

JADE ANTUNES DA SILVA

Melhoria dos processos de recebimento de peças em uma montadora
de veículos no Brasil

São Paulo
2017

JADE ANTUNES DA SILVA

Melhoria dos processos de recebimento de peças em uma montadora de veículos
no Brasil

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

São Paulo
2017

JADE ANTUNES DA SILVA

Melhoria dos processos de recebimento de peças em uma montadora de veículos
no Brasil

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

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

São Paulo
2017

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

Silva, Jade Antunes da

Melhoria dos processos de recebimento de peças em uma montadora de veículos no Brasil / J. A. Silva -- São Paulo, 2017.

124 p.

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

1.Gestão de processos 2.Solução de problemas 3.Logística 4.Simulação computacional I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Aos meus pais e meu irmão, que me
suportam nas decisões diárias e me
encorajaram até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por dar sentido a tudo o que eu faço e me motivar a fazer o meu melhor sempre. Agradeço pela oportunidade que Ele mesmo me deu de chegar até aqui, trilhando todos os caminhos que trilhei e que me fazem quem sou hoje. Também agradeço por tudo o que virá e por todas as aventuras que me esperam nessa nova fase.

Agradeço aos meus pais, por me demonstrarem tanto amor e me inspirarem a ser a cada dia melhor. Agradeço pela paciência quando esse melhor ainda não é suficiente e por compreenderem que, especialmente durante este ano, precisei dedicar-me à área acadêmica de forma especial e mesmo assim me aguardaram. Espero tê-los honrado durante meus anos como universitária, mesmo com todas as minhas limitações. Obrigada pela oportunidade e por investirem em mim!

Agradeço ao meu irmão, o meu maior motivador para cursar Engenharia de Produção na Escola Politécnica, e agora somos parceiros de Escola (só mudando a especialização, é claro)! Obrigada pelas dicas ao longo do curso, materiais emprestados e por simplesmente estar lá por mim.

Agradeço a toda a minha família e parentes por sempre me apoiarem e igualmente terem paciência durante este ano, durante o qual me ausentei algumas vezes por “motivos de força maior”. Mas sei que eles se alegram comigo e sabem que esse esforço valeu a pena! Em especial, agradeço à minha avó, que, sempre tão carinhosa, torcia pelo dia em que essa fase terminaria e comemoraríamos o término de mais um ciclo tão importante em minha vida. Agradeço também pela vida do meu avô, que neste ano partiu e me espera no Céu. Não me verá como Engenheira, mas ainda assim eu o agradeço imensamente por todos os momentos que vivemos juntos, por seu exemplo de força e fé, e pelo amor que sempre dedicou à família. Com certeza você faz falta nesse momento, mas me alegro porque sei que você se alegraria!

Agradeço aos amigos que fiz na Escola, os quais foram um grande incentivo nas aulas e provas, e com quem pude viver momentos de lazer também. Obrigada por fazerem o curso muito mais interessante, acrescentando o aspecto humano, que faz toda a diferença.

Agradeço à Escola Politécnica, aos professores e funcionários e, em especial, ao Professor Mesquita, que me orientou e acompanhou de forma tão dedicada ao longo deste ano. Muito obrigada, professor!

Agradeço também ao Caio Lima, meu orientador no âmbito da empresa, o qual dedicou boa parte de seu tempo validando os estudos e fornecendo material. Obrigada pelo suporte!

Obrigada a todos que fizeram parte disso! E o melhor está por vir!

“Como é feliz o homem que acha a
sabedoria, o homem que obtém
entendimento, pois a sabedoria é mais
proveitosa do que a prata e rende mais do
que o ouro. É mais preciosa do que rubis;
nada do que você possa desejar se compara
a ela.”

Salomão (991 a.C. – 930 a.C.)

RESUMO

O estudo apresentado nesta dissertação trata de sobre-estadias em uma montadora automobilística do estado de São Paulo. Este evento é caracterizado pela permanência do veículo de carga na planta montadora por mais de quatro horas. Quando ocorre, a sobre-estadia gera um custo adicional por hora de permanência extra e por tipo de veículo. O objetivo deste estudo, portanto, é reduzir o nível de sobre-estadias, a fim de tornar o processo de recebimento de peças mais eficiente e com menores custos. Para tanto, foram investigadas as causas que levavam à permanência excessiva dos veículos na planta. Foi também observado que veículos que chegavam atrasados à montadora tinham maior chance de sofrer sobre-estadia. Foram, então, realizadas duas análises, chamadas Fase I e Fase II. Na Fase I, foi aplicado o método DMAIC de resolução de problemas e focou-se na demora do carregamento de peças na planta do fornecedor. Após investigação aprofundada, percebeu-se que a indisponibilidade de embalagens retornáveis era responsável pelo aumento do tempo de permanência na referida planta, pois as peças não podem ser carregadas no caminhão fora das embalagens corretas. As consequências eram o atraso na chegada à montadora, perda da janela de recebimento e consequente sobre-estadia. A solução proposta requer ações de várias áreas a fim de garantir que as embalagens sejam entregues aos fornecedores no momento certo. Envolve a operação de transporte de embalagens e o planejamento e programação da produção, reduzindo a variação dos pedidos e oferecendo estabilidade ao planejamento de rotas que transportam peças e embalagens. Já a Fase II trata da simulação da operação de recebimento de peças na montadora, variando capacidade e procedimentos existentes. O objetivo era delinear uma configuração que atendesse à meta de redução de sobre-estadias, considerando apenas fatores internos e chegadas sem atrasos. Compartilhando as docas de recebimento, reduzindo as chegadas emergenciais de veículos e eliminando desperdícios ligados ao tempo de operação, reduziu-se a ocorrência de sobre-estadias e os resultados financeiros foram positivos. Seu sucesso, porém, está vinculado ao maior controle de programação proposto na Fase I. As propostas foram avaliadas e validadas por um dos organizadores do estudo na empresa.

Palavras-chave: Sobre-estadia. Montadora. Simulação. DMAIC. Demanda.

ABSTRACT

The presented case study regards overstaying in a vehicle assembly plant located within the state of São Paulo. This event is characterized by the remaining of the cargo vehicle in the plant over four hours. At its occurrence, there is an additional cost dependant on the amount of extra hours in the plant and on the type of vehicle. The goal, therefore, is to reduce the rate at which overstaying happens, turning the receiving of productive parts into a more efficient and less costly process. For such achievement, the main causes were investigated. It was observed that vehicles which arrive late at the assembly plant have higher probability of incurring into overstaying. Two analyses were made: Phase I and Phase II. In the Phase I, DMAIC method for problem solving was applied and the focus was on the delay at the supplier's plant. After further investigation, it was found out that returnable packages availability was responsible for the increased time spent at the referred plants, since the productive parts cannot be loaded into the vehicle outside the correct packages. Consequently, the cargo vehicle would arrive late at the assembly plant, missing the scheduled operating time and the result was overstaying. The proposed solution requires actions from several areas, timely providing the correct quantity of packages for each supplier. It refers to the transportation of packages and to the planning and programming of the production, reducing the variability of each order and providing stability to the planning of routes which transport productive parts and packages. The Phase II regards the simulation of the process of receiving parts at the assembly plant, varying its capacity and procedures. The goal was to design a configuration in which the overstaying reduction target was met, considering only internal factors and timely arrivals. Sharing decks, reducing the quantity of critical arrivals and eliminating wastes linked to the operation time led to less overstaying and positive financial results. Its success, however, depends on the programming control proposed in the Phase I. The proposals were assessed and validated by one of the organizers of the study within the company.

Key words: Overstaying. Assembly plant. Simulation. DMAIC. Demand.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organograma das áreas envolvidas.....	18
Figura 2 - Sistema Toyota de Produção.....	27
Figura 3 - Símbolos do Diagrama de Ciclo de Atividades	43
Figura 4 - Programação de produção e materiais	48
Figura 5 – Processo de coleta de material	49
Figura 6 - Processo de recebimento de peças na montadora	50
Figura 7 – Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias – 1º semestre (%).....	58
Figura 8 – Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias – 1º semestre (número absoluto)	58
Figura 9 – Diagrama de Pareto dos fatos geradores de atraso na chegada à montadora	60
Figura 10 – Gráfico das chegadas pontuais e atrasadas na montadora.....	62
Figura 11 – Gráfico de saídas pontuais e com atrasos na montadora.....	62
Figura 12 – Gráfico de sobre-estadias/região (%)	63
Figura 13 – Gráfico de sobre-estadias/região – média ponderada (%).....	63
Figura 14 - Diagrama de Ishikawa – atrasos na chegada	64
Figura 15 - Diagrama de Ishikawa – atrasos na operação	65
Figura 16 - Gráfico dos fatos geradores de sobre-estadia na montadora.....	65
Figura 17 - Diagrama de dispersão – TO (Previsto X Realizado).....	85
Figura 18 – Box-plot - IEC (Previsto X Realizado)	85
Figura 19 - Box-plot de Tempo de Operação (Previsto X Realizado)	85
Figura 20 - Histogramas de intervalo entre chegadas e tempo de operação.....	87
Figura 21 - Diagrama do ciclo de atividades	88
Figura 22 - Modelo computacional	91
Figura 23 - Simulação computacional (Base).....	93
Figura 24 – Simulação computacional (Cenário 2).....	96
Figura 25 - Gráfico de não-atendimento às janelas de entrega	117
Figura 26 - Gráfico dos atrasos por tipo de operação.....	117
Figura 27 - Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias (% - com média ponderada).....	119
Figura 28 - Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias (abs. - com média ponderada)	119
Figura 29 - Planilha APR	123
Figura 30 - HAZOP	123

Figura 31 - E SE?	124
Figura 32 - FMEA	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mudança de relação cliente-fornecedor	21
Quadro 2 - Tipos de relação entre clientes e fornecedores	22
Quadro 3 - Escala Sigma de Processos.....	29
Quadro 4 - 5S.....	33
Quadro 5 - Comparação entre métodos para resolução de problemas	35
Quadro 6 - Escala de severidade para aplicação de FMEA.....	40
Quadro 7 - Escala de ocorrência para aplicação de FMEA.....	41
Quadro 8 - Escala de detecção para aplicação de FMEA.....	41
Quadro 9 - Política de estoque de acordo com o tamanho da peça	55
Quadro 10 – Termo de abertura do projeto	57
Quadro 11 - Escala de notas	69
Quadro 12 - Análise FMEA (proposta A)	70
Quadro 13 - Análise FMEA (proposta B)	71
Quadro 14 - Análise FMEA (proposta C)	72
Quadro 15 - Matriz de decisão	76
Quadro 16 - Classificação de atividades pelo BPM	78
Quadro 17 - 5W2H aplicado aos estudos de transporte de embalagens	79
Quadro 18 - Sugestão de novos KPIs	80
Quadro 19 - Dados utilizados para a Simulação Manual	89
Quadro 20 - Resultados da simulação manual.....	92
Quadro 21 - Resultados do cenário-base	97
Quadro 22 - Resultados do cenário 1.....	98
Quadro 23 - Resultados do cenário 2.....	99
Quadro 24 - Resultados do cenário 3.....	100
Quadro 25 - Resultados do cenário 4.....	101
Quadro 26 - Resultados do cenário ideal.....	103
Quadro 27 - Resultados da simulação manual.....	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>BPM</i>	<i>Business Process Management</i>
<i>CPO</i>	<i>Chief Process Officer</i>
<i>DMAIC</i>	<i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i>
<i>FMEA</i>	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
<i>FTL</i>	<i>Full Truck Load</i>
<i>IP</i>	<i>Interplantas</i>
<i>JIT</i>	<i>Just-in-Time</i>
<i>KPI</i>	<i>Key Performance Indicator</i>
<i>LH</i>	<i>Linehaul</i>
<i>MR</i>	<i>Milk-run</i>
<i>NR</i>	<i>Norma Regulamentadora</i>
<i>PDCA</i>	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
<i>RPN</i>	<i>Risk Priority Number</i>
<i>STP</i>	<i>Sistema Toyota de Produção</i>
<i>TI</i>	<i>Tecnologia da Informação</i>
<i>WMS</i>	<i>Warehouse Management System</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
1.1.	O estágio	17
1.2.	O problema	18
1.3.	Objetivos	19
1.4.	Relevância.....	19
1.5.	Estrutura.....	20
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1.	A indústria automotiva no Brasil e no mundo	21
2.2.	Cadeia de suprimentos da indústria automotiva	23
2.3.	Lean Manufacturing.....	25
2.3.1.	Melhoria contínua.....	27
2.3.2.	Ferramentas da Qualidade	30
2.4.	Métodos de análise e solução de problemas	34
2.5.	Gerenciamento de processos.....	36
2.6.	Análise de risco.....	38
2.7.	Simulação computacional	41
3.	METODOLOGIA	45
3.1.	Fase I.....	45
3.1.1.	Define	45
3.1.2.	Measure	45
3.1.3.	Analyze	45
3.1.4.	Improve.....	46
3.1.5.	Control.....	46
3.2.	Fase II - Simulação computacional	46
4.	PROJETO DE MELHORIA – FASE I	47
4.1.	Definição.....	47

4.1.1.	Agentes e processos	47
4.1.2.	Metas.....	56
4.2.	Medição	57
4.2.1.	KPIs existentes	59
4.2.2.	Análise dos KPIs.....	60
4.2.3.	Informações adicionais	61
4.3.	Análise.....	64
4.3.1.	Propostas de solução	66
4.3.2.	Critérios da matriz de decisão	68
4.3.3.	Avaliação das propostas e matriz de decisão	73
4.4.	Melhoria	76
4.4.1.	Plano de ação	76
4.5.	Controle	79
4.5.1.	KPI existente	79
4.5.2.	Sugestões de KPIs	80
4.5.3.	Prática do controle	80
5.	PROJETO DE MELHORIA – FASE II	83
5.1.	Objetivo do estudo.....	83
5.2.	Formulação do modelo.....	83
5.3.	Coleta de dados	84
5.4.	Representação do modelo.....	87
5.4.1.	Diagrama do ciclo de atividades (Activity Cycle Diagram).....	87
5.4.2.	Simulação Manual.....	88
5.5.	Modelo computacional	90
5.6.	Verificação e validação	91
5.7.	Modelo operacional/Experimentação.....	92
5.7.1.	Cenário-base.....	94

5.7.2.	Cenário 1	95
5.7.3.	Cenário 2	95
5.7.4.	Cenário 3	96
5.7.5.	Cenário 4	97
5.8.	Análise de resultados	97
5.8.1.	Cenário-base	97
5.8.2.	Cenário 1	98
5.8.3.	Cenário 2	99
5.8.4.	Cenário 3	100
5.8.5.	Cenário 4	101
5.8.6.	Novo cenário.....	101
5.8.7.	Avaliação.....	102
5.8.8.	Considerações.....	104
5.9.	Controle	105
6.	CONCLUSÃO	107
7.	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A – Não-atendimento às janelas de entrega.....	117
	A1. Antes das melhorias (Não-atendimento às janelas de entrega).....	117
	A2. Após as melhorias (Atrasos por tipo de operação – Semana 17).....	117
	APÊNDICE B – Conversão de atrasos em sobre-estadias (com média ponderada)	119
	B1. Índices relativos	119
	B2. Índices absolutos	119
	APÊNDICE C – Simulação manual	121
	ANEXO A – Formulários para análise de risco	123
	A1. Modelo de planilha de APR.....	123
	A2. Base para HAZOP.....	123
	A3. Formulário para análise de E SE?	124

A4. Formulário-base de FMEA..... 124

1. INTRODUÇÃO

1.1. O estágio

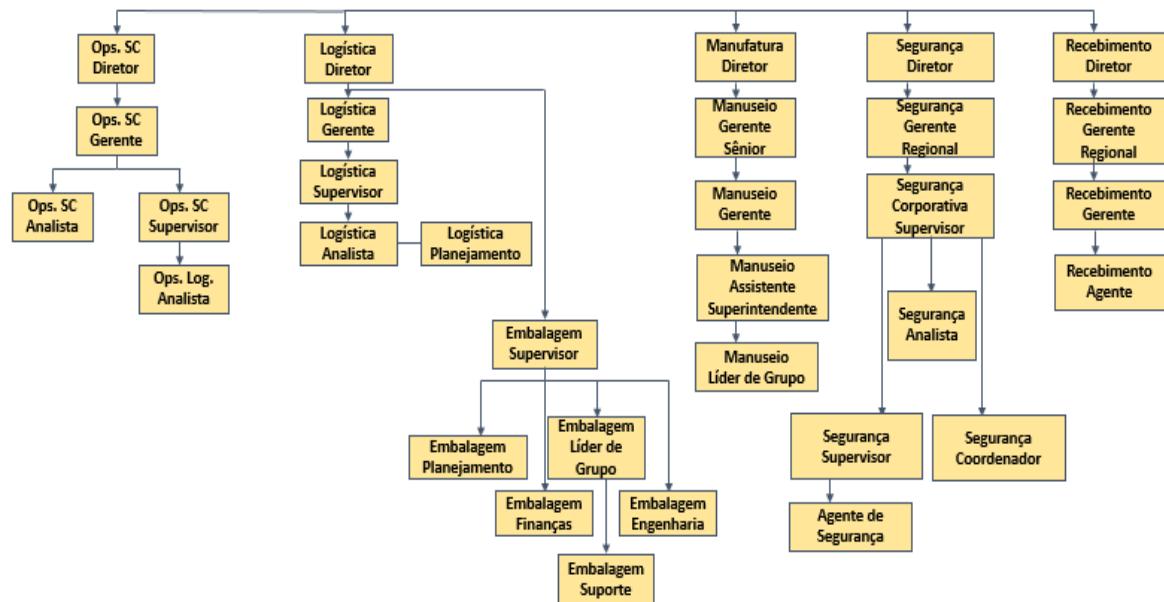
O projeto de formatura apresentado neste relatório foi realizado pela autora na empresa em que estagiou. Trata-se de uma montadora de automóveis no estado de São Paulo, mas a empresa também possui plantas instaladas em outros estados. O estágio possibilitou o constante aprendizado de operações da produção por um lado, e do processo de tomada de decisões estratégicas e operacionais por outro. Por motivo de confidencialidade, o nome da organização não será mencionado.

Sendo uma montadora de automóveis, a empresa necessita de grande quantidade de peças, as quais são produzidas em diferentes fornecedores e em diversas partes do Brasil e do mundo. Para a coordenação dessa rede de relacionamentos, há uma sólida estrutura de gerenciamento da cadeia de suprimentos. Diversas áreas operam de forma integrada a fim de atingir o objetivo de entrega das peças certas, no momento certo, na quantidade correta e no devido local. Dentre elas, está a Logística, área em que a autora estagiou.

A Logística é subdividida em departamentos que, conjuntamente, trabalham para a configuração da malha logística, cálculos de frete e administração de contratos de transporte.

As áreas relacionadas à Logística que são relevantes para o problema a ser estudado nesta dissertação são ilustradas na Figura 1. O problema será apresentado na seção seguinte, sendo relacionado ao recebimento de peças na planta montadora.

Figura 1 - Organograma das áreas envolvidas



Fonte: Desenvolvido pela autora

1.2. O problema

As áreas dispostas na Figura 1 fazem parte do processo macro de suprimento de peças. Tal processo será visto mais adiante, no capítulo 4.

O processo real apresenta grande complexidade devido ao volume de peças e quantidade de agentes envolvidos. Portanto, é possível encontrar oportunidades de melhoria ao analisá-lo de modo mais detalhado, o que é feito de forma sistemática pela empresa.

A planta recebe peças por meio de diversas modalidades. As que são relevantes para este trabalho são:

- *Transporte direto*, operado por veículo contendo peças de um fornecedor específico até a montadora. Também é conhecido como *Full Truck Load* (FTL);
- Milk-run (MR), o qual consiste na coleta de material em diversos fornecedores que compartilham um mesmo veículo em determinada rota;
- *Interplantas* (IP), que é o transporte de peças e componentes de plantas-suporte da companhia até a montadora principal;
- Linehaul (LH), movimentando cargas de centros consolidadores até a planta de destino;

- *Transportes emergenciais*, acionados quando há um desvio do planejamento inicial nas operações de coleta e entrega de peças.

Ao observar o histórico das operações de recebimento de peças, verificou-se que são frequentes as ocorrências de *sobre-estadia de veículos na planta montadora*. Isso significa que o veículo de transporte permanece na planta por mais tempo que o acordado em contrato (quatro horas). Segundo o acordo entre as partes envolvidas, o causador deve pagar ao provedor logístico uma taxa pré-definida por hora adicional de permanência do veículo na montadora, e essa taxa varia com o tipo de veículo.

Uma vez que a sobre-estadia leva seu causador a arcar com custos extras e interfere no fluxo de recebimento de peças na fábrica, este problema foi selecionado para desenvolvimento do presente estudo. O causador pode ser a montadora, o fornecedor ou o próprio provedor logístico, o qual repassa o pagamento da taxa adicional à transportadora envolvida.

O projeto será desenvolvido pela autora, suportando principalmente os times de Operação da Cadeia de Suprimentos, Operação Logística e Recebimento de Materiais, relacionados na Figura 1.

1.3. Objetivos

Primordialmente, o objetivo é reduzir atrasos na chegada à montadora e nas operações de descarga de peças, a fim de reduzir as sobre-estadias.

Utilizar-se-ão indicadores existentes e novos - *Key Performance Indicators (KPIs)* - para garantir o controle do processo e que o abastecimento esteja acontecendo em nível satisfatório. Na prática, o objetivo é viabilizar entregas com menor taxa de sobre-estadias e reduzir o risco de falta de peças na linha de produção.

Por fim, pode-se também citar o objetivo de difundir em operações logísticas a cultura de melhorias contínuas de forma metodológica e bem definida, como se vê em muitos processos industriais.

1.4. Relevância

Os objetivos apresentados são de grande relevância para a empresa, pois representam eficiência econômica e produtividade.

Como aplicação prática, o caso apresenta amplas possibilidades de utilização de conceitos vistos em disciplinas do curso de Engenharia de Produção, por meio da visão integrada dos processos de produção e logística.

Vale também citar o engajamento já existente do time da empresa na melhoria de processos logísticos e de manuseio de peças. Neste cenário favorável, o estudo encontrou boa receptividade por parte da equipe envolvida.

1.5. Estrutura

No presente capítulo, apresentou-se uma breve descrição da empresa onde foi realizado o projeto. Foi identificado o problema a ser estudado, suas razões e objetivos, as áreas envolvidas e a relevância do estudo para a empresa e para a autora.

No capítulo 2, há uma revisão bibliográfica que orientou as ações do projeto. Os principais temas nela contidos são: a indústria automotiva no Brasil e no mundo; a gestão da cadeia de suprimentos dessa indústria; a filosofia do *lean manufacturing*, com métodos e ferramentas; métodos de análise e solução de problemas; gerenciamento de processos; análise de risco; e simulação computacional como ferramenta para melhoria de processos industriais.

No capítulo 3, define-se o método para execução do projeto.

No capítulo 4, desenvolve-se a primeira etapa do projeto, investigando o atraso nas chegadas à montadora.

No capítulo 5, ocorre a segunda etapa do projeto, a qual emprega simulação computacional para investigação do atraso na operação.

Finalmente, no capítulo 6, apresenta-se a conclusão do trabalho de formatura, com a síntese do trabalho, discussão das lições aprendidas, objetivos atingidos, dificuldades encontradas, as limitações das propostas apresentadas nos capítulos 4 e 5 e do método utilizado e, por fim, os desdobramentos do projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será feita a revisão de literatura sobre conceitos e métodos de resolução relacionados ao problema descrito no capítulo anterior, a fim de embasar o método desenvolvido neste estudo (detalhado no capítulo 3).

Os tópicos abordados serão:

- A indústria automotiva no Brasil e no mundo;
- Cadeias de suprimentos da indústria automotiva;
- *Lean manufacturing*;
- Métodos de análise e solução de problemas;
- Gerenciamento de processos;
- Análise de risco;
- Simulação computacional.

2.1. A indústria automotiva no Brasil e no mundo

A indústria automotiva no Brasil sofreu grandes mudanças estratégicas e operacionais a partir do fim da década de 1970. Isso porque o nível de exigência sobre peças do carro cresceu consideravelmente, bem como a competitividade do setor. Assim, a gestão de relações entre fornecedor-cliente foi modificada: relações de longo prazo são priorizadas em vez daquelas de horizonte limitado (VANALLE; SALLES, 2011).

Vanalle e Salles (2011) ainda apresentam que a proximidade física às linhas de montagem passou a ser considerada na definição de fornecedores.

A transição que se observa hoje pode ser vista no Quadro 1.

Quadro 1 - Mudança de relação cliente-fornecedor

Passado	Transição atual
Escolha com base no preço	Escolha com base na qualidade, <i>lead time</i> , custos, engenharia
Muitos fornecedores	Poucos fornecedores
Relacionamento de curto prazo	Relacionamento de longo prazo

Fonte: Desenvolvida pela autora

Helper apud Vanalle e Salles (2011) propõe que as relações entre cliente e fornecedor são dadas por dois fatores determinantes: informação e compromisso. A informação pode ser básica (comercial), intermediária (equipamentos e plantas) ou avançada (solução de problemas técnicos), enquanto o compromisso consiste basicamente na garantia de continuidade do serviço de suprimento. O novo padrão de relacionamento seria a alta confiança e alto nível de troca de informações.

Bensaou (1999) propõe que existem quatro tipos de relações entre clientes e fornecedores, os quais podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 - Tipos de relação entre clientes e fornecedores

Tipo de relação	Características
Cooperação estratégica	<ul style="list-style-type: none"> - Alta dependência tecnológica e técnica para desenvolver peças; - Parceria colaborativa
Mudança de mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Desenho das peças feito pelo cliente; - Clientes não-exclusivos; - Fácil de romper relações; - Baixa troca de informação
Cliente cativo	<ul style="list-style-type: none"> - Fornecedor de peças com tecnologia exclusiva, atendendo requisitos do cliente; - Difícil de romper relações; - Alta troca de informação
Fornecedor cativo	<ul style="list-style-type: none"> - Fornecedor investe em tecnologia complexa por causa do cliente; - Baixa troca de informação

Fonte: Desenvolvido pela autora

Por fim, Hald; Cordón e Vollmann (2009) propõem três pontos que definem a atratividade entre cliente-fornecedor: o *valor* percebido, a *confiança* mútua e a *dependência* de um em relação ao outro. Mensurando cada um dos pontos de acordo com métricas adequadas para a tomada de decisão, relações são estabelecidas, rompidas ou nem mesmo iniciadas.

2.2. Cadeia de suprimentos da indústria automotiva

O objetivo principal da boa gestão da cadeia de suprimentos no setor automotivo é não interromper o funcionamento da linha de produção de carros. Quando uma peça está em falta no estoque, as principais alternativas que surgem são: trocar a sequência de carros produzidos; pedir uma entrega urgente do fornecedor; prosseguir com a montagem do carro e, só ao final, gerar uma atividade de retrabalho com uma equipe altamente capacitada para inserir a peça que faltava; e, em último caso, parar a linha de produção (BOYSEN et al., 2015).

Boysen et al. (2015) ainda citam incertezas na produção que interferem na cadeia de suprimentos. Um exemplo é a personalização de veículos pelo cliente ou a produção de modelos diversos em uma mesma linha de montagem, a fim de atender a variações na demanda. Caso os pedidos estejam atrelados a uma política de estoque *just-in-time* (JIT) ou entregas sequenciadas, variações no plano de produção são tratadas de forma ainda mais complexa, alterando planos de entrega e estratégia logística.

Swaminathan e Nitsch apud Boysen et al. (2015) indicam o conceito de ponto de sequenciamento, que seria o lugar/momento na cadeia de suprimentos em que determinados itens são colocados na mesma ordem dos carros na linha de produção, o que facilita o trabalho dos operadores da montagem propriamente dita.

O ponto de sequenciamento pode ser no fornecedor (itens caros e variados); na planta montadora, com peças que chegam segundo a política JIT (médio custo e tamanho intermediário); ou pode não haver sequenciamento, sendo os itens levados para a linha de montagem e ali retirados conforme a necessidade do operador (itens pequenos, de preferência, dada a limitação de espaço físico na linha).

Boysen et al. (2015) descrevem os passos percorridos na cadeia de suprimentos: primeiramente, o pedido ocorre dentro de um contrato pré-firmado entre cliente e fornecedor, informando o número e identificação de peças necessárias, o momento em que a entrega deve ser realizada e o local de transferência na planta do cliente. A comunicação é geralmente feita por sistema de informação.

Os autores ainda afirmam que os pedidos podem ser planejados de acordo com o plano de produção de veículos montados (especialmente para peças de alto valor agregado) ou ainda podem seguir o sistema puxado de produção, sendo as novas peças pedidas conforme o estoque é consumido (útil para peças menores).

Em seguida, é necessário transportar as peças do fornecedor até a planta montadora. Para isso, algumas estratégias são adotadas: *transporte ponto-a-ponto*, constituindo-se em uma rota

que liga fornecedor e cliente diretamente, recomendável para itens volumosos, caros e sequenciados; *milk-run*, que é a coleta de itens em mais de um fornecedor por um mesmo veículo, seguindo uma rota pré-definida; e *cross-docking*, que passa pelo centro de consolidação, onde as peças são acondicionadas em caminhões para irem às montadoras. Por aumentarem o tempo de entrega, tanto esta estratégia quanto a anterior são recomendadas para peças em lote, uma vez que a necessidade de sincronização com a linha não é tão rígida.

O próximo passo é receber as peças na planta montadora. Os caminhões que chegam são recebidos na portaria e direcionados a uma das docas de recebimento ou ao estacionamento. Quando o container chega até a doca, o conteúdo é descarregado e escaneado, atualizando o sistema de informações de peças. Desse ponto, algumas peças vão diretamente para a linha de montagem, enquanto outras vão para o estoque intermediário. As peças sequenciadas geralmente possuem docas dedicadas para seu descarregamento, sendo então um processo agilizado.

O passo seguinte é o armazenamento das peças na planta montadora. O armazenamento ocorre durante o tempo entre a chegada das peças e sua utilização efetiva na montagem do carro. Os custos de estoque são variáveis importantes a serem consideradas em problemas de modelagem de transporte. Portanto, é necessário selecionar a política de inventário adequada e estoque de segurança de cada peça, dependendo de sua estratégia, complexidade, frequência de uso, valor e tamanho.

Nos casos em que o ponto de sequenciamento é na planta montadora, os itens são recondicionados em contêineres de forma a irem para a linha na ordem correta. Uma vez que os custos de retrabalho são altos, usam-se metodologias para evitar que haja falta de itens, como a técnica Poka-Yoke, do Sistema Toyota de Produção. Consiste em modos práticos de evitar avanço no processo quando algo está errado, podendo ser um dispositivo visual, mecânico, entre outros.

O próximo passo é a entrega do item armazenado e já separado para a linha de montagem. Uma forma bastante comum é por meio de empilhadeiras, pois conseguem suportar cargas pesadas, apesar de não transportarem muitos itens por viagem. Uma alternativa é o trem de reboque, que atende mais de uma estação de montagem em seu circuito de *milk-run* interno, apesar de ser limitado em tamanho pelo espaço físico da planta. Existe também o transporte por trilhos acima da cabeça do operador, no qual os itens são encaixados nos trilhos diretamente do seu local de armazenagem ou do ponto de submontagem interna de componentes, sendo levados até o ponto de montagem na linha.

A última etapa até a montagem é a presença efetiva da peça ao lado da linha de montagem, no momento em que é necessária. Se a peça é grande e vem em número reduzido, pode ser armazenada no chão, próximo ao local onde será utilizada. Já peças menores podem ser estocadas em *racks* também situados ao lado da linha, sendo muitas vezes utilizadas prateleiras que são carregadas na parte de trás, inclinadas de forma a ter o fluxo de material facilitado pela gravidade e esvaziadas pela frente.

Uma vez realizada a montagem, ocorre o processo de logística reversa. Os contêineres vazios devem voltar ao local da planta de onde saíram, podendo então retornar ao fornecedor em um fluxo externo (caso este seja o dono da embalagem) ou ser novamente cheio para voltar à linha de montagem. A volta do contêiner dentro da planta pode ser integrada ao processo de ida caso o meio de transporte utilizado seja de empilhadeiras ou trens de reboque, utilizando o mesmo meio para coletar as embalagens vazias. Outra alternativa é a inclusão de veículos de transporte dedicados à volta de contêineres, ou ainda o aproveitamento de veículos que já estejam na área da montagem para coletar as embalagens vazias.

Quando o contêiner vazio volta para o fornecedor externo, este pode encher-lo novamente com peças que irão para a planta montadora. É válido analisar o tipo de embalagem para definir sua estratégia de retorno, pois embalagens-padrão eventualmente podem ser armazenadas no ponto mais próximo, dentro do sistema fornecedor-cliente, enquanto embalagens específicas para determinados itens são propriedade do fornecedor, devendo para ele retornar. Assim como no fluxo de ida, o transporte da logística reversa também pode ser realizado via *ponto-a-ponto*, *milk-run* ou *cross-docking*.

2.3. Lean Manufacturing

Segundo Womack et al. (1992) e Posthuma (1993), desde o início da década de 80 o *lean manufacturing* passou a ser difundido globalmente. Nesse modelo, conta-se com o suporte da tecnologia e de formas de gestão guiadas pela eliminação do desperdício. Os lotes passam a ser menores, bem como os estoques; surge o conceito de Qualidade Total e melhoria contínua; a parceria com os fornecedores em projetos de componentes é estimulada. Tais pontos são explorados no Sistema Toyota de Produção (STP).

Womack e Jones apud Schultz (2012) definem cinco etapas para a produção enxuta, que é a prática incentivada para eliminação de desperdícios:

- *Especificação de valor* (segundo o cliente). Tal valor é comparado a um produto ou serviço, a seu preço e em momento determinado;

- *Identificação da cadeia de valor* do produto ou serviço, considerando todos os processos por que passa, desde sua concepção até a entrega ao cliente. Etapas que geram desperdício podem ser aqui destacadas;

- *Estabelecimento do fluxo*, gerando fluidez e eliminação de estoques intermediários ao se considerar etapas que agregam valor ao produto ou serviço. A prática de lotes unitários é comum para garantir tal fluidez;

- *Estabelecimento da produção puxada* quando não houver possibilidade de fluidez em determinadas etapas do processo produtivo. Assim, a produção só continuará caso haja demanda do cliente interno ou externo;

- *Busca pelo aperfeiçoamento*, eliminando falhas e desperdícios continuamente, aumentando a fluidez do processo e sustentando a cultura de mentalidade enxuta na organização, com contínuo envolvimento dos funcionários.

A mentalidade *lean* foi desenvolvida pelas necessidades dos japoneses após a Segunda Guerra Mundial, pois era primordial evitar desperdícios na vida cotidiana. As indústrias têxtil e automobilística, principalmente, moldaram suas práticas a esse novo modo de pensar (HOLWEG, 2001).

A adoção da mentalidade enxuta em uma empresa leva à busca por melhor qualidade e produtividade; os princípios mantidos são ligados às regras da organização; e a implantação de processos enxutos é sustentada por uso de ferramentas e técnicas existentes, segundo Filho, M.G. e Fernandes (2004).

Liker (2007) propôs quatro categorias que, conjuntamente, explicam a eficácia do STP:

- *Filosofia* e foco no longo prazo, mesmo que vá de encontro aos interesses financeiros de curto prazo;

- *Processo* adequado, contando com padronização, nivelamento da carga de trabalho, fluxo que revele os problemas existentes (além de ferramentas visuais que os indiquem), suporte tecnológico, parada por má qualidade e produção puxada para eliminar o desperdício de superprodução;

- *Desenvolvimento de funcionários*, agregando pessoas que vivam e transmitam os valores da empresa para clientes e fornecedores;

- *Solução de problemas*, com a prática de melhoria contínua, entendimento de processos e seus problemas, reflexão sobre melhorias e tomadas de decisão racionais e práticas.

Uma das formas de estimular o melhoramento contínuo na mentalidade dos funcionários é estabelecer metas inatingíveis, como zero defeitos em um determinado processo. Dessa forma,

não haverá espaço para acomodação e interrupção de buscas por melhores soluções (CORRÊA, 2004 apud SALVADORI, 2013).

Liker apud Filho, J.G. (2010) ainda criou a “Casa do STP”, explicando os principais suportes, estrutura e objetivos da mentalidade enxuta, como visto na Figura 2, de forma adaptada.

Figura 2 - Sistema Toyota de Produção



Fonte: Desenvolvido pela autora, adaptado de Liker apud Queiroz (2015)

2.3.1. Melhoria contínua

A melhoria contínua ocorre de forma incremental e frequente, segundo Bessant et al. apud Oprime; Mendes e Pimenta (2011), sendo também reflexo do comportamento dos indivíduos

envolvidos. Bessant e Caffyn (1997) listaram padrões de comportamento que estimulam a melhoria contínua, como: habilidade de adotar uma prática específica para melhorias, comportamentos de apoio à prática adotada e fornecimento de técnicas para continuar os estudos de melhoria constante.

Harrington apud Oprime; Mendes e Pimenta (2011) diferencia a melhoria contínua da radical, dizendo que esta é realizada de cima para baixo, enquanto aquela opera de baixo para cima.

Deve haver equilíbrio entre centralização excessiva e liberdade excessiva nos projetos de melhoria contínua, garantindo assim o envolvimento de toda a organização e o comprometimento da liderança (DABHILKAR et al. apud OPRIME; MENDES; PIMENTA, 2011).

Alguns dos métodos e ferramentas utilizadas para melhoria contínua e eliminação de desperdícios são:

Seis Sigma

O Seis Sigma é uma ferramenta bastante útil para melhoria de processos, aumento de qualidade e eficiência (TRAD; MAXIMIANO, 2009). Foi desenvolvida por um engenheiro da Motorola, influenciado pelas ideias de Deming a respeito da influência da variabilidade dos processos nos custos de qualidade das empresas, na década de 80. Para aumentar a competitividade da companhia, o engenheiro aplicou essa ferramenta com a meta de alcançar 3,4 defeitos por milhão de oportunidades.

Segundo Pande; Neuman e Cavanagh (2000), o Seis Sigma pressupõe um correto entendimento das necessidades do cliente, uso de análises estatísticas conhecidas e monitoramento, melhorias e novo desenho de processos da organização.

O sigma representa a variabilidade inerente a um processo, sendo medida a variação em relação ao padrão aceitável de desvio para definir o nível Sigma em que a organização se encontra, segundo a lógica da metodologia Seis Sigma. A escala de nível Sigma para um processo, de acordo com a porcentagem de erros encontrados, pode ser vista no Quadro 3.

T-L Chang apud Trad e Maximiano (2009) aponta 10 fatores críticos de sucesso para a metodologia: engajamento da liderança, planejamento estratégico, *benchmarking*, gerenciamento de processos, desenvolvimento de pessoal, treinamentos, ferramentas da qualidade, dados e suas análises, atenção aos clientes e, por fim, gestão de fornecedores. O

método utilizado para melhoria de processos é o DMAIC (explorado mais adiante), segundo Ferreira apud Correia, V.T. (2016).

Quadro 3 - Escala Sigma de Processos

Porcentagem de erros	DPMO*	Nível Sigma
69,1%	691.462	1
30,9%	308.538	2
6,7%	66.807	3
0,62%	6.210	4
0,023%	233	5
0,00034%	3,4	6

Fonte: Desenvolvida pela autora, baseada em Trad e Maximiano (2009)

*Defeitos por milhão de oportunidades

Padronização

Baseada em três pontos principais: tempo *takt* (taxa de produção para atender à demanda); sequência de tarefas no trabalho a ser executado; e estoque para manutenção do funcionamento do trabalho (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003 apud QUEIROZ, 2015).

O trabalho não-padronizado gera desperdícios (*muda*), inconsistência (*mura*) e despropósito (*muri*) em suas tarefas; tal situação, por sua vez, leva à produção de itens defeituosos, o que é um alvo de eliminação pelo STP (OHNO, 1997).

Just-in-time (JIT)

Segundo Ohno (1997), essa é a prática de entregar o conteúdo correto, no momento certo e na quantidade adequada. Evita, assim, desperdícios, reduz o tempo de fornecimento, aumenta a qualidade e reduz os custos atrelados ao processo (CORRÊA et al., 1993; SHINGO, 1996; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003 apud QUEIROZ, 2015).

Para isso, Corrêa e Ganesi (1993) dizem que é necessário reduzir os estoques, os quais esconderiam os reais problemas existentes no processo.

Produção nivelada

Também conhecido como *Heijunka*, consiste na distribuição uniforme de famílias de produtos ao longo do tempo de operação de uma linha produtiva. Assim, pode-se obter ganhos de *lead-time*, redução de estoques, além da real medida de necessidade de recursos produtivos (DENNIS, 2007).

Kanban

O *kanban* é a forma pela qual o Sistema Toyota de Produção é gerenciado. Consiste na sinalização em postos de trabalho, indicando o início da produção, transporte ou a retirada de um item, de acordo com uma demanda que surgiu. Pode servir como indicador de problemas nos processos, caso haja atrasos na produção ou filas intermediárias. Para que seja efetivo, os processos devem estar sincronizados e estáveis (OHNO, 1997).

Segundo Ohno (1997), para o sucesso da implantação do *kanban* em uma organização, é necessário haver fluidez entre os processos, nivelamento de produção e padronização do trabalho.

Ohno (1997) ainda diz que as funções do *kanban* são, em suma:

- Informar a necessidade de coleta ou transporte de um item;
- Direcionar a produção do item;
- Eliminar os desperdícios de superprodução e transporte;
- Funcionar como ordem de fabricação, diretamente fixado aos itens envolvidos;
- Não permitir o processamento de itens defeituosos, por meio da identificação de seu método de produção;
- Controlar o nível de estoques, expondo problemas existentes.

2.3.2. Ferramentas da Qualidade

Existem dois grupos de ferramentas utilizadas para gestão da qualidade nos processos de uma empresa. O primeiro serve para controle de processos, com dados numéricos; o segundo, para gerenciamento dos mesmos (FILHO, 1996 apud SALVADORI, 2013). Serão apresentadas a seguir, conectando o uso de cada uma delas às fases do ciclo PDCA.

Ferramentas de controle

São elas (CARPINETTI, 2012 apud SALVADORI, 2013):

- *Estratificação*: separação de atividades em subgrupos, visando identificar as causas de variação em cada uma delas. Utilizada em todas as fases do ciclo PDCA;
- *Folha de verificação*: facilitador de coleta e análise de dados, uma vez que contém os itens a serem especificamente estudados. Também é utilizada em todas as fases do ciclo PDCA;
- *Diagrama de Pareto*: representação gráfica do princípio de Pareto, o qual defende que a maior parte dos problemas é causada por poucos fatores vitais (proporção 80:20 – 80% dos problemas causados por 20% dos fatores). Assim, descobrindo-se as causas vitais, grande porção das perdas são reduzidas. Só não é utilizado na fase D do ciclo PDCA;
- *Diagrama de causa e efeito (de Ishikawa/Espinha de Peixe)*: apresenta de forma gráfica a relação entre um problema e suas possíveis causas, agrupadas por fatores que podem variar de acordo com a situação. Dessa forma, busca-se identificar a causa-raiz da falha, bem como formular planos de ação. Útil para a fase P do ciclo PDCA;
- *Histograma*: consiste em um gráfico de barras que indica intervalos de valores da variável considerada. Dessa forma, é possível analisar a média do processo e a dispersão dos valores em torno dela, bem como se a referida média está próxima ao valor central de tolerância especificado. Pode gerar pontos de estudo aprofundado a fim de reduzir variabilidade de processos. Só não é utilizado na fase D do ciclo PDCA;
- *Diagrama de dispersão*: é um gráfico de pontos que revela a relação entre duas variáveis, geralmente em uma relação de causa e efeito. A relação pode ser positiva (se uma aumenta, a outra aumenta também), negativa (se uma aumenta, a outra diminui) ou inexistente (não se verifica nenhuma relação pelo referido gráfico). Utilizado nas fases P e C do ciclo PDCA;
- *Gráfico de controle*: registra resultados de um processo e suas variações. Parte-se da média da amostra e suas amplitudes para identificar se os valores de saída estão dentro dos limites impostos pela tolerância do processo. Se estiver, assume-se que o processo está sob controle estatístico e que as saídas obedecem à distribuição normal, aleatoriamente. Caso contrário, o processo deve ser corrigido. É útil em todo o ciclo PDCA.

Ferramentas de gerenciamento

São ferramentas úteis para organizar as ações de planejamento de qualidade, segundo Filho apud Salvadori (2013). Carpinetti apud Salvadori (2013) aponta as seguintes ferramentas:

- *Diagrama de relações*: alternativa ao Diagrama de Ishikawa, ilustrando de forma mais clara as relações de causa e efeito. Utiliza-se prática de *brainstorming* para geração de ideias. Útil nas fases P e A do ciclo PDCA;

- *Diagrama de afinidades*: também é gerado por *brainstorming*, agrupando ideias relacionadas a um tema, de forma que não haja trabalho executado com base em repetições. Além disso, é possível entender processos de forma mais efetiva ao analisar os pontos levantados; por fim, identificam-se categorias não abordadas na tratativa do tema. Quanto à utilidade no ciclo PDCA, assemelha-se ao Diagrama de Relações;

- *Diagrama de árvore*: desdobra atributos de um produto, atividades de um processo, ou até mesmo a estrutura de uma organização, identificando falhas e possíveis causas. Útil nas fases P e A do ciclo PDCA;

- *Matriz de priorização/decisão*: relaciona fatores passíveis de ação a critérios ponderados. Dessa forma, é possível estabelecer quais ações são prioritárias em determinada situação, sendo útil nas fases P e A do ciclo PDCA;

- *Matriz de relações*: identifica o grau de relacionamento entre variáveis (fraco, médio ou forte), como os requisitos de qualidade e características de projeto de um produto. É útil no planejamento do ciclo PDCA;

- *Diagrama de processo decisório*: ilustra as possíveis decisões e suas consequências. Sua análise, levando em conta a probabilidade de cada ocorrência, leva a uma decisão mais racional e consciente de seus desdobramentos. Útil nas fases P e A do ciclo PDCA;

- *Diagrama de atividades*: utilizada para mostrar a sequência de tarefas em um plano de ação, considerando as precedências, conforme conveniente. Especialmente útil quando o número de tarefas envolvidas é elevado. Também é útil nas fases P e A do ciclo PDCA.

Outras ferramentas

Salvadori (2013) ainda indica outras ferramentas úteis para planejar e controlar melhorias. São exemplos:

- *5 W's (5 por quês)*: segundo Ohno (1997), é a prática de se perguntar “por quê?” ao menos cinco vezes quando há falhas no processo, a fim de descobrir a causa-raiz do problema em questão. Liker apud Queiroz (2015) explica que, a partir da causa-raiz, uma solução permanente pode ser proposta, avaliada e, então, padronizada na organização. Essa ferramenta é útil na fase P do ciclo PDCA;

- *5W2H*: auxilia na identificação de pessoas e partes de processo na organização, entendendo a atividade realizada, como é feita e por qual razão. É uma ferramenta constituída de sete perguntas que levam a possíveis soluções (LISBÔA; GODOY, 2012), sendo utilizada por todo o ciclo PDCA:

- *What* (qual a tarefa a ser realizada);
- *Who* (quem executará a tarefa);
- *Where* (onde a tarefa será realizada);
- *When* (em que momento há a execução da tarefa);
- *Why* (qual a razão da tarefa existir);
- *How* (a forma pela qual a ação será realizada);
- *How much* (qual o custo da tarefa);

- *Mapeamento do Fluxo de Valor*: em inglês, a prática chama-se *Value Stream Mapping* (VSM), constituindo-se no desenho do processo estudado, com todas as etapas relevantes, bem como o fluxo de pessoas, materiais e informações (ROTHER; SHOOK, 2003). É útil para identificar desperdícios na cadeia, abrindo espaço para um novo desenho do processo, o qual inclua as melhorias propostas. Menezes e Martins (2010) ainda sugerem esse método para medir KPIs, como o *lead-time* de um produto na cadeia. Pode ser aplicada principalmente nas etapas P e A do ciclo PDCA;

- *5S*: são tarefas que auxiliam na implantação de práticas *lean* integradas à gestão visual (HENDERSON et al., 2000 apud QUEIROZ, 2015; FELD, 2000 apud QUEIROZ, 2015; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003 apud QUEIROZ, 2015). Podem ser utilizadas ao longo de todo o ciclo PDCA. As palavras em japonês que as caracterizam, bem como sua tradução em português e conceito são vistos no Quadro 4:

Quadro 4 - 5S

S	Significado	Conceito
<i>Seiri</i>	Senso de utilização	Descartar objetos inúteis
<i>Seiton</i>	Senso de organização	Aplicável aos objetos úteis
<i>Seiso</i>	Senso de limpeza	Cuidar da aparência do ambiente
<i>Seiketsu</i>	Senso de padronização	Manter o que foi obtido pelas tarefas anteriores
<i>Shitsuke</i>	Senso de disciplina	Compromisso pessoal para cumprir as tarefas rotineiramente

Fonte: Desenvolvida pela autora

O Lean Enterprise Institute ainda sugere o sexto ponto: “Segurança” por toda a empresa (QUEIROZ, 2015).

2.4. Métodos de análise e solução de problemas

Campagnaro et al. (2008) dizem que os métodos de solução de problemas abordam formas de entender qual é sua causa-raiz, desenvolvimento de planos de ação para corrigi-los e também para evitar que ocorram. Sua aplicação evita desperdícios gerados por falhas de processo, segundo Duppre et al. (2015). Os desperdícios identificados por Ohno (1997) são:

- Superprodução;
- Tempo de espera;
- Transporte;
- Processos ineficientes;
- Estoques;
- Movimentação;
- Defeitos.

Liker (2007) ainda aponta o oitavo desperdício: o da criatividade do funcionário, implicando em perdas para a empresa por não envolvê-lo nos processos.

Serão descritos brevemente a seguir algumas das ferramentas e métodos para análise e solução de problemas. O Quadro 5 contém um resumo das principais características de cada método apresentado.

Quadro 5 - Comparação entre métodos para resolução de problemas

PDCA		DMAIC	
<i>Planejamento</i>	Identificação de problemas	<i>Definição</i>	Problemas, processos e metas
	Coleta de dados	<i>Medição</i>	Coleta de dados
	Investigação da causa-raiz		Indicadores de desempenho
	Proposta de solução	<i>Análise</i>	Investigação da causa-raiz
	Plano de ação	<i>Melhoria</i>	Plano de ação
	Implementação do plano de ação		Implementação do plano de ação
<i>Execução</i>	Resultados obtidos X Resultados planejados	<i>Controle</i>	Monitoramento dos resultados
<i>Correção e fechamento</i>	Plano de ação após análise de resultados		
	Novas oportunidades de melhoria		
	Reinício do ciclo		

Fonte: Desenvolvido pela autora

Ciclo PDCA

PDCA é um acrônimo de *Plan, Do, Check e Act*. Correia, V.T. (2016) explica que o raciocínio cílico e organizado na ordem indicada pelo acrônimo permite a contínua melhoria de processos e produtos. Este modelo foi apresentado por Deming nos anos 50 (DERIGGI, 2016). Fonseca e Miyake (2006) dizem que o ciclo pode ser utilizado para decisões em problemas organizacionais, já que aponta falhas de processo.

DMAIC

À semelhança do PDCA, este também é um acrônimo, cujas letras são iniciais de:

- Define (D) - Definição;
- Measure (M) - Medição;
- Analyze (A) - Análise;

- Improve (I) - Melhoria;
- Control (C) - Controle.

2.5. Gerenciamento de processos

Gonçalves (2000) diz que processos são atividades agrupadas para adicionar valor a *inputs* de uma organização, a fim de gerar uma saída que atenda a seus clientes. Um processo de negócio é também o trabalho que gerencia ou oferece suporte para outros processos em uma organização (PROFESSIONALS, 2013). Abdala (2006) ressalta que tais atividades são provenientes de diferentes áreas da empresa, as quais são interdependentes e, portanto, devem ser bem conhecidas e mapeadas.

Sordi e Monteiro (2006) acrescentam que uma estrutura organizacional horizontalizada facilita a aproximação de atividades entre áreas e, portanto, proporciona melhores chances de acompanhar os processos de forma controlada. A comunicação flui com mais facilidade na estrutura horizontal. Johnston e Clark (2002) incentivam o desenho dos processos e sua análise pela visão do cliente, a fim de identificar oportunidades de melhoria.

A gestão por processos tem sido uma alternativa buscada pelas empresas motivadas pela necessidade de serem competitivas e de focarem em seus clientes (SMART; MADDERN; MAULL, 2009). Seethamraju et al. apud Damian; Borges e Pádua (2015) dizem que o engajamento dos profissionais e o desempenho de uma organização estão relacionados à medida em que seus processos estão alinhados e bem definidos.

A referida gestão é conhecida como *Business Process Management* (BPM), planejando, executando, avaliando e corrigindo processos a fim de melhorar a performance organizacional (PROFESSIONALS, 2013; TRKMAN, 2010). Uma de suas características é a capacidade de relacionar as necessidades do cliente com as atividades da empresa, traduzindo tal relação em processos que sejam efetivos para os dois lados (SMART; MADDERN; MAULL, 2009).

PROFESSIONALS (2013) enfatiza três tipos de processos em uma organização:

- *Primários*: participam do fluxo que agrega valor ao produto ou serviço oferecido ao cliente, sendo processos interfuncionais;
- *de Suporte*: apoiam os processos primários ou ainda outros processos de suportes;
- *de Gerenciamento*: monitoram os outros processos e atividades, a fim de verificar o atendimento de metas.

Liu; Li e Zhao (2009) dizem que o BPM oferece condições para que as empresas tenham estruturas colaborativas flexíveis, a fim de responder de forma rápida e eficaz às exigências

mutáveis do mercado. A Tecnologia da Informação (TI) é vital para que os processos sejam gerenciados e bem executados (GONÇALVES, 2000).

A transparência gerada pelo BPM permite que sejam feitas análises de custos durante o processo, visibilidade de cada etapa, identificação de gargalos e oportunidades de inovação e melhorias contínuas (SEETHAMRAJU, 2012 apud DAMIAN; BORGES; PÁDUA, 2015; MCCOMACK et al., 2009 apud DAMIAN; BORGES; PÁDUA, 2015).

Os elementos fundamentais que auxiliam na prática cotidiana do BPM são chamados Fatores Críticos de Sucesso, sendo que Trkman (2010) os divide em três grupos:

- Fatores de relação entre o ambiente e os processos de negócio;
- Fatores de melhoria contínua para manter os resultados da gestão adotada;
- Fatores que ajustam a TI aos processos de negócio, treinando, padronizando e automatizando processos.

Tais fatores são importantes na medida em que consideram a mudança pela qual a organização passa para que a gestão por processos seja adotada. Não é somente a abordagem analítica de atividades que se altera com essa gestão, mas a própria cultura da empresa, uma vez que a responsabilidade sobre resultados de processos é maior com a implantação do BPM. Definir metas e estabelecer donos para cada processo são alguns desses fatores críticos.

Paim et al. apud Damian; Borges e Pádua (2015), por sua vez, também classificam em três grupos as atividades necessárias à implantação do BPM em uma organização:

- Atividades vitais em um projeto de processo;
- Atividades de gerenciamento de processos cotidianos;
- Atividades focadas no aprendizado organizacional relacionado a processos.

Uma vez que os processos devem integrar a perspectiva do cliente nas atividades da organização, as fronteiras entre departamentos devem ser atravessadas a fim de gerar uma visão integral da empresa (ABPMP, 2009 apud DAMIAN; BORGES; PÁDUA, 2015). Harmon (2007) diz que a organização focada em funções reduz a visibilidade de contribuição de cada área para o produto ou serviço final e prejudica o desempenho organizacional por criar margem para entregas que não atendem ao cliente interno, devido à visão segregada por departamentos.

Neubauer apud Damian; Borges e Pádua (2015) pontua características de uma empresa focada em processos:

- Processos e estratégia de negócios devem ser alinhados;
- Mecanismos de controle de tal alinhamento;
- Ferramentas de controle e melhoria de processos;
- *Chief Process Officer* (CPO), que seria o principal gestor de processos;

- Recursos de TI alinhados aos processos de negócio;
- Conhecimento dos processos entre organizações;
- Conhecimento dos processos dentro da organização;
- Ferramentas de análise de risco dos processos.

Ele ainda diz que uma equipe comprometida com a melhoria e alinhamento contínuos dos processos à estratégia de uma empresa é fundamental para o sucesso do BPM. A participação da liderança também é de vital importância para a gestão de processos. Na verdade, é um dos quatro pilares do BPM; os outros três são: valores, crenças e cultura (PROFESSIONALS, 2013).

Uma empresa deve buscar a melhoria contínua de seus processos de forma proativa, e não somente esperando eventos que chamem a atenção para a ineficiência de um processo. Além disso, a atenção deve ser redobrada nos processos críticos à empresa, os quais variam com cada organização. As ferramentas de análise devem considerar aspectos humanos, tecnológicos e estratégicos. A mudança proposta pode ser radical ou gradual; ainda que seja disruptiva, porém, deverá ser seguida por melhorias incrementais (PROFESSIONALS, 2013).

Para a análise de um processo, PROFESSIONALS (2013) cita alguns fatores críticos de sucesso e recomendações a serem observadas, como a criação de um documento que mostra o atual processo e por que deveria sofrer mudanças, a listagem de propostas de solução (mas sem desenvolvê-las durante esse estágio de análise), a alocação correta de recursos relativos ao processo em questão, o foco no ponto de vista do cliente e a atenção à cultura da empresa.

Quanto ao desenho de um processo, PROFESSIONALS (2013) cita que deve ser realizado para estudo da situação atual e projeção do processo futuro. Para isso, é fundamental que se conheça, de fato, como o processo funciona na prática, a fim de identificar as causas de falhas e listar todos os processos-chave.

A validação do desenho de um processo pode vir por meio de simulações de diferentes cenários. Dessa forma, é possível inferir o desempenho do novo processo e compará-lo ao atual, além de entender quais variáveis afetam o processo mais significativamente (PROFESSIONALS, 2013).

Por fim, é importante que a cultura da organização seja considerada ao fazer uma análise de processo, pois os principais responsáveis pelos referidos processos devem estar alinhados com as iniciativas.

2.6. Análise de risco

A análise de riscos sugere a atribuição de probabilidades a ocorrências de eventos que podem gerar consequências positivas ou negativas em determinado projeto, cenário ou operação. O impacto da consequência de um evento, bem como sua probabilidade de ocorrência são os dois importantes valores a serem mensurados, seja qualitativa ou quantitativamente (SELLA, 2014). Segundo Farber apud Sella (2014), tal estudo permite tomar decisões acerca de quais riscos devem ser minimizados ou eliminados pelos interessados e ainda quais devem ser tolerados ou transferidos.

Sella (2014) diz que a análise quantitativa depende da precisão com a qual são atribuídos valores numéricos aos fatores citados, quais sejam, a probabilidade de ocorrência de dado evento e, quando ocorre, o impacto do efeito gerado. Pode ser feito de forma *determinística*, considerando cenários discretos, bem definidos e respostas específicas, ou *estocástica*, utilizando distribuições de probabilidade para descrever variáveis que surgem com alguma incerteza no cenário real, segundo a página da internet denominada Palisade (2016).

Já a análise qualitativa abrange em sua avaliação a incorporação de fatores diversos, tais como tempo, custo e viabilidade de implantação de determinada ação. Portanto, é subjetiva. É usualmente utilizada como abordagem inicial para discriminar os pontos de maior interesse para ação da liderança. Também é usada quando não há dados numéricos para uma análise quantitativa, ou ainda se, pela natureza dos eventos, a análise qualitativa é suficiente (AS/NZS, 2004 apud SSELLA, 2014).

Técnicas de análise de risco qualitativa são (SELLA, 2014; DE TOLEDO; AMARAL, 2006; PALISADE, 2016; DOUGHERTY, 1999):

- *Análise Preliminar de Riscos* (APR - levanta quais os possíveis perigos, suas causas, modos de detecção, os efeitos gerados e recomendações para suavizá-los ou corrigi-los);
- *Hazard and Operability Studies* (HAZOP – consiste na ligação de um parâmetro a uma palavra-chave, a fim de identificar suas causas e consequências, gerar uma análise organizada da variabilidade do processo e, a partir daí, fazer recomendações. Por exemplo, o parâmetro “fluxo” pode ser acompanhado da palavra-chave “baixo”. A partir daí, investigam-se as causas do baixo fluxo, seus efeitos e como o parâmetro varia, levando às recomendações finais);
- *Análises de “E SE?”* (consiste em um *brainstorming* para levantar situações que podem sofrer desvio de desempenho, a probabilidade de ocorrência de tais desvios e suas consequências);

- Failure Mode and Effect Analysis (FMEA – busca minimizar riscos por meio da identificação do modo de falha, sua probabilidade, causas, efeitos e recomendações para aumentar a confiabilidade de um produto ou processo. Utiliza-se de índices numéricos que seguem a escala dos Quadros 6, 7 e 8, atribuindo uma pontuação ao modo de falha. Tal pontuação é chamada de *Risk Priority Number* – RPN – e é dada pela multiplicação dos três fatores considerados – Severidade, Ocorrência e Detecção. Quanto maior o RPN, maior deve ser a prioridade do item).

Os principais formulários-base para cada uma das técnicas citadas podem ser vistos no Anexo A.

Quadro 6 - Escala de severidade para aplicação de FMEA

SEVERIDADE		
Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe a falha
2	Pequena	O cliente percebe a falha, mas o desempenho só é minimamente alterado
3		
4	Moderada	O cliente percebe a falha e fica descontente com a deterioração do desempenho
5		
6		
7	Alta	Sistema não funciona e gera grande descontentamento no cliente
8		
9	Muito alta	Além de não funcionar e gerar descontentamento no cliente, a falha leva a problemas de segurança
10		

Fonte: Desenvolvido pela autora, adaptado de Toledo et al. (GEPEQ)

Quadro 7 - Escala de ocorrência para aplicação de FMEA

OCORRÊNCIA		
<i>Índice</i>	<i>Ocorrência</i>	<i>Proporção</i>
1	Remota	Até 1 vez por mês
2		
3	Pequena	1 vez a cada 2 semanas
4		
5	Moderada	1 vez por semana
6		
7		
8	Alta	Até 10 vezes por semana
9		
10	Muito alta	Acima de 10 vezes por semana

Fonte: Desenvolvido pela autora, adaptado de Toledo et al. (GEPEQ)

Quadro 8 - Escala de detecção para aplicação de FMEA

DETECÇÃO		
<i>Índice</i>	<i>Detecção</i>	<i>Critério</i>
1		
2	Muito grande	Certamente será detectado
3		
4	Grande	Alta probabilidade de ser detectado
5		
6	Moderada	Possivelmente será detectado
7		
8	Pequena	Possivelmente não será detectado
9		
10	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: Desenvolvido pela autora, adaptado de Toledo et al. (GEPEQ)

2.7. Simulação computacional

A simulação consiste em um método de reprodução dos sistemas reais em cenários parametrizados previamente, segundo Kelton; Sadowski, R.P. e Sadowski D.A. (1998). A tecnologia permite que as simulações computacionais sejam realizadas, baixando os custos de testes e perdas. Shannon apud Medina e Chwif (2014) também observa o potencial de avaliação de sistemas a partir de simulações de cenários reais ou hipotéticos. De acordo com Pidd apud

Medina e Chwif (2014), é recomendável adequar a situação real ao cenário escolhido, quando os resultados são satisfatórios.

Um modelo de simulação, por sua vez, é uma abstração que visa relacionar diversos componentes de um sistema de forma que sua resposta, quando colocado em operação, aproxime-se da situação real (MEDINA; CHWIF, 2014). O modelo pode ser simbólico (como um fluxograma), analítico (como modelos de programação linear, gerando possíveis soluções exatas, apesar de sua eventual complexidade), ambos estáticos, ou computacional (como o utilizado na simulação de eventos discretos, cujos atributos de estado variam com o tempo), sendo este um modelo dinâmico.

Aplicando à logística, existem modelos de simulação de rotas que exploram as variáveis de coleta de material, considerando limitações físicas do veículo, custo por quilômetro rodado, distância entre fornecedores e tempo de entrega. À medida que novas variáveis e parâmetros são considerados, a modelagem torna-se mais complexa e robusta.

Existem diversas simulações que envolvem *cross-docking* (Lee et al., 2006 apud HOSSEINI; SHIRAZI; KARIMI, 2014; Musa et al., 2010 apud HOSSEINI; SHIRAZI; KARIMI, 2014; Liao et al., 2010 apud HOSSEINI; SHIRAZI; KARIMI, 2014; Donaldson et al., 1999 apud HOSSEINI; SHIRAZI; KARIMI, 2014), porém não há muitas que abordem esse fator somado ao *milk-run*. Alguns autores, como Hosseini; Shirazi e Karimi (2014), buscam desenvolver tal algoritmo por meio de aperfeiçoamentos de ferramentas já existentes.

Güner; Murat e Chinnam (2016), por sua vez, desenvolveram um método de simulação de roteirização que envolve a consideração de tempos de viagem dependentes do momento de saída da planta de origem no arco origem-destino. A rota desenhada por esse modelo de simulação é influenciada pelos custos de transporte e pela necessidade de entrega dentro dos prazos estipulados.

É importante simular eventos para compreender como um sistema funciona, identificar possibilidades de melhoria, analisar resultados, mensurar a eficiência de uma operação, entre outros objetivos (MEDINA; CHWIF, 2014).

Medina e Chwif (2014) sugerem alguns passos para realizar a simulação computacional, com base na Modelagem e Simulação de Eventos Discretos:

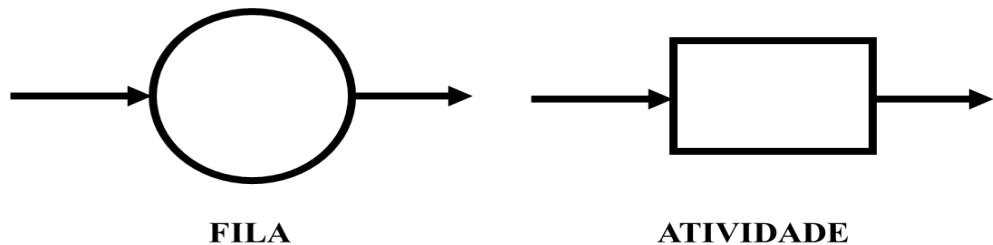
- Objetivo do estudo: delinear o escopo do projeto e o resultado que deve ser gerado;
- Formulação do modelo: é o *modelo abstrato*, em que se concebe a ideia do que deve ser representado;
- Coleta de dados: definir variáveis adequadas, escolher uma amostra de tamanho relevante, ajustar o sistema a um modelo probabilístico razoável, estabelecer a existência ou inexistência

de correlações e realizar análises estatísticas para confirmar ou negar hipóteses levantadas. Neste trabalho, as distribuições probabilísticas mais relevantes são a *exponencial*, a *normal* e a *empírica*. A exponencial caracteriza-se por sua grande variabilidade e independência entre números, sendo aplicada a dados assimétricos. É bastante utilizada para medir duração de eventos ou intervalo entre chegadas, por exemplo (BERTOLO, 2008). A distribuição normal contém valores que podem ser maiores ou menores que a média com igual probabilidade. Importantes análises estatísticas são aplicáveis somente a distribuições normais, como regressão e análise de variância. É aplicável a diferentes tipos de dados devido ao Teorema do Limite Central, o qual propõe que a distribuição de médias amostrais tende à normalidade conforme o tamanho das amostras aumenta (BERTOLO, 2008). Já a empírica é dada pela observação direta de dados coletados do sistema;

- Representação do modelo: é a *modelagem conceitual*, a qual melhora o entendimento do sistema, permite validar a proposta de modelagem, comunica quais são os componentes do sistema e como são interligados, além de auxiliar na implantação do modelo computacional. Pode-se aplicar duas ferramentas em sua composição:

- *Diagrama de Ciclo de Atividades*, que é a representação dos objetos do sistema e seus fluxos por meio de dois símbolos principais, dispostos na Figura 3:

Figura 3 - Símbolos do Diagrama de Ciclo de Atividades



Fonte: Desenvolvido pela autora, baseado em CHWIF et al., 2006

Uma entidade representada no modelo é um componente com identidade própria ao longo de todo o processo. As entidades passam por filas e podem interagir entre si nas atividades;

- *Simulação Manual*, a qual identifica mais claramente quais são os pontos-chave no sistema e verifica se a lógica está coerente com a realidade que se deseja simular. Tal ferramenta pode ser colocada em prática por meio do Método das

Três Fases, em que, primeiramente, verifica-se qual o próximo evento a ter lugar no processo, avançando o relógio até o referido momento; em seguida, entidades são movidas de uma atividade finalizada para uma fila; e, finalmente, identificam-se atividades que podem ser iniciadas, transferindo entidades das filas para as novas atividades. Ainda nesta última fase, deve-se calcular o tempo de término previsto para a atividade iniciada. O ciclo se repete até o fim do tempo de simulação;

- Modelo computacional: como o nome sugere, consiste na implantação computacional da simulação concebida e testada manualmente. Pode ser feita por meio de linguagens de programação ou *softwares* direcionados para simulações, com interface amigável;

- Verificação e validação: etapa que faz o caminho inverso do que foi realizado até o momento: deve-se utilizar o modelo computacional para verificar se o modelo atende aos requisitos iniciais e ainda validar se tais requisitos correspondem a situações do mundo real. A verificação pode ser realizada em grupo ou por meio de testes manuais, para citar alguns exemplos de ferramentas; já a validação pode ser feita por comparações com análises anteriores, hipóteses alternativas para análise de sensibilidade ou outras formas criativas de contrastar a simulação com a realidade. Este é um processo contínuo ao longo das simulações e não garante completa isenção de falhas, mas aumenta a confiança do modelo;

- Modelo operacional/Experimentação: consiste na simulação em si, executando o modelo no *software* de escolha. Deve-se levar em conta a transitoriedade do sistema até que este chegue em um regime permanente, o tempo de duração da simulação e indicadores de desempenho a serem coletados e analisados;

- Análise de resultados: verificar o resultado dos indicadores escolhidos, a precisão e o intervalo de confiança desejados.

Com base no exposto, o próximo capítulo trará a metodologia pela qual o projeto será estudado e desenvolvido nos capítulos 4 e 5.

3. METODOLOGIA

A partir do que foi exposto no capítulo 2, é possível estruturar a forma pela qual este estudo foi realizado.

Foram explorados dois estudos, sendo o primeiro relativo aos atrasos na chegada do veículo e o segundo referente aos atrasos na operação da montadora.

Para o primeiro estudo, chamado de Fase I, foi utilizado o método DMAIC. Este método foi escolhido por já estar incorporado às práticas de gestão na empresa. O segundo (Fase II) envolveu a construção de um modelo de simulação computacional, sua validação e execução de experimentos em diferentes cenários, de onde foram extraídas conclusões e sugestões de melhoria. Os cenários permitiram a avaliação da capacidade do sistema frente a modos de operação alternativos.

3.1. Fase I

3.1.1. Define

Definição do problema e estabelecimento da meta de redução de sua ocorrência. Também foi apresentado o Termo de Abertura do projeto.

3.1.2. Measure

Coleta de informações e dados para auxiliar na compreensão e solução do problema. Foram utilizados fluxogramas de processo, amostras da operação e indicadores de desempenho.

3.1.3. Analyze

Nessa etapa, os dados coletados foram analisados pela equipe a fim de identificar as causas do problema levantado e, assim, gerar propostas de solução para o mesmo.

Uma análise de risco foi desenvolvida como forma de avaliar as propostas de solução apresentadas e seus impactos sobre as operações. A técnica utilizada para o estudo neste caso foi o *FMEA*, utilizando as escalas dos Quadros 6, 7 e 8, por facilitar a atribuição de notas a cada modo de falha e auxiliar na gestão de riscos e definição de quais ações devem ser prioritárias.

Com base nesse e em outros critérios, foi possível escolher uma proposta de solução.

3.1.4. Improve

Nessa fase, o plano da solução proposta foi posto em prática, indicando-se os passos de implantação e principais agentes envolvidos.

3.1.5. Control

Finalmente, é necessário solidificar a aprendizagem organizacional. Para tanto, foi proposto o monitoramento de resultados, treinamentos periódicos, padronização de procedimentos por documentos oficiais e devolução dos processos a quem for diretamente responsável por eles. Neste ponto encerrou-se o primeiro estudo.

3.2. Fase II - Simulação computacional

Foi realizada uma simulação computacional sob o método de Modelagem e Simulação de Eventos Discretos. Com base nos resultados das simulações, foi projetado um cenário ideal para as operações.

As etapas da Fase II são:

- Objetivo do estudo;
- Formulação do modelo;
- Coleta de dados;
- Representação do modelo;
- Modelo computacional;
- Verificação e validação;
- Modelo operacional/Experimentação;
- Análise de resultados.

Nos capítulos seguintes, serão apresentados os estudos seguindo os métodos apresentados neste capítulo 3.

4. PROJETO DE MELHORIA – FASE I

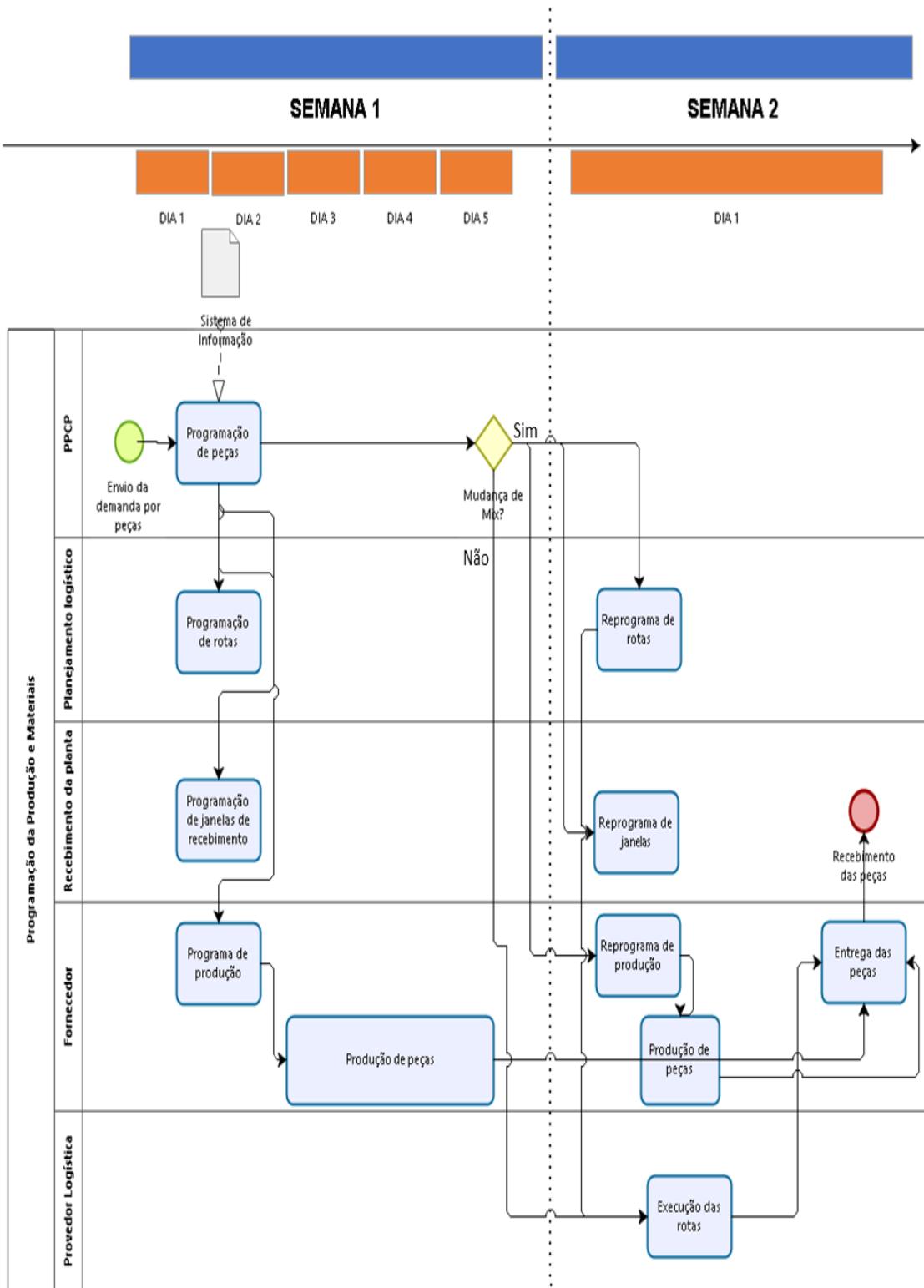
4.1. Definição

4.1.1. *Agentes e processos*

Primeiramente, é necessário esclarecer o conceito de provedor logístico que opera junto à montadora. O provedor não é necessariamente a mesma empresa que realiza o transporte de itens, mas é a que contratará transportadoras de pequeno e médio porte para realizar o serviço de transporte. Isso significa que quaisquer problemas ou ocorrências envolvendo as transportadoras devem ser reportados pela montadora ao provedor logístico, e este é encarregado de resolver a situação. No caso da montadora, seu principal provedor logístico (o qual é tratado neste trabalho) opera as modalidades de *milk-run* e FTL.

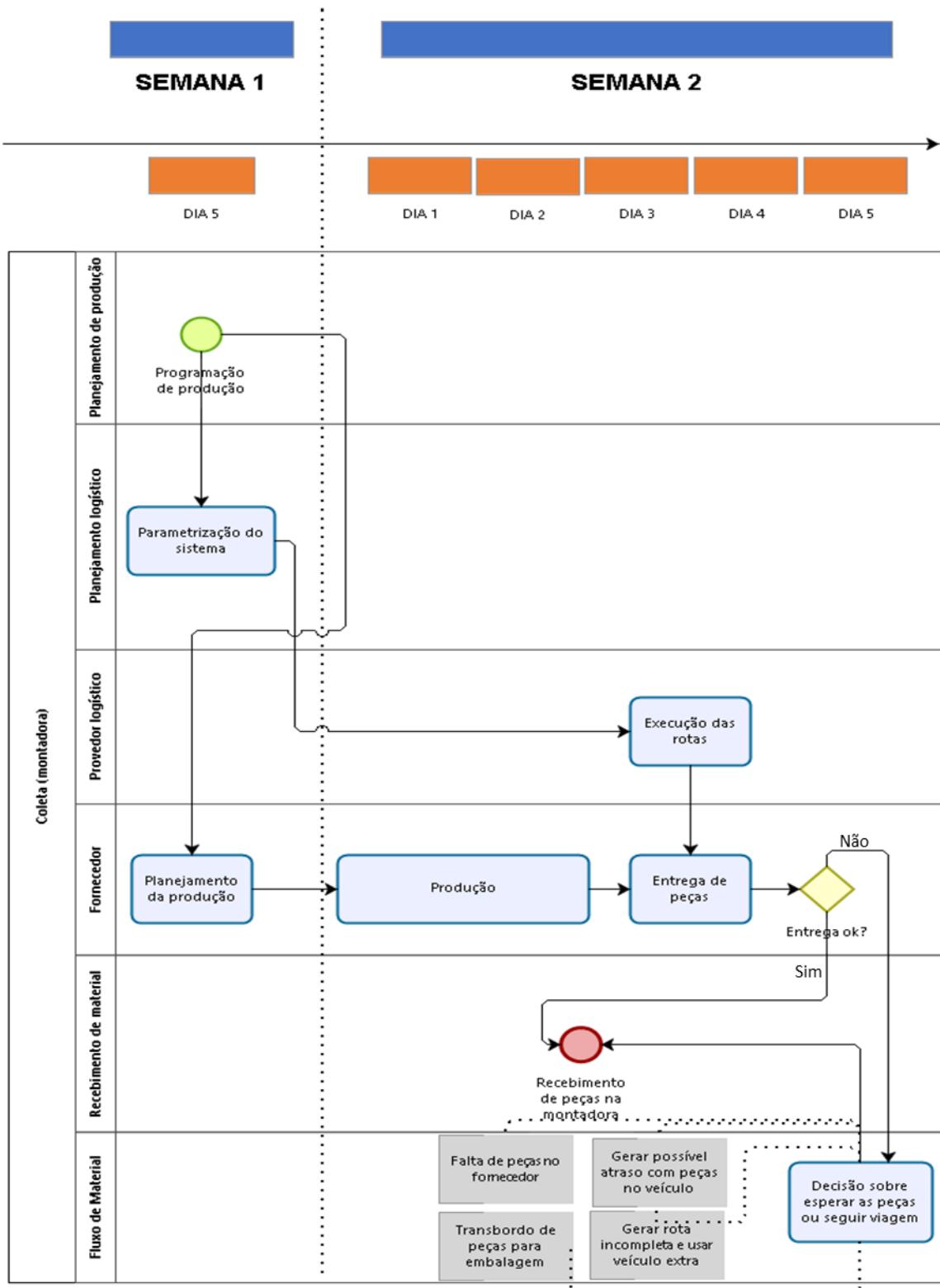
Em seguida, deve-se compreender como funcionam os processos que envolvem a coleta e recebimento de peças, cujas ilustrações podem ser vistas nas Figuras 4, 5 e 6.

Figura 4 - Programação de produção e materiais



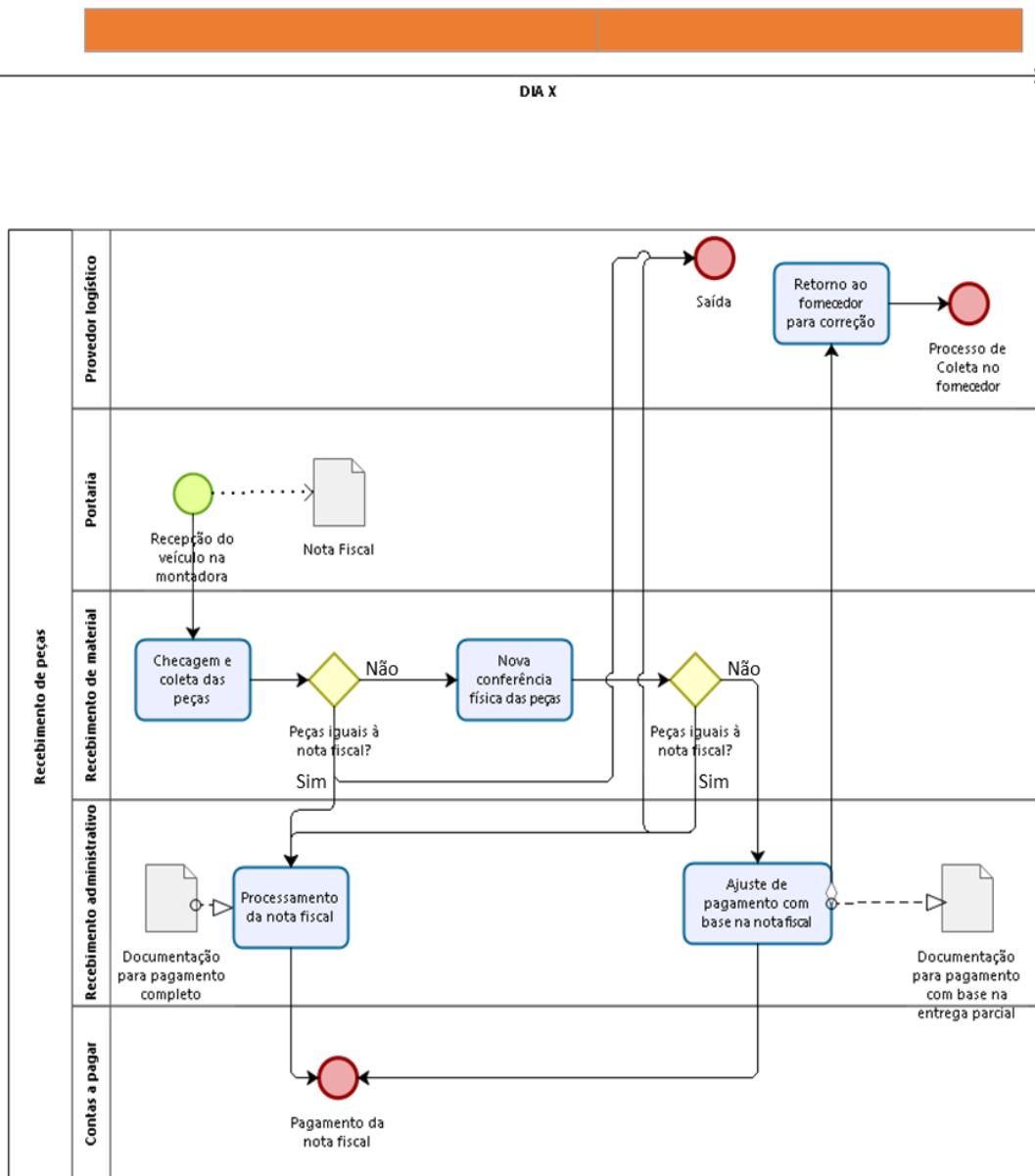
Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 5 – Processo de coleta de material



Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 6 - Processo de recebimento de peças na montadora



Fonte: Desenvolvido pela autora

A cada semana, é feito o planejamento de rotas de acordo com a programação de produção da semana seguinte. Uma rota é definida por pontos específicos de parada em horários determinados. Tal planejamento é enviado para o provedor logístico responsável por operacionalizar cada rota, ainda na semana anterior àquela em que as viagens serão realizadas, e também para os responsáveis por parametrizar o sistema de recebimento na montadora, para que o plano seja aprovado por ambos. Cada vez que uma rota é melhorada, o processo de aprovação deve ocorrer novamente, de forma iterativa.

No último dia útil da semana, o planejamento de rotas é fechado e o custo do frete é enviado para ser pago pela montadora. No primeiro dia útil da semana seguinte, as rotas são novamente comparadas com o planejado: caso algo tenha sido alterado na programação de peças, alterações de rotas devem ser incorporadas ao plano, a fim de atender às mudanças detectadas. As alterações podem ocorrer por reprogramação da linha de produção ou falta de peças no estoque. Caso não seja possível atender às alterações no transporte a tempo, são feitos planos contingenciais a fim de reduzir o impacto na linha de produção, como a contratação de um veículo emergencial para coletar determinada peça.

Diversos fatores interferem na resposta do fornecedor a uma mudança inesperada de demanda, pois, caso haja grande aumento no volume de entrega, uma eventual viagem extra deve ser incluída na mesma janela de entrega na montadora (e nem sempre existe essa disponibilidade de tempo e espaço na empresa), deve haver disponibilidade de veículo para o transporte adicional, além da capacidade interna de produção do fornecedor. Essas necessidades representam pontos críticos no processo e podem comprometer a resposta à mudança proposta. No caso de redução de volume do fornecedor, o controle é mais simples, sendo necessário somente reorganizar recursos já previstos para a operação.

Durante a coleta, quando ocorre um atraso no fornecedor ou no transporte que resulta em sobre-estadia na montadora, a cobrança da penalidade a ser paga para o provedor logístico é enviada aos analistas de fluxo de materiais da montadora, que então analisarão o caso e verificarão a causa do atraso. O analista encarregado dirá, então, embasado em evidências, se a cobrança deve ser paga pela montadora ou ainda se deve ser rejeitada, por alguma inconsistência do próprio provedor ou fornecedor. Antes de informar a decisão, o analista repassa a notificação da multa para a área responsável pela mesma dentro da montadora, para melhor análise e veredito. As sobre-estadias causadas por razões de força maior, como trânsito ou acidentes, não serão analisadas por fugirem do escopo deste estudo.

Prosseguindo na descrição do processo, deve-se explicar o procedimento que ocorre no fornecedor. Quando o veículo chega para coletar as peças, os operadores devem recolher as embalagens do caminhão para, então, carregá-lo de itens produtivos. Tal operação, por si só, pode gerar atrasos, dependendo da rapidez dos carregadores e do espaço disponível no caminhão (pode haver a necessidade de remanejar conteúdos para liberar espaço).

Nos casos em que não há peças disponíveis para coleta no momento em que o veículo chega, o caminhão pode esperar a disponibilização das mesmas ou seguir viagem sem tais itens, caracterizando o evento de rotas incompletas, o qual é outro acontecimento que incorre em custos extras e, portanto, deve ser evitado. Essa decisão não é tomada pela transportadora, mas

o motorista deve ligar para seu contato na montadora e explicar a situação. Dependendo da criticidade da peça e outras particularidades da situação, o funcionário na montadora decidirá se o caminhão deve prosseguir ou esperar. Caso seja decidido que o motorista deve prosseguir sem a peça, deve-se garantir que sua coleta seja realizada posteriormente, ainda que por transporte emergencial (mais caro que o transporte padrão).

Atualmente, a montadora não onera seu fornecedor pelo fato de esperar na planta dele; por isso, não é classificada como prioritária em seu atendimento e pode passar mais tempo que outras empresas esperando por seu processo de carga/descarga. Vale lembrar que um atraso em qualquer uma das janelas de coleta de fornecedores pode gerar atrasos para os destinos seguintes, culminando no atraso na própria planta montadora.

A sobre-estadia é caracterizada pela permanência do veículo de carga na montadora por mais de quatro horas. A partir desse tempo, o responsável pelo evento deve pagar um valor pré-definido em contrato, por hora extra de permanência do veículo. O valor depende do tipo de veículo de carga.

No recebimento, podem existir um ou mais operadores em cada uma das nove docas, os quais são responsáveis pela descarga das peças e carregamento de embalagens no veículo. Porém, a mão-de-obra é disponibilizada por janelas definidas; logo, se os funcionários ficarem ociosos porque os veículos programados sofreram atrasos, não necessariamente estarão disponíveis para atender na janela seguinte, caso os veículos cheguem. Dessa forma, os caminhões atrasados perdem prioridade para descarga em janelas que não são as suas próprias, a não ser que se trate de itens críticos à montagem dos veículos (baixa disponibilidade no estoque).

As diversas docas de recebimento representam um modelo de compartilhamento de recursos, pois o mesmo trabalhador pode atuar em mais de uma doca durante o dia. Além disso, uma mesma doca recebe caminhões das variadas modalidades de operação logística no mesmo dia; não há recebimento exclusivo para o *milk-run*, por exemplo.

Por outro lado, os operadores do recebimento não antecipam a descarga de peças de veículos que chegam adiantados; antes, tais caminhões devem esperar até o horário programado de sua janela. Isso ocorre para manter o controle entre janelas reservadas e peças recebidas, além de disponibilizar uma eventual ociosidade em uma das docas para encaixe de veículos com peças críticas ou de rotas anteriores que se atrasaram. De forma geral, não se tem hoje muitos registros de casos em que os veículos foram obrigados a esperar por sua vez por terem chegado antes do horário previsto.

Para os veículos que operam por FTL, existem regras diferenciadas: os colaboradores da respectiva transportadora devem estar habilitados a operar na montadora, ou seja, devem conhecer todos os procedimentos de segurança e operacionais válidos na empresa-cliente. Para isso, realizam o curso de integração oferecido semanalmente na própria montadora. Tal curso contém instruções que seguem as Normas Regulamentadoras (NR) 5 e 7 (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, respectivamente). A exigência do alinhamento com as políticas de segurança e procedimentos da montadora advém do fato de que os operadores das citadas transportadoras possuem acesso à fábrica, portanto, deve-se evitar acidentes por falta de informação.

No caso do *milk-run*, a responsabilidade por oferecer cursos de segurança para seus operadores é da própria empresa contratada para transporte, e não da montadora. A transportadora deve ter meios de evidenciar que oferece tais treinamentos e que seu conteúdo atende às exigências básicas da montadora. Uma vez que o curso é baseado nas normas citadas, seu conteúdo é padronizado e, portanto, sua ministração não apresenta grandes divergências entre as empresas. Vale também destacar que o acesso dos caminhões de *milk-run* somente vai até as docas de recebimento da montadora, não chegando às dependências da fábrica.

Quando o caminhão chega à portaria para ser recebido na montadora e encaminhado à respectiva doca, o motorista deve entregar a nota fiscal para o responsável pelo recebimento administrativo naquele momento. A nota fiscal será então registrada em sistema específico e posteriormente é gerado um documento que funciona como um espelho da nota. Esse documento permanece em posse do motorista, o qual deverá carregá-lo para o recebimento na doca e entregá-lo ao time de manuseio de materiais, pois será a base de conferência de itens.

Em teoria, o que está registrado no espelho da nota fiscal deve ser exatamente o que é descarregado do caminhão, seja em identificação do item como em quantidade. A conferência é feita por sistema de gerenciamento automático, cabendo ao operador apenas escanear a etiqueta de identificação do item.

Caso haja divergências entre o conteúdo da nota fiscal e o conteúdo físico, outro operador é convidado a conferir a carga novamente. Se os dados convergirem na segunda vez, as peças são recebidas e encaminhadas para suas posições no armazém. Caso a inconsistência permaneça, o motorista é notificado e a montadora gera um documento informando a diferença encontrada, o qual é levado ao fornecedor. A partir daí, ocorre um “corte” na nota fiscal, pagando-se apenas pelo material que efetivamente foi descarregado do caminhão, e a informação do pagamento é armazenada em sistema.

O processo de descarga de peças e carga de embalagens retornáveis deve ser feito em, aproximadamente, 80 minutos. Se houver mudança de programação (e, consequentemente, de demanda de itens) no sistema, é possível que o fornecedor não providencie todas as peças esperadas em determinada viagem, devido à falta de recursos para adaptar sua produção ao novo *mix* da montadora em curto prazo. Nas semanas seguintes, porém, a montadora deve programar o fornecedor de forma que atenda sua nova demanda, seja ela superior ou inferior à antiga. Isso potencialmente influenciará na operação logística, pois o volume a ser trazido pode apresentar flutuações até que se regularize novamente o estoque do novo *mix* de produção.

Se a quantidade de peças carregadas excede o planejado, o operador do recebimento pode escolher enviar a carga extra de volta ou então recebê-la em algum espaço de sua área, mas depois cobrar a normalização do estoque por meio das flutuações de volumes de entrega das semanas posteriores.

Quando a peça chega ao recebimento e é escaneada, o sistema de inventário é atualizado e os operadores de empilhadeiras carregam o item para sua posição no estoque, definida previamente pelo *Warehouse Management System* (WMS) da empresa. Cada operador deve realizar aproximadamente 18 carregamentos por hora, sendo o progresso acompanhado em tempo real por meio de uma tela em local de boa visibilidade no armazém. A atualização do número de carregamentos por operador é feita automaticamente, uma vez que a peça é escaneada em seu local de armazenagem e o sistema é alimentado com a informação da chegada do novo item.

Considerando o cenário em que a linha de produção é o cliente e o armazém é o fornecedor de peças, pode-se classificar as políticas de estoque da seguinte forma (de modo simplificado):

- Existem peças que vão diretamente para o ponto de uso na linha de produção e não são armazenadas, principalmente devido ao seu grande tamanho. Para tais peças, aplica-se a política JIT sequenciado;

- Peças de grandes dimensões (ainda que menores que as descritas anteriormente) são armazenadas e atendem ao modelo de revisão contínua de estoque, com pontos de pedido indicados nas respectivas prateleiras. Uma vez atingido o ponto na linha de produção, esta pede mais peças por meio de um sistema interno e o operador do armazém deve carregá-las e descarregá-las em 70 minutos;

- No caso de peças de tamanho médio, usa-se o sistema de *bins*, que funciona como um *kanban* sem o uso de cartões, mas ativado pelo esvaziamento de um dos recipientes (momento em que há reposição, enquanto o próximo recipiente é gradativamente esvaziado);

- Por fim, para itens pequenos, faz-se rotas de coleta no armazém e descarga de peças na linha, sendo que cada rota deve ser completada em 2,5 horas, em média (a duração varia de acordo com as peças a serem coletadas e a demanda na linha). As políticas de estoque apresentadas podem ser vistas no Quadro 9.

Quadro 9 - Política de estoque de acordo com o tamanho da peça

Tamanho da peça	Política de estoque
Muito grande	JIT (Sequenciado)
Grande	Revisão contínua
Médio	<i>Bins</i>
Pequeno	Rotas de <i>picking</i> e descarga de itens

Fonte: Desenvolvido pela autora

Quanto às embalagens retornáveis, os fornecedores de peças são atendidos por um sistema conhecido como “vasilhame”. Consiste na entrega e retorno do mesmo número de embalagens por semana para cada fornecedor, dependendo da quantidade de peças que cada um usualmente produz. As embalagens são transportadas nos mesmos veículos das peças, otimizando a operação (coleta de peças, descarga de embalagens). A partir daí, o grande desafio é adequar as quantidades de embalagens entregues quando há situações emergenciais. Uma saída é desviar embalagens de um fornecedor a outro, ou providenciar embalagens especiais para suprir a demanda. Neste último caso, o recebimento da planta montadora deve ser devidamente avisado de que embalagens especiais serão descarregadas juntamente com as retornáveis.

Os atrasos podem ser relacionados às embalagens quando há, por exemplo, situações de transbordo de peças de uma embalagem para outra na planta do fornecedor. Nesses casos, a transportadora deve contatar a montadora e avisar que, caso ocorra o transbordo, podem ocorrer atrasos. Havendo autorização da montadora, o procedimento ocorre normalmente; caso contrário, deve-se formular um plano de contingência para posteriormente coletar as peças não carregadas.

Quando existe alteração na programação de produção e é necessário cancelar alguma das rotas planejadas por não haver suficiente demanda de determinada peça, surge a questão de como proceder com as embalagens retornáveis devidas ao fornecedor ou que devem ser dele coletadas. Se um veículo é enviado somente pelas embalagens, em seu horário planejado, mas

não coleta peças, a rota recai na classificação de “rota incompleta” e representa um custo adicional à montadora. O número de ocorrências de rotas incompletas é um indicador utilizado pelas operações logísticas para verificar a eficiência do planejamento de viagens. Por outro lado, as embalagens devem ser transportadas, pois, se há redução de volume em um fornecedor, pode haver aumento em outro e, portanto, tais embalagens seriam realocadas. Logo, a alternativa seria contratar um veículo emergencial, o que também onera a montadora. Dessa forma, há divergências sobre qual a melhor postura nesta situação. Vale lembrar que a falta de embalagens no fornecedor pode gerar operação de transbordo e ocasionar atrasos na chegada à montadora.

4.1.2. Metas

No projeto desenvolvido pelo time da empresa, a meta é reduzir os atrasos e níveis de sobre-estadia de veículos na planta montadora para 10% do total de entregas mensais realizadas, ou seja, 10% do total de veículos que transportam peças produtivas até a montadora em um determinado mês. Dessa forma, as operações serão mais eficientes e a empresa será beneficiada interna e externamente.

Atingindo-se a meta, os custos de produção diminuirão e isso pode ser repassado ao cliente. A redução de preços de venda de veículos conjugada à manutenção ou aumento da qualidade do produto eleva a chance de conquista e fidelização de clientes.

O sucesso do projeto pode servir como impulsionador de novas iniciativas semelhantes dentro da empresa, atendendo a um dos objetivos citados no início desta dissertação: a difusão de boas práticas de melhoria contínua em operações e na administração da montadora.

Por fim, existe o benefício de tornar-se uma empresa de referência em operações de suprimento de material, o que a torna mais competitiva no mercado, frente às outras organizações do ramo automobilístico no país.

No Quadro 10, é visto o Termo de Abertura do projeto. Vale ressaltar que o custo de sobre-estadia mostrado é estimado, não refletindo os valores reais da organização por motivos de confidencialidade.

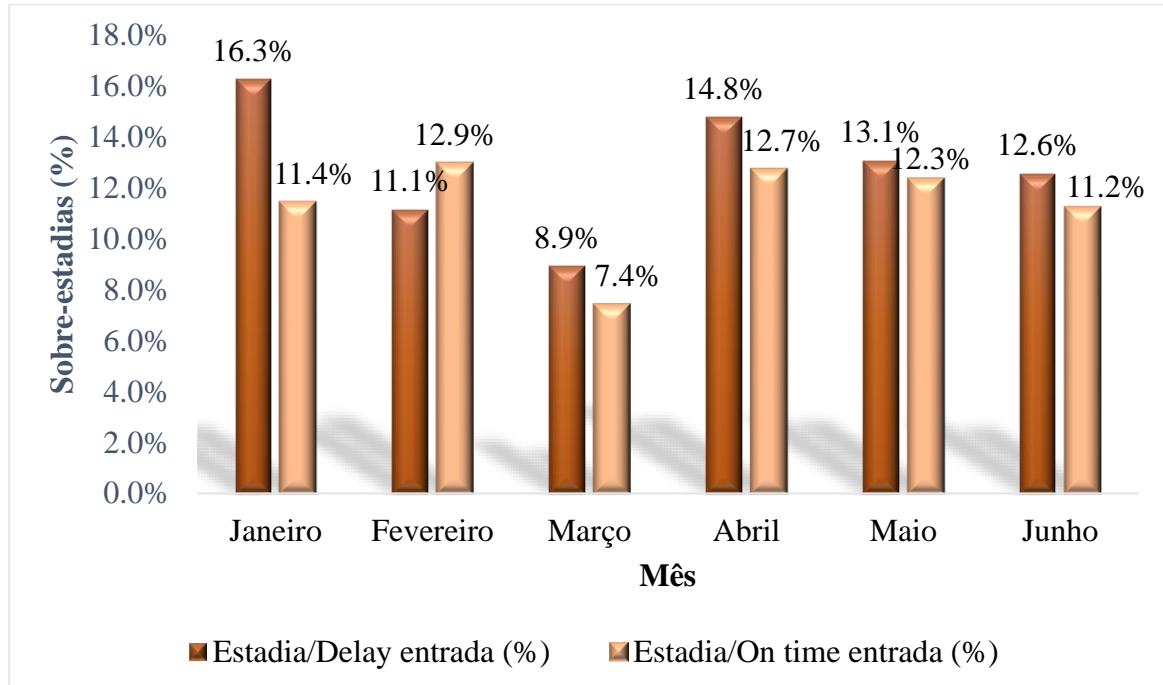
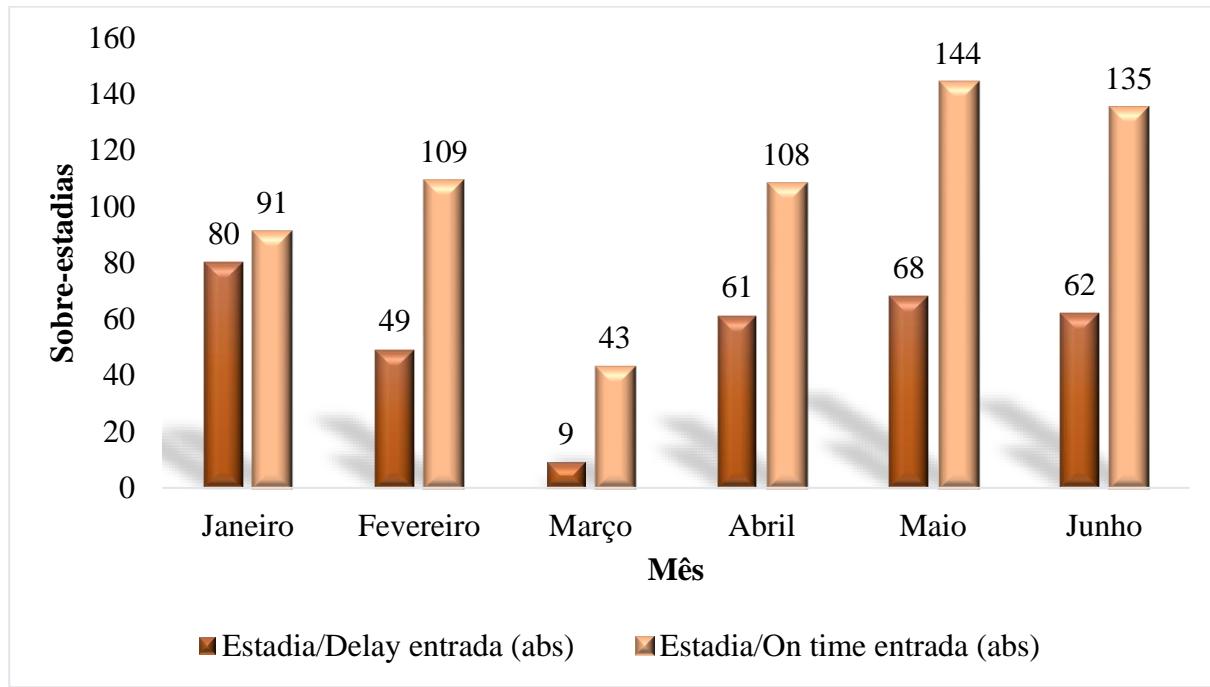
Quadro 10 – Termo de abertura do projeto

Recebimento de Peças				
Descrição do projeto	Investigar as causas de sobre-estadia de veículos na montadora e propor soluções para mitigá-las	Data de submissão	13/11/2017	
Região	Brasil	Stakeholders	- Montadora - Fornecedor - Provedor logístico	
Unidade de negócio	Mercosul	<i>Project Sponsor :</i> [REDACTED]	<i>Executive Champion :</i> [REDACTED]	
Tipo de projeto	Melhoria de processos	Data de primeiros resultados	Primeiro mês após a implantação	Data de aprovação TBD
Problem statement	Aumento do custo produtivo gerado pela sobre-estadia de caminhões na montadora, seja por atraso na chegada ou na operação de descarga de peças. Em média, esse custo é de R\$ 50,00/(veículo*hora de sobre-estadia), sendo a taxa de ocorrência do evento no primeiro semestre de 2017 próxima a 12%. Somente serão considerados os transportes de peças nacionais, não os contêineres com itens importados. Reduzindo esse custo extra, o benefício da redução de desperdício pode ser repassado ao consumidor final no preço do produto.			
Objetivos	Reducir os atrasos na chegada à montadora e nas operações internas, buscando assim diminuição das sobre-estadias. A meta é chegar a, no máximo, 10% de sobre-estadias por mês.	Descrição de benefícios	Redução de custos/Aumento das receitas/Aumento da eficiência operacional	
Impacto financeiro	Sendo a média de tempo de sobre-estadia igual a 2,5 horas e 12.000 o total aproximado de entregas no semestre, temos a seguinte economia anual, sem considerar os demais custos envolvidos com soluções propostas: (R\$50*2,5h*10%*12.000 veículos)*2 semestres = R\$ 300.000,00			
Dentro do escopo	Planta de [REDACTED] Transporte rodoviário/Itens produtivos/Embalagens retornáveis/Fornecedores nacionais	Fora do escopo	Demais plantas/Outros modais/Peças e equipamentos não-produtivos/Embalagens descartáveis/Fornecedores internacionais	
Prazos de projeto (DMAIC)	<i>Define</i> 1 semana	<i>Measure</i> 2 semanas	<i>Analyze</i> 2 semanas	<i>Improve</i> 3 meses
Time de projeto	Jade Antunes	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Recursos necessários	<i>Focal point</i> no fornecedor	Focal point no provedor logístico	Documento de planejamento de rotas	[REDACTED]
Áreas envolvidas	Operação Logística, Fluxo de Material, Recebimento de Material, Provedor Logístico, Planejamento de Produção			
Aprovador de Finanças	[REDACTED]	Aprovador da Unidade	[REDACTED]	Update 02/11/2017

Fonte: Desenvolvido pela autora

4.2. Medição

A medição foi realizada por meio de indicadores (KPIs) que revelam os resultados do recebimento de peças na montadora. Ao se analisar as chegadas de veículos durante o primeiro semestre de 2017, verificou-se que um veículo que chega atrasado está mais suscetível a sofrer sobre-estadia do que um que chegou no horário planejado, como se vê nas Figuras 8 e 9.

Figura 7 – Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias – 1º semestre (%)**Fonte:** Desenvolvido pela autora**Figura 8 – Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias – 1º semestre (número absoluto)****Fonte:** Desenvolvido pela autora

Nos gráficos anteriores, é possível visualizar a quantidade de ocorrências em cada mês, tanto em números absolutos quanto relativos. A série “Sobre-estadia/*Delay*” indica a ocorrência de sobre-estadia precedida por atraso na chegada à montadora, enquanto a série “Sobre-estadia/*On time*” indica as sobre-estadias que ocorreram mesmo com a chegada pontual (ou adiantada) do veículo. O mês de fevereiro é o único que apresenta a taxa de conversão de chegadas pontuais em sobre-estadias mais elevada que a de atrasos, mas tal fato pode ser explicado pelas condições específicas da operação da montadora no referido mês, com rearranjos internos.

A seguir, serão dispostos os dois principais indicadores relativos a atrasos a que se teve acesso na pesquisa.

4.2.1. KPIs existentes

Operacionalmente, a empresa trabalha com indicadores próprios e também com os das empresas que a ela prestam serviço de transporte, como os provedores logísticos. As medições são apresentadas mensalmente. A seguir serão descritos os principais KPIs relacionados ao momento de chegada do veículo nas plantas e os responsáveis pela sua formulação:

- “*On Time Performance*” é um indicador subdividido em *chegadas na planta montadora* e *chegada no fornecedor*. É medido pelo número de chegadas dos veículos que chegam nas plantas dentro do horário programado. Para esse indicador, quanto maior o valor, melhor. A medição é realizada pelo provedor logístico.

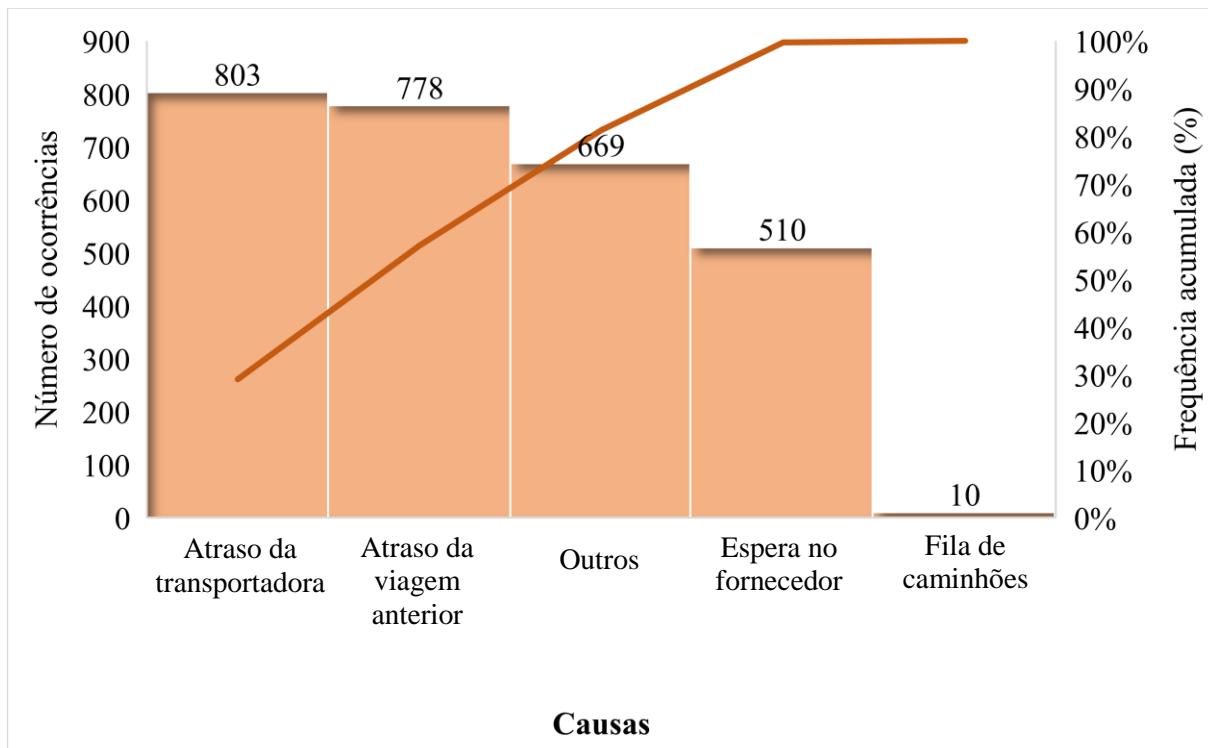
- “Não-atendimento às janelas de entrega” indica o número de viagens em que o veículo chegou fora do horário esperado na planta montadora. Quanto menor o indicador, melhor. A medição é feita pela própria montadora em estudo.

Também há indicadores relativos aos parceiros da cadeia de suprimento, como a relação de atendimento do fornecedor à programação de produção enviada pela montadora e a lista dos fornecedores que apresentam maiores problemas operacionais; relativos à logística, como o número de fretes emergenciais contratados no referido mês (pela criticidade de peças na linha de produção) e a porcentagem média de ocupação dos veículos de transporte (busca-se otimizar a carga em embalagens que sejam adequadas ao caminhão, às peças e aos carregadores); entre outros. Porém, o indicador de não-atendimento às janelas chama a atenção por alguns aspectos que serão detalhados a seguir.

4.2.2. Análise dos KPIs

Ao investigarem-se as causas de atraso na planta montadora, as quais levavam a níveis expressivos no indicador “Não-atendimento às janelas de entrega”, notou-se que as transportadoras contratadas pelo provedor logístico eram responsáveis por mais de 90% dos atrasos capturados no semestre, como se pode ver na Figura 10. Uma vez que os números mensais apresentados pelo provedor logístico no indicador “*On Time Performance*” indicavam um excelente nível de serviço (mínimo de 95% de atendimento às janelas), percebeu-se a necessidade de compreender em detalhes os fatores que compunham cada KPI, para garantia de que os eventos medidos eram equivalentes.

Figura 9 – Diagrama de Pareto dos fatos geradores de atraso na chegada à montadora



Fonte: Desenvolvido pela autora, baseado em documento da empresa

Em maio, uma análise dos KPIs “*On Time Performance*” e “Não-atendimento às janelas de entrega” foi realizada com base nos meses de fevereiro e abril de 2017. Janeiro não foi contabilizado por conter parte das férias coletivas e março também não foi incluído nas medições por haver rearranjos internos. Os seguintes resultados foram obtidos:

- “Não-atendimento às janelas de entrega”:

- Os veículos adiantados também eram incluídos entre os que estavam fora do horário programado. A partir da detecção deste fato, foi definido que o indicador não mais deveria refletir tais veículos, pois estes não representavam risco ao abastecimento da planta. Agora, os veículos adiantados seriam classificados como pontuais;
- Todas as operações logísticas estavam incluídas neste indicador, não somente o *milk-run* e FTL, os quais são atendidos pelo referido provedor logístico. Assim, transportes emergenciais, fretes entre plantas da empresa automotiva e caminhões com material importado (vindos do porto) eram contabilizados conjuntamente, mascarando as operações que representavam maiores problemas em relação à pontualidade na chegada à montadora. Como melhoria, foi sugerido que o referido indicador fosse então discriminado por tipo de operação logística, refletindo a real contribuição de cada um ao atraso na planta;
- Somente a planta em estudo nesta dissertação era contabilizada no indicador.

- “*On Time Performance*”:

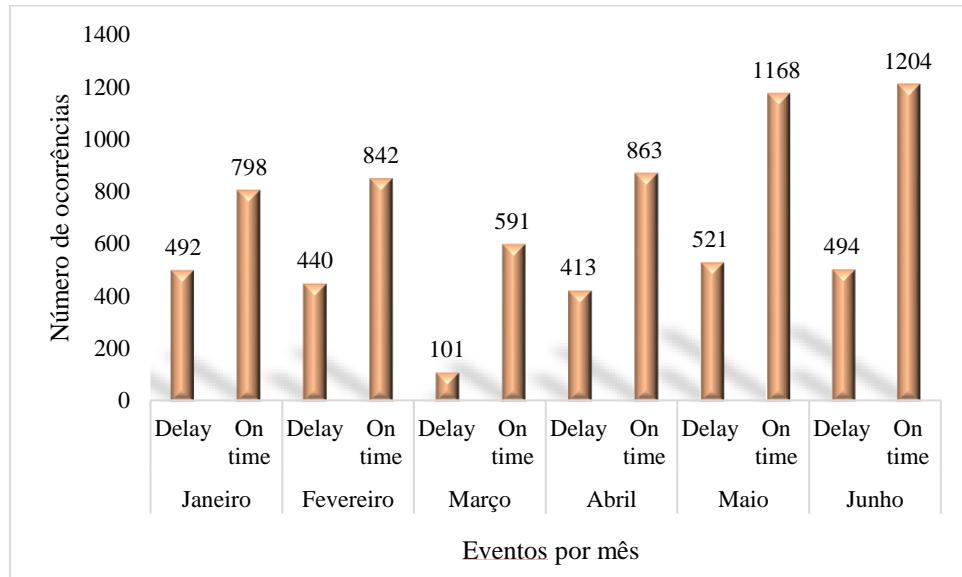
- O indicador somente refletia as chegadas sob responsabilidade do provedor logístico. As operações de transporte realizadas por outras empresas não relacionadas ao provedor não eram incluídas nas performances relatadas. Como sugestão, o indicador deveria passar a considerar todas as chegadas;
- Todas as plantas da empresa automotiva eram contabilizadas neste indicador, desde que atendidas pelo dado provedor logístico. Foi sugerido então que o indicador passasse a ser discriminado por planta, mostrando-se também um resultado geral com a soma de todas as ocorrências.

O indicador de não-atendimento às janelas de entrega foi rapidamente modificado pela montadora, estando disposto para visualização no Apêndice A. Nele, é possível observar a situação antiga e a atual.

4.2.3. *Informações adicionais*

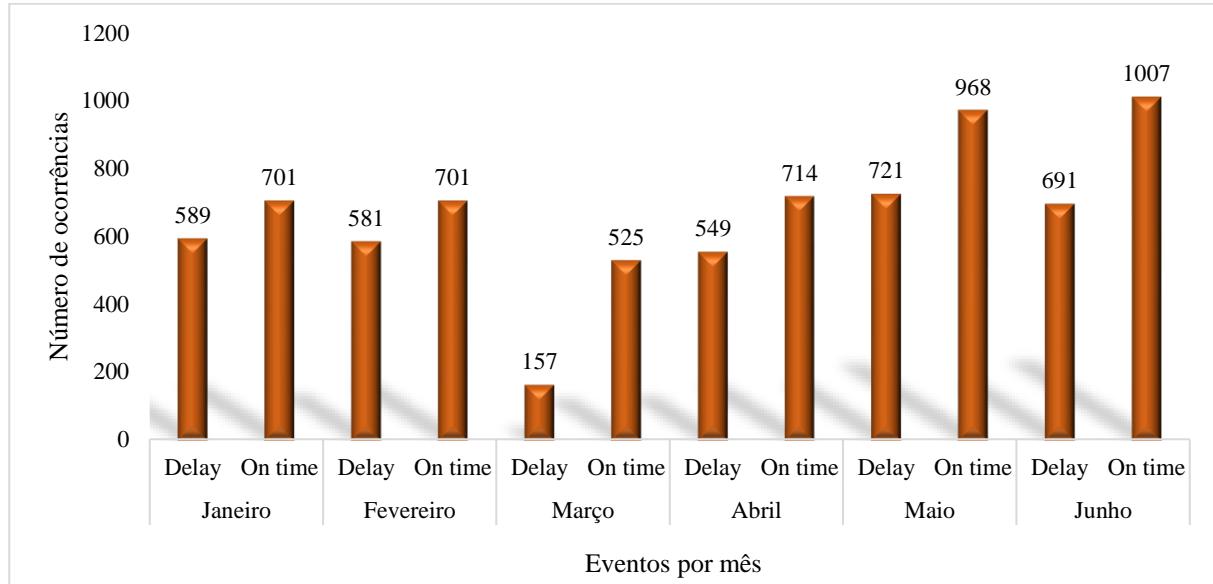
Analizando todo o primeiro semestre do ano, foram levantadas informações a respeito da pontualidade nas chegadas e saídas dos veículos na montadora, considerando as modalidades de *Milk-run*, FTL, Interplantas e *Linehaul*. Foram obtidos os gráficos das Figuras 11 e 12.

Figura 10 – Gráfico das chegadas pontuais e atrasadas na montadora



Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 11 – Gráfico de saídas pontuais e com atrasos na montadora

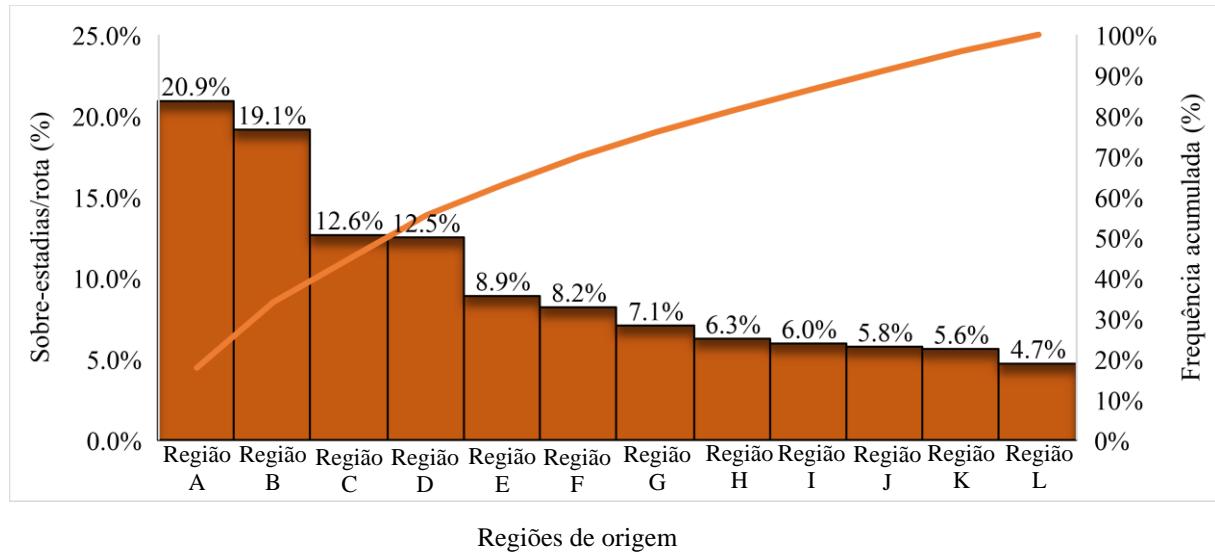


Fonte: Desenvolvido pela autora

Em seguida, verificou-se o nível de sobre-estadias geradas ao longo do semestre, divididas por regiões de origem. Os resultados percentuais podem ser vistos a seguir. Na Figura 13, as medidas são relativas ao total de viagens de cada região, enquanto na Figura 14, são relativas à

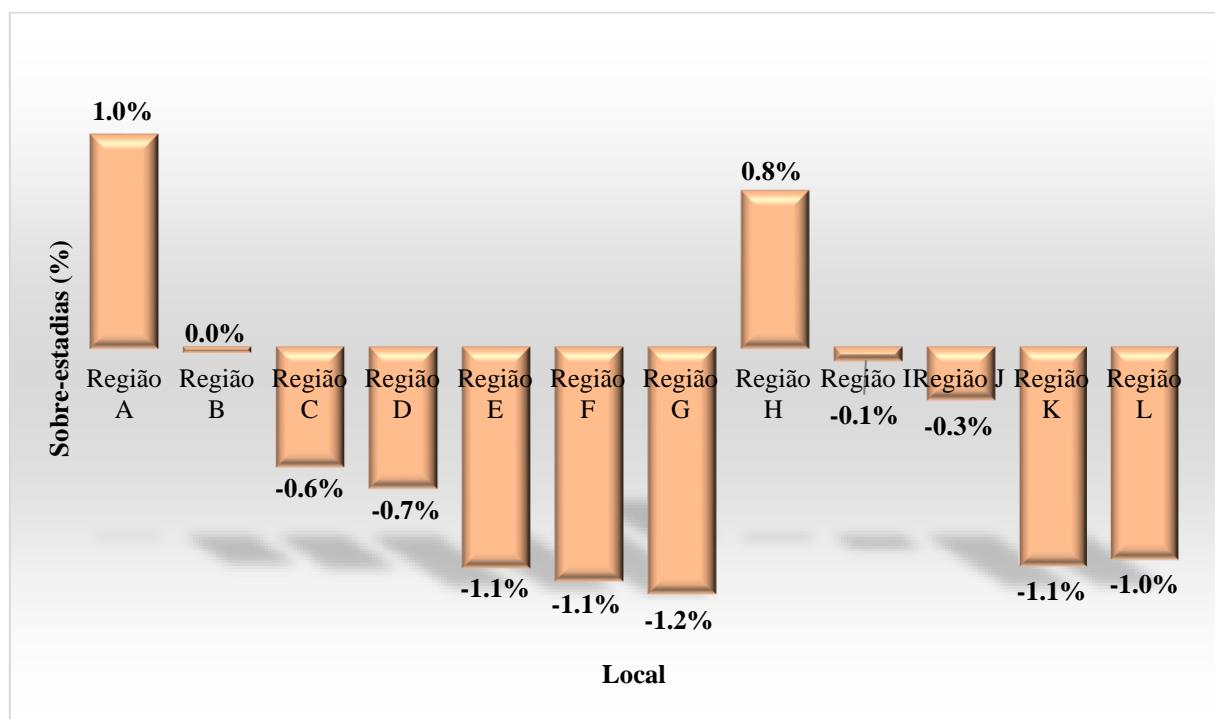
média ponderada de sobre-estadias de todas as regiões no semestre (ponderada pelo nível de sobre-estadias em relação ao número de chegadas em cada mês).

Figura 12 – Gráfico de sobre-estadias/região (%)



Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 13 – Gráfico de sobre-estadias/região – média ponderada (%)



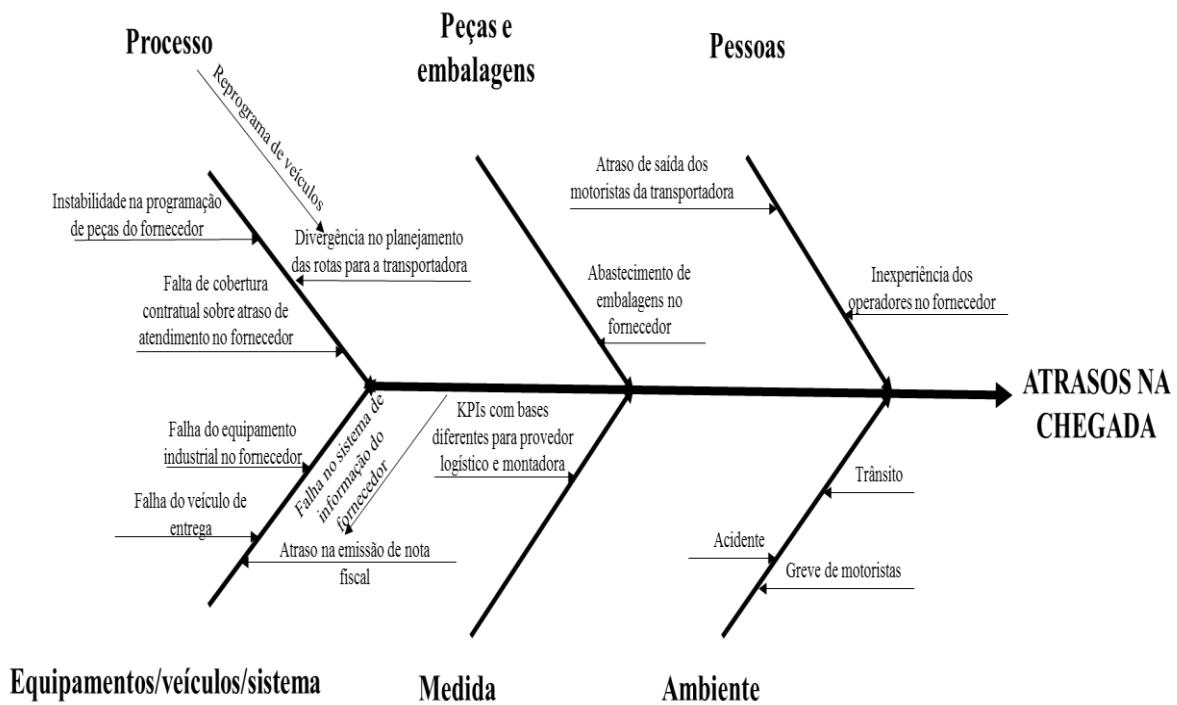
Fonte: Desenvolvido pela autora

As rotas das Regiões A e B destacam-se por seus níveis de sobre-estadia. Contudo, isso pode ser explicado pelo enorme volume de rotas da Região A, ampliando o espaço amostral para ocorrências de sobre-estadias; no caso da Região B, as ocorrências se devem à grande distância até o destino, aumentando a probabilidade de haver incidentes que atrasem o percurso e gerem sobre-estadias.

4.3. Análise

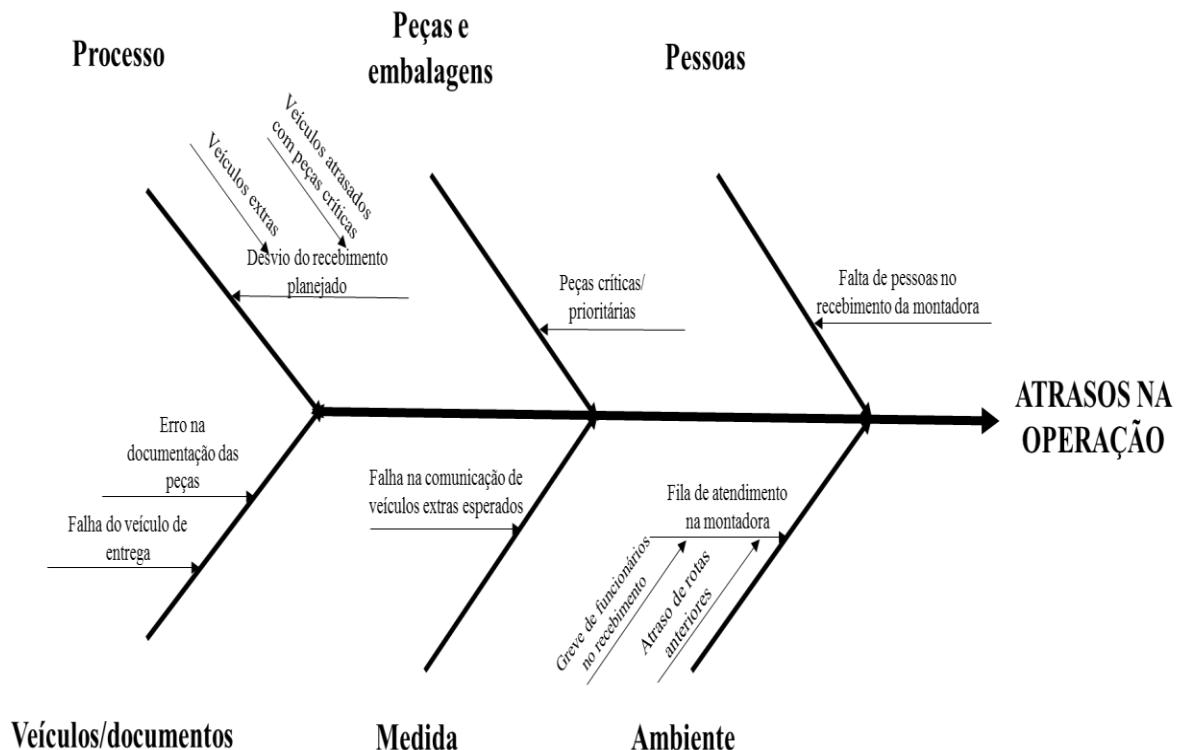
Utilizando a ferramenta de Qualidade conhecida como “Diagrama de Ishikawa” (Figuras 15 e 16), as possíveis causas dos elementos dispostos na Figura 17 foram levantadas de forma segmentada (dentro e fora da planta montadora).

Figura 14 - Diagrama de Ishikawa – atrasos na chegada



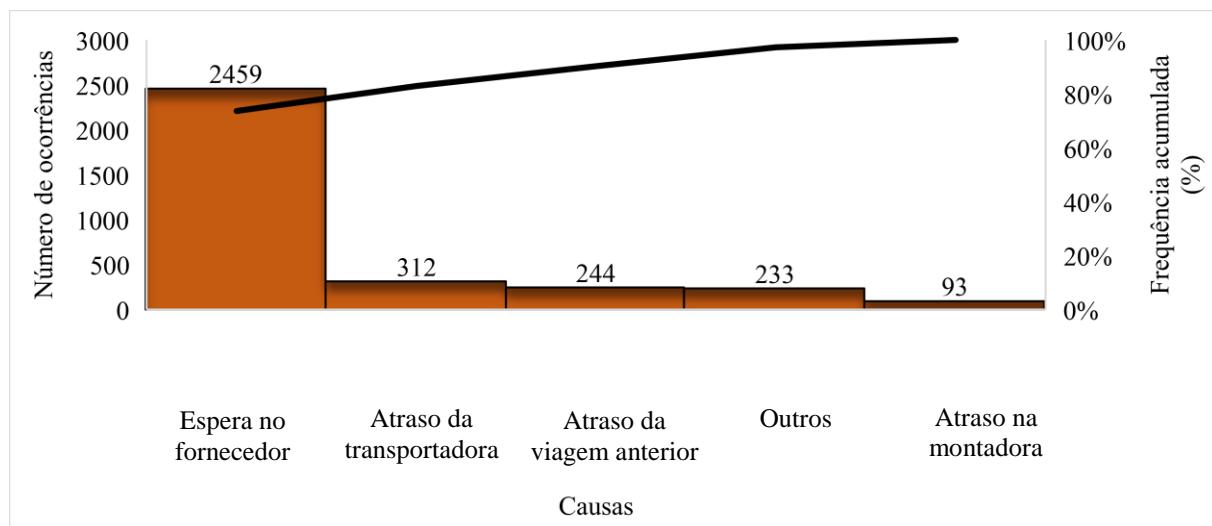
Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 15 - Diagrama de Ishikawa – atrasos na operação



Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 16 - Gráfico dos fatos geradores de sobre-estadia na montadora



Fonte: Desenvolvido pela autora

Tanto na Figura 10 quanto na Figura 17, a causa indicada como “Outros” é composta principalmente por fatores como trânsito e falha mecânica dos veículos, os quais não serão aqui considerados.

Ao observar a Figura 17, vê-se que, de fato, longas esperas na planta do fornecedor são bastante recorrentes como fatos geradores de sobre-estadias na montadora (aproximadamente 80% do total analisado). Pela Figura 15, tais demoras podem ter relação com:

- a. *Cadência de abastecimento de embalagens retornáveis na planta do fornecedor*, atrasando a liberação de peças quando faltam embalagens apropriadas – transbordo citado anteriormente;
- b. *Nível de habilidade operacional dos funcionários da empresa fornecedora*;
- c. *Atraso na produção de peças por uma mudança repentina de mix de produtos na montadora*. Neste caso, ainda que o fornecedor consiga atender à nova demanda, necessitará de mais embalagens para carregar as peças adicionais, o que pode incorrer novamente na questão de descompasso no retorno de embalagens.

A seguir, serão então propostas melhorias para reduzir a espera no fornecedor.

4.3.1. Propostas de solução

A seguir, serão propostas três alternativas de solução, buscando abordar em cada alternativa uma ou mais causas destacadas anteriormente (capacidade de operação no fornecedor, abastecimento de embalagens ou variação de demanda). A matriz de decisão será apresentada na seção seguinte.

Proposta A

A proposta consiste em aumentar o número de embalagens disponíveis no fornecedor, provendo a ele um estoque de segurança para absorver flutuações da demanda. Dessa forma, cada fornecedor teria todas as embalagens de que precisasse. Se o volume de produção do fornecedor aumentasse e exigisse maior fluxo de embalagens de forma urgente, estas seriam adquiridas e alocadas a ele rapidamente, ao invés de reorganizar coletas de embalagens em outros parceiros, realizadas somente em dias específicos.

Esta proposta requer investimentos financeiros e, portanto, sua aprovação está sujeita a considerações de áreas diversas dentro da empresa, seja financeira, operacional ou administrativa.

Objetiva-se que os atendimentos sejam então realizados de forma mais rápida no fornecedor e as chances de atraso na chegada à montadora diminuam.

A quantidade ótima de embalagens a ser estocada pelo fornecedor dá-se pela contraposição de tal custo de estoque com a economia gerada pela consequente redução de atrasos e sobre-estadias. Esta análise pode ser feita por meio de um estudo de simulação.

Proposta B

Alternativamente, propõe-se praticar a gestão de processos no fornecedor, padronizando as operações de carga de peças/descarga de embalagens. Em seguida, seria oferecido um treinamento para os operadores da planta fornecedora, a fim de reduzir o tempo de atendimento e consolidar boas práticas. Conjuntamente, devem ser feitos os trâmites legais para onerar o fornecedor pela demora excessiva no atendimento à montadora.

O treinamento deve ser realizado por profissionais qualificados e que compreendam as implicações técnicas, econômicas e ergonômicas da operação de carga/descarga de veículos. Os procedimentos devem ser padronizados e documentados, de forma a facilitar a consulta de informações posteriormente e o ensino de novos funcionários.

Assim, espera-se passar menos tempo no fornecedor e chegar pontualmente à montadora para descarregar as peças.

Proposta C

A última proposta consiste em gerenciar a tomada de decisão entre o envio de transportes emergenciais ao fornecedor e a execução de rotas já existentes para buscar embalagens somente. Neste último caso, ocorre a rota incompleta.

Propõe-se que as decisões sejam tomadas com base em estudos numéricos, a fim de garantir maior objetividade ao processo.

Dessa forma, buscar-se-á o melhor modo de otimizar o fluxo de embalagens entre fornecedores e montadora sem necessidade de altos investimentos financeiros, com sinergia entre áreas e empresas que já são parceiras.

Adicionalmente, a fim de manter os custos com os transportes de embalagem dentro de um nível controlável, propõe-se definir o intervalo aceitável de variação de *mix* de produção, garantindo à cadeia de suprimento maior estabilidade e segurança em suas operações. Tal intervalo deve ser definido em 10 semanas, por meio da observação dos carregamentos

realizados, ocorrências de atraso por falta de embalagem e sua possível relação com a mudança do *mix*. Posteriormente, para variações acima do intervalo definido, os times de análise logística e operacional deverão aceitar ou rejeitar as mudanças de *mix*, conforme cada situação.

Os estudos devem ser feitos com base nos valores contratados de cada tipo de transporte (emergencial ou padrão) e a distância a ser percorrida. Além disso, também importa o prazo de entrega do serviço e a criticidade da peça ou do estoque de embalagens.

O controle do *mix* deve ser realizado por todas as áreas envolvidas neste estudo de recebimento de peças. A participação das lideranças é fundamental para o sucesso de tal medida, uma vez que os argumentos de todos os lados devem ser conhecidos e respeitados e, ao final, uma decisão operacional e tática deve ser tomada, alinhada à estratégia da empresa.

4.3.2. Critérios da matriz de decisão

Os critérios a serem considerados para avaliação de cada proposta na matriz de decisão são:

- Custo: uma vez que não é permitido expor os custos da montadora, será feita uma análise qualitativa dos custos financeiros que cada proposta exige (peso: 0,25);
- Complexidade de implantação: considera mudanças estruturais e gerenciais das empresas envolvidas e eventuais interesses conflitantes (peso: 0,2);
- Prazo de implantação: leva em conta a rapidez ou a demora de implantação do plano, a fim de observarem-se resultados para medição e controle (peso: 0,05);
- Facilidade de manutenção e controle: avalia a factibilidade de existir um acompanhamento frequente às mudanças observadas ou padrões mantidos com os novos processos instalados (peso: 0,15);
- Risco: uma análise de risco deve ser realizada a fim de prepararem-se planos de ação para eventuais falhas no processo. Este critério avalia a exposição a riscos que determinada alternativa apresenta (peso: 0,35).

Cada um deles receberá uma escala de notas, as quais serão atribuídas às propostas e multiplicadas pelo peso do critério (indicado entre parênteses ao fim da descrição de cada critério apresentado). Dessa forma, a proposta com maior nota será a vencedora, sendo seu plano de implantação detalhado na próxima seção.

Especificamente para o critério Risco, as notas serão dadas de acordo com a pontuação indicada pelo RPN, recebendo três notas possíveis na matriz: 1, 3 ou 5. Assim, a proposta com maior RPN receberá nota 1, e assim sucessivamente até a proposta de menor RPN, a qual indica menor criticidade e, portanto, receberá nota 5.

A escala de notas pode ser vista no Quadro 11. O critério “Risco” não foi incluído porque sua atribuição de notas seguirá o racional exposto anteriormente.

Quadro 11 - Escala de notas

Notas	Custo Peso: 0,25	Complexidade Peso: 0,2	Prazo Peso: 0,05	Manutenção e controle Peso: 0,15
0	Dificuldade de controle	Alta complexidade	Acima de 18 meses	Difícil manutenção e controle
1			De 12 a 18 meses	
2		Média complexidade	De 9 até 12 meses	Intermediário
3	Controle parcial	Baixa complexidade	De 6 até 9 meses	
4	Maior controle e visibilidade de cenários		De 2 até 6 meses	Fácil manutenção e controle
5		Até 2 meses		

Fonte: Desenvolvido pela autora

O método utilizado para a análise de risco (FMEA) foi adaptado à situação. Ou seja, não houve avaliação das medidas implantadas ou dos novos índices de Severidade, Ocorrência, Detecção e Risco, pois ainda nenhuma ação foi tomada e os estudos servem somente para fins de suporte à decisão de qual proposta deve ser recomendada.

Os formulários preenchidos do FMEA podem ser vistos nos Quadros 12, 13 e 14 e seus resultados serão utilizados na matriz de decisão.

A seguir será feita a avaliação e justificativa das notas atribuídas a cada proposta, definindo-se a alternativa vencedora.

Quadro 12 - Análise FMEA (proposta A)

Descrição do Produto/Processo	Função(s) do Produto/Processo	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa de Falha em Potencial	Controles atuais	Índices				Ações de Melhoria	
						S	O	D	R	Ações recomendadas	Responsável/Prazo
Compra de embalagens conforme variar a necessidade do fornecedor e/ou a demanda de produção	Garantir que o fornecedor tenha todas as embalagens de que precisar no momento correto e no lugar correto, a fim de agilizar o processo de carregamento de peças e chegada na planta montadora	Falta de controle dos gastos com compra de embalagens	Prejuízo frente ao orçamento planejado na área	Aumento indefinido de gastos para nova compra	Aprovação da liderança para nova compra	6	7	3	126	Limitar os investimentos até determinado valor	Time de embalagens/Primeira semana de implementação
	Obsolescência ou perda de embalagens por nova alteração de produção	Investimento desnecessário em embalagem	Variação na produção	Controle sistemico	8	7	7	392	Garantia de retorno de embalagens que sobrarem à montadora	Times de Operações Logísticas e Embalagens/Primeira semana de implementação	
	Perda de controle da quantidade de embalagens no fluxo	Baixo nível de confiabilidade nos processos e operações logísticas	Grande variação nas quantidades	Uso do sistema vasilhame	5	7	7	245	Controle sistemico, atualizando novas aquisições	Time de embalagens/Última semana antes da implementação	

Fonte: Desenvolvido pela autora

Análise do Tipo e Efeito de Falha

Nome do Processo: Compra de embalagens (Proposta A)
Data: XX/XX/2017
Folha No. 1 de 3

X FMEA de Processo
FMEA de Produto

Análise do Tipo e Efeito de Falha

Nome do Processo: Colaboração Fornecedor-Cliente (Proposta B)
 Data: XX/XX/2017
 Folha No. 2 de 3

X FMEA de Processo
 X FMEA de Produto

Descrição do Produto/Processo	Função(es) do Produto/Processo	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa de Falha em Potencial	Controles atuais	Índices			Ações de Melhoria		
						S	O	D	R	Ações recomendadas	Responsável/Prazo
Treinamento junto ao fornecedor para carga e descarga de peças	Diminuir o tempo de atendimento no fornecedor	Perda dos processos treinados, voltando aos níveis iniciais de atendimento	Desperdício de recursos em treinamento Permanência do nível de sobre-estadia na montadora	Saída de funcionários do fornecedor, sem deixar processos registrados	Não há	8	3	4	96	Padronização e manutenção do registro de todos os processos treinados	Time de treinamento da montadora e do fornecedor/A cada treinamento
Acordo contratual acerca de penalizações por espera no fornecedor	Reducir o tempo de espera no fornecedor	Exigibilidade de aumento de preço do fornecedor por conta da nova disposição legal	Fornecedor passa a não ser o melhor parceiro comercial nas novas condições	Proteção extra para o fornecedor, em termos econômicos	Negociação com escala	5	1	2	10	Estipulação de um valor máximo para negociação, de forma a não prejudicar as finanças da cadeia	Time comercial da montadora/Duas semanas antes da implementação
Investimento direto na capacidade produtiva do fornecedor	Maior garantia de atendimento a variações de produção	Perda dos recursos investidos Ameaça de fornecedor suprir um concorrente	Rompimento com o fornecedor após investimento	Mudança estratégica da montadora ou do fornecedor	Não há	8	1	1	8	Garantia de tempo de serviço Garantia de uso exclusivo de recursos	Time jurídico e comercial da montadora/Dois meses antes da implementação

Fonte: Desenvolvido pela autora

Quadro 14 - Análise FMEA (proposta C)

Descrição do Produto/Processo	Função(ões) do Produto/Processo	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa de Falha em Potencial	Controles atuais	Índices				Ações de Melhoria	
						S	O	D	R	Ações recomendadas	Responsável/Prazo
Decisão entre viagens emergenciais ou aproveitamento de rotas existentes para coleta e entrega de embalagens	Reducir os custos com novas embalagens	Desvio do cenário planejado, invalidando a decisão previamente tomada	Maior custo de transporte de embalagem	Falta de veículos para a viagem escolhida	Sistêmico, com resposta reativa	4	7	3	84	Estudos que incluem planos de contingência, de forma proativa	Time de planejamento logístico/Uma semana antes da implementação
	Suprir os fornecedores com as embalagens necessárias no momento correto	Variação da demanda além dos limites estabelecidos	Transporte desnecessário por embalagens								
Redução de variabilidade no processo produtivo	Maior controle e previsibilidade no suprimento da cadeia	Baixa confiabilidade no processo	Não-alinhamento entre as áreas envolvidas	Não há	8	2	1	16	Alinhamentos semanais entre as áreas de interesse	Time envolvido na definição de demanda/Triês semanas antes da implementação	
		Troca de liderança e seu não-alinhamento às práticas de controle estabelecidas	(embalagens ou peças)	Mudança estratégica	Não há	8	1	1	8	Estabilidade estratégica	Time executivo/Um mês antes da implementação

Fonte: Desenvolvido pela autora

Análise do Tipo e Efeito de Falha

Nome do Processo: Otimização do fluxo de embalagens e controle produtivo (Proposta C)

X FMEA de Processo
FMEA de ProdutoData: XX/XX/2017
Folha No. 3 de 3

4.3.3. Avaliação das propostas e matriz de decisão

Antes de proceder à avaliação, deve-se levar em consideração o fato de que, quanto ao Risco, a proposta A apresenta quatro modos de falha e, portanto, quatro notas, enquanto as demais limitam-se a três. Dessa forma, para igualar as bases, somente serão contabilizadas as 3 menores notas da proposta A. As pontuações RPN e as respectivas notas serão dispostas na avaliação que se segue.

Proposta A

- Custo: A dificuldade de controle de custos é elevada neste caso, pois a proposta é reativa à variação da demanda de mercado. Dessa forma, a compra de embalagens pode ocorrer semanalmente, com a liberação de alterações de programação de produção, além de immobilizar embalagens em fornecedores cuja demanda diminua. Ou seja, os custos serão acumulados ao longo do mês e o desperdício pela má gestão de embalagens gerará perdas financeiras de médio e longo prazo. (Nota:0);
- Complexidade de implantação: a complexidade é baixa, pois envolve um processo básico de compra de embalagens e entrega das mesmas ao fornecedor. A conferência de volume de produção para verificar a necessidade de novas embalagens já é realizada atualmente, não sendo um item que acrescenta dificuldade na implantação da solução. Merece atenção, porém, o fato de que deve haver um novo método de gestão das embalagens nos fornecedores, para que não se tornem obsoletas rapidamente e para que haja um limite em sua aquisição, mantendo o nível de estoque de embalagens próximo ao ótimo. (Nota: 4);
- Prazo de implantação: o plano pode ser implantado imediatamente. (Nota: 5);
- Facilidade de manutenção e controle: como explicado anteriormente, é difícil prever a necessidade de novas embalagens nos fornecedores, além de haver a tendência de perda de visibilidade das embalagens que deixarão de ser usadas por redução da demanda de determinado fornecedor. Assim, os resultados gerados em termos de tempo de atendimento na planta do fornecedor são controláveis e mensuráveis, mas a situação não é tão simples quando se refere ao controle do fluxo de embalagens. (Nota: 2);
- Risco: pela análise de risco apresentada, a proposta carrega um alto potencial de perdas e desperdícios nas operações das empresas envolvidas, podendo acarretar problemas futuros na gestão logística de embalagens. (RPN = 419 → Nota: 1).

Proposta B

- Custo: deve ser feito um investimento nos fornecedores, no que se refere aos treinamentos. Além disso, uma eventual demora de atendimento no fornecedor após os treinamentos será compensada financeiramente à montadora. (Nota:5);
- Complexidade de implantação: proposta de complexidade alta, pois envolve agentes externos à montadora. As questões legais representam um acréscimo no nível de complexidade, já que novas cláusulas devem ser negociadas em contratos já existentes. (Nota: 1);
- Prazo de implantação: o horizonte de planejamento e execução toma como base a unidade de meses. Para o treinamento acompanhado da renegociação contratual sobre os atrasos no fornecedor, estima-se um prazo de dois meses. Este cenário pode ainda ser modificado caso haja envolvimento em mudanças estruturais; nesse caso, o prazo aumentaria. (Nota: 4);
- Facilidade de manutenção e controle: uma vez instaurado o novo contrato, sua manutenção é relativamente simples. Treinamentos podem ser replicados em diferentes fornecedores, ou a base de treinamentos diferentes dentro de um mesmo fornecedor pode ser reutilizada; seus resultados podem ser medidos posteriormente, como o tempo de atendimento. A capacidade produtiva também pode ser acompanhada pelo apontamento constante de entregas do fornecedor em questão. (Nota: 4);
- Risco: pela análise feita, há o risco de o fornecedor sair do negócio e levar conhecimento e recursos para operações de concorrentes. ($RPN = 114 \rightarrow$ Nota: 3).

Proposta C

- Custo: uma vez que, sendo acionada, o custo de uma rota já existente será pago com o ou sem o transporte de peças produtivas em cada uma das paradas, este não representa um fator de mudança em relação ao cenário atual. A novidade surge no frete emergencial e no custo da porção da rota que corresponde à rota incompleta. Segundo o racional de manter registros e cálculos do estudo de cada caso, entende-se que o transporte emergencial, quando escolhido, representa um custo ainda menor que o de uma rota incompleta. O contrário também é válido; logo, a análise financeira tende a ser positiva. Por outro lado, a aderência a um modelo de menor variação no *mix* de produção

pode significar perdas de vendas para a montadora, e estas são somente estimadas. (Nota:3);

- Complexidade de implantação: a complexidade para este caso é média, pois o estudo envolvido na tomada de decisão pelo tipo de transporte de embalagens não é complexo, mas a negociação entre diversas áreas do negócio para restringir os limites de variação do *mix* é bastante trabalhosa, envolvendo agentes e interesses conflitantes. (Nota: 2);
- Prazo de implantação: a proposta pode ser implantada imediatamente em sua porção operacional, mas a decisão estratégica quanto à limitação de variação do *mix* pode levar diversas semanas ou até meses entre negociações e acordos. (Nota: 4);
- Facilidade de manutenção e controle: é possível acompanhar com relativa facilidade os resultados financeiros das contratações de transportes para embalagens. A programação de produção e suas variações também podem ser acompanhadas semanalmente. Finalmente, também é possível acompanhar o impacto de tais medidas no tempo de permanência dos veículos nos fornecedores e a ocorrência de eventos adversos por falta de embalagem em algum dos parceiros da cadeia. (Nota: 5);
- Risco: ainda pela análise realizada, o risco é baixo e de fácil mitigação na parte operacional, bastando que haja suporte aos analistas em seus estudos e nos métodos de cálculo, padronizando-os. Na porção estratégica, existe o risco considerável de não se atingir o nível esperado de controle de produção, devido aos diversos interesses envolvidos. (RPN = 108 → Nota: 5).

Com tais descrições e justificativas, a matriz de decisão final pode ser vista no Quadro 15.

Quadro 15 - Matriz de decisão

Critérios	Custo	Complexidade	Prazo	Manutenção e controle	Risco	Total
Peso	<u>0.25</u>	<u>0.2</u>	<u>0.05</u>	<u>0.15</u>	<u>0.35</u>	<u>1</u>
Proposta A: compra de embalagens	0	4	5	2	1	1.7
Proposta B: treinamento do fornecedor	5	1	4	4	3	3.3
Proposta C: estudo e controle de <i>mix</i>	3	2	4	5	5	3.85

Fonte: Desenvolvido pela autora

A proposta vencedora, portanto, é a Proposta C. A seguir, seu plano de implantação será detalhado.

4.4. Melhoria

4.4.1. Plano de ação

Para a proposta escolhida, foi elaborado na empresa um plano para implantá-la gradualmente. O primeiro ponto a ser considerado é que, por se tratar de uma fase inicial de mudanças, os estudos a serem feitos para tomada de decisão a respeito do transporte utilizado para carga e descarga de embalagens é uma prática nova. Deve ser realizada por todos os analistas responsáveis por rotas que tenham sido afetadas por alterações da demanda.

Inicialmente, tais estudos estarão sob construção, selecionando variáveis de fato relevantes para o resultado final e propondo um método de cálculo bem definido até que, finalmente, o mesmo processo seja utilizado por todos os analistas. Este processo deve ser pautado pelas seguintes considerações: o transporte mais adequado para cada situação deve disponibilizar as embalagens rapidamente para onde são necessárias no fluxo, reduzindo o tempo de espera nos fornecedores por razões de falta de embalagem retornável; além disso, deve ser possível obter

maior controle dos custos logísticos, uma vez que as coletas exclusivas de embalagem serão visualizadas com antecedência e incluídas na previsão de custos do mês.

O estudo demanda informações de metragem cúbica transportada, o que é obtido do time de embalagens. Além disso, deve-se conhecer a massa das peças que eventualmente serão transportadas acrescidas das embalagens retornáveis, se o fornecedor fizer parte de uma malha compartilhada. Assim, o veículo utilizado será adequado ao tamanho da carga e seu peso conjuntamente. Finalmente, devem-se conhecer os custos de contrato do frete emergencial e da rota incompleta, a fim de aplicá-los sobre a distância e volume de material transportado em cada caso.

Com esses dados de entrada, é possível estimar os custos de cada operação e, assim, tomar a decisão de qual é o melhor cenário em determinada semana. Uma análise de sensibilidade pode, inclusive, gerar base para futuras decisões automáticas sobre o mesmo fornecedor e em variações de volumes diversas. Ao longo do tempo, novas variáveis podem ser consideradas, mas cada atualização de processo deve ser acompanhada por atualização na descrição de procedimento do estudo.

Os primeiros estudos serão focados em um número reduzido de fornecedores. Logo, o primeiro passo da implantação consiste na seleção de tais fornecedores. Os critérios para sua escolha foram definidos como:

- Fornecedores com maior frequência semanal de viagens;
- Consequentemente, fornecedores com volume representativo de embalagens no fluxo (média de 5 viagens em um dia).

Em seguida, definiu-se o prazo para conclusão do período de testes: quatro meses. Após esse tempo, um número considerável de viagens terá sido realizado e seus resultados devem ser analisados e comparados com períodos anteriores à implantação dos estudos, a fim de verificar o impacto de fato obtido.

Após a análise dos resultados, a conclusão deve incluir os pontos de melhoria e a abertura de espaço para que os demais fornecedores passem também a ser estudados. Os analistas, a essa altura, devem estar habituados com a prática dos estudos e a inserção de novos fornecedores em seu escopo pode ser gradual, mas deve progredir até que 100% das rotas afetadas semanalmente sejam incluídas.

Os estudos trazem consigo o benefício de agregar dados de entrada de diversas áreas, como a de embalagens, logística, comercial e operacional. Assim, não somente os números serão analisados, mas a viabilidade e consequências técnicas e administrativas. O

relacionamento entre funções passa a ser, portanto, ainda mais valorizado, além da visão holística dos processos possibilitada pela troca de experiências e conhecimento entre as áreas.

Quanto à proposta de redução de variação do *mix* de produção, reuniões foram previamente convocadas na empresa com as áreas de suprimento, programação da produção, compra de material, recebimento de peças, entre outras, e, por entendimento conjunto de que tal postura beneficiaria a companhia, as altas lideranças entraram em comum acordo de que a variação deve ser reduzida. Dessa forma, o perfil das alterações de *mix* deve ser alterado para níveis menores ao longo das últimas semanas do segundo semestre de 2017, sendo a meta final estabelecida após as 10 semanas citadas na apresentação desta proposta de solução.

Cada área está aprendendo novos métodos para exercer suas atividades de forma mais eficiente e efetiva e sem mudar a programação de produção indefinidamente. Sem a recorrência às mudanças de *mix*, as áreas devem ser criativas para continuar atendendo a um mercado consumidor cada vez mais exigente.

Do exposto, é possível classificar atividades nas categorias do BPM, apresentadas no capítulo 2. A proposta de classificação é vista no Quadro 16.

Quadro 16 - Classificação de atividades pelo BPM

BPM	
<i>Atividades vitais</i>	Apresentação dos estudos para transporte de embalagens
	Coleta e entrega de embalagens nos pontos corretos
	Comunicação com o provedor logístico, solicitando o veículo correto
<i>Atividades de gerenciamento de processos cotidianos</i>	Fornecimento interno de informações para os estudos
	Controle das rotas durante os meses de teste
	Controle dos níveis de produção
<i>Atividades focadas no aprendizado organizacional relacionado a processos</i>	Acompanhamento da evolução de níveis de sobre-estadia na montadora
	Rastreamento das falhas no processo e planos de melhoria
	Procedimentos claros e registrados para os clientes e fornecedores internos do estudo

Fonte: Desenvolvido pela autora

Por fim, um resumo do plano de aplicação dos estudos propostos pode ser visto pelo método 5W2H, no Quadro 17.

Quadro 17 - 5W2H aplicado aos estudos de transporte de embalagens

5W2H	
<u>What (O Quê)</u>	Elaborar um estudo e consolidar os resultados de forma a indicar o melhor tipo de transporte para coleta e entrega de embalagens, dado o cenário específico
<u>Who (Quem)</u>	Analistas de Logística
<u>Where (Onde)</u>	Instalações da montadora
<u>When (Ouando)</u>	Diariamente, quando surgirem alterações em relação à roteirização e produção planejadas
<u>Why (Por Quê)</u>	Para garantir o fornecimento de embalagens ao fornecedor e, assim, reduzir atrasos e sobre-estadias na montadora
<u>How (Como)</u>	Por meio do bom relacionamento das áreas internas à montadora, fornecendo dados para que o estudo indique o processo de menor custo e maior otimização de recursos
<u>How much (Quanto)</u>	Não há necessidade de investimento financeiro adicional, somente tempo para criar e padronizar as relações e o estudo em si

Fonte: Desenvolvido pela autora

4.5. Controle

4.5.1. KPI existente

O KPI corrigido (Não-atendimento às janelas de entrega/Atrasos por tipo de operação) pode ser utilizado e ter como meta níveis de 10% mensais para cada modalidade. De forma determinística, considerando que tal comportamento seja proporcionalmente refletido para o nível de sobre-estadias, os números aproximar-se-iam da meta final esclarecida anteriormente.

A constante de proporcionalidade pode ser definida pela base histórica de conversões de atrasos em sobre-estadias, utilizando um período significativo dentro do que foi coberto por tais registros. Utilizando a Figura 8, com informações referentes ao primeiro semestre de 2017, por exemplo, essa constante teria o valor de 11,8%, sendo esta uma média ponderada de taxa de sobre-estadias oriundas de atraso pelo volume de viagens a cada mês. O gráfico detalhado está no Apêndice B.

A utilização desse controle também serve para calibrar o conteúdo do indicador, verificando sua correspondência com os dados reais.

Também deve-se aplicar o indicador do nível de atendimento do fornecedor. Tal informação serve como suporte para compreender como a variação do *mix* de produção interfere na capacidade produtiva do fornecedor e, consequentemente, na malha logística.

4.5.2. Sugestões de KPIs

Existem também sugestões de novos KPIs mensais ou semanais, a fim de auxiliar no controle após a implantação do projeto. São eles os dispostos no Quadro 18:

Quadro 18 - Sugestão de novos KPIs

Indicador	Subdivisão	Informações adicionais
Sobre-estadias (mensal)		
	Por modalidade logística	Considera <i>milk-run</i> , Interplantas, FTL e Linehaul
	Por origem	Discrimina as rotas por origens e por fornecedores
	Total	Consolidado das informações no mês
Taxa de conversão de atrasos em sobre-estadias (%) (mensal)		Manutenção de base para estudos futuros
Rotas Vazias X Emergenciais (R\$) (semanal)		Contraste entre os custos realizados no mês com cada um dos tipos de transporte, após a realização dos estudos
Rotas Vazias X Emergenciais (Qtde.) (semanal)		Este indicador combinado com o anterior pode gerar relações de custo médio de cada transporte, considerando todas as rotas estudadas. Futuramente, seria interessante quebrar tais informações por origem, a fim de calibrar os resultados
Atrasos por falta de embalagem no fornecedor (semanal)		Base para prever níveis de sobre-estadias esperadas pela mesma razão. A quantidade deve diminuir, uma vez que os estudos visam fornecer embalagens de forma rápida, racional, eficiente e econômica
Estudos realizados devido a reprogramações (semanal)		Constituir uma base para definição do intervalo aceitável de variabilidade do <i>mix</i> de produção
Variação de volume por reprogramação (%) (semanal)		Constituir nova base para definição do intervalo aceitável de variabilidade do <i>mix</i> de produção

Fonte: Desenvolvido pela autora

4.5.3. Prática do controle

Definição de responsabilidades

A escolha de veículos emergenciais para coleta exclusiva de embalagens requer disponibilidade de veículo da transportadora para o horário programado de viagem. De preferência, tal veículo deve ser inserido na janela de descarga da rota cancelada na montadora. Contudo, nem sempre é possível realizar tal alocação e, para os funcionários do recebimento da montadora, é mais vantajoso que a rota já existente seja utilizada para a coleta de embalagens, pois sua janela já estaria reservada desde a semana anterior. Assim, caso a opção vencedora seja a escolha de viagens pré-existentes, quaisquer atrasos de atendimento na montadora são de responsabilidade de seus descarregadores, pois, teoricamente, eles deveriam estar preparados para receber determinado veículo.

O transporte emergencial é prioritário por definição, o que reduz as chances de atraso no recebimento, mas os desdobramentos de sua inclusão podem ser atrasos e sobre-estadias de outras rotas, dificultando assim a operação nas docas frente ao planejado da semana. A responsabilidade sobre a contratação do transporte emergencial é compartilhada pelo time de suprimentos e logística da montadora: a área de suprimentos deve responder quando houver reprograma que leve a tanto, enquanto o time de logística é responsável se houver necessidade de transporte prioritário por falha de seu planejamento interno.

Registros históricos

Outra forma de controle é o armazenamento de todos os estudos realizados ao longo do novo processo, mesmo durante a fase de testes iniciais. Assim, futuros questionamentos podem ser respondidos com base sólida de análise e gestão de informações. Para fortalecer a base de registros históricos, é importante acompanhar os KPIs e seus resultados ao longo das semanas e meses.

Como exemplo, é possível gerar relatórios indicativos das operações realizadas na semana anterior (extração de base existente). Dessa forma, haverá confirmação de que as propostas indicadas pelos estudos foram efetivamente colocadas em prática.

Reuniões semanais

Reuniões semanais com as áreas envolvidas na redução de variabilidade de *mix* devem ser convocadas, a fim de acompanhar a mudança de perfil de tal variação, bem como as ações de cada área para obter a redução desejada. Dessa forma, é possível estudar a velocidade e direção das mudanças, propondo-se novas medidas a partir das análises feitas. Além disso, é

interessante que nessas reuniões sejam discutidos os resultados da semana no que se refere à comparação entre a variação do *mix* e estudos gerados sobre embalagens. Ao fim das dez semanas propostas, deve ser possível estipular a meta de redução de variabilidade e focar esforços em direção a tal número.

As reuniões semanais que iniciaram este estudo devem também permanecer, a fim de acompanhar o caso de perto e verificar novas oportunidades de melhoria. Também poderão acompanhar se o plano de ação está sendo aplicado corretamente.

Padronização

Deve também ser publicado entre os analistas um processo padronizado e explicativo do estudo, a fim de que todos saibam exatamente o que considerar, como proceder com os cálculos e quais resultados gerar. Como citado anteriormente, esse documento pode ser alterado à medida em que novas variáveis e processos são agregados ao escopo. É importante haver nele a menção dos critérios aprobatórios de um cenário, a fim de reduzir o nível de subjetividade no julgamento da decisão.

Em síntese, as alterações propostas objetivam reduzir os atrasos na chegada à montadora, mas as operações internas de recebimento também devem ser otimizadas a fim de reduzir a taxa de conversão de atrasos em sobre-estadias e, além disso, não gerar sobre-estadias para veículos que cheguem pontualmente. Para tanto, será apresentado o estudo do capítulo 5.

5. PROJETO DE MELHORIA – FASE II

5.1. Objetivo do estudo

Na Figura 16 do capítulo 4, a causa-raiz apontada no ramo “Pessoas” refere-se a um problema no recebimento da montadora. Ao relacionar tal informação com a Figura 17, viu-se que o atraso nas docas da montadora é, de fato, uma das causas de sobre-estadias. Apesar de não ser a causa mais significativa segundo os dados do semestre, é relevante, pois sua melhoria redundaria em aumento de eficiência direta nas operações da empresa.

Considerando diversas modalidades de operação logística que ocorrem diariamente na montadora, será utilizado um modelo de simulação computacional a fim de analisar o comportamento das filas em comparação com a situação real. Em seguida, cenários serão propostos a fim de testar regras de atendimento (alocação de docas e recursos humanos), tempo de processo e capacidade do sistema e, assim, reduzir atrasos semanais e consequentes sobre-estadias. O melhor cenário será recomendado como potencial melhoria para os processos internos.

Será utilizado o método de Modelagem e Simulação de Eventos Discretos, conforme discutido nos capítulos 2 e 3.

A operação de recebimento na planta montadora foi descrita anteriormente com detalhes e ilustrado na Figura 6. O conhecimento desse processo é imprescindível para que oportunidades de melhoria sejam identificadas e exploradas.

As causas-raízes a serem abordadas serão, segundo a Figura 16, a fila na montadora por atraso de veículos anteriores, a falta de operadores disponíveis para a operação nas docas e a chegada de peças críticas (ou emergenciais), as quais são prioritárias sobre as demais no atendimento.

5.2. Formulação do modelo

Do que foi observado na descrição do processo de recebimento, nem tudo será levado em consideração para a simulação no computador. Isso porque o *software* não imita a situação real, somente simula a mesma da forma mais acurada possível. Quanto maior o número de inputs e qualidade de informações que são disponibilizadas como entrada, melhores são os resultados e maiores são as chances de os números apresentados serem próximos da realidade. Contudo, a

situação real ainda não consegue ser reproduzida com os dados do sistema, pois existem variáveis intangíveis que somente a realidade pode reproduzir.

O objetivo da simulação é reduzir o tamanho das filas na montadora e a consequente ocorrência de atrasos na saída de veículos. Os fatores a serem considerados são:

- Intervalos entre as chegadas de veículos de diferentes modalidades logísticas;
- Tempo de operação na descarga e carga dos veículos, de acordo com a modalidade logística (por simplificação, o tempo considerado englobará tanto o período de verificação de documentação da transportadora quanto a operação de carga e descarga);
- Horizonte de tempo semanal;
- Alocação de operadores às docas;
- Quantidade de docas em uso;
- Período ativo da equipe de recebimento de peças;
- Portão de saída após o término das operações.

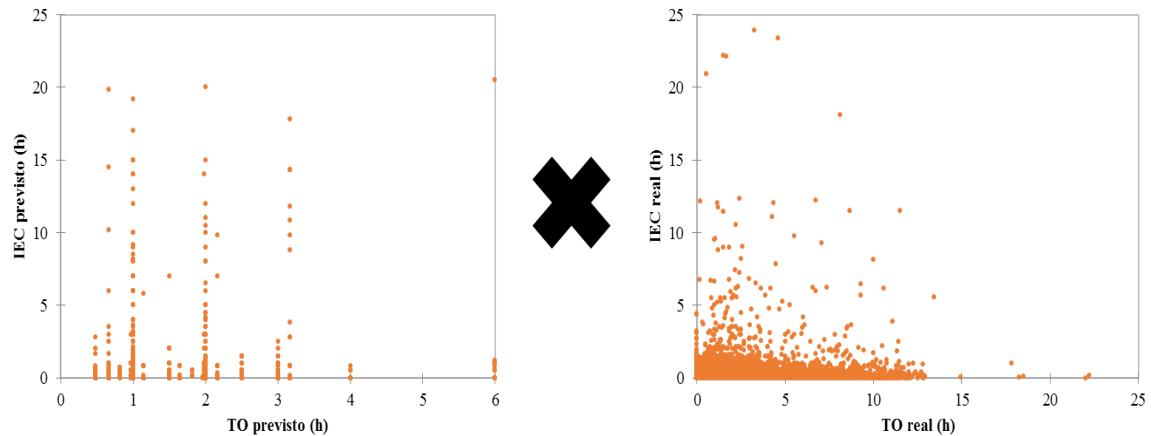
Com tais itens inseridos no modelo, é possível prever o comportamento esperado do sistema em um cenário usual e, a partir desse resultado inicial, variar os atributos e condições dos elementos a fim de obter situações alternativas para melhorar o processo. Esse é somente um dos passos da melhoria contínua, pois o melhor cenário deve ser escolhido por meio de análise que leve em conta critérios relevantes ao ambiente de negócio, e não somente os números isolados.

Esse exercício de simulações e decisão de cenário será construído e desenvolvido nas próximas seções.

5.3. Coleta de dados

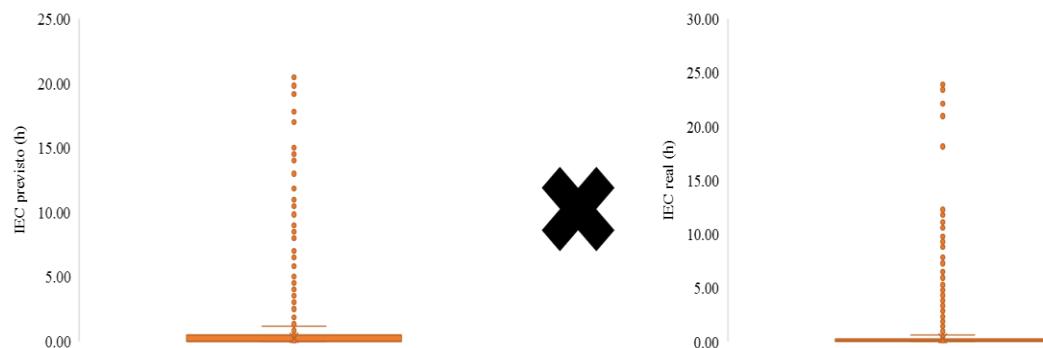
A seguir serão apresentados os gráficos obtidos dos dados de recebimento durante o primeiro semestre de 2017, a fim de compreender duas variáveis contínuas que serão consideradas neste estudo: o tempo de operação na montadora (doravante chamado de TO) e o intervalo entre chegadas de veículos na portaria (IEC). Tais variáveis foram analisadas tanto no plano previsto quanto no realizado ao longo do período (Figuras 18, 19 e 20).

Figura 17 - Diagrama de dispersão – TO (Previsto X Realizado)



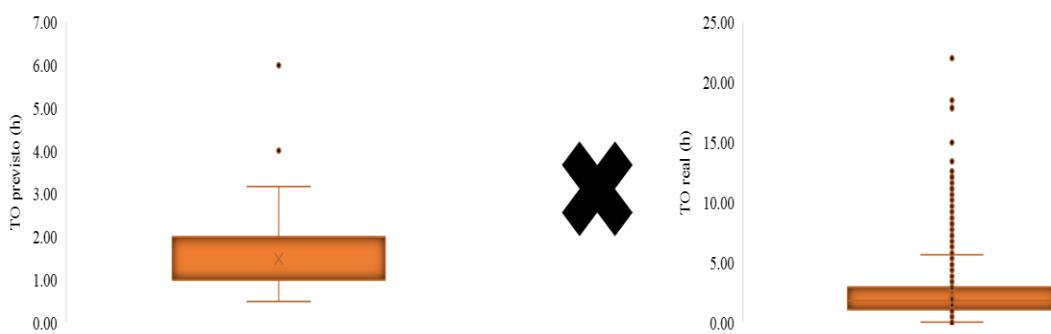
Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 18 – Box-plot - IEC (Previsto X Realizado)



Fonte: Desenvolvido pela autora

Figura 19 - Box-plot de Tempo de Operação (Previsto X Realizado)



Fonte: Desenvolvido pela autora

Pelos gráficos de dispersão da Figura 18, pode-se perceber que não há correlação positiva ou negativa entre as variáveis observadas (Tempo de Operação e Intervalo entre Chegada de veículos). Ou seja, para cada modalidade, a chegada dos veículos não interfere diretamente no tempo que passarão dentro da montadora; por outro lado, o tempo de operação para um veículo não modifica o intervalo até a chegada do próximo veículo na portaria.

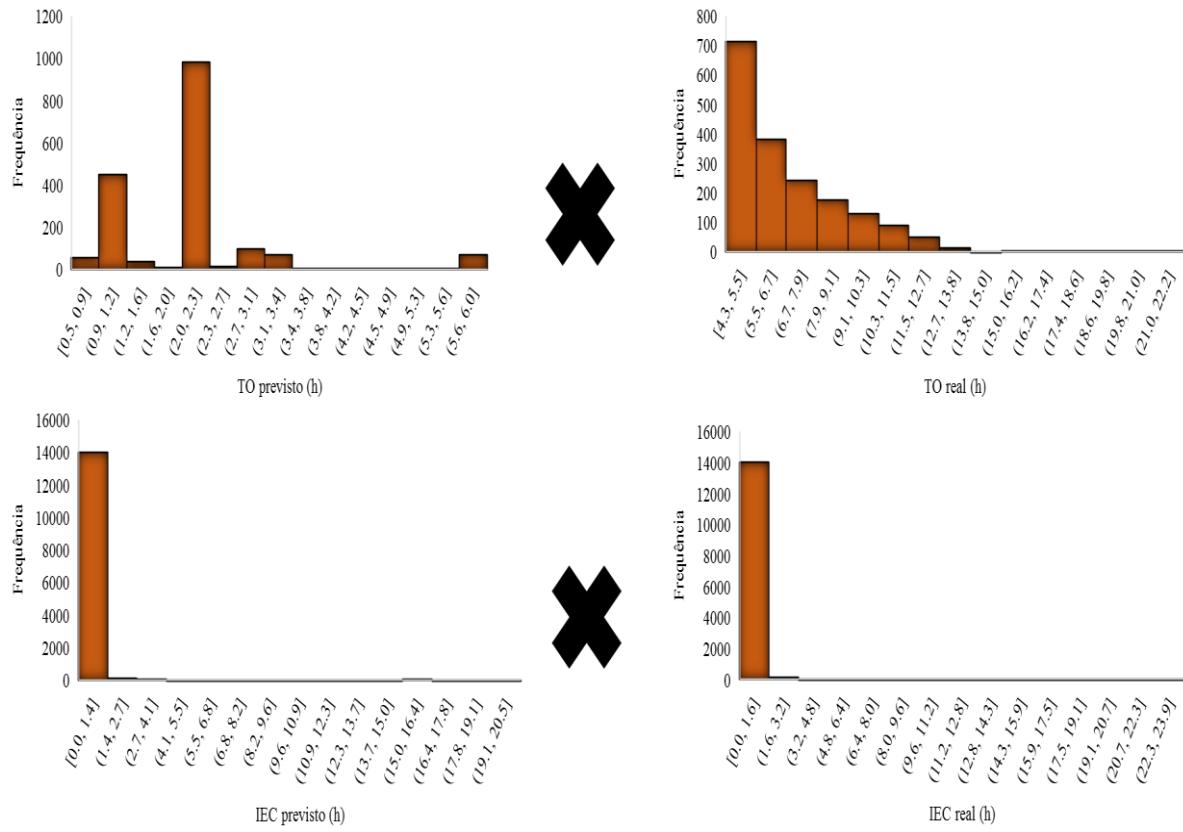
Observando os gráficos previstos, é possível perceber que os tempos de operação tendem a ser menores ou iguais a duas horas, para que não haja sobre-estadia. Os casos nos quais esse valor é muito superior são *outliers*, como visto na Figura 20. De acordo com registros históricos, as causas para um planejamento superior a duas horas variam de acordo com condições específicas previstas para o recebimento na montadora, como mão-de-obra alocada a determinado tipo de veículo que receberia prioridade na janela em questão. A média do tempo de operação previsto, porém, é inferior a 90 minutos, o que confirma o planejamento para evitar sobre-estadias na planta.

Por outro lado, os gráficos reais mostram maior dispersão do tempo de atendimento, com ocorrências de muitas sobre-estadias relativamente ao plano inicial, além de considerável quantidade de *outliers*. As causas são variadas, como visto anteriormente, podendo envolver problemas no veículo, complicações no recebimento administrativo, complicações na operação de carga e descarga de peças, criticidade de peças que recebem prioridade frente aos veículos que já estavam na montadora, entre outros eventos internos. A mediana, contudo, é inferior a duas horas de atendimento.

O intervalo entre chegadas não tende a ser elevado nem no cenário previsto e nem no real, como visto na Figura 19; no previsto, mais de 50% dos casos se dá com até 30 minutos de intervalo entre um e outro veículo, enquanto no real, essa intervalo chega a ser de 6 minutos.

Os histogramas das situações realizadas e previstas para o intervalo entre chegadas e o tempo de operação podem ser vistos na Figura 21. A partir deles, é possível realizar testes estatísticos para definir a distribuição de probabilidade que melhor adere a cada um.

Figura 20 - Histogramas de intervalo entre chegadas e tempo de operação



Fonte: Desenvolvido pela autora

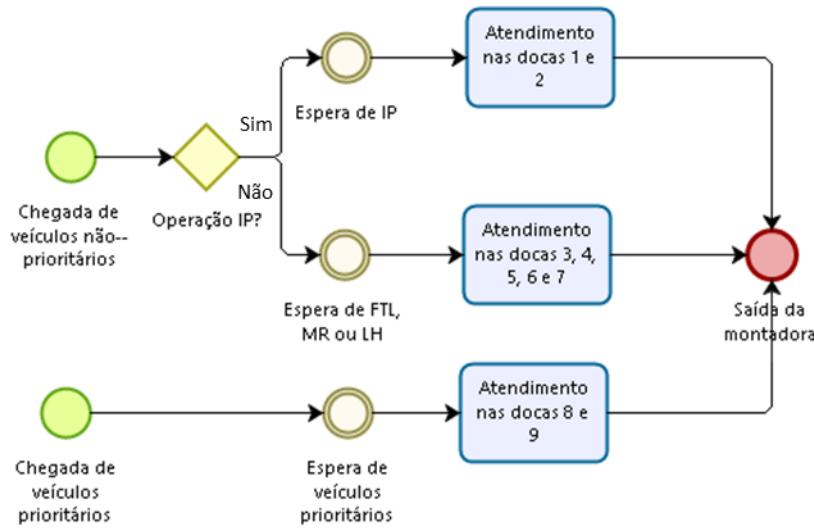
A modelagem conceitual da simulação será descrita a seguir, por meio do Diagrama do Ciclo de Atividades e da Simulação Manual.

5.4. Representação do modelo

5.4.1. Diagrama do ciclo de atividades (Activity Cycle Diagram)

O diagrama foi feito a fim de compreender quais são os eventos passivos e ativos relevantes para a simulação, podendo ser visto na Figura 22.

Figura 21 - Diagrama do ciclo de atividades



Fonte: Desenvolvido pela autora

Tal configuração reflete a ordem dos eventos na forma em que ocorrem na montadora e que, portanto, foram simulados posteriormente. A entidade, neste caso, é o próprio veículo que carrega peças. As filas correspondem às esperas, enquanto as atividades são os atendimentos.

5.4.2. *Simulação Manual*

A simulação computacional deverá seguir a lógica dos eventos na vida real e, para verificar se o modelo está coerente e atende ao comportamento esperado, foi realizada uma simulação manual de um turno de trabalho, ou oito horas de operação. O Apêndice C apresenta o resultado segundo o Método das Três Fases.

Como forma de aproximação entre o cenário real e o da simulação manual, serão consideradas janelas pré-definidas de atendimento em cada doca, as quais durarão 90 minutos a partir do momento inicial, seguidos de 30 minutos de intervalo para troca de operador. Ou seja, a cada 2 horas haverá possibilidade de início de um novo atendimento em cada doca. Para os atendimentos que ultrapassarem os 90 minutos inicialmente projetados, haverá espera de 30 minutos na operação para posterior retomada. Ademais, os operadores trabalharão somente até completarem 8 horas de jornada. Após isso, os veículos serão descarregados no turno seguinte. A portaria funciona 18 horas por dia, sem interrupções. Horários de parada para almoço ou

outras razões além da citada pausa de 30 minutos não estão contemplados nesta simulação manual.

As docas são ocupadas de acordo com as regras definidas pela Figura 22. Dentro de cada regra de operação, será utilizada a primeira doca disponível. Por exemplo, para FTL, MR e LH, as docas 3 a 7 podem ser utilizadas. Caso somente as docas 3 e 6 estejam disponíveis, o veículo irá automaticamente para a doca 3. Para a simulação, cada operador deverá ser alocado a uma doca específica. Para esta simulação, não serão considerados os veículos prioritários.

Por fim, considera-se que não há espera para o veículo entrar ou sair da montadora.

Os tempos de atividade e pausa simulados manualmente foram utilizados para simplificação de cálculos, pois o objetivo é observar o funcionamento da lógica de simulação. Outros valores (a serem especificados adiante) serão utilizados nos cenários simulados.

Para cada modalidade logística e cada variável contínua sob análise foram utilizados os números aleatórios indicados no Quadro 19, gerados a partir de suas respectivas distribuições na semana de maior ocorrência de sobre-estadias na planta (aproximadamente 45 casos). Esta será chamada de “Semana X” (novamente, esta é uma forma de aproximação e recorte do período analisado, sendo os valores alterados na simulação computacional).

Quadro 19 - Dados utilizados para a Simulação Manual

	FTL		Interplantas		Milk-run		Linehaul	
	Tempo de operação (h)	Intervalo entre chegadas (h)	Tempo de operação (h)	Intervalo entre chegadas (h)	Tempo de operação (h)	Intervalo entre chegadas (h)	Tempo de operação (h)	Intervalo entre chegadas (h)
Real	Lognormal Mínimo: 0 Mu: -0.0677686 Sigma: 0.974629	Lognormal Mínimo: 0 Mu: -2.77895 Sigma: 0.703944	Exponencial Mínimo: 0 Beta: 2.92937	Lognormal Mínimo: 0 Mu: -0.0341252 Sigma: 1.14591	Exponencial Mínimo: 0 Beta: 1.6313	Exponencial Mínimo: 0 Beta: 0.4008	Exponencial Mínimo: 0 Beta: 1.4692	Exponencial Mínimo: 0 Beta: 1.2934
	4.995	0.086	0.215	2.540	1.076	0.038	0.028	0.486
	0.122	0.034	0.146	0.686	0.238	2.689	1.131	0.365
	0.578	0.089	0.279	1.256	2.024	0.760	0.237	0.054
	0.841	0.109	0.143	0.663	2.061	0.925	0.094	1.119
	0.873	0.173	0.737	0.606	1.054	3.954	1.239	0.704

Fonte: Desenvolvido pela autora

No software, a simulação prosseguirá até o fim do período determinado (qual seja, uma semana), mas a lógica a ser seguida permanece a mesma. Com essa ferramenta, é possível visualizar se o modelo está coerente com o objetivo a ser alcançado. De fato, pela simulação manual é possível verificar quantos veículos foram atendidos em um turno e quantos não o foram, qual a taxa de utilização de cada doca, ociosidade do operador de determinada doca,

tempo de espera dentro da montadora (seja por não haver docas disponíveis ou pela parada planejada de 30 minutos), entre outras estatísticas de interesse. No período de 8 horas simulado, os seguintes resultados foram obtidos como exemplos:

- Quantidade de veículos atendidos: 19
- Quantidade de veículos não atendidos: 1;
- Taxa de utilização da Doca 5 (tempo relativo de uso): 27,53%;
- Ociozidade do Operador da Doca 6: 52,88%;
- Tempo total de espera na montadora: 2,23 horas ou, aproximadamente, 2 horas e 14 minutos.

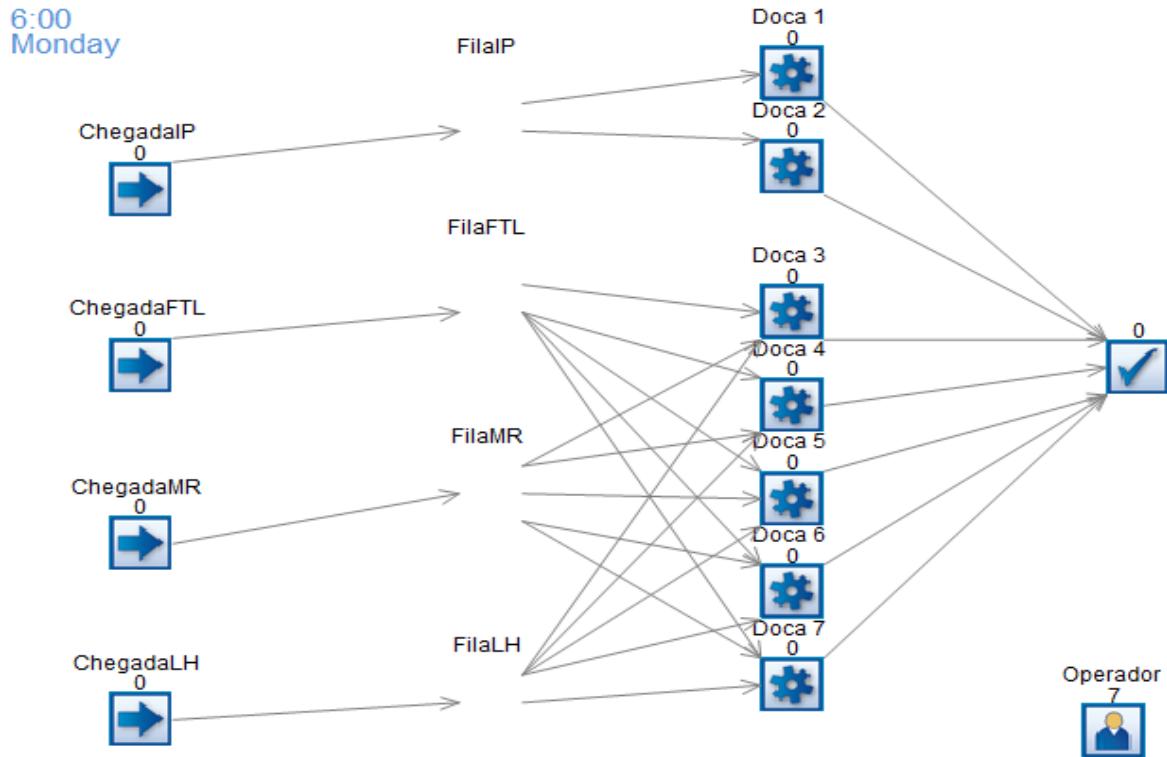
Esses são alguns dos dados que podem ser extraídos das simulações manuais. Nas computacionais também é possível extrair relatórios com indicadores. É com base em tais resultados, aliás, que será proposto um novo cenário para reduzir os atrasos internos e sobre-estadias na montadora.

5.5. Modelo computacional

O *software* utilizado para as simulações foi o Simul8®, de interface amigável e efetivo para fins de simulação de processos diversos. A versão utilizada (de Estudantes) não permitia acesso a todos os recursos do sistema e, por isso, algumas aproximações foram aplicadas.

No modelo computacional, foi simulado o modelo apresentado na simulação manual, a fim de verificar se os resultados seriam os mesmos e, portanto, se a lógica estaria adequada. A modelagem no sistema pode ser vista na Figura 23 e os parâmetros são aqueles descritos na seção anterior.

Figura 22 - Modelo computacional



Fonte: Desenvolvido pela autora

5.6. Verificação e validação

A verificação foi feita por meio do modelo computacional descrito, garantindo os resultados esperados pela simulação manual (com exceção do tempo total de espera na montadora, o qual não foi mensurado na simulação computacional), a geração de indicadores diversos no processo e a confirmação da sequência de eventos na ordem desejada. Com isso, é possível verificar que a lógica do modelo está adequada para os fins propostos e, assim, avançar para as simulações dos cenários que serão descritos. Os resultados da simulação computacional podem ser vistos no Quadro 20.

Quadro 20 - Resultados da simulação manual

	Manual											
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7
Utilização de operadores (%)	61.33%					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Disponibilidade de operadores (%)						19%	0%	45.86%	62.44%	27.53%	47.13%	11.26%
Utilização de docas (%)												
Número de veículos	20	5	5	4	5	5	0	5	1	3	3	2
Número de veículos atendidos	19	5	5	4	5	5	0	5	1	3	3	2
Tempo médio de fila (h)		0	0.05	0	0.04							
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)		0%	0%	0%	0%							
Nível de atendimento (%)*	95%											
Tempo mínimo no sistema (h)	0.03											
Tempo médio no sistema (h)	1.13											
Tempo máximo no sistema (h)	6.5											

Fonte: Desenvolvido pela autora

*Veículos atendidos/Veículos no sistema = Nível de atendimento.

A validação do modelo, por sua vez, foi feita por um representante da montadora. Este conhecia o processo e as considerações que poderiam ser feitas, de forma a preservar características confidenciais da empresa ao mesmo tempo em que permitiriam uma aproximação da realidade.

A seguir, serão descritos os diferentes cenários a serem simulados, bem como seus resultados e análises decorrentes, até a definição e plano de implantação do novo cenário.

5.7. Modelo operacional/Experimentação

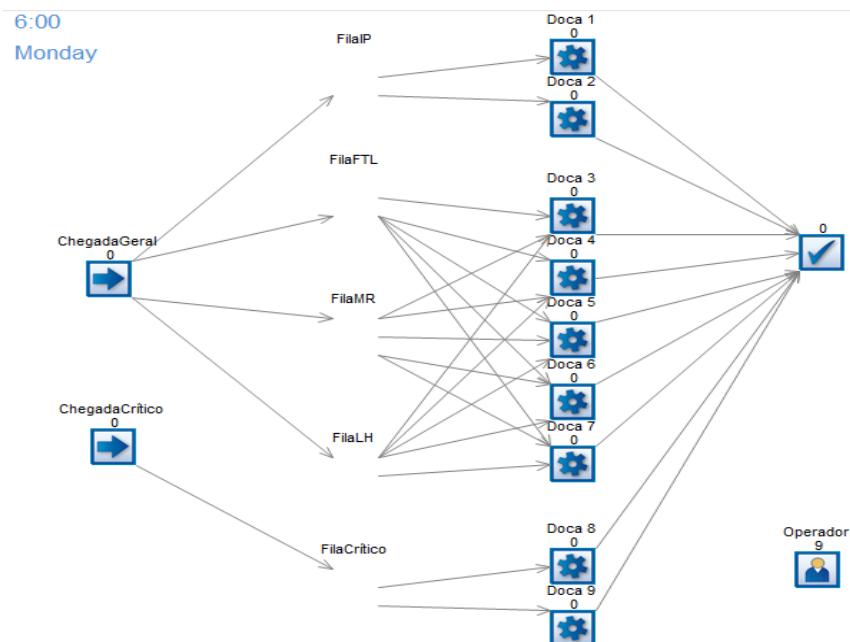
Primeiramente, é importante citar que, no modelo operacional, haverá a inclusão da chegada de veículos prioritários (ou críticos). Estes não foram incluídos na simulação manual e nem no modelo computacional porque o principal propósito de ambos seria fornecer base para validação do modelo proposto, com sua lógica de funcionamento. Uma vez validado, o comportamento pode ser estendido a outras operações que funcionam de modo semelhante.

Para fins de identificação de operação logística, foram atribuídos números a cada entidade do processo – os veículos, logo no momento de sua chegada ao sistema. Assim, existe a seguinte correspondência:

- ❖ FTL → 1;
- ❖ Interplantas → 2;
- ❖ Milk-run → 3;
- ❖ Linehaul → 4;
- ❖ Veículo prioritário → 5.

A simulação computacional foi desenhada da seguinte maneira: foram inseridos dois pontos de entrada, sendo um para os veículos não-prioritários (ChegadaGeral) e outro para os prioritários (ChegadaCrítico). Em ambos ocorre a atribuição dos números citados para identificação do tipo de operação logística, sendo que, no ChegadaGeral, tal atribuição obedece a uma distribuição que segue os dados históricos do semestre, detalhada na descrição do cenário-base, mais adiante. Em seguida, dado o número atribuído a cada entidade, foram criadas filas para cada tipo de operação, recebendo nomes indicativos (FilaFTL, FilaIP, FilaMR, FilaLH e FilaCrítico). Dessa forma, é possível analisar o impacto que cada operação possui no sistema. Foram então criadas nove atividades, chamadas DocaX, onde “X” é substituído por um número que vai de 1 até 9. Nessa configuração, as Docas 1 e 2 foram dedicadas aos veículos Interplantas, as Docas 3 até 7 foram alocadas para FTL, *milk-run* e *linehaul*, enquanto as Docas 8 e 9 são exclusivas do atendimento crítico. Nove recursos são então dispostos para atender a todas as Docas, sendo que o veículo atendido é encaminhado para o ponto de saída. Tal modelagem pode ser vista na Figura 24 e, de fato, é semelhante ao fluxo apresentando na Figura 22.

Figura 23 - Simulação computacional (Base)



Fonte: Desenvolvido pela autora

Os custos considerados para a simulação consistem no custo de veículos prioritários e custo de cada operador. Para o cenário atual, considera-se que os equipamentos em uso já estão amortizados. O custo de sobre-estadias também é relevante e será aplicado manualmente após cada simulação. As receitas aplicadas referem-se a cada veículo atendido e que passa pelo ponto de saída.

5.7.1. Cenário-base

Os números obtidos pelos registros históricos do semestre apresentaram-se bastante aleatórios, como se vê na Figura 21. Dessa forma, em alguns casos não houve aderência a qualquer distribuição probabilística, optando-se então por utilizar um intervalo entre chegadas e tempos de operação teóricos, para os quais o mapa de recebimento seria planejado idealmente.

Assim, o cenário-base carrega os seguintes parâmetros:

- Intervalo entre chegadas para os veículos não-críticos: 40 minutos;
- Tempo de operação (inclui verificação de documentos e carga/descarga): Duas horas;
- Veículos não-prioritários/janela: Cinco;
- Veículos/tipo de operação logística:
 - FTL → 68,62% das chegadas;
 - IP → 6,82% das chegadas;
 - MR → 21,72% das chegadas;
 - LH → 2,84% das chegadas;
- Custo de sobre-estadia para veículos não-prioritários*: R\$ 50,00/veículo;
- Intervalo entre chegadas para veículos prioritários (peças críticas): segue uma distribuição normal com média de sete horas e desvio-padrão de quatro horas;
- Veículos prioritários/chegada: um;
- Custo de sobre-estadia para veículos prioritários*: R\$ 70,00/veículo;
- Custo do veículo prioritário: R\$ 40,00/veículo;
- Docas alocadas para atendimento de FTL, *milk-run* e *linehaul*: Cinco (a prioridade no atendimento desta fila decorre do maior tempo de espera);
- Docas alocadas para atendimento de Interplantas: Duas;
- Docas alocadas para atendimento de veículos prioritários: Duas;

- Paradas obrigatórias no atendimento a cada 4 horas, com tempo de retorno à atividade igual a 40 minutos;
- Veículos críticos possuem prioridade na alocação dos recursos (desde que em suas respectivas docas);
- Tempo de deslocamento entre diferentes estações do sistema: Desprezível;
- Tempo de troca de turnos: Desprezível;
- Turnos/dia: Dois, cada um com oito horas de duração;
- Operadores disponíveis/turno: Nove (não são dedicados a um tipo específico de carga/descarga);
- Custo de mão-de-obra: R\$ 40,00/(operador*hora);
- Receita/veículo atendido: R\$100,00;

*A serem incluídos manualmente após a simulação – para veículos que ficarem mais de quatro horas na fila (duas horas contratadas e duas horas de tolerância), caracterizando a sobre-estadia.

Tais parâmetros foram validados pelo representante da montadora como uma aproximação da situação real.

5.7.2. *Cenário 1*

Nesta situação, serão apresentados padrões semelhantes ao cenário-base, com a exceção de que as distribuições usadas para os tempos de operação, intervalo entre chegadas dos veículos não-prioritários e quantidade de veículos por janela ou por chegada (no caso dos críticos) não serão fixas, mas estarão sujeitas a desvios do sistema, simulando acontecimentos mais semelhantes à realidade.

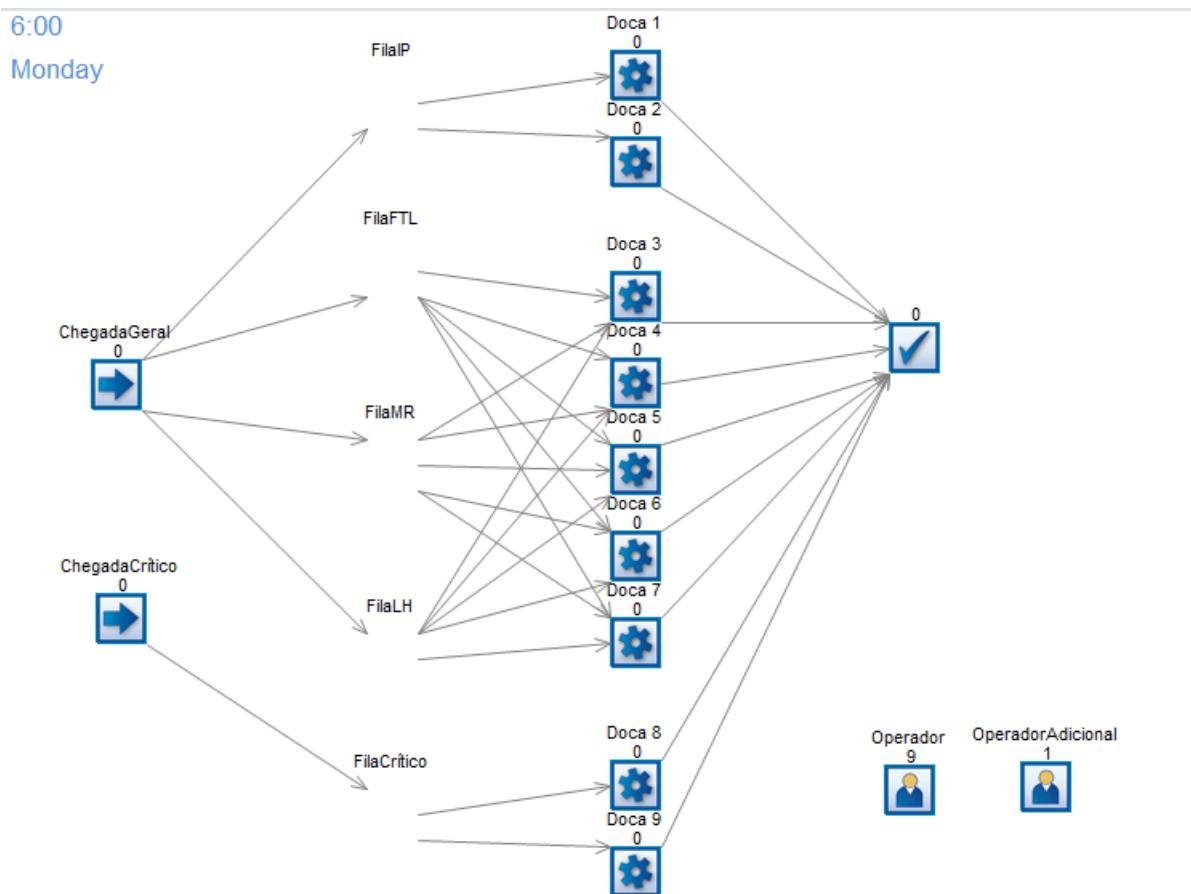
Este cenário servirá para confirmar ou refutar se as três causas principais apontadas anteriormente aplicam-se a um cenário próximo do planejamento teórico (restrição de número de operadores, tempos de operação para carga/descarga e quantidade de transportes críticos). Em caso afirmativo, entende-se que tais causas precisam ser trabalhadas a fim de remover eventuais gargalos no processo. Se alguma causa for refutada, o dimensionamento teórico do sistema para a variável envolvida é satisfatório, devendo somente ser aplicado na prática.

5.7.3. *Cenário 2*

Em relação ao cenário 1, a diferença será a alocação de dois operadores adicionais, sendo um por turno. O custo envolve a compra de um novo equipamento que terá amortização em

cinco anos, além do custo já citado de R\$ 40,00/(operador*hora). O custo estimado de equipamento e modificações em sistema derivados da contratação desses novos profissionais é de R\$ 85.000,00. Considerando um ano de 47 semanas (descontando férias coletivas e paradas por adaptação da linha produtiva, greves e outras variáveis), com 90 horas produtivas por semana, o custo desses novos operadores passa a ser, ao todo, de R\$ 44,00/(operador*hora) nos primeiros cinco anos. Assim, espera-se que o custo aumente neste período inicial, porém os índices de veículos esperando por atendimento devem diminuir. A modelagem está representada na Figura 25.

Figura 24 – Simulação computacional (Cenário 2)



Fonte: Desenvolvido pela autora

5.7.4. Cenário 3

Em relação ao cenário 1, o número de veículos críticos no sistema deve diminuir, pois a distribuição do intervalo entre chegadas passa a ser normal com média de 12 horas e desvio-padrão de 2 horas.

5.7.5. Cenário 4

A mudança em relação ao cenário 1 é que o tempo de operação passa a ter média de 90 minutos, o que libera recursos e docas mais rapidamente para o atendimento do veículo seguinte. A tendência é que haja menor tempo médio de filas e maior nível de atendimento.

5.8. Análise de resultados

Ao realizar as simulações nos cenários descritos, foram obtidos os seguintes resultados, conforme os Quadros 21, 22, 23, 24 e 25:

5.8.1. Cenário-base

Quadro 21 - Resultados do cenário-base

	Baseline														
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Crítico	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7	Doca 8	Doca 9
Utilização de operadores (%)	88.37%						97.73%	97.35%	98.38%	100%	100%	100%	95.56%	100%	100%
Disponibilidade de operadores (%)							63.84%	60.00%	83.71%	85.33%	85.33%	85.33%	80.16%	17.18%	14.96%
Utilização de docas (%)													8	7	
Número de veículos prioritários	15					0									
Número de veículos não-prioritários	680	466	56	139	19		29	27	38	39	39	39	37		
Número de veículos prioritários atendidos	13					15								7	6
Número de veículos não-prioritários atendidos	242	142	56	45	5		28	27	37	38	38	38	36		
Tempo médio de fila para veículos prioritários (h)						0.09									
Tempo médio de fila para veículos não-prioritários (h)						30.32	1.46	31.88	19.11						
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)						92.96%	10.71%	91.11%	80.00%	0%					
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL 29.051,71														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 28.632,71														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 600,00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 25.500,00														
Lucro bruto da operação (R\$)	-BRL 32.784,42														
Nível de atendimento (%)**	36,69%														
Tempo mínimo no sistema (h)	2														
Tempo médio no sistema (h)	24,37														
Tempo máximo no sistema (h)	62,8														

Fonte: Desenvolvido pela autora

*Aplicado manualmente sobre os veículos com mais de quatro horas de espera;

**Veículos atendidos/Veículos no sistema = Nível de atendimento.

(Observações válidas para os Quadros 22, 23, 24, 25 e 26)

O cenário inicial foi criado como base para as simulações posteriores. Dele, é possível verificar que o número de operadores para a quantidade de docas hoje existente é suficiente, pois para cada uma delas a disponibilidade de operadores é próxima de 100%. Além disso, os operadores não passaram nem 15% de seu tempo em ociosidade, em média, o que indica uma demanda cadenciada de trabalho.

O tempo médio de espera nas filas, contudo, apresenta-se bastante elevado, o que indica sobre-estadias frequentes e, consequentemente, maiores gastos na operação. Os melhores indicadores de tempo de espera referem-se às filas que são exclusivas para um tipo de operação, ou seja, Veículos Prioritários (Críticos) e Interplantas.

Ainda em decorrências das longas e demoradas filas, o nível de atendimento é baixo, não chegando a 40%. Isso indica um dimensionamento de sistema e/ou agendamento de veículos com potencial de melhorias e otimizações. Finalmente, os altos custos de sobre-estadia levam a operação a um prejuízo que confirma a necessidade urgente de alterações no cenário.

5.8.2. Cenário 1

Quadro 22 - Resultados do cenário 1

	Cenário 1														
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Critico	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7	Doca 8	Doca 9
Utilização de operadores (%)	85.02%						99.72%	99.63%	96.04%	99.47%	98.38%	100%	94.11%	100%	100%
Disponibilidade de operadores (%)							58.75%	53.50%	81.16%	84.17%	82.67%	84.92%	79.24%	12.84%	11.86%
Utilização de docas (%)															
Número de veículos prioritários	13					13								6	7
Número de veículos não-prioritários	711	490	57	144	20		32	25	52	44	44	38	33		
Número de veículos prioritários atendidos	12					13								6	6
Número de veículos não-prioritários atendidos	261	156	57	50	5		31	24	51	43	43	37	32		
Tempo médio de fila para veículos prioritários (h)							0.4								
Tempo médio de fila para veículos não-prioritários (h)							30.18	1.12	33.44	18.86					
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)							83.97%	5.26%	86%	80%	7.69%				
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL 27.764.55														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 27.546.13														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 520.00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 27.300.00														
Lucro bruto da operação (R\$)	BRL 28.530.68														
Nível de atendimento (%)**	37.71%														
Tempo mínimo no sistema (h)	0.05														
Tempo médio no sistema (h)	24.92														
Tempo máximo no sistema (h)	65.46														

Fonte: Desenvolvido pela autora

No primeiro cenário, foi verificado que os valores encontravam-se bastante próximos do cenário-base, sendo que os resultados absolutos de atendimento de veículos não-prioritários no Cenário 1 foi ainda melhor que o projetado (261 X 242).

A disponibilidade de mão-de-obra em cada operação confirma-se como um fator não-restritivo ao bom funcionamento do sistema na atual configuração, pois em todas as docas a disponibilidade é bastante próxima de 100%.

No que se refere à chegada de veículos críticos, a quantidade de duas docas dedicadas mostra-se mais que suficiente para atender a demanda, pois há grande ociosidade em cada uma das instalações. Porém, o custo de todo o processo aumenta com a chegada de veículos críticos e, por isso, tais itens não devem ser desconsiderados como oportunidades de melhoria no funcionamento do sistema, à medida em que sua ocorrência diminuir.

Por fim, quanto ao tempo de operação, a simulação produz resultados bastante alarmantes relativamente a filas e nível de atendimento. Assim, tem-se que, enquanto a permanência máxima que um veículo deve ter na planta montadora é de aproximadamente 4 horas, grande parte está próxima à média de 25 horas de permanência, salvo em operações Interplantas e Veículos Prioritários, conforme já discutido anteriormente.

A operação como apresentada não é lucrativa e o nível de atendimento é preocupante: aproximadamente 38% dos veículos que entram pela portaria são atendidos completamente no período simulado.

5.8.3. Cenário 2

Quadro 23 - Resultados do cenário 2

	Cenário 2														
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Crítico	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7	Doca 8	Doca 9
Utilização de operadores (%)	78.74%						100%	100%	96.04%	99.47%	98.38%	100%	100%	100%	
Disponibilidade de operadores (%)							58.75%	53.50%	81.16%	84.17%	82.67%	84.92%	85.13%	12.84%	
Utilização de docas (%)														11.86%	
Número de veículos prioritários	13					13								6	
Número de veículos não-prioritários	711	490	57	144	20		32	25	52	44	44	38	35	7	
Número de veículos prioritários atendidos	12					13								6	
Número de veículos não-prioritários atendidos	263	158	57	50	5		31	24	51	43	43	37	34	6	
Tempo médio de fila para veículos prioritários (h)							0.4								
Tempo médio de fila para veículos não-prioritários (h)							30.22	1.09	32.86	18.76					
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)							84.18%	5.26%	86%	80%	7.69%				
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL 27,816.00														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 28,629.10														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 520.00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 27,500.00														
Lucro bruto da operação (R\$)	-BRL 29.465.10														
Nível de atendimento (%)**	37.98%														
Tempo mínimo no sistema (h)	0.05														
Tempo médio no sistema (h)	24.87														
Tempo máximo no sistema (h)	64.78														

Fonte: Desenvolvido pela autora

No segundo cenário, há uma redução de aproximadamente seis pontos percentuais na utilização dos operadores, o que se explica pelo maior número de funcionários dividindo a carga de trabalho entre si. Inicialmente, o dimensionamento do número de trabalhadores já era suficiente para a quantidade de docas disponíveis. No cenário 2, portanto, esse fato foi confirmado com um pequeno aumento da disponibilidade de funcionários para cada doca. O número de docas, por sua vez, comportou-se como fator limitante, não havendo significativa melhoria no nível de atendimento da operação.

Não houve diferenças significativas em relação ao Cenário 1 quanto às peças críticas. O tempo médio das filas também não foi grandemente melhorado.

Os custos com mão-de-obra aumentaram neste cenário, pois os investimentos com a contratação de novas pessoas ainda não foram amortizados, como era de se esperar. Os custos com sobre-estadia continuam elevados, resultando em prejuízos na operação.

5.8.4. Cenário 3

Quadro 24 - Resultados do cenário 3

	Cenário 3														
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Crítico	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7	Doca 8	Doca 9
Utilização de operadores (%)	84.27%														
Disponibilidade de operadores (%)							99.01%	100%	100%	100%	100%	98.56%	100%	100%	
Utilização de docas (%)							58.75%	53.50%	85.11%	84.69%	84.29%	83.47%	85.13%	4.15% 1.81%	
Número de veículos prioritários	6					6									
Número de veículos não-prioritários	711	490	57	144	20		32	25	54	45	45	36	35	3 3	
Número de veículos prioritários atendidos	6					6								3 3	
Número de veículos não-prioritários atendidos	265	159	57	51	5		31	24	53	44	44	35	34		
Tempo médio de fila para veículos prioritários (h)							0								
Tempo médio de fila para veículos não-prioritários (h)							30.13	1.29	33.24	18.74					
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)							84.28%	5.26%	86.27%	80%	0%				
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL 27.809,95														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 27.303,74														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 240,00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 27.100,00														
Lucro bruto da operação (R\$)	-BRL 28.253,69														
Nível de atendimento (%)**	37,80%														
Tempo mínimo no sistema (h)	0,05														
Tempo médio no sistema (h)	25,46														
Tempo máximo no sistema (h)	64,86														

Fonte: Desenvolvido pela autora

Em relação ao Cenário 1, a principal diferença no Cenário 3 é a redução da quantidade de Veículos Prioritários no sistema ao longo do período simulado, o que reduz em mais de 50% o custo com transportes emergenciais.

5.8.5. Cenário 4

Quadro 25 - Resultados do cenário 4

	Cenário 4														
	Geral	FTL	IP	MR	LH	Crítico	Doca 1	Doca 2	Doca 3	Doca 4	Doca 5	Doca 6	Doca 7	Doca 8	Doca 9
Utilização de operadores (%)	80.89%														
Disponibilidade de operadores (%)							100%	100%	97.03%	98.38%	93.93%	99.60%	99.78%	100%	100%
Utilização de docas (%)							44.13%	40.37%	81.52%	82.55%	77.80%	83.94%	84.90%	9.63%	9.30%
Número de veículos prioritários	13						13							6	7
Número de veículos não-prioritários	711	490	57	144	20										
Número de veículos prioritários atendidos	12						13							6	6
Número de veículos não-prioritários atendidos	316	191	57	65	8									44	
Tempo médio de fila para veículos prioritários (h)							0.25								
Tempo médio de fila para veículos não-prioritários (h)							24.36	0.55	27.08	25.2					
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)							84.82%	0%	87.69%	87.50%	0%				
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL 27,969.58														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 26,208.37														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 520.00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 32,800.00														
Lucro bruto da operação (R\$)	-BRL 21,897.95														
Nível de atendimento (%)**	45.30%														
Tempo mínimo no sistema (h)	0.04														
Tempo médio no sistema (h)	21.1														
Tempo máximo no sistema (h)	55.42														

Fonte: Desenvolvido pela autora

Neste cenário, nota-se que o nível de atendimento de fato aumenta, enquanto o tempo médio de filas diminui, como era esperado. Contudo, ainda há espaço para melhorias, uma vez que as sobre-estadias continuam frequentes e seus custos, elevados.

Assim, na próxima seção será formulado um sistema ideal para funcionamento otimizado, o que inclui reduzir as sobre-estadias conforme o objetivo inicial disposto neste capítulo. As considerações levantadas com cada uma das simulações anteriores devem ser utilizadas como base para as ideias de melhoria.

5.8.6. Novo cenário

O novo cenário será avaliado de acordo com os seguintes critérios:

- Resultado financeiro (receita por veículo atendido vs. custos com sobre-estadias, veículos prioritários e mão-de-obra);
- Utilização de operadores em relação ao cenário-base;
- Redução na chegada de veículos prioritários em relação ao cenário-base;
- Redução das filas em relação ao cenário-base;
- Nível de atendimento.

As condições de operação desse cenário são as seguintes:

Não há docas dedicadas a nenhum dos tipos de operação. Assim, as docas que antes eram sobrecarregadas com operações de *linehaul*, *milk-run* e FTL agora terão carga compartilhada com as demais docas. Além disso, as docas antes exclusivas para Interplantas e Críticos apresentavam alto índice de ociosidade, como visto na seção anterior; atendendo a todas as operações, seu nível de utilização melhora consideravelmente.

Os tempos de parada dos operadores foram reduzidos para intervalos de 30 minutos a cada 6 horas, visando obter menos interrupções no sistema e menos tempo de fila para os veículos que chegam à montadora. Essa é uma forma de simular no *software*; contudo, na prática, os operadores podem ter outros momentos de intervalo, desde que observem o agendamento de chegadas de todos os veículos próximos ao horário de sua pausa e tenham conhecimento da presença ou ausência de Veículos Prioritários na planta. Nas simulações anteriores, apesar da quantidade de operadores não se apresentar como um gargalo no atendimento dos veículos, os intervalos propostos colaboravam para um elevado tempo de permanência e longas filas na montadora.

Aproximadamente a cada 40 minutos, as chegadas de veículos não-prioritários devem acontecer em grupos com distribuição normal de média 3 e desvio-padrão 1.

O intervalo entre chegada de veículos críticos seguirá uma distribuição normal de média 10 e desvio-padrão 3. Isso requer comunicação constante entre montadora e fornecedores, garantindo que as peças esperadas serão entregues a tempo. Ao mesmo tempo, a redução da variabilidade de *mix* de produção citada no capítulo anterior auxiliará no controle da cadeia de suprimentos, evitando imprevistos relativos à coleta de material na planta fornecedora. Dessa forma, espera-se que a necessidade de veículos críticos de fato diminua.

Por fim, padronização de processos, treinamentos da mão-de-obra, identificação e eliminação de desperdícios podem acelerar a operação do sistema, desde o recebimento administrativo até a completa descarga de peças e carga de embalagens. Dessa forma, o tempo médio de operação será de 90 minutos, ou uma hora e 30 minutos.

5.8.7. Avaliação

Com a simulação, foi possível perceber uma melhor distribuição de trabalho entre as docas e operadores, mantendo o índice de utilização de operadores em níveis elevados e aumentando o nível de utilização das docas antes dedicadas (e ociosas). As docas antes distribuídas entre

linehaul, *milk-run* e FTL tiveram seu nível de utilização suavizado e a rotatividade de veículos no sistema é maior.

Os tempos médios de fila não chegam a duas horas com o novo cenário, o que elevou o nível de atendimento a mais de 90% e trouxe aumento nas receitas com atendimentos. Em relação aos custos, o valor despendido com mão-de-obra foi reduzido, devido ao menor número de horas trabalhadas, uma vez que a operação é mais rápida – prova disso é a ligeira queda no nível de utilização dos operadores; ademais, a diminuição de veículos críticos no sistema reduziu os custos com tal operação. Dessa forma, o lucro bruto aumentou consideravelmente.

É interessante observar que, aliado ao fato de que o número de veículos atendidos é superior aos dos cenários anteriores, a quantidade total de veículos no sistema é cerca de 40% menor, o que garante o alto nível de atendimento citado.

Por fim, o tempo médio no sistema não passa de 2,5 horas, o que está dentro do período de tolerância para que não seja caracterizada sobre-estadia na montadora. De fato, a operação do sistema passou a ser lucrativa neste novo cenário, sendo o custo com sobre-estadias zerado.

Uma vez que a cobrança de sobre-estadias é aplicada por veículo, é possível concluir que o objetivo inicial foi atingido e superado, reduzindo as ocorrências de sobre-estadias na mesma proporção da redução de seus custos (100%).

Na prática, ocorrerão variações neste cenário, o que poderá eventualmente traduzir-se em sobre-estadias. Porém, mantendo-se a padronização dos processos, a variabilidade passa a ser controlável e a lucratividade da operação não é comprometida.

Os resultados detalhados podem ser vistos no Quadro 26.

Quadro 26 - Resultados do cenário ideal

	Ideal														
	<i>Geral</i>	<i>FTL</i>	<i>IP</i>	<i>MR</i>	<i>LH</i>	<i>Critico</i>	<i>Doca 1</i>	<i>Doca 2</i>	<i>Doca 3</i>	<i>Doca 4</i>	<i>Doca 5</i>	<i>Doca 6</i>	<i>Doca 7</i>	<i>Doca 8</i>	<i>Doca 9</i>
Utilização de operadores (%)	80.11%						96.18%	95.83%	92.87%	95.11%	94.26%	96.49%	95.15%	100%	100%
Disponibilidade de operadores (%)							64.06%	67.12%	56.03%	67.82%	60.94%	68.85%	63.23%	78.57%	81.58%
Utilização de docas (%)															
Número de veículos	414	277	30	85	14	8	46	41	49	47	42	42	34	59	43
Número de veículos atendidos	394	268	30	84	14	7	45	40	48	46	41	41	33	58	42
Tempo médio de fila para veículos (h)		0.7	0.83	0.72	0.77	1.38									
Veículos em fila por mais de 4 horas (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
Custo de sobre-estadia (R\$)*	BRL -														
Custo de mão-de-obra (R\$)	BRL 25,955.56														
Custo com veículos prioritários (R\$)	BRL 320.00														
Receita com atendimentos (R\$)	BRL 39,400.00														
Lucro bruto da operação (R\$)	BRL 13,124.44														
Nível de atendimento (%)**	95.17%														
Tempo mínimo no sistema (h)	0.01														
Tempo médio no sistema (h)	2.2														
Tempo máximo no sistema (h)	9.84														

Fonte: Desenvolvido pela autora

5.8.8. Considerações

Para a instalação do novo cenário, é necessário ocorrer diversas modificações, como visto na descrição de seus parâmetros. Isso envolve treinamentos de funcionários, novo planejamento na chegada de veículos, melhoria e controle da variabilidade do *mix* de produção e reconfiguração de processos internos.

Os treinamentos e alterações de procedimentos internos referem-se a uma possível mudança cultural de operação; é preciso diversificar o modo de trabalho e premissas para que se instaure o cenário proposto. Os ganhos, contudo, parecem compensar o esforço empregado, e as vantagens residem no fato de tais processos estarem sob direta influência da própria montadora. A maior dificuldade consiste em gerenciar eventuais interesses diversos dentro da companhia.

Já o controle da variabilidade do *mix* de produção e o planejamento de veículos estão interligados e não são sujeitos somente à ação da montadora, mas também a alterações no ambiente externo do setor (mercado e concorrentes, por exemplo). Sendo assim, estes são os fatores mais complexos a serem implantados no novo cenário e podem, com maior probabilidade, sofrer desvios que alterem o comportamento esperado.

Daí a importância de manter as soluções das Fases I e II funcionando conjuntamente, pois a adesão da liderança interna às ideias do novo cenário colaborará para esforços direcionados ao maior controle da programação de produção – e consequente chegada de veículos (ao menos nos aspectos em que a montadora tem maior poder de decisão e autonomia).

Vale lembrar que o nível de atendimento mostrou-se elevado porque, entre outros fatores, o número de veículos no sistema foi menor. Isso é facilitado a partir do maior controle de produção, possibilitando melhorias nas roteirizações hoje realizadas. Assim, os veículos podem ser projetados para carga mais otimizada e, assim, reduzir sua frequência de chegada na planta. Além disso, existe a redução dos veículos emergenciais, o que contribui para a menor quantidade de chegadas no sistema.

O lucro também indica melhoria nas operações. Com a prática da melhoria contínua, o processo pode ser revisitado e novas oportunidades abordadas, a fim de elevar ainda mais o resultado financeiro e operacional do sistema.

A validação do novo cenário e seus resultados foi obtida com o representante da montadora; contudo, há novamente que se ressaltar que algumas modificações internas são complexas, pois envolvem interesses conflitantes, e as ocorrências externas à montadora nem sempre são previstas em estudos ou reuniões de equipe. Ainda assim, a configuração foi validada por

considerar que tais medidas, ainda que complexas, podem ser trabalhadas gradativamente a fim de melhorar a eficiência da operação.

5.9. Controle

Uma vez implantado o novo cenário (ainda que de forma gradual), é importante acompanhar os resultados gerados por meio dos KPIs sugeridos no capítulo 4. Dessa forma, é possível mensurar os retornos da mudança, seja em termos financeiros ou operacionais.

Também é interessante gerar indicadores que mostrem de forma separada o tempo despendido no recebimento administrativo e o tempo de descarga de peças/carga de embalagens propriamente dito, pois assim novas oportunidades de melhoria podem ser perseguidas, na medida em que são encontrados gargalos no processo.

Vale lembrar que todas as ações propostas visam atingir a meta de redução das sobre-estadias na montadora, o que indica eficiência no processo e diminuição dos desperdícios.

6. CONCLUSÃO

Os estudos abordados nesta dissertação focam na indústria automotiva e, mais especificamente, em seu processo de recebimento de peças. A montadora estudada necessita de parceiros que atendam suas demandas em prazos determinados, com a qualidade esperada e a um custo competitivo. Porém, atrasos na chegada de veículos de carga ou nas operações internas da montadora podem gerar sobre-estadias dos referidos veículos na planta, as quais geram custos extras de operação. Deve-se, portanto, reduzi-las a níveis controláveis ou eliminá-las, a fim de evitar desperdícios.

Para auxiliar neste propósito, este trabalho apresenta um estudo dividido em duas fases que propõem soluções para o referido problema. Vale destacar que a primeira delas é reflexo de um trabalho interno realizado por colaboradores da empresa engajados neste assunto, time este ao qual a autora teve acesso e pode participar. Já a segunda partiu de uma abordagem mais pontual e individual, sendo posteriormente validado por um colaborador da empresa, o qual acompanhou o projeto acadêmico constantemente.

O primeiro estudo explora causas de atraso do veículo em sua chegada à planta montadora. Após uma análise das possíveis causas, o foco foi direcionado para a demora na planta do fornecedor, o que levou a uma investigação aprofundada da situação. O resultado foi que a demora devia-se à falta de embalagens retornáveis, oportunidades de melhoria nas operações de carga/descarga no fornecedor e grande variabilidade da demanda, interferindo na programação de produção do fornecedor.

A solução proposta foi avaliada em uma matriz de decisão e consiste em estudos que indiquem qual a melhor forma de abastecer fornecedores com as embalagens retornáveis. Ademais, as reuniões que ocorrem na empresa para redução da variabilidade do *mix* de produção devem continuar ativas e garantir maior estabilidade ao planejamento de rotas; por conseguinte, haverá menor risco de atrasos e sobre-estadias.

O segundo estudo, por sua vez, avalia procedimentos do recebimento de peças na montadora e sua capacidade por meio de diferentes cenários de operação. Estes são simulados em *software*, a fim de obter as respostas esperadas do sistema sob as condições especificadas. O objetivo é reduzir os atrasos internos e consequentes sobre-estadias na planta. Os principais pontos de investigação abordados nos modelos de simulação são a disponibilidade de operadores, o impacto gerado pela chegada de veículos prioritários e o atraso anterior de um veículo ou operação, desencadeando um atraso nas janelas que se seguem.

A solução proposta envolve um cenário específico, o qual requer mudanças culturais, operacionais, táticas e estratégicas na empresa e que podem ser perseguidas gradativamente, contanto que as diferentes áreas envolvidas estejam engajadas no mesmo propósito. Consolidando assim as ações internas, a resposta ao meio externo virá de forma coesa e adequada às práticas do negócio, controlando o grau de perturbação nas operações gerado por mudanças no mercado.

O projeto trouxe à autora valiosa experiência prática e teórica dentro da empresa, permitindo acesso a áreas e profissionais que possivelmente não conheceria em seu cotidiano. A exposição a assuntos tão críticos para uma montadora elevou seu conhecimento sobre o processo e as diversas variáveis que podem ocasionar atrasos e desvios no funcionamento esperado das operações. A visão de integração entre as áreas também foi ampliada, pois tornou-se nítida a forma como são interdependentes e devem manter um canal de comunicação aberto e atualizado. Os interesses devem ser discutidos e a estratégia da companhia deve sobrepor-se, a fim de gerar concordância entre pontos de vista variados. Sendo o aprendizado um dos objetivos deste projeto, pode-se dizer que este foi atingido.

A elaboração deste projeto foi também grande oportunidade de consolidar conhecimentos obtidos ao longo do curso de Engenharia de Produção de forma prática. Ferramentas aparentemente simples mostraram-se eficientes para organizar ideias e expor fatos. É possível aplicá-las em situações diversas do cotidiano, simplificando processos que podem perder-se, caso não sejam documentados e organizados. A prática da Engenharia mostra-se, de fato, ampla e muito útil a inúmeros setores, pois não faltam oportunidades de otimização.

Quanto aos objetivos propostos no capítulo 1, houve a formulação de alternativas para reduzir o nível de atrasos e sobre-estadias na montadora, a partir da investigação de suas causas principais. Foram também estipulados indicadores para acompanhamento e controle dos projetos de melhoria, aproveitando alguns que já existem no dia-a-dia da empresa e sugerindo-se outros.

As reuniões dos times envolvidos levam ao atendimento do último objetivo, que é o de instaurar uma metodologia de melhoria contínua nos setores administrativos da empresa. Não só tal metodologia tem sido trabalhada, mas aperfeiçoada em conjunto com os setores produtivos.

Neste projeto não são detalhadas as propostas de ação A e B do capítulo 4, restringindo-se à formulação do plano para a proposta vencedora, C. Além disso, no capítulo 5 não são detalhados os procedimentos para que se chegue às condições do cenário ideal, podendo ser

este assunto de um estudo futuro junto à equipe da montadora e os parceiros da cadeia de suprimentos.

Durante o projeto, algumas dificuldades foram enfrentadas, como o entendimento inicial do problema e dos fatores que o influenciavam. Com o suporte do representante da empresa que acompanhou o projeto acadêmico e validou as propostas apresentadas, os processos foram bem explicados e exemplificados. Outra dificuldade foi encontrar a cadênciia do projeto junto ao time interno, o qual já trabalhava no problema proposto anteriormente ao contato da autora. Assim, foi necessário construir o estudo sobre uma base já lançada, o que é positivo na medida em que otimiza esforços, mas também limita as opções de abordagem inicial do problema.

Outra dificuldade, agora na execução do projeto em si, foi o trabalho com os dados de entrada para a Fase II, pois algumas amostras não aderiram a nenhuma das distribuições de probabilidade aplicáveis aos casos. A solução foi o uso de dados teóricos, conforme descrito no capítulo 5.

Uma limitação encontrada na fase de simulação computacional foi a necessidade de adaptar o cenário real às limitações da versão Estudantil do *software* utilizado. Assim, os resultados consideram aproximações, e não o sistema como é, de fato. Outra limitação foi o fato de não haver contato com os fornecedores durante o projeto. Assim, enquanto o time interno mostrou-se aberto a ideias e incentivou o trabalho acadêmico, não houve a vivência prática da operação na planta fornecedora, sendo as considerações somente teóricas e de acordo com o que se ouviu dos colaboradores internos.

A expectativa ao fim deste projeto é que haja a consolidação dos relacionamentos na cadeia de suprimentos, desenvolvendo a comunicação efetiva entre as partes e ações integradas que levem ao recebimento das peças corretas, no local certo, da maneira adequada, no prazo esperado e a um custo competitivo. É também desejável que as reuniões de melhoria contínua perdurem, considerando novas oportunidades de melhoria e planos de ação. O controle e disciplina das áreas envolvidas para colocar em prática as propostas consideradas são também indispensáveis para o completo sucesso do projeto. O estudo, ora realizado em uma das plantas da montadora, pode também ser estendido para suas outras plantas no país.

Espera-se, com os resultados deste trabalho de formatura, proporcionar melhorias operacionais e administrativas na montadora, a fim de reduzir desperdícios e o nível de sobre-estadias na planta. Dessa forma, as operações serão mais eficientes e os recursos podem ser investidos em melhorias produtivas e atitudes proativas, não em ações reativas.

7. REFERÊNCIAS

- ABDALA, E. C. **A GESTÃO ORIENTADA POR PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ORGANIZAÇÃO HOSPITALAR BRASILEIRA.** 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS. RIBEIRÃO PRETO: [s.n.]. 2006.
- ANÁLISE de Risco - Palisade Corporation. **Palisade**, 2016. Disponível em: <http://www.palisade-br.com/risk/risk_analysis.asp>. Acesso em: 29 Setembro 2017.
- APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE VISANDO A REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE REFUGO DE PEÇAS: PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE AUTOPEÇAS.** Fortaleza: [s.n.]. Outubro 2015.
- BENSAOU, M. **Portfolios of Buyer-Supplier Relationships.** [S.l.]: Sloan Management Review. 15 Julho 1999.
- BERTOLO, L. A. **Estatística no Excel.** [S.l.]: [s.n.]. 2008. <http://www.bertolo.pro.br/FinEst/Estatistica/DistribuicaoContinua.pdf>.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S. High-Involvement Innovation Through Continuous Improvement. **International Journal of Technology Management**, Janeiro 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247831944_High-Involvement_Innovation_Through_Continuous_Improvement>. Acesso em: 14 Outubro 2017.
- BOX Plot: como analisar e interpretar esse gráfico? **Escola EDTI**, 4 Setembro 2013. Disponível em: <<http://www.escolaedti.com.br/o-que-e-um-box-plot/#>>.
- BOYSEN, N. et al. Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda. **European Journal of Operational Research**, v. 242, p. 107-120, 2015. Acesso em: 15 Abril 2017.
- BRAZIL. **Made for More - General Motors**, 10 Abril 2017. Disponível em: <<http://careers.gm.com/worldwide-locations/south-america/brazil.html>>.
- CAMPAGNARO, C. A. et al. **UM ESTUDO SOBRE MÉTODOS DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP) NA CADEIA DE FORNECIMENTO DAS MONTADORAS AUTOMOTIVAS NACIONAIS.** Rio de Janeiro: [s.n.]. Outubro 2008.
- CINTRA, A. L. B. **UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: ESTUDO DE CASO DE FORNECEDORES DE UMA MULTINACIONAL DA LINHA BRANCA.** São Carlos: [s.n.]. 2015.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **JUST IN TIME, MRP II E OPT:** Um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORREIA, B. D. G. **Redução do lead time de recebimento em um centro de distribuição químico:** aplicação de ferramentas lean. São Paulo: [s.n.]. 2016.
- CORREIA, V. T. L. **Aplicação do método 8D para solução de um problema de qualidade em faróis de veículos comerciais.** São Paulo: [s.n.]. 2016.
- DAMIAN, I. P. M.; BORGES, L. S.; PÁDUA, S. I. D. D. A IMPORTÂNCIA DAS TAREFAS E OS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA O GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS. **Revista de Administração da UNIMEP**, 13, n. 2, Maio/Agosto 2015. 162-185. Disponível em:

<<http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/editor/submissionEditing/899#scheduling>>. Acesso em: 31 Maio 2017.

DE TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha. São Carlos: [s.n.]. 2006.

DENNIS, P. LEAN PRODUCTION SIMPLIFIED: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System. [S.l.]: Productivity Press, 2007.

DERIGGI, M. Redução do tempo de entrada de materiais em uma fábrica de componentes de controle e automação: aplicação de ferramentas Lean. São Paulo: [s.n.]. 2016.

DOUGHERTY, T. M. Handbook of Occupational Safety and Health. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc. 1999.

DUPPRE, T. C. et al. APLICAÇÃO D FERRAMENTAS DA QUALIDADE VISANDO A REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE REFUGO DE PEÇAS: PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE AUTOPEÇAS. Fortaleza: [s.n.]. Outubro 2015.

FILHO, J. G. B. C. Melhores Práticas para Garantia de Sustentabilidade de Melhorias Obtidas Através de Eventos Kaizen. São Carlos: [s.n.]. 2010.

FILHO, M. G.; FERNANDES, F. C. F. MANUFATURA ENXUTA: UMA REVISÃO QUE CLASSIFICA E ANALISA OS TRABALHOS APONTANDO PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n1/a02v11n1.pdf>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

FONSECA, A. V. M. D.; MIYAKE, D. I. Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade. Fortaleza: [s.n.]. Outubro 2006.

GONÇALVES, J. E. L. AS EMPRESAS SÃO GRANDES COLEÇÕES DE PROCESSOS. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, 40, n. 1, 2000. 6-19. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n1/v40n1a02.pdf>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

GUIA Log - Medidas e Capacidades de Equipamentos e Acessórios. Guia Log, 10 Abril 2017. Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/medidas.htm>>.

GÜNER, A. R.; MURAT, A.; CHINNAM, R. B. Dynamic routing for milk-run tours with time windows in stochastic time-dependent networks. **Transportation Research Part E**, Detroit, 97, 8 Dezembro 2016. 251-267.

HALD, K. S.; CORDÓN, C.; VOLLMANN, T. E. Towards an understanding of attraction in buyer-supplier relationships. **Industrial Marketing Management**, n. 38, 2009. 960-970. Disponível em: <<http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/21195.pdf>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

HARMON, P. Business process change: A guide for business managers and Six Sigma professionals. 2a. ed. [S.l.]: Morgan Kauffman, 2007. Disponível em: <<http://searchdatamanagement.techtarget.com/feature/Business-process-change-A-guide-for-business-managers-and-Six-Sigma-professionals>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

HOLWEG, M. Successful Build-to-Order Strategies: Start with the Customer. **MIT Sloan Management Review**, Setembro 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247667547_Successful_Build-to-Order_Strategies_Start_with_the_Customer>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

HOSSEINI, S. D.; SHIRAZI, M. A.; KARIMI, B. Cross-docking and milk run logistics in a consolidation network: A hybrid of harmony search and simulated annealing approach. **Journal of Manufacturing Systems**, Teerã, 33, 5 Junho 2014. 567-577.

JOHNSTON, R.; CLARK, G. **Administração de Operações de Serviço**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; SADOWSKI, D. A. **Simulation with Arena**. 2a. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 1998. Disponível em: <<http://web.iitd.ac.in/~nomesh/MEL770/kelton.pdf>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O MODELO TOYOTA**: Manual de Aplicação. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora Ltda., 2007.

LISBÔA, M. D. G. P.; GODOY, L. P. APLICAÇÃO DO MÉTODO 5W2H NO PROCESSO PRODUTIVO DO PRODUTO: A JOIA. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, 4, n. 7, 2012. 32-47. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/issue/view/402/showToc>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

LIU, C.; LI, Q.; ZHAO, X. Challenges and opportunities in collaborative business process management: Overview of recent advances and introduction to the special issue. **Information Systems Frontiers**, 11, Julho 2009. 201-209. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220198739_Challenges_and_opportunities_in_collaborative_business_process_management_Overview_of_recent_advances_and_introduction_to_the_special_issue>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

LUCINDA, M. A. **Análise e melhoria de processos - Uma abordagem prática para micro e pequenas empresas**. [S.l.]: Simplicíssimo Livros Ltda., 2016.

M. JOSEPH GORDON, J. **Six Sigma Quality for Business & Manufacture**. Palm Harbor: Elsevier, 2002.

MEDINA, A. C.; CHWIF, L. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014. Acesso em: 29 Setembro 2017.

MENEZES, T. M.; MARTINS, J. C. **MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: UMA ANÁLISE DA SUA UTILIZAÇÃO E RESULTADOS EM UMA EMPRESA DO RAMO DE AR CONDICIONADO**. São Carlos: [s.n.]. Outubro 2010.

MILK Run | Portal Logístico. **Portal Logístico**, 17 Março 2015. Disponível em: <<http://portallogistico.com.br/2015/03/17/abastecimento-de-suprimentos/>>. Acesso em: 15 Junho 2017.

MOURA, D. A. D. **CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE UM SISTEMA DE COLETA PROGRAMADA DE PEÇAS, "MILK-RUN", NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NACIONAL**. São Paulo: [s.n.]. 2000.

NORMA REGULAMENTADORA 5 - NR 5. **Guia Trabalhista**, 28 Abril 2017. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr5.htm>>.

NR-7. **Guia Trabalhista**, 28 Abril 2017. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr7.htm>>.

O que é FMEA? Como aplicar? Aprenda mais sobre essa ferramenta | FM2S. **FM2S**, 7 Março 2017. Disponível em: <<http://www.fm2s.com.br/fmea/>>. Acesso em: 3 Outubro 2017.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, W. A. D. **Modelos estatísticos integrados à metodologia Lean Seis Sigma visando ao aumento da produtividade na obtenção do etanol.** Piracicaba: [s.n.]. 2010.

OPRIME, P. C.; MENDES, G. H. D. S.; PIMENTA, M. L. Fatores críticos para a melhoria contínua em indústrias brasileiras. **Produção**, São Carlos, 21, n. 1, Jan./Mar. 2011. 1-13. Acesso em: 24 Maio 2017.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **THE SIX SIGMA WAY:** How GE, Motorola, and other top companies are honing their performance. [S.l.]: McGraw-Hill, 2000.

PEREIRA, F. D. **CONCEITOS BASEADO NO CICLO PDCA PARA MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO NA MANUFATURA DE TUBOS EM FIBRA DE VIDRO.** São Carlos: [s.n.]. 2013.

POSTHUMA, A. C. **ESTUDO DA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA: COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS.** Campinas: [s.n.]. 1993.

PROFESSIONALS, A. O. B. P. M. **BPM CBOK Versão 3.0.** 1st. ed. [S.l.]: ABPMP Brasil 2013, 2013.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais Limpa.** São Carlos: [s.n.]. 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **APRENENDENDO A ENXERGAR:** Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SALVADORI, L. A. R. **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DA QUALIDADE PARA A MELHORIA CONTÍNUA EM UM PROJETO DE PRODUÇÃO ENXUTA.** São Carlos: [s.n.]. 2013.

SCHULTZ, E. D. **Aplicação dos conceitos Lean no uso de um método de solução de problemas.** São Carlos: [s.n.]. 2012.

SELLA, B. C. **COMPARATIVO ENTRE AS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS APR E HAZOP.** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

SMART, D. P. A.; MADDERN, H.; MAULL, D. R. S. **UNDERSTANDING BUSINESS PROCESS MANAGEMENT:** Implications for theory and practice. Exeter: [s.n.]. 2009.

SORDI, J. O. D.; MONTEIRO, J. M. O SISTEMA ERP E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A MUDANÇA DE GESTÃO DAS EMPRESAS. DA GESTÃO FUNCIONAL PARA A GESTÃO POR PROCESSOS. **Revista Eletrônica de Gestão de Negócios**, Santos, 2, n. 2, Abr-Jun 2006. 39-68. Disponível em: <<http://www.unisantos.br/mestrado/gestao/egesta/artigos/64.pdf>>. Acesso em: 19 Outubro 2017.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, 13, n. 4, Out./Dez. 2009. 647-662. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/rac>>. Acesso em: 24 Maio 2017.

TRKMAN, P. The Critical Success Factors of Business Process Management. **International Journal of Information Management**, v. 2, n. 30, p. 125-134, Abril 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/52011719_The_Critical_Success_Factors_of_Business_Process_Management>. Acesso em: 14 Outubro 2017.

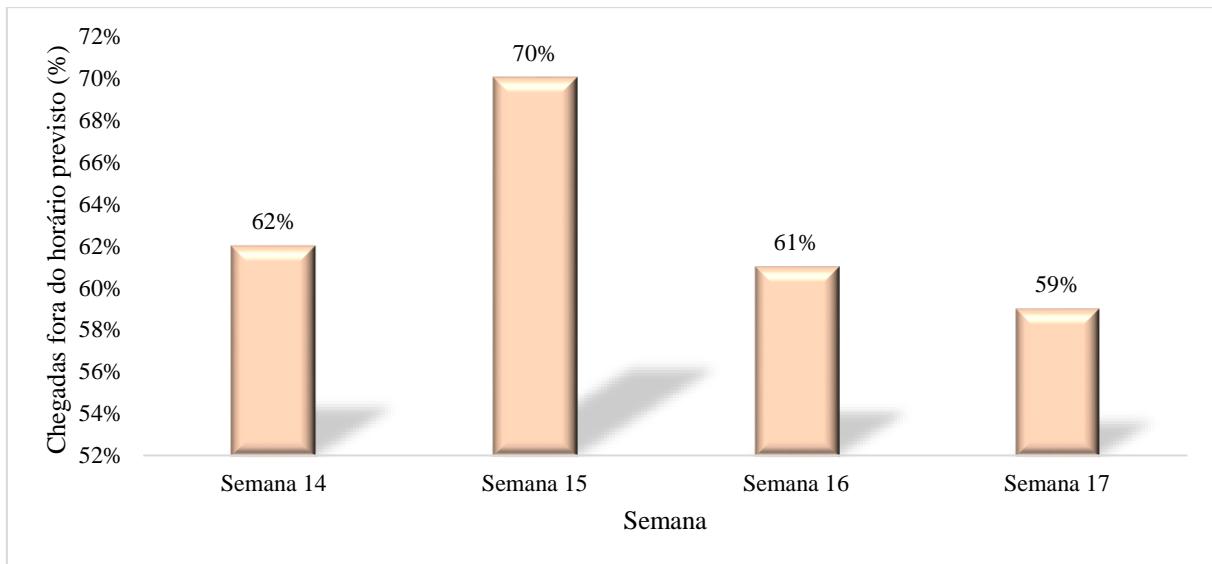
VANALLE, R. M.; SALLES, J. A. A. **Relação entre montadoras e fornecedores: modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística brasileira**. São Carlos, p. 237-250. 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1992.

APÊNDICE A – Não-atendimento às janelas de entrega

A1. Antes das melhorias (Não-atendimento às janelas de entrega)

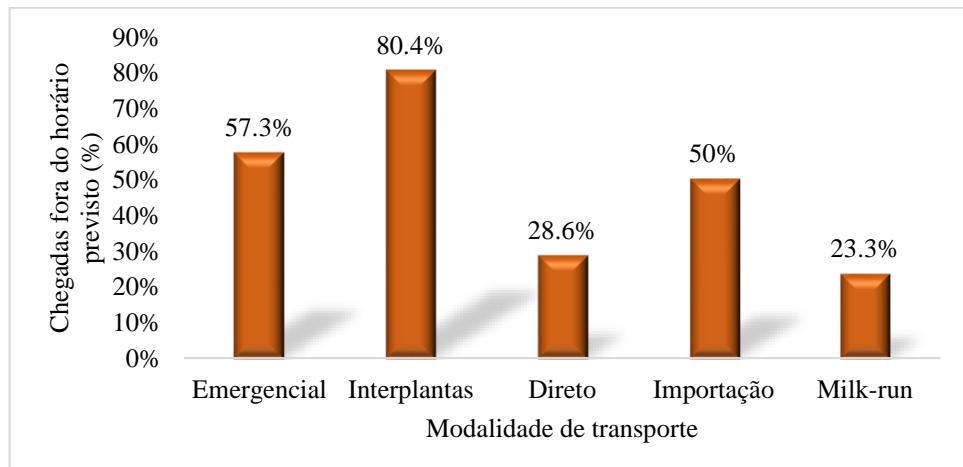
Figura 25 - Gráfico de não-atendimento às janelas de entrega



Fonte: Desenvolvido pela autora

A2. Após as melhorias (Atrasos por tipo de operação – Semana 17)

Figura 26 - Gráfico dos atrasos por tipo de operação

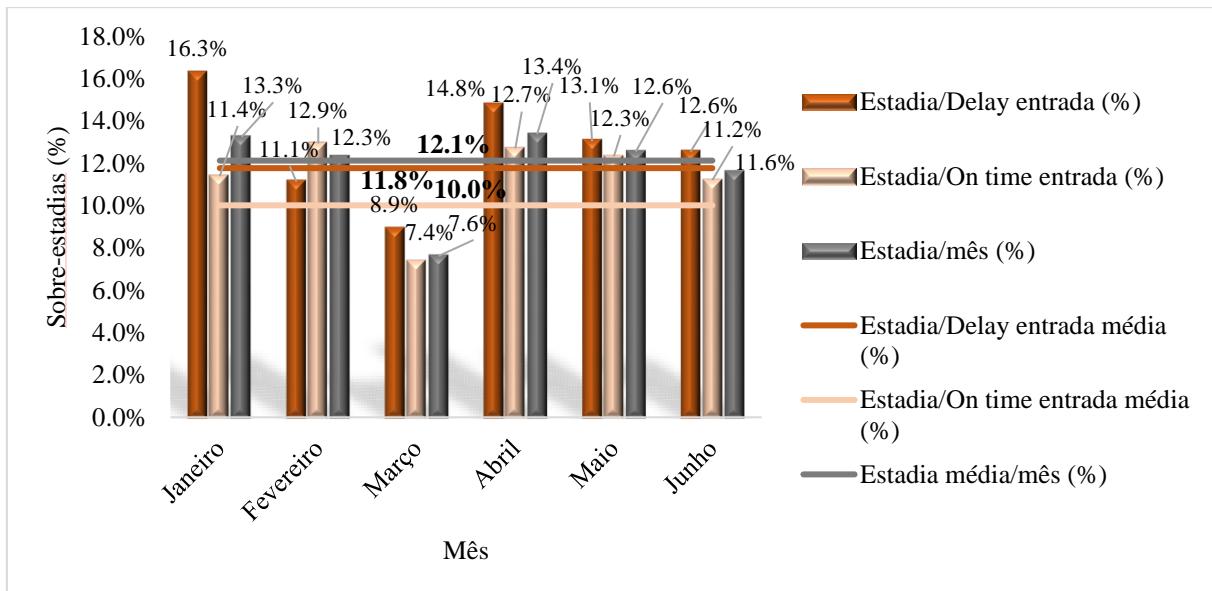


Fonte: Desenvolvido pela autora

APÊNDICE B – Conversão de atrasos em sobre-estadias (com média ponderada)

B1. Índices relativos

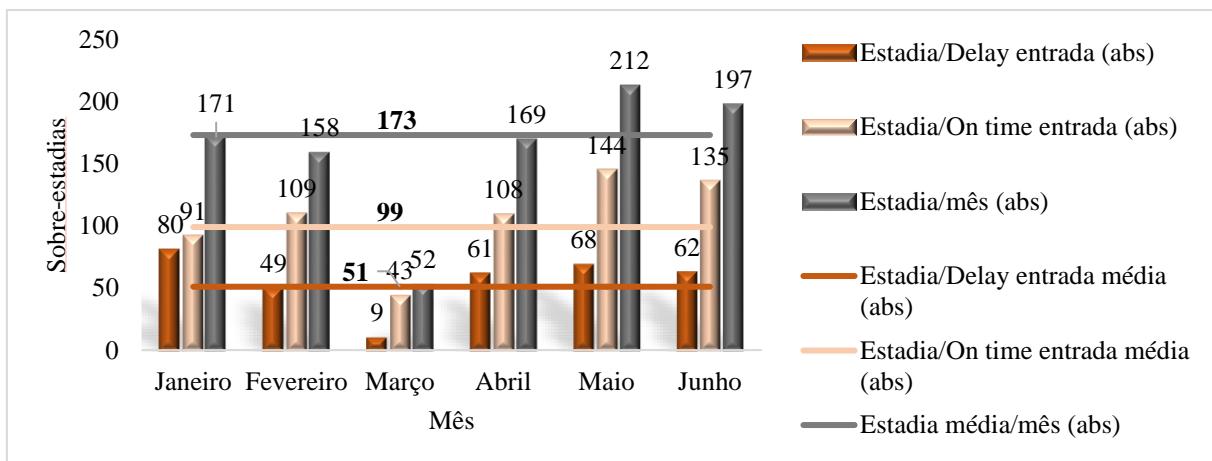
Figura 27 - Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias (% - com média ponderada)



Fonte: Desenvolvido pela autora

B2. Índices absolutos

Figura 28 - Gráfico de conversão de atrasos em sobre-estadias (abs. - com média ponderada)



Fonte: Desenvolvido pela autora

APÊNDICE C – Simulação manual

Quadro 27 - Resultados da simulação manual

A	B	C
0	-	Começa Espera na Portaria, termina em 0.038
0.038	Termina a Espera na Portaria	Chegada MR, termina em 0.038
		Começa Espera MR, termina em 0.038
		Começa Operação MR na Doca 3, termina em 1.115
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.086
0.086	Termina a Espera na Portaria	Chegada FTL, termina em 0.086
		Começa Espera FTL, termina em 0.086
		Começa Operação FTL na Doca 4, pausa em 1.500
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.120
0.12	Termina a Espera na Portaria	Chegada FTL, termina em 0.120
		Começa Espera FTL, termina em 0.120
		Começa Operação FTL na Doca 5, termina em 0.242
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.208
0.208	Termina a Espera na Portaria	Chegada FTL, termina em 0.208
		Começa Espera FTL, termina em 0.208
		Começa Operação FTL na Doca 6, termina em 0.787
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.318
0.242	Termina Operação FTL na Doca 5	-
0.318	Termina a Espera na Portaria	Chegada FTL, termina em 0.318
		Começa Espera FTL, termina em 0.318
		Começa Operação FTL na Doca 5, termina em 1.158
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.486
0.486	Termina a Espera na Portaria	Chegada Linehaul, termina em 0.486
		Começa Espera Linehaul, termina em 0.486
		Começa Operação Linehaul na Doca 7, termina em 0.514
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.491
0.491	Termina a Espera na Portaria	Chegada FTL, termina em 0.491
		Começa Espera FTL, termina em 0.514
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.851
0.514	Termina Operação Linehaul na Doca 7	Começa Operação FTL na Doca 7, termina em 1.387
0.787	Termina Operação FTL na Doca 6	-
0.851	Termina a Espera na Portaria	Chegada Linehaul, termina em 0.851
		Começa Espera Linehaul, termina em 0.851
		Começa Operação Linehaul na Doca 6, pausa em 1.500
		Começa Espera na Portaria, termina em 0.906
0.906	Termina a Espera na Portaria	Chegada Linehaul, termina em 0.906
		Começa Espera Linehaul, termina em 1.115
		Começa Espera na Portaria, termina em 2.025
1.115	Termina Operação MR na Doca 3	Começa Operação Linehaul na Doca 3, termina em 1.352
1.158	Termina Operação FTL na Doca 5	-
1.352	Termina Operação LH na Doca 3	-
1.387	Termina Operação FTL na Doca 7	-
1.5	-	Começa Espera FTL pela Doca 4, termina em 2.000
		Começa Espera Linehaul pela Doca 6, termina em 2.000
2	Termina Espera FTL pela Doca 4	Recomeça Operação FTL na Doca 4, pausa em 3.500
	Terminal Espera Linehaul pela Doca 6	Recomeça Operação Linehaul na Doca 6, termina em 2.482
2.025	Termina a Espera na Portaria	Chegada Linehaul, termina em 2.025
		Começa Espera Linehaul, termina em 2.025
		Começa Operação Linehaul na Doca 3, termina em 2.119
		Começa Espera na Portaria, termina em 2.540
2.119	Termina Operação Linehaul na Doca 3	-
2.482	Termina Operação Linehaul na Doca 6	-
2.54	Termina a Espera na Portaria	Chegada Interplantas, termina em 2.540
		Começa Espera Interplantas, termina em 2.540
		Começa Operação Interplantas na Doca 1, termina em 2.755
		Começa Espera na Portaria, termina em 2.727

(Continua)

APÊNDICE C – Simulação manual

(Conclusão)

A	B	C
2.727	Termina a Espera na Portaria	Chegada MR, termina em 2.727
	-	Começa Espera MR, termina em 2.727
	-	Começa Operação MR na Doca 3, termina em 2.965
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 2.728
2.728	Termina a Espera na Portaria	Chegada Linehaul, termina em 2.728
	-	Começa Espera Linehaul, termina em 2.728
	-	Começa Operação Linehaul na Doca 5, pausa em 3.500
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 3.226
2.755	Termina Operação Interplantas na Doca 1	-
2.965	Termina Operação MR na Doca 3	-
3.226	Termina a Espera na Portaria	Chegada interplantas, termina em 3.226
	-	Começa Espera Interplantas, termina em 3.226
	-	Começa Operação Interplantas na Doca 1, termina em 3.372
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 3.487
3.372	Termina Operação Interplantas na Doca 1	-
3.487	Termina a Espera na Portaria	Chegada MR, termina em 3.487
	-	Começa Espera MR, termina em 3.487
	-	Começa Operação MR na Doca 3, pausa em 3.500
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 4.413
3.5	-	Começa Espera FTL pela Doca 4, termina em 4.000
	-	Começa Espera Linehaul pela Doca 5, termina em 4.000
	-	Começa Espera MR pela Doca 3, termina em 4.000
	-	Recomeça Operação FTL na Doca 4, pausa em 5.500
4	Termina Espera FTL pela Doca 4	Recomeça Operação Linehaul na Doca 5, termina em 4.467
	Termina Espera Linehaul pela Doca 5	Recomeça Operação MR na Doca 3, pausa em 5.500
	Termina Espera MR pela Doca 3	Recomeça Operação MR na Doca 3, pausa em 5.500
4.413	Termina a Espera na Portaria	Chegada MR, termina em 4.413
	-	Começa Espera MR, termina em 4.413
	-	Começa Operação MR na Doca 6, pausa em 5.500
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 4.482
4.467	Termina Operação Linehaul na Doca 5	-
4.482	Termina a Espera na Portaria	Chegada interplantas, termina em 4.482
	-	Começa Espera Interplantas, termina em 4.482
	-	Começa Operação Interplantas na Doca 1, termina em 4.761
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 5.146
4.761	Termina Operação Interplantas na Doca 1	-
5.146	Termina a Espera na Portaria	Chegada interplantas, termina em 5.146
	-	Começa Espera Interplantas, termina em 5.146
	-	Começa Operação Interplantas na Doca 1, termina em 5.289
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 5.751
5.289	Termina Operação Interplantas na Doca 1	-
5.5	-	Começa Espera FTL pela Doca 4, termina em 6.000
	-	Começa Espera MR pela Doca 3, termina em 6.000
	-	Começa Espera MR pela Doca 6, termina em 6.000
	-	Chegada interplantas, termina em 5.751
5.751	Termina a Espera na Portaria	Começa Espera Interplantas pela Doca 1, termina em 6.000
	-	Começa Espera na Portaria, termina em 8.366
	-	Recomeça Operação FTL na Doca 4, termina em 6.580
	-	Recomeça Operação MR na Doca 3, termina em 6.512
6	Termina Espera FTL pela Doca 4	Recomeça Operação MR na Doca 6, termina em 6.974
	Termina Espera MR pela Doca 3	Começa Operação Interplantas na Doca 1, termina em 6.737
	Termina Espera MR pela Doca 6	-
	Termina Espera Interplantas pela Doca 1	-
6.512	Termina Operação MR na Doca 3	-
6.580	Termina Operação FTL na Doca 4	-
6.737	Termina Operação Interplantas na Doca 1	-
6.974	Termina Operação MR na Doca 6	-
8.366	Termina a Espera na Portaria	Chegada MR, termina em 8.366
	-	Começa Espera MR pela Doca 3, termina em 8.366 (turno seguinte)

Fim da Simulação

Fonte: Desenvolvido pela autora

ANEXO A – Formulários para análise de risco

A1. Modelo de planilha de APR

Figura 29 - Planilha APR

Sistema:				Referência:												Data:	
Perigo	Causa	Detecção (D) / Salvaguarda (S)	Possíveis Efeitos	Frequência	Pessoal		Instalação		Meio Ambiente		Imagem Externa		Recomendações e Observações	C.A.			
					Severidade	Risco	Severidade	Risco	Severidade	Risco	Severidade	Risco					

Fonte: SELLÁ (2014)

A2. Base para HAZOP

Figura 30 - HAZOP

Parâmetro	Palavra-Guia	Desvios
Fluxo	Nenhum	Nenhum fluxo
	Menos	Menos fluxo
	Mais	Mais fluxo
	Também	Contaminação
	Reverso	Fluxo reverso
Pressão	Menos	Pressão baixa
	Mais	Pressão alta
Temperatura	Menos	Temperatura baixa
	Mais	Temperatura alta
Nível	Menos	Nível baixo
	Mais	Nível alto

Fonte: SELLÁ (2014)

A3. Formulário para análise de E SE?

Figura 31 - E SE?

Divisão:	Descrição de operação:		Por:	Data:
E SE?	Resposta	Probabilidade	Consequências	Recomendações

Fonte: Adaptado do website <http://web.mit.edu/course/10/10.27/www/1027CourseManual/1027CourseManual-AppVI.html> (acessado em 19/10/2017)

A4. Formulário-base de FMEA

Figura 32 - FMEA

Análise do Tipo e Efeito de Falha												
Cod_pec : Nome da Peça: Data: Folha No. _____ de _____										<input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto		
Descrição do Produto/Processo	Função(ões) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações de Melhoria		
						S	O	D	R	Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Medidas Implementadas

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Fonte: Toledo et al. (GEPEQ)