li>•Fluxo de informação manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de PPCP</li> <li>•Fluxo de informação manual com auxílio de planilhas Excel, sendo que a linha de caixas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de PPCP</li> <li>•Fluxo de informação digital</li> </ul>

	com auxílio de planilhas Excel	de câmbio (C) está em transição para um fluxo digitalizado	
--	--------------------------------	--	--

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Em relação ao bordo de linha, a baixa influência da variedade de produtos é percebida pelas poucas diferenças entre os bordos de linha analisados. As diferenças são relacionadas aos tipos de peças, tamanhos e volumes, porém todas as linhas possuem espaço inexistente para armazenamento de todas as peças necessárias, até mesmo a linha de comportamento uni-modelo, por não ser completamente uni-modelo.

Já no que tange ao fornecimento, linhas uni-modelo apresentam simplicidade de fornecimento, pois podem ter tempos e quantidades fixas de abastecimento, variando apenas as estratégias de acordo com tamanho e volume de peças. Para linhas multi-modelo, a existência de lote mínimo apresenta-se como fator influenciador das estratégias de abastecimento, bem como dos tempos e quantidades a serem abastecidos em cada rota. Por fim, na linha de modelos mistos, observa-se a possibilidade de rotas com quantidades e tempos fixos, pela inexistência de lotes, que também causa a necessidade da estratégia de comissionamento não observada nas outras linhas de montagem.

Assim como no fornecimento, a linha uni-modelo apresenta baixo custo com embalagens pela simplicidade do modelo, enquanto observa-se a mesma dependência do fator “lote mínimo” observada no fornecimento para a padronização das embalagens e otimização dos seus custos. A linha de modelos mistos apresenta custos elevados devido à renovação das embalagens em virtude de mudanças de *takt* e *mix*, mas também devido à necessidade de customização das embalagens em virtude da maioria das peças seguirem as estratégias de comissionamento e sequenciamento.

A análise do planejamento e programação da produção se dá, majoritariamente, no quesito da existência ou não de lotes mínimos e períodos congelados. Percebe-se, portanto, a existência de lotes mínimos em linhas multi-modelo como aliado da eficiência de custos de embalagens e de fornecimento de peças.



Por fim, todas as linhas estudadas possuem PPCP como base para o fluxo de informação, no entanto, somente a linha de ônibus (D), apresenta um fluxo de informação digital, sendo que nas outras linhas foram observadas dificuldades de seguir o fluxo devido a influência de fatores externos como paradas de linha.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do presente trabalho consiste na avaliação da influência da variedade de produtos no abastecimento de linhas de montagem. Para tal, caracterizou-se linhas uni-modelo como linhas que produzem um único produto, com todos os componentes idênticos, linhas multi-modelo como linhas que produzem diferentes produtos, com lotes de produção e *setups* entre cada um deles e linhas de modelos mistos como linhas que produzem produtos de maneira alternada, com baixo ou nenhum tempo de *setup* entre eles.

Em relação ao objetivo de identificar na literatura quais aspectos da logística interna devem ser considerados no estudo a seus componentes, foi visto que um sistema logístico interno pode ser composto pela administração dos estoques, transporte de peças, fluxo de informações, armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, programação da produção, compras e manutenção das informações. Por outra ótica, foram observadas cinco dimensões possíveis em um sistema logístico: manipulação (ou manuseio), armazenamento, fornecimento (ou transporte), embalagem e identificação de materiais.

Com base na revisão da literatura observada, definiu-se então, cinco principais componentes logísticos no que tange ao abastecimento de linha: bordo de linha, fornecimento, embalagem, planejamento e programação e fluxo de informação.

Assim, a partir das definições de componentes logísticos de um sistema logístico interno e das linhas de montagem quanto à variedade de produtos, quatro linhas de montagem foram analisadas: uma linha uni-modelo, uma linha multi-modelo com lotes mínimos de produção, uma linha multi-modelo sem lotes mínimos de produção e uma linha de modelos mistos. Com isso, a influência da variedade de produtos no abastecimento de linha foi percebida principalmente no fornecimento, embalagens e planejamento e programação da produção.

Em virtude de a principal diferença entre as linhas ser a quantidade produzida em cada lote, cita-se a variedade de produtos como fator influenciador do planejamento e programação da produção, uma vez que um comportamento uni-modelo, multi-modelo ou de modelos mistos está diretamente relacionado aos lotes programados. Ainda, os lotes impactam significativamente no desenvolvimento de embalagens e, conforme visto, a linha de modelos mistos, por não apresentar lotes,

necessita de embalagens com maior nível de customização para sequenciamento e comissionamento de peças. Já para as linhas multi-modelo e uni-modelo, observa-se um uso maior de embalagens KLTs e GLTs atreladas à estratégia *kanban*. Por fim, a variedade de produtos tem alta influência nas quantidades e frequências de abastecimento, que possuem também relação direta com a estratégia de abastecimento escolhida para cada peça.

O trabalho, portanto, atingiu todos os objetivos que se propôs inicialmente, relacionando a influência da variedade de produtos com o abastecimento, mas também entendendo que influência os próprios componentes logísticos possuem sobre eles mesmos ou como outros fatores podem impactar nos componentes do abastecimento, como mudanças de *takt* ou paradas de linha, que foram trazidos nos casos analisados.

O trabalho fornece uma perspectiva relevante sobre o que, de fato, pode influenciar a logística interna de abastecimento de linhas de montagem e, como trabalhos futuros, ressalta-se a possibilidade de entender como utilizar a análise realizada em um modelo de implementação de abastecimento de linha, trazendo as influências observadas como fator decisório em um modelo eficiente. Ainda, é recomendado a avaliação da gestão da rotina de abastecimento, pois percebe-se que não há indicadores padronizados entre as organizações, e um estudo sobre indicadores e métodos de gestão focados no abastecimento, tendo em vista as influências observadas, pode complementar o presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

ÂNGELO, Livia B. **Indicadores de desempenho logístico**. Santa Catarina: UFSC, 2005.

AUTOMAÇÃO, Siembra. **Esteiras transportadoras: quais são os tipos e para que servem?** S.I. Disponível em: <https://www.siembra.com.br/noticias/esteiras-transportadoras-quais-sao-os-tipos-e-para-que-servem/>. Acesso em: 28 ago. 2022.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman editora, 2009.

BOWERSOX, Donald J. e CLOSS, David J. **Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process**. Singapore. McGraw-Hill Book Co, 1996.

CAMELO, Gustavo R.; COELHO, Antônio S.; BORGES, Renata M.; SOUZA, Rosimeri M. **Logística enxuta: a abordagem Lean na cadeia de suprimentos**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.

CARNAHAN, B. J.; NORMAN, B. A.; REDFERN, M. S. **Incorporating physical demand criteria into assembly line balancing**. *IE Transactions*, v. 33, n. 10, p. 875-887, 2001.

COIMBRA, Euclides A. **Kaizen in Logistics and Supply Chains**. Nova York: McGraw-Hill, 2013.

**COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS**. Supply Chain Management Terms and Glossary. 2013. Disponível em: [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx). Acesso em: 20 ago. 2022.

DE SOUZA, Mauricio C.; DE CARVALHO, Carlos R.V.; BRIZON, Wellington B. **Packing items to feed assembly lines**. *European Journal of Operational Research*, v. 184, n. 2, p. 480-489, 2008.

FETTERMAN, Diego. **Movimentação de Materiais**. Florianópolis: UFSC, 2021. 65 slides, color. Material de aula.

HÅKANSSON, Johan; SKOOG, Emil; ERIKSSON KM, Kristina M. **A review of assembly line balancing and sequencing including line layouts**. PLANs forsknings-och tillämpningskonferens, Chalmers Technical University, Gothenburg, Sweden, 2008.

HARRIS, Rick; HARRIS, Chris; WILSON, Earl. **Fazendo Fluir os Materiais: Um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia**. Lean Institute Brasil, 2004.

JUNIOR, VICENTE MIGUEL SINKUNAS. **APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA ENXUTA AO ABASTECIMENTO DE LINHA DE MONTAGEM PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE: UM ESTUDO DE CASO.** 2015.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** *Production*, v. 17, p. 216-229, 2007.

OLIVEIRA, Elisângela Magela. **TRANSFORMAÇÕES NO MUNDO DO TRABALHO, DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL AOS NOSSOS DIAS**/*Word of work transformations-from industrial revolution to our days.* *Caminhos de Geografia*, v. 5, n. 11, 2004.

PAIVA, E.; CARVALHO, L.; FENSTERSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações.** Porto Alegre: Bookman, 2004.

PETRILLO, Antonella. **Operations Management: Emerging Trend in the Digital Era.** 2021.

CASTRO, Javier Gutiérrez; PIZZOLATO, Nélio Domingues. **A Programação de lotes econômicos de produção (ELSP) com tempos e custos de setup dependentes da seqüência: um estudo de caso.** *Revista Gestão Industrial*, v. 1, n. 3, 2005.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção. Operações industriais e de serviços.** Unicenp, p. 201-202, 2007.

PIRASTEH, Russ M.; FOX, Robert E.; **Profitability with no boundaries.** 1. ed. Estados Unidos: American Society for Quality, 2010.

**PORSCHE CONSULTING.** Line Back Logistics. São Paulo, 2021.

RIBEIRO, Mariana Fernandes Mota de Sousa. **O papel do Lean Thinking nos serviços: retalho e saúde.** 2021. Tese de Doutorado.

ROTHER, M.; HARRIS, H. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta.** Lean Institute Brasil, 2007.

SELLADURAI, R. S. **Mass customization in operations management: oxymoron or reality?** *Omega*, v. 32, n. 4, p. 295-300, 2004.

SILVA, Glauco Garcia Martins Pereira da. **Linhas de montagem e estratégias competitivas: estudo de múltiplos casos.** 2013.

SIPPER, D.; BULFIN JR., R. L. **Production planning, control, and integration.** New York: McGraw-Hill, 1997.

SMALLEY, Art. **Criando o sistema puxado nivelado: um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia.** Lean Enterprise Institute, 2005.

SOARES, Jonas Adriano. **Método de implantação de sistema de abastecimento enxuto para a montagem de eletrodomésticos: um estudo de caso.** 2014.

TENÓRIO, Fernando G. **A unidade dos contrários: fordismo e pós-fordismo.** Revista de administração pública, v. 45, p. 1141-1172, 2011.

SAIF, Ullah; JAHANZAIB, Mirza; GUAN, Zailin. **A survey on assembly lines and its types.** *Frontiers of Mechanical Engineering*, v. 9, n. 2, p. 95-105, 2014.

WALTER, O.M.F.C. **Aplicação do Lean SCM na Logística Interna.** Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em:

<[http://www.idl.ufsc.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=14&Itemid=14](http://www.idl.ufsc.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14&Itemid=14)>. Acesso em: 24 ago. 2022.

WALTER, O. M. F. C.; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada. **Aplicação do lean supply chain management: Pesquisa ação em uma indústria metal mecânica.** In: I Congresso Brasileiro de Engenharia de produção, Ponta Grossa. 2011.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** 6 ed. São Paulo: Campus, 2004.

WOMACK, James P. et al. **Criando o sistema puxado nivelado: um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia.** Cambridge: The Lean Enterprise Institute, 2004.

ZOUBEK, Michal; SIMON, Michal. **The Framework for Logistics 4.0 Maturity Model with a Specification for Internal Logistics.** 2021.

ZANCHET, Tatiana Turcato. **Logística Enxuta: Avaliação da Norma SAE J4000.** 2013. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.