

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

MARCOS VINÍCIUS JACOMETO HILLEBRAND  
MAURÍCIO RICARDO DOCKHORN

**PROPOSTA DE MELHORIAS EM UMA LINHA DE MONTAGEM  
DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO  
DO FLUXO DE VALOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
**(TCC2)**

CURITIBA

2014

MARCOS VINÍCIUS JACOMETO HILLEBRAND

MAURÍCIO RICARDO DOCKHORN

**PROPOSTA DE MELHORIAS EM UMA LINHA DE MONTAGEM  
DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO  
DO FLUXO DE VALOR**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes

CURITIBA

2014

## TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia do Projeto de Pesquisa "PROPOSTA DE MELHORIAS EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR", realizado pelo aluno(s) Marcos Vinícius Jacometo Hillebrand e Maurício Ricardo Dockhorn, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes

Departamento Acadêmico de Mecânica, UTFPR

Orientador

Prof. Mestre em Engenharia Osvaldo Verussa Júnior

Departamento Acadêmico de Mecânica, UTFPR

Avaliador

Prof. Mestre em Engenharia Tiago Rodrigues Weller

Departamento Acadêmico de Mecânica, UTFPR

Avaliador

Curitiba, 25 de março de 2014.

## RESUMO

DOCKHORN, M. R.; HILLEBRAND, M. J. Proposta de melhorias em uma linha de montagem de uma indústria automotiva através do mapeamento do fluxo de valor. 2014. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Industrial Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Para manter a competitividade no mercado, as indústrias vêm utilizando diversas ferramentas de otimização de produção. Especificamente, a indústria automotiva se apresenta cada vez mais competitiva, e o mercado exige produtos com disponibilidade imediata, qualidade total e custo baixo. Neste contexto, os conceitos de manufatura enxuta se tornaram a melhor opção dessas indústrias para melhoria de seus processos. No entanto, para muitas empresas, ainda é um desafio a organização e implementação dessas ferramentas. Assim, para auxiliar a gestão estratégica das melhorias e embasar as decisões, a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor mostra-se extremamente efetiva. O presente trabalho tem como objetivo o mapeamento do fluxo de valor de uma linha de montagem de ônibus, em uma montadora de veículos pesados da cidade de Curitiba - PR. A metodologia foi utilizada para prospecção de ideias de melhoria, através do mapeamento do estado atual, e para proposta de um estado futuro, com o auxílio das ferramentas de manufatura enxuta. Conseguiu-se um aumento de 1% de agregação de valor global da linha e uma diminuição de aproximadamente 10 minutos no *lead-time*, o que representa um ganho de produtividade de aproximadamente R\$ 330.000,00 semanais. Além disso, com a adequação da linha e redistribuição das operações, obteve-se uma redução de aproximadamente R\$ 120.000,00 anuais para a empresa.

**Palavras-chave:** Mapeamento do fluxo de valor, produção enxuta, indústria automotiva.

## ABSTRACT

DOCKHORN, M. R.; HILLEBRAND, M. J. Proposta de melhorias em uma linha de montagem de uma indústria automotiva através do mapeamento do fluxo de valor. 2014. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Industrial Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

To become more competitive, industries are using varied process optimization tools. When it comes to the automotive industry, the competitive edge is even stronger, with customers requiring products with availability, quality and low cost. In this context, the lean manufacturing tools are the best option for these industries to improve its processes. However, is still a challenge for the companies to organize and implement these tools. Therefore, to support strategic management of the improvements and to base decisions, the value stream mapping shows itself very effective. This paper aims to apply the value stream mapping on a bus assembly line in a heavy duty vehicles industry, located in Curitiba-PR. The methodology was used to identify improvement ideas, through current state mapping, and for a future state proposal, based on lean manufacturing tools. The results were the improvement of 1% in global aggregated value and reduction of 10 minutes on lead-time, which represents a gain of productivity of approximately R\$ 330.000,00 per week. Also, with the adequation of the assembly line and the redistribution of operations, was obtained a reduction of approximately R\$ 120.000,00 annually.

**Keywords:** Value stream mapping, lean manufacturing, automotive industry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Investimento no setor automotivo.....	14
Figura 2 Níveis de mapeamento do fluxo de valor para um produto .....	18
Figura 3 Fluxo de valor porta a porta .....	18
Figura 4 Estruturação da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor.....	19
Figura 5 Caixa de processo.....	21
Figura 6 Caixa de dados .....	21
Figura 7 Empresa e caixa de informação .....	22
Figura 8 Elemento de necessidade de melhoria .....	26
Figura 9 Mapa do fluxo de valor do estado atual.....	29
Figura 10 Fluxo de produção em ilhas .....	33
Figura 11 Fluxo de produção contínuo.....	33
Figura 12 Exemplo de programação utilizando <i>kanban</i> .....	34
Figura 13 Quadro de nivelamento de carga .....	35
Figura 14 Mapa do estado futuro .....	36
Figura 15 Diagrama esquemático da metodologia utilizada .....	39
Figura 16 Definição do escopo do mapeamento do fluxo de valor.....	41
Figura 17 Posto de ajuste do ônibus (P-Y).....	41
Figura 18 Fornecedor X .....	42
Figura 19 Estação 0 – P-X, fábrica de motores e estação 10, respectivamente .....	43
Figura 20 Fornecedores nacionais e importados .....	43
Figura 21 Leiaute da linha .....	44
Figura 22 Resultado do <i>Simple Method</i> para as estações 1, 2, 3, 4 e 5 .....	48
Figura 23 Resultado do <i>Simple Method</i> para as estações 6, 7, 8 e 9 .....	49
Figura 24 Linha do tempo .....	50
Figura 25 Linha do tempo do planejamento de produção .....	51

Figura 26 Mapa do estado atual.....	53
Figura 27 Balanceamento da linha de montagem.....	55
Figura 28 Exemplos de trilogics implantados na linha.....	58
Figura 29 Dispositivo de atuação rápida.....	60
Figura 30 Balanceamento da situação proposta.....	63
Figura 31 Previsão para a nova configuração da linha nas estações 1, 2, 3, 4 e 5...	64
Figura 32 Previsão para a nova configuração da linha nas estações 6, 7, 8 e 9.....	65
Figura 33 Mapa futuro do fluxo de valor.....	67
Figura 34 Análise da ociosidade dos operadores.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Vendas da empresa parceira .....	15
Tabela 2 Elementos de estoque e movimentação (continua).....	23
Tabela 3 Elementos do fluxo de informação (continua) .....	24
Tabela 4 Formulário de dados do <i>Simple Method</i> .....	28
Tabela 5 Resumo das estações de trabalho .....	45
Tabela 6 Exemplo de utilização do <i>Simple Method</i> .....	46
Tabela 7 Resumo das informações da linha no estado atual .....	51
Tabela 8 Relação das ideias de melhoria com os desperdícios.....	55
Tabela 9 Tempo Ganho com a implementação do Kanban .....	57
Tabela 10 Situação da alimentação de componentes na borda da linha .....	58
Tabela 11 Modificação do tempo de QRS.....	59
Tabela 12 Quantidade de operadores necessários para cada estação .....	60
Tabela 13 Balanceamento da estação 7 .....	61
Tabela 14 Resumo do impacto das ideias de melhoria sobre o tempo de ciclo dos operadores .....	62
Tabela 15 Resumo da linha do tempo para o estado futuro.....	66
Tabela 16 Variação dos tempos e da %AV .....	70



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
LM	<i>Lean manufacturing</i> (Manufatura Enxuta)
MFV	Mapeamento do fluxo de valor
NNVA	<i>Necessary but non-value adding</i> (Necessário, mas Não Agrega Valor)
NVA	<i>Non-value adding</i> (Não Agrega Valor)
PRONCONVE	Programas de Controle de Emissões Veiculares
QRS	<i>Quality Recurrence System</i> (Sistema de Garantia de Qualidade)
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
T/C	Tempo de Ciclo
VA	<i>Value Adding</i> (Agregação de Valor)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	Contexto do Tema	11
1.2	Caracterização do Problema	12
1.3	Objetivos	12
1.4	Justificativa	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	Valor e fluxo de valor	17
2.2	Mapeamento do fluxo de valor	17
2.2.1	Elementos do fluxo de valor	20
2.2.2	Levantamento do estado atual	26
2.3	Mapa de estado futuro	30
2.3.1	Desperdícios	30
2.3.2	Criação do mapa de estado futuro	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>37</b>
3.1	Descrição da Metodologia	37
3.2	Justificativa da Metodologia	39
<b>4</b>	<b>MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL</b>	<b>40</b>
4.1	Seleção do escopo do mapeamento do fluxo de valor.	40
4.2	Descrição da linha de montagem	41
4.2.1	Clientes	41
4.2.2	Fornecedores	41
4.2.3	Linha de Montagem	43
4.3	Linha do tempo	50
4.4	Fluxo de informações	51
4.5	Mapa do fluxo de valor	52
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS</b>	<b>54</b>
5.1	Descrição das ideias de melhorias	54
5.1.1	Implementação de Kanban	56
5.1.2	Alimentação na borda de linha	57
5.1.3	Divisão do QRS	59
5.1.4	Melhora no dispositivo de fixação do suporte	59
5.1.5	Balanceamento da estação 7	60
5.2	Descrição da situação proposta para a linha	61
5.3	Mapa do estado futuro	66
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>68</b>
6.1	Comparação do estado atual com o proposto	68
6.1.1	Aumento da Produtividade	68
6.1.2	Diminuição dos desperdícios	69
6.1.3	Diminuição dos custos de fabricação	70
6.2	Atendimento aos objetivos específicos	71
6.3	Oportunidades de trabalhos futuros	71
6.4	Conclusão	71
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>73</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios atuais da indústria automotiva é a implantação de um sistema enxuto de produção, ao invés de processos isolados de melhorias na linha, para adquirir vantagens competitivas. Nesse contexto o mapeamento de fluxo de valor (MFV) se apresenta como uma poderosa ferramenta para criar uma melhoria real, duradoura e contínua para toda a fábrica.

O conceito de produção enxuta nasceu com o sistema Toyota de produção e está diretamente ligado com a redução de desperdícios, que segundo Hines e Rich (1997) podem ser classificados em sete categorias diferentes: produção excessiva, espera, transporte, processamento inadequado, estocagem desnecessária, movimentação desnecessária e defeitos.

Rother e Shook (2003) definem fluxo de valor como toda ação necessária (agregando valor ou não) para trazer um produto por todos os fluxos essenciais até que chegue ao cliente final. Dessa forma, o MFV foca no mapeamento completo do fluxo de um produto com o intuito de identificar e posteriormente eliminar os desperdícios listados por Hines e Rich (1997), tornando a produção enxuta.

Como o resultado da aplicação do MFV é uma visão geral do processo, os potenciais de melhoria identificados têm caráter global, e não pontual, sendo essa característica a principal vantagem entre o MFV e a aplicação isolada de outras ferramentas de produção enxuta. A metodologia do mapeamento do fluxo de valor permite ainda reunir conceitos e outras técnicas da produção enxuta (ROTHER; SHOOK, 2003), criando uma sinergia entre as mesmas para potencializar e difundir o resultado por todo o sistema produtivo.

## 1.1 Contexto do Tema

Embora o conceito de manufatura enxuta tenha nascido na década de 50, o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta relativamente recente, que foi introduzida nas obras de Taiichi Ohno (1997) e Peter Himes (1997), e foi reforçada por Rother e Shook em 2003.

Por ser uma metodologia relativamente nova, vários artigos vem sendo publicados relatando casos de sucesso na implementação do MFV em linhas

produtivas, dentre os quais pode-se citar o trabalho de Sultana e Islam (2013), na indústria do vestuário, e o de Elias et al. (2011), na indústria de gesso.

Para aumentar a produtividade e melhorar os processos produtivos da empresa na qual será realizado este trabalho será utilizado, portanto, o MFV para apontar e guiar as melhorias. Nesse contexto, o trabalho se insere.

## 1.2 Caracterização do Problema

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta amplamente utilizada na montadora de veículos pesados da Cidade Industrial de Curitiba - CIC, na qual se irá desenvolver o presente trabalho, como ferramenta de tomada de decisões estratégicas para aumento de produção e melhoria contínua.

Devido ao aumento de demanda dos clientes e a constante preocupação da empresa com a melhoria contínua, a linha de montagem do ônibus precisava passar por um novo mapeamento, visto que o mapa existente estava desatualizado e com poucos detalhes. Precisava-se reduzir o *takt time*<sup>1</sup> da linha de forma a se ganhar produtividade para atender a uma demanda crescente.

Rother e Shook (2003) sugerem que se um novo processo de produção está sendo projetado, primeiro deve ser desenhado o estado futuro para o seu fluxo de valor. Portanto, o mapeamento se mostra como uma ferramenta para a identificação dos potenciais de melhoria, baseado na demanda dos clientes e nas estratégias da empresa.

## 1.3 Objetivos

O objetivo do presente trabalho é propor melhorias para a linha de montagem de ônibus de uma indústria do setor automotivo pesado, localizada na Cidade Industrial de Curitiba – CIC. Essas melhorias estarão baseadas nas ferramentas *Lean* de manufatura, utilizando-se o mapeamento de fluxo de valor como metodologia.

Durante seu desenvolvimento, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

---

<sup>1</sup> *Takt Time*: frequência com que o produto deve ser produzido.

- Fornecer a fundamentação teórica necessária para o entendimento e aplicação do mapeamento do fluxo de valor;
- Desenhar o mapa atual da linha de montagem de ônibus da indústria em questão, de forma a se ter uma visão mais detalhada dos processos;
- Analisar o mapa atual obtido, identificando oportunidades de melhoria;
- Propor um estado futuro, baseado nas oportunidades identificadas;
- Apresentar a proposta, para que seja estudada a relevância e viabilidade da sua implementação.

#### **1.4 Justificativa**

Segundo dados da Confederação Nacional das Indústrias (CNI), o faturamento do setor industrial brasileiro no primeiro semestre de 2013 mostra alta de 5,3% em relação ao mesmo período do ano passado. O setor automotivo, no entanto, registra um aumento de apenas 1%.

Apesar do crescimento modesto, o mercado de veículos pesados (caminhões e ônibus) está voltando a apresentar crescimento após um 2012 ruim, reflexo da dificuldade de implantação das novas normas de emissões – Euro 5, a PROCONVE 7 (CONAMA, 2012). Particularmente, no ano passado, o mercado de ônibus registrou uma queda de 16,8% em relação a 2011 (ANFAVEA, 2013).

Mesmo com esses números não tão alentadores, várias empresas internacionais continuam se instalando no Brasil, pois o mercado nacional ainda apresenta potencial de crescimento. Reflexo dessa realidade, no anuário da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), do ano de 2013, foi apontado um investimento de mais de cinco bilhões de dólares no setor (Figura 1).

## Investimento - 1980/2012

### Investment - 1980/2012

Milhões de US\$ / US\$ million

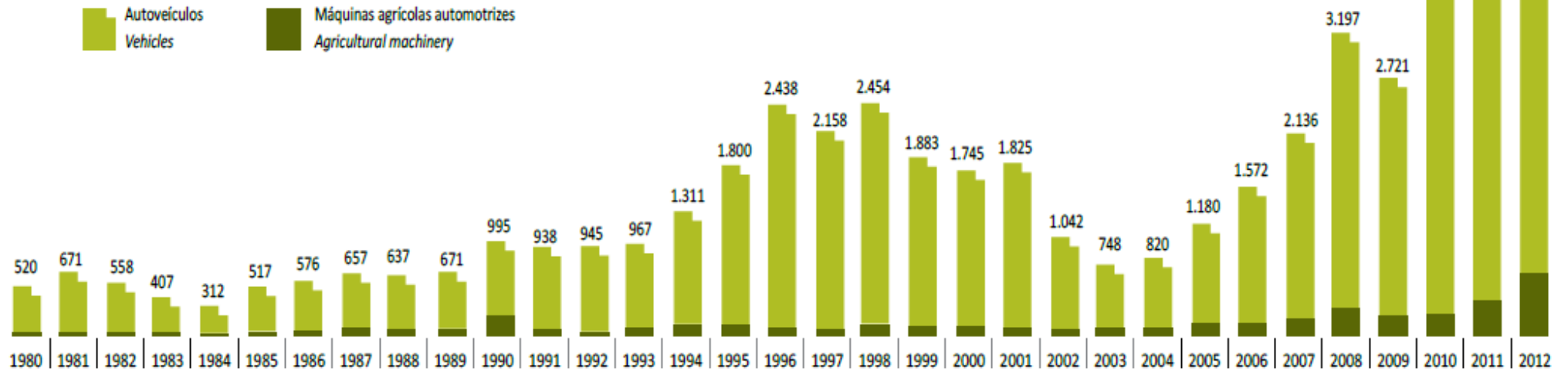


Figura 1 Investimento no setor automotivo

Fonte: ANFAVEA (2013)

Analisando agora a montadora em questão, segundo o mesmo anuário, vemos um aumento considerável na venda de ônibus nos últimos 3 anos, conforme mostrado na Tabela 1. No último mês de julho, inclusive, foi realizada uma venda de 200 ônibus híbridos para a Colômbia, veículo este que é a nova aposta da empresa para o emergente setor de transporte sustentável.

**Tabela 1 Vendas da empresa parceira**

<i>Unidades / Units</i>			
<b>ANO</b> <i>YEAR</i>	<b>CAMINHÕES</b> <i>TRUCKS</i>	<b>ÔNIBUS</b> <i>BUSES</i>	<b>TOTAL</b> <i>TOTAL</i>
2003	4.713	195	4.908
2004	6.354	175	6.529
2005	5.944	119	6.063
2006	6.105	242	6.347
2007	7.853	285	8.138
2008	10.134	359	10.493
2009	8.730	277	9.007
2010	16.224	532	16.756
2011	19.069	1.350	20.419
2012	15.878	1.687	17.565

Fonte: ANFAVEA (2013)

Diante deste cenário, a busca por aumento de produtividade, aliado ao alto padrão de qualidade, é um ponto crucial para as montadoras se manterem competitivas no mercado. E para suportar esse crescimento, o mapeamento de fluxo de valor, aliado a outros conceitos da manufatura enxuta, se mostra uma ferramenta poderosa para embasar a otimização desta linha de montagem.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de manufatura enxuta nasceu no Japão após a segunda guerra mundial. Naquela situação, a indústria japonesa sofria uma forte pressão relacionada à concorrência externa das empresas americanas, que somada à escassez de recursos causada pela devastação da guerra, gerou a necessidade nas empresas japonesas de se produzir utilizando os recursos de forma mais eficiente. De forma mais simples, a produção enxuta ou *lean manufacturing* (LM) pode ser descrita da seguinte forma:

*A produção enxuta é 'enxuta' por utilizar menores quantidades de tudo. Comparando-se com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade do esforço para a fabricação, metade do investimento das ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolverem novos produtos em metade do tempo. Requer também, menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK et al., 1992).*

Womack e Jones (2004) formalizam uma série de princípios que diferenciam o pensamento enxuto da manufatura tradicional, dentre dos quais se devem ressaltar:

- Minimização de estoques intermediários;
- Diminuição de transportes internos;
- Produção puxada pelo cliente;
- Nivelamento da produção;
- Redução do tempo de setup;
- Padronização do trabalho;
- Equipes multifuncionais;
- Melhoria do processo;
- Diminuição do nível de falhas.

O pensamento enxuto está fortemente relacionado com a identificação e eliminação de desperdícios, e é justamente nesse contexto que o mapeamento do fluxo de valor se enquadra. Para compreender melhor a metodologia do MFV é



necessário primeiramente fixar alguns conceitos, dentre os quais os de maior importância são: valor, fluxo de valor (Item 2.1) e desperdícios (Item 2.3.1).

## **2.1 Valor e fluxo de valor**

A definição de valor, seja de um bem ou de um serviço, está relacionada diretamente à visão do cliente final, mesmo que este valor seja agregado unicamente pelo produtor. Para Womack e Jones (2004) o valor é o ponto essencial para a implantação do pensamento enxuto, e como o valor é definido pelo cliente final, o pensamento enxuto se volta principalmente para as necessidades deste.

Nesse ponto, é necessário ressaltar que nem todas as operações realizadas agregam valor ao produto. De acordo com Monden (1993) as atividades podem ser divididas em três grupos:

- Operações que não adicionam valor (*Non-value adding* – NVA);
- Operações necessárias que não adicionam valor (*Necessary but non-value adding* – NNVA);
- Operações que adicionam valor (*Value adding* – VA).

De forma genérica o pensamento enxuto visa eliminar todas as operações NVA, diminuir ao mínimo necessário as operações NNVA e priorizar as operações VA.

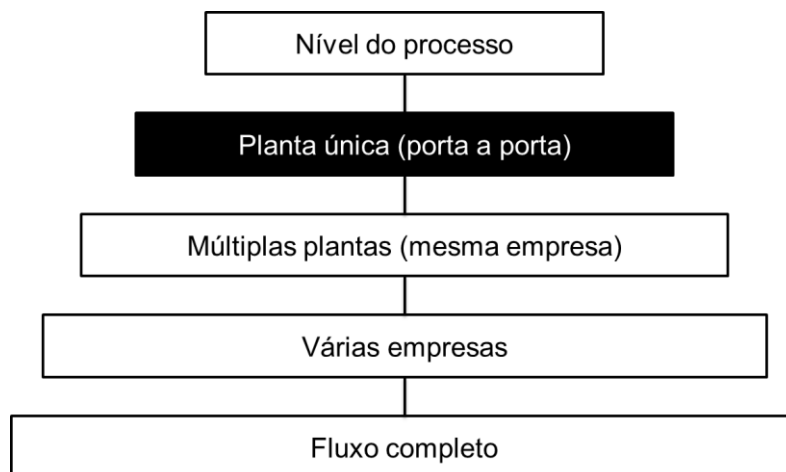
O fluxo de valor é toda a ação, agregando ou não valor, necessária para trazer um produto por todos os seus fluxos essenciais, ou seja, o fluxo de produção desde a demanda do consumidor até os braços do consumidor (ROTHER e SHOOK, 2003). A própria definição de fluxo de valor implica na visão do processo como um todo, e não apenas de situações pontuais, sendo essa a principal diferença entre o mapeamento de fluxo de valor e as demais ferramentas de produção enxuta.

O sistema Toyota de produção, o grande precursor da produção puxada (Item 2.3.2.4), considera três tipos diferentes de fluxo: de materiais, de informação e de recursos (ROTHER e SHOOK, 2003). Nesse contexto, o fluxo de valor incorpora o fluxo de materiais e de informação, não trabalhando com o fluxo de recursos.

## **2.2 Mapeamento do fluxo de valor**

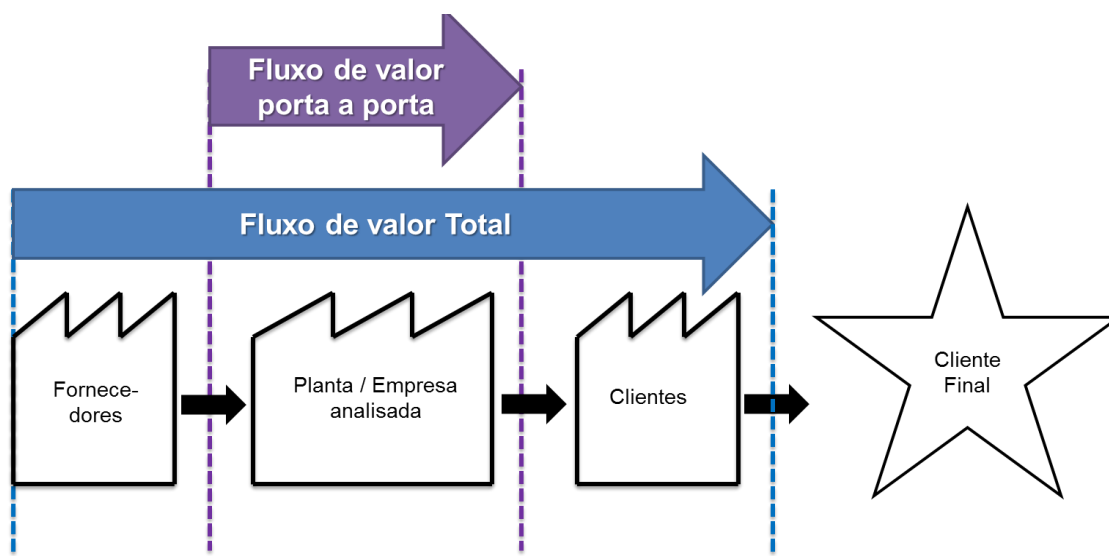
Mapear o fluxo de valor completo de um produto significa ir desde a sua matéria prima até a sua entrega ao cliente final. A grande dificuldade é que quanto

mais amplo for o mapeamento, mais complexo será traçar planos de ação robustos, pois muitas vezes o fluxo envolve várias plantas e empresas. Uma solução para esse problema é restringir o escopo do mapeamento do fluxo de valor de acordo com a Figura 2. O presente trabalho de TCC terá enfoque no fluxo de valor porta a porta.



**Figura 2 Níveis de mapeamento do fluxo de valor para um produto**  
Adaptado de Rother e Shook (2003)

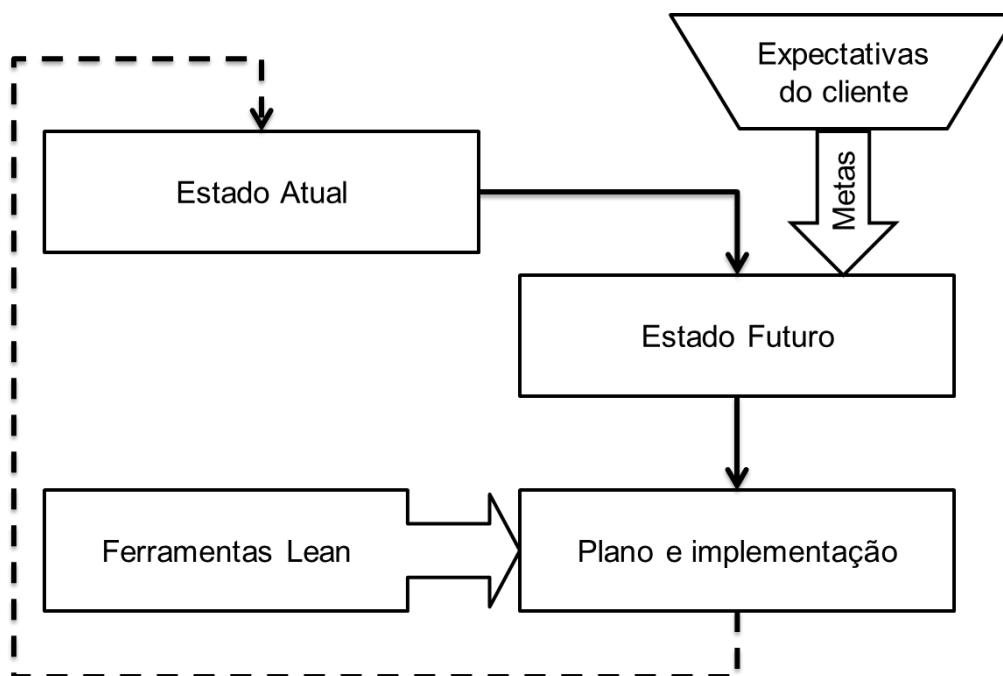
O fluxo de valor porta a porta inclui desde o recebimento dos produtos e matéria prima dos fornecedores até a entrega do produto ao cliente, conforme indicado pela Figura 3. É importante ressaltar que embora o fluxo de valor porta a porta se limite a uma planta/empresa, ele não mapeia a planta/empresa, mas sim o fluxo de um produto dentro da mesma.



**Figura 3 Fluxo de valor porta a porta**  
Adaptado de Rother e Shook (2003)

A estrutura da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, mostrada na Figura 4, trabalha com dois mapas principais de fluxo de valor: o atual (situação de momento da linha) e o futuro (o que deseja ser implantado), e define três pontos importantes do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta:

- O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de melhoria contínua;
- A definição das melhorias leva em consideração a visão do cliente;
- A comunicação com outras ferramentas de produção para maximizar seus efeitos.



**Figura 4 Estruturação da ferramenta de mapeamento do fluxo de valor<sup>2</sup>**

Com relação à melhoria contínua, Ishikawa (1993) reitera que não é o tamanho de cada passo que é importante, mas a probabilidade de que o melhoramento vai continuar, e isso implica literalmente em um processo sem fim. Isso se reflete na criação de mapas futuros tangíveis a curto e médio prazo. Caso se deseje, pode-se criar um terceiro tipo de mapa, que é conhecido como mapa do estado ideal, sendo esse o mapa que se deseja atingir após vários ciclos de utilização da ferramenta.

<sup>2</sup> As figuras e tabelas que não estão referenciadas são de autoria própria

A visão do cliente é importante para o mapeamento do fluxo de valor, pois é ela que define se a tarefa agrega ou não valor ao produto, e conseqüentemente, classificando-a ou não como desperdício. Ressalta-se que o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa, com a qual a unidade produtiva é descrita em detalhes. No entanto, ela não define uma ordem ou senso de urgência para os desperdícios encontrados nem uma forma de eliminá-los. E é nesse contexto que outras ferramentas *lean* se somam ao mapeamento do fluxo de valor para elencar e eliminar os desperdícios de uma forma global, aumentando sua eficácia.

Para Rother e Shook (2003) o mapeamento do fluxo de valor apresenta as seguintes vantagens:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes causadoras de desperdício;
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis a todos, abrindo espaço para opiniões e discussões;
- Une conceitos e técnicas enxutas, que ajudam a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- Forma a base de um plano de implementação. O desenho de como o fluxo de valor total de porta-a-porta deveria ser torna-se referência e uma meta comum a ser atingida.

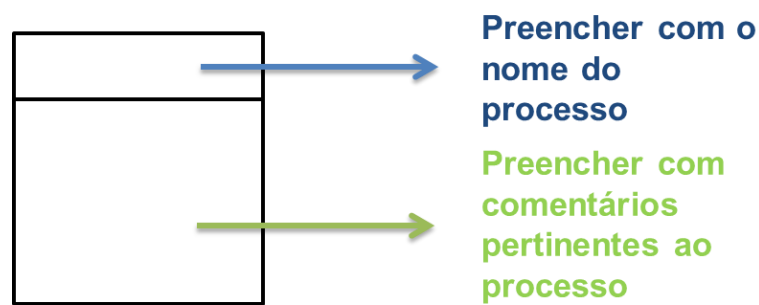
### **2.2.1 Elementos do fluxo de valor**

Utilizando como base os ícones do mapeamento do fluxo de valor descritos por Rother e Shook (2003), pode-se dividir os elementos do fluxo de valor em três categorias principais: fluxo de material, fluxo de informação e ícones gerais.

#### **2.2.1.1 Elementos de fluxo de material**

Os elementos relacionados a fluxos de materiais podem ainda ser divididos em: processo, empresa, transporte e estoque.

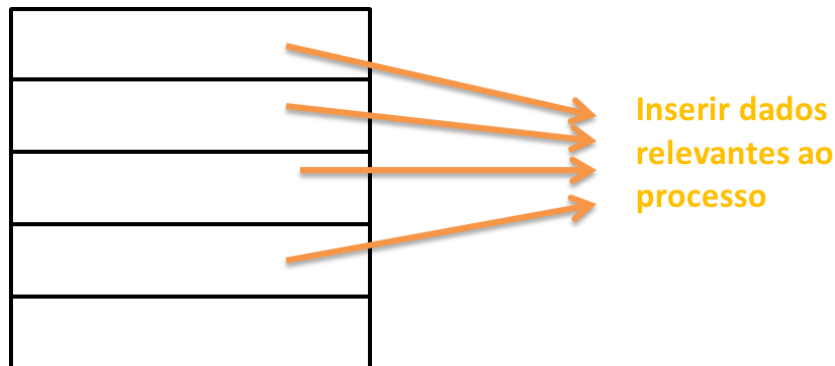
Para indicar um processo no mapa de fluxo de valor é utilizada a caixa de processo, conforme indicado pela Figura 5.



**Figura 5 Caixa de processo**

A regra geral para criar o mapa porta a porta é que uma caixa de processo indica o processo no qual o material está fluindo, ou seja, uma caixa de processo representa um conjunto de operações próximas fisicamente na qual o material flui de forma adequada sem criar grandes estoques intermediários. Na prática, essa regra dita que vários processos entre os quais o fluxo pode ser considerado enxuto podem ser tratados em uma única caixa de processo.

Em conjunto com a caixa de processo tem-se a caixa de dados (Figura 6), na qual devem ser colocadas informações relevantes para o processo.



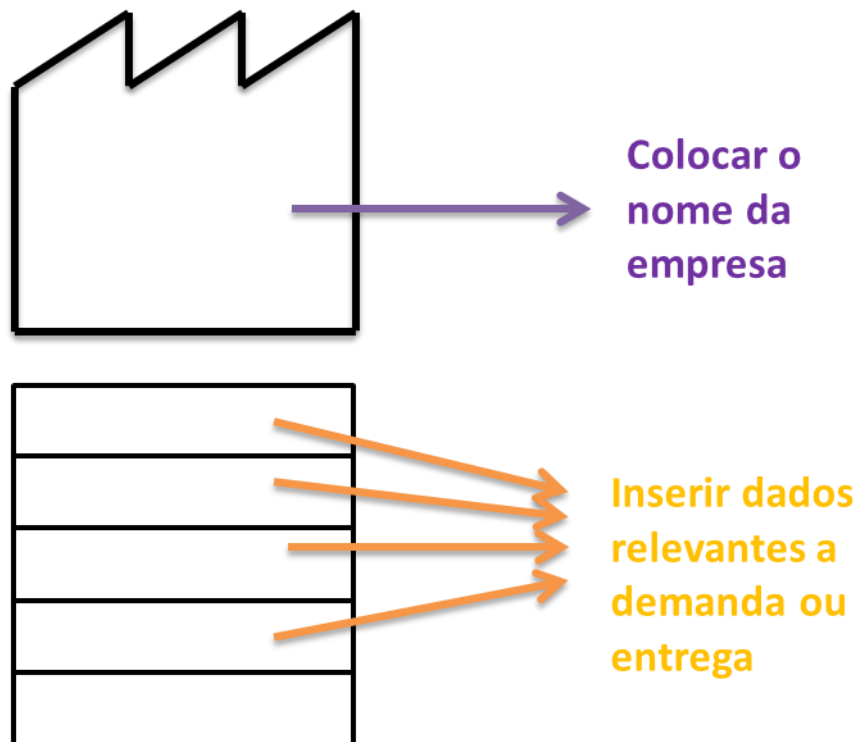
**Figura 6 Caixa de dados**

As informações relevantes para o processo variam de caso a caso, de acordo com Rother e Shook (2003) as comumente utilizadas são:

- Tempo de ciclo (T/C): Frequência com que uma peça ou produto é realmente completado em um processo;
- Tempo de troca (TR): É o período em que a produção fica interrompida durante a preparação do processo;
- Disponibilidade;

- Tamanho dos lotes de produção (TPT): Pode ser informado tanto em quantidade de peças, representando o tamanho do lote de produção, quanto em dias, significando a frequência na qual um lote do produto é realizado;
- Número de operadores;
- Número de variações do produto;
- Tamanho de embalagem;
- Tempo de embalagem;
- Tempo de trabalho;
- Taxa de refugo.

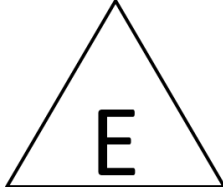
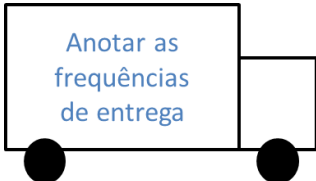
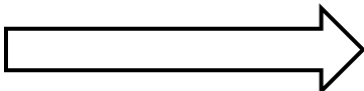


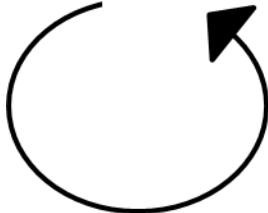
O ícone empresas (Figura 7) é utilizado para representar os clientes e os fornecedores. Para clientes, uma caixa de dados é anexada ao símbolo para deixar visíveis informações importantes referentes à demanda e necessidades específicas. No caso de fornecedores, o mesmo procedimento pode ser realizado, no entanto as informações serão relacionadas com a entrega e características específicas do produto ou matéria prima fornecida.



**Figura 7 Empresa e caixa de informação**

A Tabela 2 ilustra os elementos mais utilizados no mapeamento do fluxo de valor para estoque e movimentação.


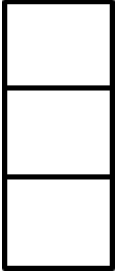
**Tabela 2 Elementos de estoque e movimentação (continua)**

<i>Ícones</i>	<i>Representa</i>	<i>Descrição</i>
 <p>Anotar a quantidade de peças e tempo de estocagem <sup>3</sup></p>	Estoque	Ilustram onde há acúmulo de material no fluxo de produto.
	Entrega via caminhão	Esses dois ícones aparecem em conjunto para indicar tanto o fluxo advindo do fornecedor como o direcionado para o cliente. A simbologia do caminhão pode ser trocada pelo meio de transporte utilizada de acordo com a necessidade.
	Movimento de produtos acabados para o cliente	
	Movimento de materiais da produção empurrado	Indica o fluxo de material que é movido ao próximo processo sem que o mesmo o necessite. A movimentação não leva em consideração a necessidade real do processo posterior.
	Supermercado	Indica um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior
	Retirada	Indica a puxada de materiais, geralmente de um supermercado.

Adaptado de Rother e Shook (2003)

<sup>3</sup> O texto em azul representa explicações dos dados que devem ser inseridos no local do texto.

**Tabela 2 Elementos de estoque e movimentação (conclusão)**

<i>Ícones</i>	<i>Representa</i>	<i>Descrição</i>
<p>Anotar a quantidade máxima</p> 	Transferência de quantidades controladas de material entre processos.	Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material seguindo o princípio “primeiro a entrar, primeiro a sair”, também conhecido como FIFO.
	Estoque de segurança ou pulmão	Indica o local para armazenar estoques de segurança ou pulmões.



Adaptado de Rother e Shook (2003)

Ressalta-se que embora os itens supracitados sejam os comumente utilizados, outras elementos podem ser criados para atender as necessidades específicas dos processos que serão mapeados. Caixas de informações também podem ser anexadas aos símbolos ligados ao fluxo de materiais com informações pertinentes, sempre que for necessário.

#### 2.2.1.2 Elementos de fluxo de informação

Para descrever o fluxo de informação de uma empresa são necessárias muitas informações, e coloca-lo de forma ordenada não é uma tarefa de fácil realização. A Tabela 3 descreve os principais elementos utilizados para descrever o fluxo de informações, no entanto outros elementos podem ser criados para facilitar a visualização do fluxo, conforme a necessidade da linha produtiva.

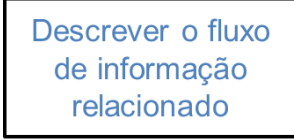
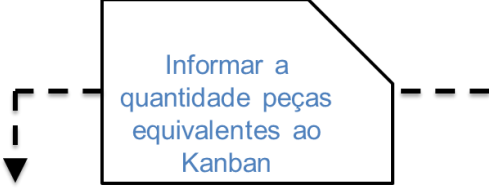
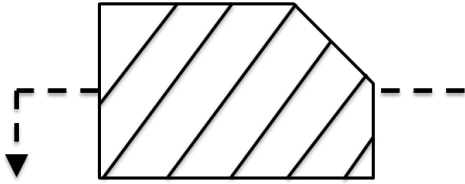
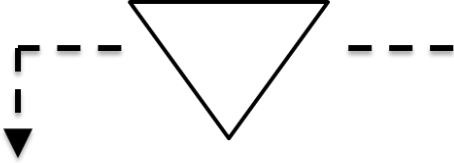
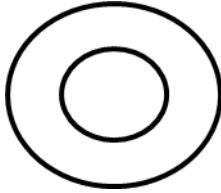
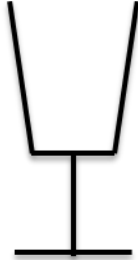
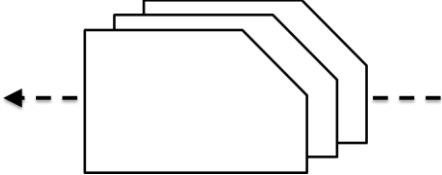
**Tabela 3 Elementos do fluxo de informação (continua)**

<i>Ícones</i>	<i>Representa</i>	<i>Descrição</i>
	Fluxo de informação manual	Indica que o a programação é realizada de forma manual.
	Fluxo de informação eletrônica	Indica que a programação é feita de forma eletrônica.

Adaptado de Rother e Shook (2003)


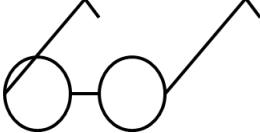


Tabela 3 Elementos do fluxo de informação (continua)

Ícones	Representa	Descrição
	Informação	Descreve um fluxo de informação.
	<i>Kanban</i> de produção (linhas pontilhadas indicam a rota do <i>kanban</i> )	Um cartão ou dispositivo que avisa um processo a quantidade a ser produzida e da permissão para fazê-lo.
	<i>Kanban</i> de retirada	Um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material a obtenção e transferência de peças.
	<i>Kanban</i> de Sinalização	Sinaliza quando o ponto de reposição é alcançado e outro lote precisa ser processado.
	Bola para puxada sequencial	Dá instrução para produzir imediatamente uma quantidade e tipo pré-determinado, geralmente uma unidade. Um sistema puxado para processos de montagem sem usar um supermercado.
	Posto de <i>kanban</i>	Local onde o <i>kanban</i> é coletado e onde são nivelados seu volume e mix de produção.
	<i>Kanban</i> chegando em lotes	

Adaptado de Rother e Shook (2003)

Tabela 3 - Elementos do fluxo de informação (conclusão)

Ícones	Representa	Descrição
	Nivelamento de carga	Ferramenta para interceptar lotes de <i>kanban</i> e nivelar seu volume e mix por um período de tempo.
	Programação da produção "vá ver"	Ajuste da programação com base na verificação dos níveis de estoque.

Adaptado de Rother e Shook (2003)

### 2.2.1.3 Elementos Gerais

É comum encontrar oportunidades de melhorias enquanto se realiza o mapeamento do fluxo do valor. Para garantir que essas melhorias sejam consideradas durante a elaboração do mapa do fluxo de valor do estado futuro, elas devem ser anotadas no mapa de estado futuro. Para isso pode-se utilizar o elemento mostrado na Figura 8.

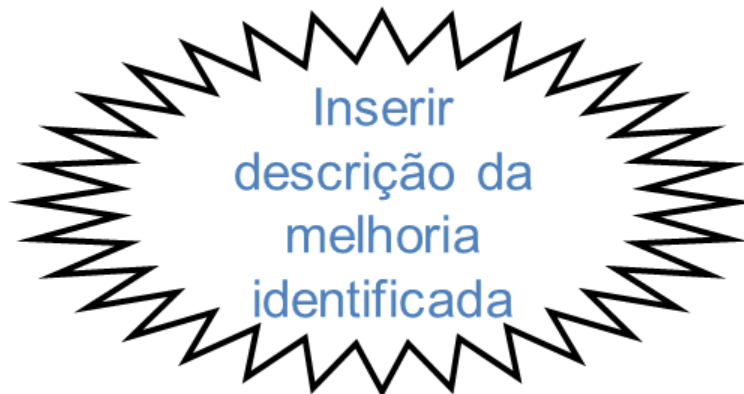


Figura 8 Elemento de necessidade de melhoria

### 2.2.2 Levantamento do estado atual

Mapear o fluxo de valor significa seguir a trilha de produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação (ROTHER e SHOOK, 2003).

A Figura 9 mostra um fluxo de valor para o estado atual completo que foi criado utilizando a metodologia a seguir descrita.

A primeira ação para o mapeamento do fluxo de valor é determinar as demandas do consumidor para o produto ou família que será analisado e adicionar

essa informação no canto superior direito do mapa, com o elemento fábrica e uma caixa de dados.

O próximo passo é desenhar os processos básicos de produção utilizando as caixas de processo. O fluxo de material é desenhado da esquerda para a direita, na parte central e inferior do mapa, seguindo a sequência de processo da peça. Os pontos de acúmulo de estoque, supermercados e outras situações onde o fluxo de material para devem ser indicados. Informações complementares e ideias de melhoria podem ser adicionadas ao mapa através da caixa de dados e do elemento necessidade de melhoria, sempre que necessário.

Rother e Shook (2003) reforçam que as informações anexadas ao processo devem ser colhidas no fluxo real da linha durante o mapeamento e não devem ser utilizadas informações de documentos, pois os mesmos raramente refletem a realidade da linha produtiva.

Para obter algumas informações da linha, como por exemplo, tempo de ciclo, tempo de agregação e de não agregação de valor, utiliza-se uma metodologia conhecida como *Simple Method*. Tal metodologia consiste em se “tirar uma foto” da estação a cada 5 segundos, durante todo o de tempo de ciclo, e posteriormente analisar cada uma das fotos e classificar o que cada operador realizava naquele momento em: operação com valor agregado, andar / carregar / transportar, preparar /outro, esperar / discutir (durante operação), QRS (*Quality Recurrence System* – Sistema de Garantia de Qualidade) e esperar (após acabar todas as operações). O tempo de ciclo do operador também é anotado. Um exemplo do formulário de registro das informações obtidas com este método é mostrado na tabela 4.

No canto superior esquerdo do mapa, os fornecedores devem ser adicionados utilizando um elemento fábrica, anexando informações referentes aos produtos fornecidos. O recebimento dos fornecedores e a entrega aos clientes também devem ser incluídos no mapa, concluindo dessa forma o fluxo de material porta a porta do fluxo de valor.

Com o fluxo de material mapeado, deve-se agora focar no mapeamento do fluxo de informação. O fluxo de informação é desenhado da direita para a esquerda na parte superior do mapa, e ele deve ser descrito da forma em que ocorre e não da forma como foi previsto que ocorresse. Deve-se também diferenciar no fluxo as

informações referentes a pedidos reais das informações de previsão para planejamento da produção.

**Tabela 4 Formulário de dados do *Simple Method***

Operador	Nome	TAV	TNAV					Total	AV	NAV	Tempo de ciclo do operador (min)
		Operações com valor agregado	Andar / Carregar / Transportar	Preparar / Outro	Esperar / Discutir (durante as operações)	QRS	Espera (após acabar todas as operações)				
Total											

Com o fluxo de valor definido é necessário calcular e inserir na linha do tempo, abaixo do fluxo de material, os *lead times* do processo e o tempo real de processamento. Para estoque os *lead times* são estimados pela Equação 1.

$$lead\ time = \frac{\text{quantidade em estoque}}{n^{\circ} \text{ pedidos diários do cliente}} \text{ [dias]} \quad (1)$$

Posteriormente soma-se todo o tempo de processamento e todo o *lead time*, e registram-se ambos no final da linha do tempo.

Assim toda a fabricação de um produto pode ser representada por um conjunto de processos dispostos em sequência, onde é possível observar o fluxo de material e o tempo, da esquerda para a direita, desenhados na parte inferior do mapa, e o fluxo de informações destes produtos da direita para a esquerda na parte superior (NAZARENO et al., 2003).

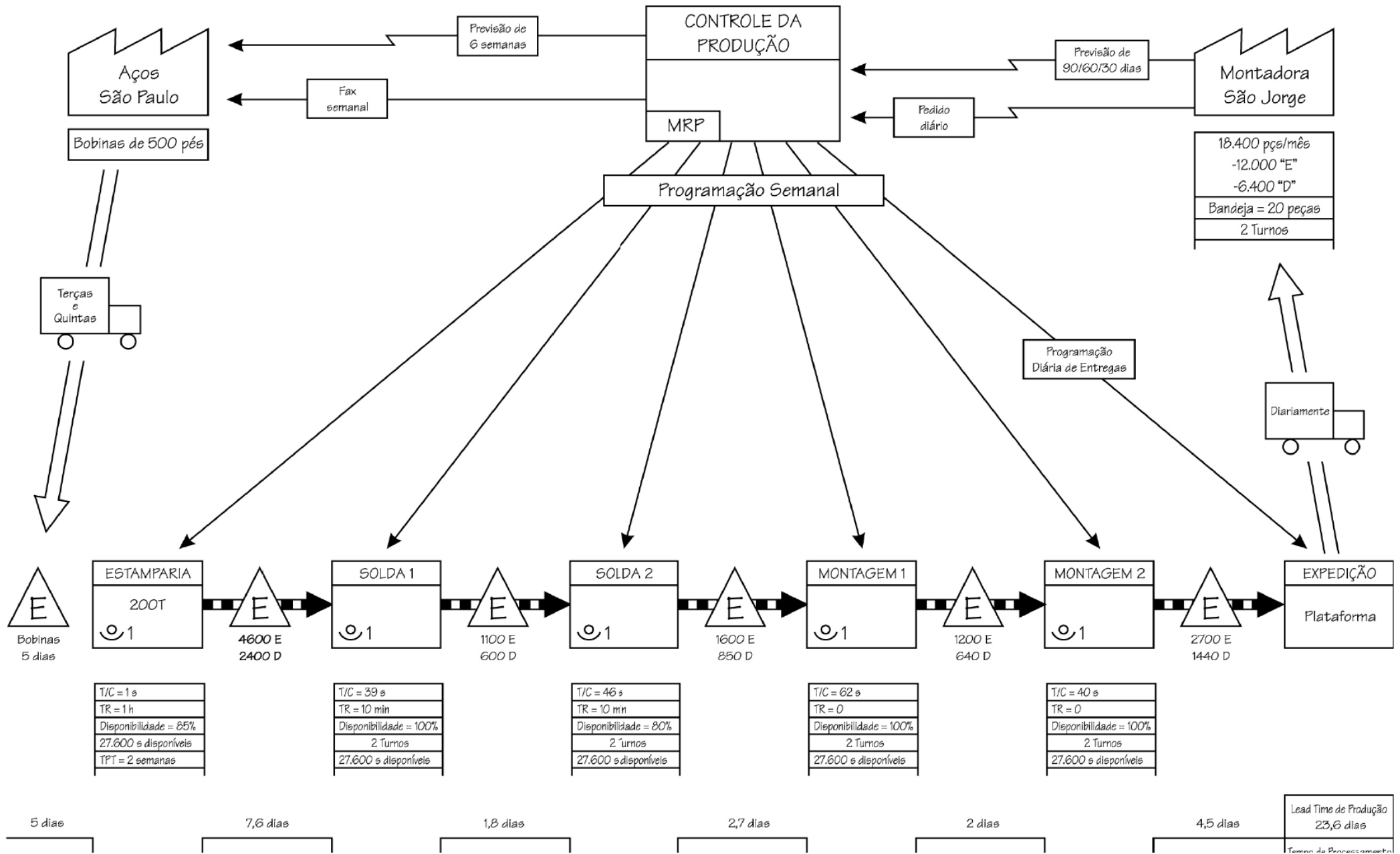


Figura 9 Mapa do fluxo de valor do estado atual

Fonte: Rother e Shook (2003)

## 2.3 Mapa de estado futuro

O mapa do estado futuro é criado a partir do estado atual, sendo desenvolvido a partir de conceitos de produção enxuta. O intuito é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são articulados aos seus clientes, seja por meio de um fluxo contínuo ou por um processo puxado. De forma que cada processo seja capaz de produzir apenas o que os clientes necessitam e quando necessitam, ou se aproximar o máximo possível dessa necessidade (ANDRADE, 2002). Adiciona-se também o fato de que o MFV tem como objetivo atender ao pensamento enxuto, identificando e eliminando os desperdícios.

### 2.3.1 Desperdícios

Desperdício é toda e qualquer atividade que não agrega valor para o cliente, ou seja, todas as atividades NVA e NNVA. Hines e Rich (1997) classificam os desperdícios em sete tipos diferentes:

- Superprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Processo inapropriado;
- Estoque desnecessário;
- Movimentos desnecessários;
- Defeitos.

Superprodução é o mais grave dos desperdícios, pois sua existência entra em discordância com a própria definição de produção enxuta. Além disso, a superprodução inibe o fluxo de produção suave, diminui a agilidade de resposta a problemas de não qualidade e cria elevados estoques dentro do processo. Fluxos de produção puxados pelo cliente eliminam os desperdícios relacionados à superprodução de forma eficaz.

O desperdício relacionado à espera está associado com o tempo usado de forma ineficiente, e pode atingir tanto produtos quanto pessoas. Para produtos, sempre que o mesmo não está sendo trabalhado ou movimentado, está ocorrendo desperdício de tempo. Portanto isso deve ser evitado.

Transportes no processo de manufatura são classificados como atividades NNVA, ou seja, são atividades necessárias, mas que não agregam valor ao produto. Para o pensamento *lean*, atividades NNVA devem ser mantidas no mínimo necessário.

Processo inapropriado está relacionado com a escolha ineficiente de máquinas, e Hines e Rich (1997) ressaltam que o ideal é trabalhar com as menores máquinas possíveis, localizadas próximas ao processo subsequente, e capazes de garantir a qualidade necessária.

A presença de estoques desnecessários aumenta o *lead time*, diminui a capacidade de resposta rápida para problemas de qualidade, incentiva a superprodução, além de aumentar os custos necessários para a estocagem, o que diminui a competitividade da empresa.

Movimentos desnecessários envolvem as características ergonômicas do processo produtivo. Tal desperdício ocasiona a fadiga do operador e o induz a uma baixa produtividade, influenciando diretamente no aumento do nível de defeito.

O último dos desperdícios nomeado por Hines e Rich (1993) como defeito, está ligado com problemas de qualidade, e conseqüentemente sua relação com custos é direta e facilmente reconhecida pela empresa. Com isso, diminuir o nível de defeitos durante a aplicação do mapeamento de fluxo de valor com a utilização de outras ferramentas *lean* garante a diminuição dos custos diretos.

### **2.3.2 Criação do mapa de estado futuro**

Rother e Shook (2003) definem oito questões que devem ser levadas em consideração para criar um fluxo de valor de estado futuro enxuto, conforme segue:

- Qual é o *takt time*?
- A produção será realizada para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição?
- Onde é possível implantar o fluxo contínuo?
- Onde será necessária a utilização de supermercados de produção para controle dos processos anteriores?
- Em que ponto da cadeia produtiva será programado a produção?
- Como o *mix* de produção será nivelado no processo puxador?

- Quais as quantidades de incremento de trabalho serão liberadas e com qual frequência no processo puxador?
- Quais as melhorias serão necessárias para que os processos comportem-se como projetado do estado futuro?

Para responder a estas questões, deve-se ter conhecimento dos conceitos de produção envolvidos e do que pode ser melhorado. Dessa forma, Rother e Shook (2003) definem sete procedimentos que caracterizam um fluxo de valor enxuto. Tais procedimentos serão mais bem detalhados nos itens seguintes (Itens 2.3.2.1 a 2.3.2.7).

#### **2.3.2.1 Procedimento 1: Produção seguindo o *takt time***

Baseando-se na demanda dos clientes, evidenciada pelo ritmo de vendas da empresa, pode-se estimar a frequência com que o produto deve ser produzido. Tal conceito é conhecido como *takt time*, que é calculado dividindo-se o tempo de trabalho disponível por turno pela quantidade de produtos requerida pelos clientes neste intervalo (Equação 2).

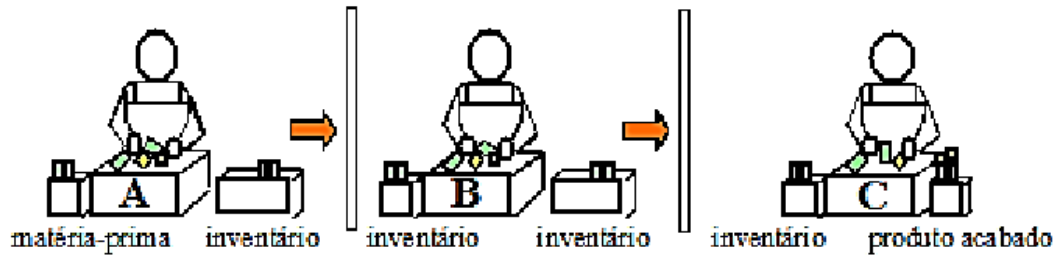
$$takt\ time = \frac{tempo\ de\ trabalho\ disponível}{demanda\ do\ cliente} \quad (2)$$

Produzir de acordo com o *takt time* significa produzir apenas aquilo que o cliente precisa e quando ele precisa, garantindo uma das bases da produção puxada. Para que isso ocorra, o tempo de ciclo deve tender ao valor do *takt time*, sincronizando a capacidade da planta com a necessidade do cliente.

#### **2.3.2.2 Procedimento 2: Fluxo Contínuo**

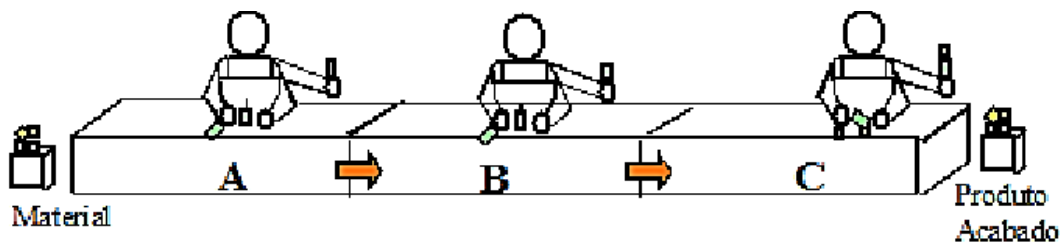
Implantar um fluxo de produção contínuo garante uma produção mais eficiente, pois diminui os estoques intermediários e os transportes desnecessários. Tal fluxo caracteriza-se pela passagem de cada peça de um estágio do processo para o seu estágio seguinte sem qualquer parada entre estes. As Figuras 10 e 11 indicam fluxos de produção não contínuos e contínuos, respectivamente.





**Figura 10 Fluxo de produção em ilhas**

Fonte: Ghinato (2000)



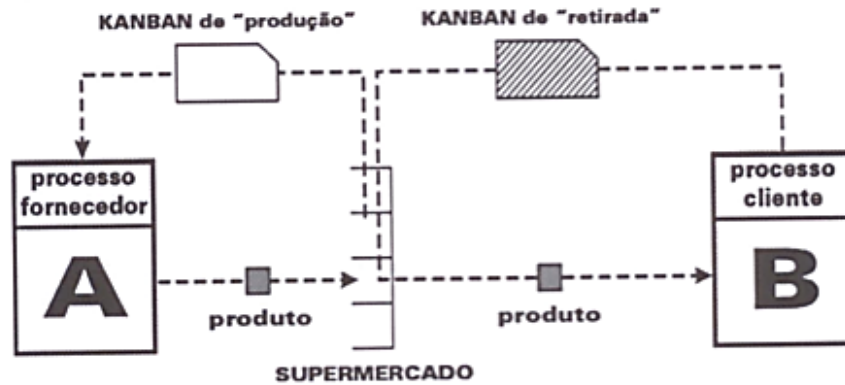
**Figura 11 Fluxo de produção contínuo**

Fonte: Ghinato (2000)

### 2.3.2.3 Procedimento 3: Utilização de supermercados para controlar a produção

Nem sempre é possível realizar um fluxo contínuo e, portanto, produzir em lotes se faz necessário. Nesses casos, não devem ser criadas programações de produção com base em previsão de demanda e, ao invés, utilizar sistemas que puxem a produção de um processo cliente. Pela simplicidade e facilidade de manuseio, o sistema *kanban* é o mais utilizado pelas empresas nessa aplicação. Na Figura 12 é mostrado um exemplo de utilização do *kanban*, e pode-se notar que o ícone “supermercado” é aberto de frente para o processo fornecedor. O supermercado pertence a tal processo e é utilizado para programá-lo.

Vale ressaltar que não é recomendada a implantação de supermercados de estoque entre estações, a menos que se tenha total certeza de que não é possível a utilização de fluxo contínuo, de forma a evitar o acúmulo de material e movimentações extras de material e pessoas.



**Figura 12 Exemplo de programação utilizando *kanban***

Fonte: Rother e Shook (2003)

#### **2.3.2.4 Procedimento 4: Envio da demanda do cliente para somente uma etapa do processo**

Geralmente a programação da produção dentro do fluxo de valor é feita em uma estação específica, comumente chamada de “processo puxador”, de maneira que esta definirá o ritmo para todos os processos anteriores. Na maioria dos casos, o “processo puxador” é definido como sendo a última etapa do processo. No entanto, nos casos de demanda de produtos exclusivos ou “*job-shops*”, desloca-se o ponto de programação para mais perto do início da linha.

#### **2.3.2.5 Procedimento 5: Nivelamento do mix de produção**

Nivelar o *mix* de produção significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo. Dessa forma, quanto melhor o nivelamento da produção, melhor a velocidade de resposta às diferentes solicitações dos clientes. Conseqüentemente, os estoques intermediários podem ser reduzidos significativamente.

#### **2.3.2.6 Procedimento 6: Nivelamento do volume da produção**

Nivelar o volume de produção significa produzir somente o necessário no período de tempo estimado, sem que ocorram picos de trabalho ou descontinuidades. Um fluxo nivelado permite a tomada de decisões em um menor espaço de tempo, de forma que pode-se reagir a variações de demandas de clientes de maneira estratégica e estruturada.

Um método amplamente utilizado para o nivelamento do volume da produção é a liberação de pedidos de produção no processo puxador a cada curto espaço de tempo, e simultaneamente, a retirada da mesma quantidade de produtos acabados

do fim da linha. Este conceito é chamado de *pitch*, e consiste, basicamente, do produto entre o *takt time* e a quantidade de peças na embalagem padrão para o produto. Para controlar o nivelamento de carga, tanto do *mix* de produção quanto do volume, normalmente é utilizado o *Heijunka box*, representado na Figura 13. Neste quadro, cada cartão *kanban* é sequenciado no correspondente *mix* de produto, para cada incremento *pitch*, e o movimentador de materiais retira o cartão *kanban* e leva até o processo puxador em cada incremento de tempo, caracterizando uma ordem de produção.



**Figura 13 Quadro de nivelamento de carga**

Fonte: Rother e Shook (2003)

#### 2.3.2.7 Procedimento 7: "Toda peça todo dia"

O conceito de "toda peça todo dia" descreve com que frequência um processo se modifica para produzir todas as variações de uma peça. Através da redução do tamanho dos lotes e dos tempos de *setup*, o processo se torna capaz de responder às mudanças de demanda mais rapidamente, e conseqüentemente, se reduz o tamanho dos estoques nos supermercados.

Tendo em mente a mentalidade *lean*, buscando eliminar os desperdícios e seguindo as questões definidas por Rother e Shook (2003), o mapa do fluxo de valor futuro criado estará apto a atender as necessidades da empresa. A Figura 14 corresponde ao mapa de valor do estado futuro para a linha definida na Figura 9.

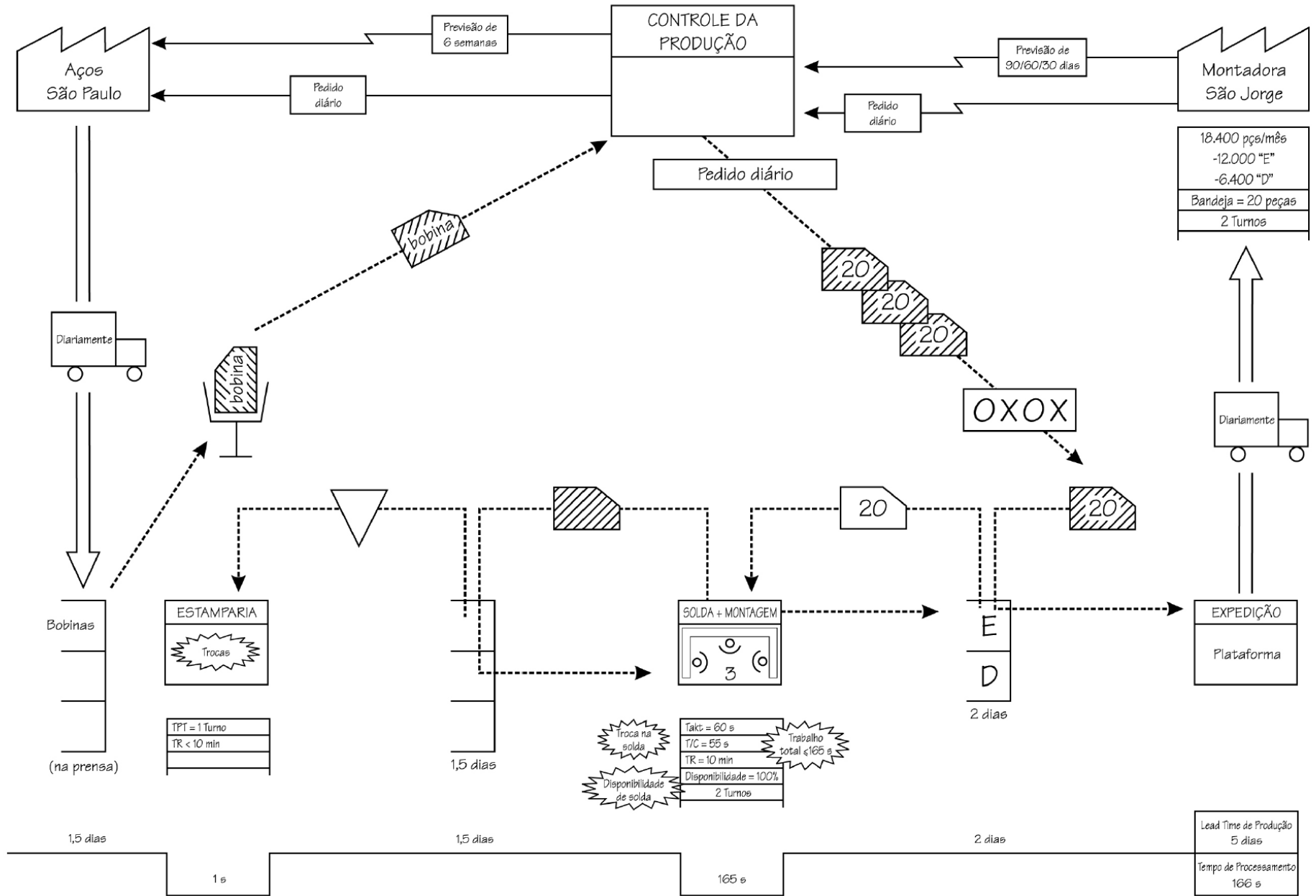


Figura 14 Mapa do estado futuro

Fonte: Rother e Shook (2003)

### 3 METODOLOGIA

Para nortear as ações realizadas durante todo o trabalho, primeiramente pesquisou-se referências bibliográficas renomadas que tratam do mapeamento do fluxo de valor e das ferramentas *lean*. Além disso, buscou-se dentro da montadora na qual será realizado o presente trabalho, profissionais com vasta experiência na utilização da ferramenta, dos quais foi obtido grande apoio tanto na definição dos objetivos e da metodologia de trabalho, quanto na coleta de dados e avaliação dos resultados.

Utilizou-se o livro texto de Rother e Shook (2003), como guia teórico e prático para o desenvolvimento do trabalho. As atividades foram realizadas diretamente na linha de montagem de ônibus da montadora, através da coleta de tempos de ciclo, estoques intermediários, tempos de turno, quantidade de operadores, etc, ou seja, todas as informações necessárias para obtermos um mapa atual detalhado. Todas as atividades foram acompanhadas pelos profissionais responsáveis pela linha e tiveram suporte técnico do especialista em MFV.

#### 3.1 Descrição da Metodologia

O mapeamento de fluxo de valor é uma metodologia simples de ser aplicada, conforme indica a literatura. Porém, devido à falta de conhecimento dessa metodologia por parte da equipe, uma primeira etapa de pesquisa se fez essencial para embasar todo o posterior desenvolvimento. Recorreu-se primeiramente a bibliografias clássicas do assunto, dentre elas o livro “Aprendendo a Enxergar”, de Rother e Shook (2003) e as obras “A Máquina que Mudou o Mundo” e “A Mentalidade Enxuta nas Empresas”, de Womack e Jones (1992 e 2004, respectivamente). Com o primeiro, obteve-se conhecimento teórico suficiente para embasar a realização do mapeamento na montadora. Além disso, o especialista em MFV se propôs a realizar um treinamento sobre a utilização da metodologia dentro da empresa, o que agregou experiências práticas e ajudou a enriquecer o conhecimento do assunto. Ainda, Rother e Shook (2003) apontam que desenhar o mapa é uma tarefa relativamente simples, mas que enxergar as oportunidades de melhoria e conhecer técnicas e meios para implementá-las é o que realmente trará os resultados esperados. Para obter tais conhecimentos, recorreu-se principalmente,

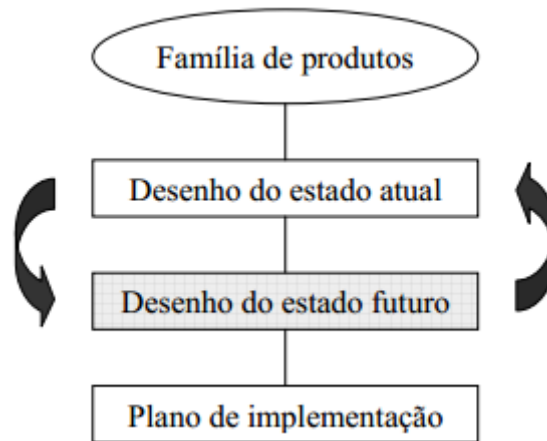
além de outras bibliografias e artigos, às duas obras de Womack e Jones acima citadas.

Para desenhar o mapa atual, primeiramente foi feita uma visita na linha de ônibus para conhecer o processo como um todo e selecionar a família de produtos a ser mapeada. Os operadores e líderes de equipe foram apresentados, de modo que obtivemos todo o apoio necessário na realização do trabalho. Após este primeiro encontro, foram feitas visitas regulares à linha, com o objetivo de observar o fluxo do produto - processo por processo, estação por estação, operador por operador – e da informação, de modo a obter o maior número possível de dados, que foram registrados constantemente no desenho do mapa, utilizando-se um fator multiplicador aleatório. Nesta etapa, foi utilizado o *Simple Method*, para mensuração das porcentagens de agregação e não agregação de valor, e cálculo do tempo de ciclo. Já para o fluxo de informações, buscou-se dados no Departamento de Planejamento e Controle da Produção.

Uma vez concluído o mapa atual, a próxima etapa foi o estudo deste e a prospecção de oportunidades de melhoria, baseando-se nos conceitos *lean* já citados. Esta etapa foi crucial para que obtivéssemos um mapa futuro que satisfaça as expectativas da empresa. Portanto, foi dedicado muito tempo na análise do mapa atual. Vale lembrar o auxílio do especialista em MFV nesta etapa, que contribuiu com sua ampla experiência prática no assunto. Além disso, tais experiências foram muito importantes na eleição e classificação dos focos de atuação, para que as melhorias atingissem pontos críticos da linha, como gargalos de produção e estações desbalanceadas.

De posse de todas essas informações, foi desenhado o mapa de estado futuro, baseado no novo *takt time* calculado. O principal objetivo foi satisfazer as necessidades de demanda da melhor maneira possível, desenhando um fluxo otimizado e enxuto, capaz de produzir ônibus com alto padrão de qualidade, que é um dos *core business* da montadora.

Um resumo das etapas acima pode ser melhor compreendido na Figura 15, sugerida por Rother e Shook (2003). É possível notar que o estado atual e o futuro serão constantemente alterados, já que muitas vezes, quando desenhando o mapa futuro, será identificada falta de informações no mapa atual.



**Figura 15 Diagrama esquemático da metodologia utilizada**

Fonte: Rother e Shook (2003)

Por fim, a proposta será apresentada a todos os envolvidos diretamente na produção do ônibus, para que a aplicação das sugestões de melhoria seja avaliada, no que se refere ao grau de relevância, urgência e viabilidade. Infelizmente, por questões de prazo e incertezas quanto à aprovação do projeto, não se pode garantir que serão obtidos resultados práticos. O escopo do trabalho restringe-se, portanto, à apresentação do mapa futuro.

### 3.2 Justificativa da Metodologia

Decidiu-se utilizar a metodologia sugerida por Rother e Shook (2003), por esta ser a principal obra a tratar do mapeamento de fluxo de valor. Por ser uma ferramenta relativamente nova, a quantidade de estudos e artigos que relatam casos de aplicação desta ferramenta ainda é restrita. Porém, são notórios o potencial e os benefícios que sua utilização traz para as empresas que a utilizam, como pode ser evidenciado em relatos de Queiroz, *et. al.* (2004), aplicado a uma indústria de equipamentos de extração de leite, Moreira e Fernandes (2001), aplicado a uma montadora de veículos leves, Saurin e Ferreira (2008), entre outros.

Por outro lado, os requisitos de qualidade e tecnológicos envolvidos na indústria automotiva apontam para a necessidade de processos cada vez mais robustos e enxutos. O mapeamento se mostra uma ferramenta poderosa para fornecer uma base para tomada de decisões, e um guia para a melhoria contínua.

## **4 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL**

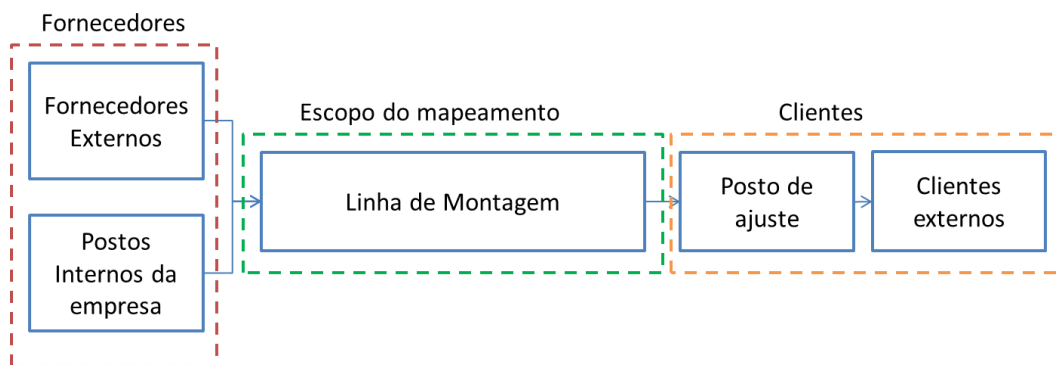
Conforme descrito na fundamentação teórica, primeiramente, para mapear o fluxo de valor de uma linha, é necessário definir o escopo da análise, ou seja, selecionar a família de produtos e a abrangência do fluxo analisado. O segundo passo é descrever a linha de montagem de forma sucinta para obter um esboço do mapa. O terceiro passo é colher as informações da linha, encontrar as oportunidades de melhoria e adicionar as informações no mapa do fluxo de valor. O quarto e último passo é descrever o fluxo de informação para inserir no mapeamento do fluxo de valor, completando-o.

### **4.1 Seleção do escopo do mapeamento do fluxo de valor.**

A linha de montagem analisada recebe uma grande variedade de veículos sem necessitar de setup e todos no mesmo tempo de rodagem de linha, por isso o motivo levado em consideração para a escolha do veículo foi o modelo gargalo da produção (doravante referenciado como modelo ABC), ou seja, o modelo que tem a maior carga de trabalho acumulada durante o tempo de ciclo da linha. Além disso, este veículo apresenta os maiores obstáculos quando se deseja diminuir o tempo de ciclo da linha. Dessa forma, todas as ações tomadas no sentido de diminuir o tempo de ciclo da linha terão efeito superior nos outros modelos que passam pela linha de montagem.

Com relação ao fluxo analisado, no fluxo porta-a-porta é considerada apenas a linha de montagem, conforme mostrado na figura 16, reduzindo assim o escopo do trabalho. Ou seja, outros postos da própria empresa que participam da montagem do veículo, mas que não estão locados fisicamente na linha de montagem são considerados no mapeamento do fluxo de valor como fornecedores. O mesmo também é aplicável ao posto de ajuste localizado após a montagem do veículo que é considerado como cliente.





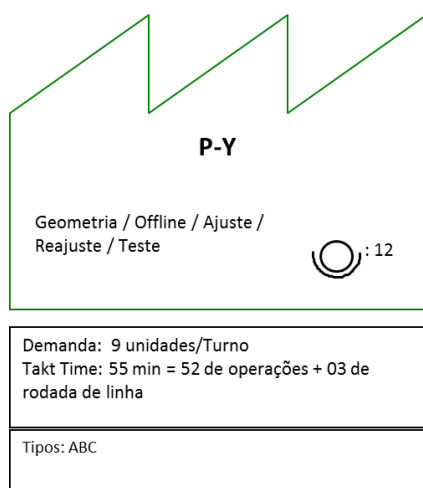
**Figura 16 Definição do escopo do mapeamento do fluxo de valor**

## 4.2 Descrição da linha de montagem

### 4.2.1 Clientes

Conforme citado anteriormente, o posto de ajuste dos ônibus (P-Y) é considerado o cliente da linha. Essa escolha foi realizada por dois motivos: este posto fica localizado fisicamente distante da linha de montagem e o mesmo necessitaria de um mapa a parte, devido à complexidade e peculiaridades específicas deste posto.

A figura 17 exemplifica este posto conforme mostrado no mapa do estado atual. A demanda é de nove veículos por turno, o que resulta em um *takt time* de 55 minutos.

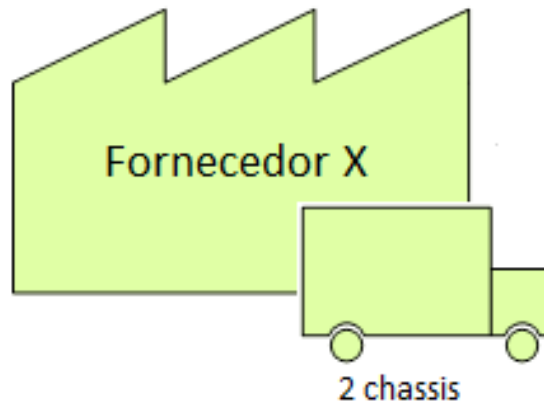


**Figura 17 Posto de ajuste do ônibus (P-Y)**

### 4.2.2 Fornecedores

Como a linha analisada recebe uma grande quantidade de componentes de fornecedores, o mapa teve seu fluxo de peças de fornecedores simplificado. O principal fornecedor considerado foi o fornecedor do chassi (fornecedor X), pois o

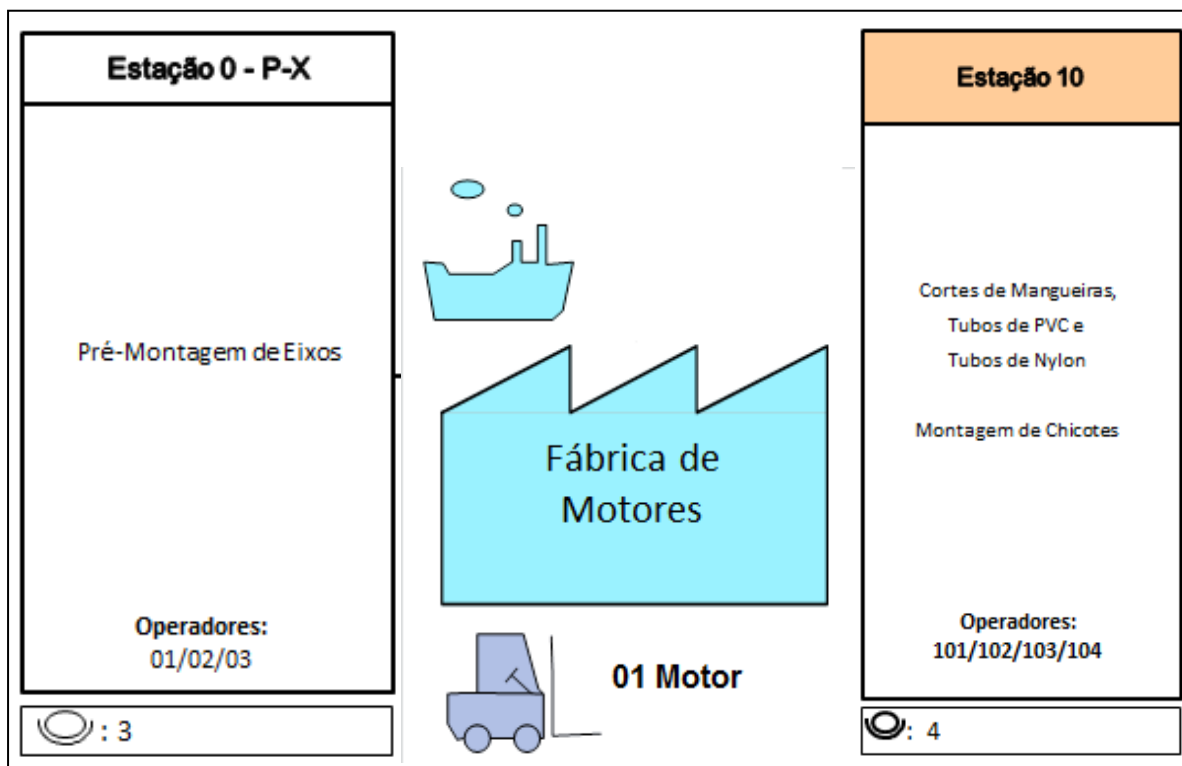
mapa do fluxo de valor foi desenhado seguindo a movimentação desse componente. A figura 18 mostra o fornecedor X conforme representado no fluxo de valor. As entregas de chassis são realizadas direto na entrada da linha de produção em lotes de 2 chassis sequenciados de acordo com a programação da produção. O primeiro chassis já abastece a linha e o segundo é utilizado no próximo ciclo de produção.



**Figura 18 Fornecedor X**

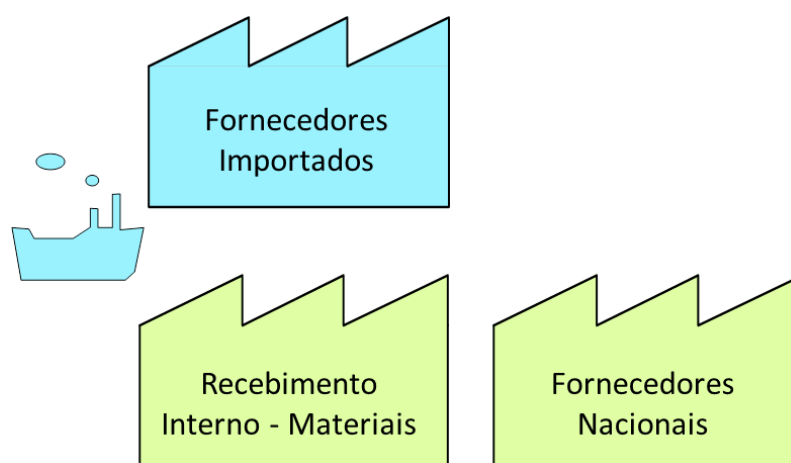
Alguns componentes como o motor, eixos, mangueiras e tubos, passam por um processo na própria empresa antes de serem disponibilizados para a linha de montagem. Os eixos são abastecidos na primeira estação da linha provenientes da estação 0 – P-X (figura 19) e o motor vem da fábrica de motores (figura 19) seguindo o sequenciamento da produção.

As mangueiras e tubos são cortados na estação 10 (figura 19) no tamanho personalizado de acordo com a necessidade de cada posto e abastecidos na linha utilizando Kanban.



**Figura 19 Estação 0 – P-X, fábrica de motores e estação 10, respectivamente**

Para simplificar o mapa, os demais componentes são divididos em fornecedores nacionais e fornecedores importados, e passam pelo recebimento da empresa em questão antes de serem abastecidos na borda de linha pela logística. A figura 20 mostra essa simplificação conforme exibido no mapeamento do fluxo de valor.

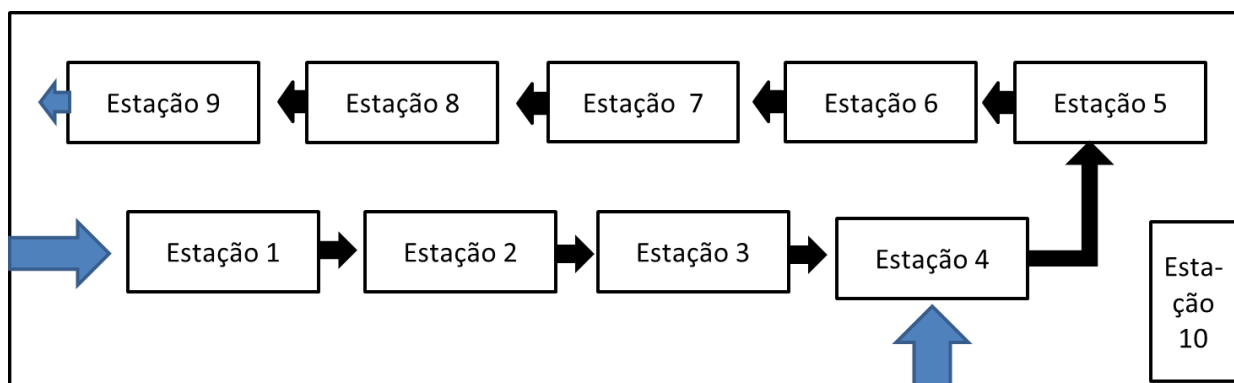


**Figura 20 Fornecedores nacionais e importados**

#### 4.2.3 Linha de Montagem

A linha de montagem consiste de nove postos sequenciais distribuídos em formato de U, conforme mostrado na figura 21. Para facilitar o entendimento da

linha, os postos foram nomeados seguindo o sequenciamento da produção com numeração de 1 a 9.



**Figura 21** Leiaute da linha

O chassi é abastecido na estação 1, onde também é realizada a montagem dos eixos que vem da estação 0 – P-X. O motor é inserido no chassi na estação 4 enquanto que as estações 2, 3, 5, 6, 7 e 8 realizam montagens e pré-montagens intermediárias. A estação 9 é uma estação de testes e ajustes, sendo que o chassi sai funcionando da linha para o posto de ajuste do ônibus (P150). O detalhamento dos processos de cada estação não foi autorizado pela empresa.

Por motivo de confidencialidade e sigilo exigido pela empresa todos os dados colhidos diretamente da linha de produção e aqueles que foram fornecidos pela empresa em análise doravante citados estão multiplicados por um fator aleatório.

Cada posto possui de três a sete operadores que trabalham simultaneamente e de forma independente. Isso implica que o trabalho de um operador não interfere e nem sofre interferência significativa do trabalho dos outros operadores. As operações realizadas podem ser feitas para o chassi que está na estação ou para os chassis que serão montados um ou dois ciclos posteriores, quando se dá a rotação de linha. Essas operações são conhecidas como pré-montagens e foram identificadas separadamente no fluxo de materiais. Vale lembrar que os operadores que realizam estas pré-montagens atuam somente em uma estação, e funcionam como “fornecedores” de conjuntos montados para a sua própria estação.

A tabela 5 resume quantos operadores trabalham em cada estação e se são ou não realizadas operações para chassis de outros ciclos.

**Tabela 5 Resumo das estações de trabalho**

<i>Posto de trabalho</i>	<i>Quantidade de operadores</i>	<i>Realiza operações para o chassi do ciclo</i>	<i>Realiza operações para o próximo ciclo</i>	<i>Realiza operações para dois ciclos posteriores</i>
Estação 1	5	Sim	Sim	Não
Estação 2	5	Sim	Sim	Não
Estação 3	5	Sim	Sim	Sim
Estação 4	3	Sim	Sim	Não
Estação 5	5	Sim	Sim	Não
Estação 6	7	Sim	Sim	Não
Estação 7	6	Sim	Sim	Não
Estação 8	5	Sim	Não	Não
Estação 9	3	Sim	Não	Não

A linha obedece a um tempo de ciclo total de 52 minutos e uma vez que os 52 minutos de operação são realizados a linha inicia a sua operação de rodagem com duração de 3 minutos. Portanto a linha consegue entregar um ônibus montado a cada 55 minutos.

Para facilitar o entendimento, a rodagem da linha não foi considerada como uma operação dentro do tempo de ciclo dos operadores para o mapeamento do fluxo de valor, e o seu tempo foi considerado apenas na criação da linha do tempo, ou seja, as informações analisadas no mapa do fluxo de valor correspondem apenas às operações realizadas durante os 52 minutos de tempo de ciclo.

Para obter informações da linha, como tempo de ciclo, tempo de agregação e de não agregação de valor, foi utilizada a metodologia *Simple Method*, anteriormente descrita no item 2.2.2. Um exemplo de utilização deste método é mostrado na tabela 6.

O tempo de QRS (*Quality Recurrence System*) é o tempo de inspeção que alguns operadores realizam para garantir que as operações críticas foram realizadas corretamente. Os itens de verificação não são necessariamente montados pelo próprio operador.

A grande vantagem da utilização desse método, o *Simple Method*, é a rapidez com que um resultado muito próximo do real pode ser encontrado por possibilitar analisar todos os operadores simultaneamente sem precisar entrar em detalhes em cada operação de cada operador. No entanto, o não conhecimento dos detalhes de cada operação realizada é justamente a grande desvantagem desse método. Para se reduzir esse impacto, as operações que foram consideradas críticas, ou seja, aquelas nas quais oportunidades de melhoria forem identificadas serão posteriormente analisadas pelo método tradicional, com tomada de tempo operação por operação e análise detalhada de agregação e não agregação de valor.

**Tabela 6 Exemplo de utilização do *Simple Method***

Operador	Nome	TAV	TNAV					Total	AV	NAV	Tempo de ciclo do operador (min)
		Operações com valor agregado	Andar / Carregar / Transportar	Preparar / Outro	Esperar / Discutir (durante as operações)	QRS	Espera (após acabar todas as operações)				
1	João da Silva	43	26	10	8	3	10	100	43,0%	57,0%	43,2
2	José Oliveira	36	32	16	4	5	7	100	36,0%	64,0%	44,5
Total		79	58	26	12	8	17	200	39,5%	60,5%	44,5

O resultado dessa análise pode ser verificado nas figuras 22 e 23, onde todas essas informações são condensadas em um único gráfico. Nestas figuras, para facilitar a análise, o tempo de não agregação de valor foi dividido em três categorias diferentes:

- QRS: Este item considera as verificações de itens críticos, conforme citado anteriormente, e foi considerada à parte por ser uma atividade obrigatória que não agrega valor ao produto;
- Ociosidade: Este tempo engloba o período desde o funcionário terminar todas as suas operações e checagens até a linha iniciar sua rodagem;

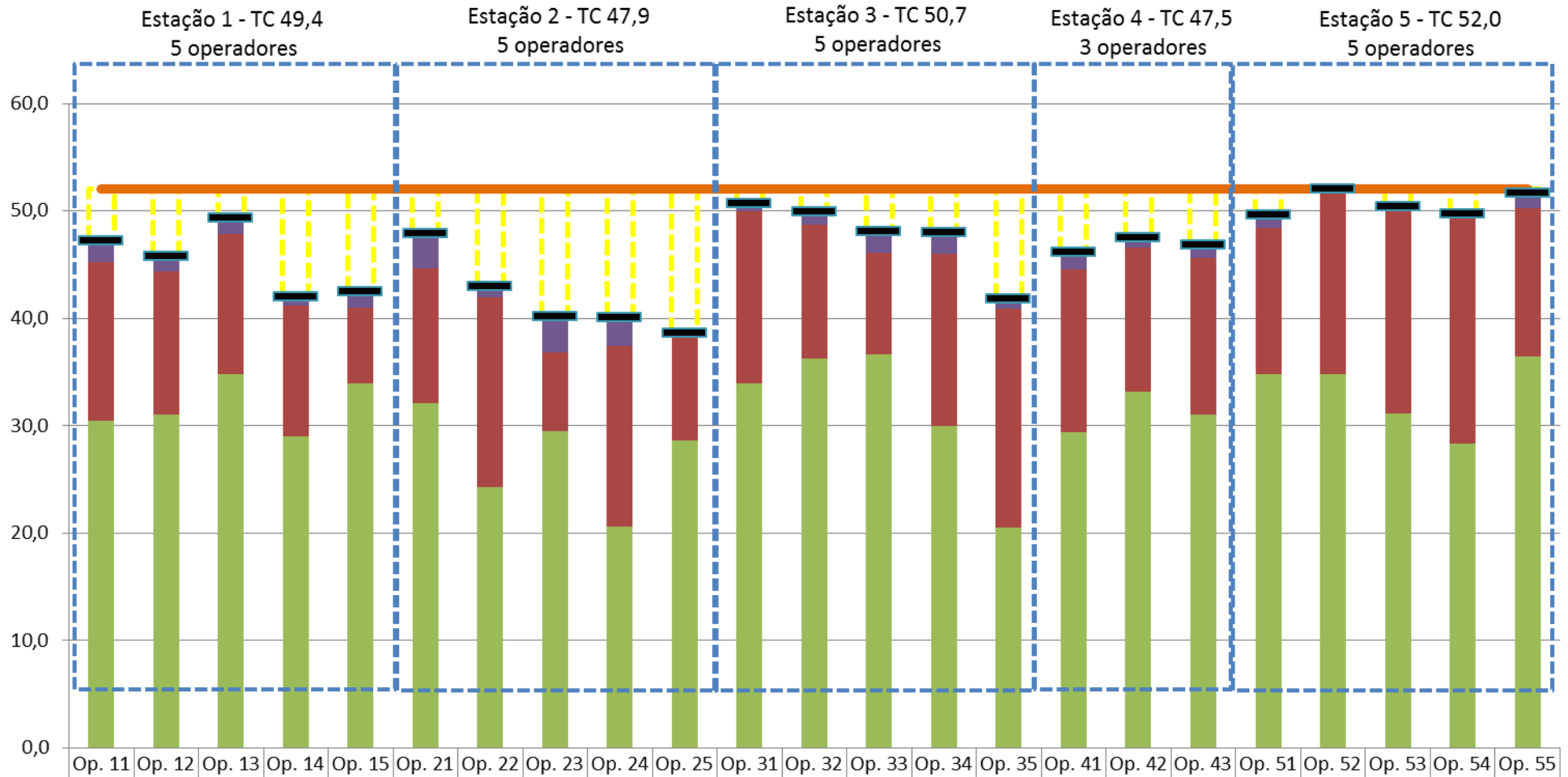
- Tempo de Não Agregação de Valor nas operações (TNAV): Este tempo engloba todos os desperdícios durante a operação, compreendidos nos sete desperdícios citados anteriormente.

O tempo de ciclo do operador é então considerado como a soma do tempo de agregação de valor (TAV), do tempo de não agregação do valor (TNAV) e do tempo dedicado ao QRS.

Para o mapeamento do fluxo de valor, os seguintes indicadores advindos da análise dos dados supracitados foram definidos:

- Quantidade de operadores;
- Tempo de ciclo da estação (T/C): É considerado como o maior tempo de ciclo de todos os operadores que a compõem;
- Porcentagem de agregação de valor (%AV): É a soma do tempo de agregação de valor de todos os operadores da estação dividido pelo produto da quantidade de operadores pelo tempo de ciclo da linha;
- Ociosidade média: É a média da ociosidade de todos os operadores que trabalham na estação em análise.

Para maiores detalhes desses indicadores para cada estação, verificar as caixas de processo no mapa do fluxo de valor do estado atual ilustrado na figura 26.

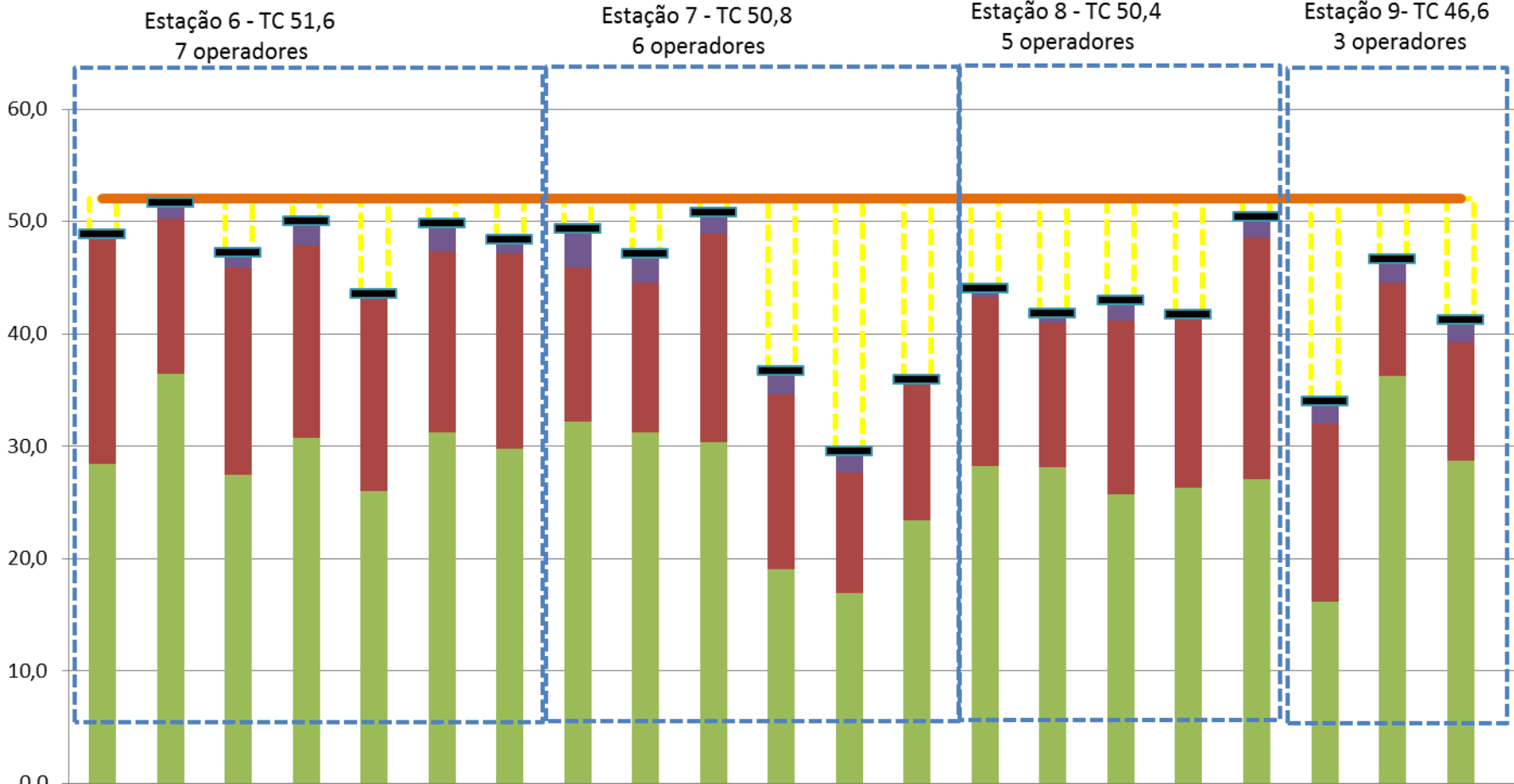


	Op. 11	Op. 12	Op. 13	Op. 14	Op. 15	Op. 21	Op. 22	Op. 23	Op. 24	Op. 25	Op. 31	Op. 32	Op. 33	Op. 34	Op. 35	Op. 41	Op. 42	Op. 43	Op. 51	Op. 52	Op. 53	Op. 54	Op. 55
Ociosidade	4,8	6,3	2,6	10,0	9,5	4,1	9,0	11,9	11,9	13,4	1,3	2,1	3,9	4,0	10,2	5,8	4,5	5,2	2,4	0,0	1,6	2,3	0,4
QRS	2,0	1,3	1,6	0,8	1,5	3,2	1,0	3,3	2,7	0,0	0,7	1,3	2,0	2,0	0,9	1,6	0,9	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
TNAV	14,7	13,4	13,0	12,2	7,1	12,6	17,7	7,3	16,8	10,0	16,1	12,4	9,5	16,0	20,4	15,2	13,4	14,6	13,6	17,2	19,3	21,4	13,9
TAV	30,5	31,0	34,8	29,0	33,9	32,1	24,3	29,5	20,6	28,6	33,9	36,3	36,6	30,0	20,5	29,4	33,2	31,0	34,8	34,8	31,1	28,3	36,4
Tempo de Ciclo Oper.	47,2	45,7	49,4	42,0	42,5	47,9	43,0	40,1	40,1	38,6	50,7	50,0	48,1	48,0	41,8	46,2	47,5	46,9	49,7	52,0	50,4	49,7	51,6
Tempo de ciclo Linha.	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0	52,0

Todos os tempos são mostrados em minutos

Figura 22 Resultado do Simple Method para as estações 1, 2, 3, 4 e 5





Todos os tempos são mostrados em minutos

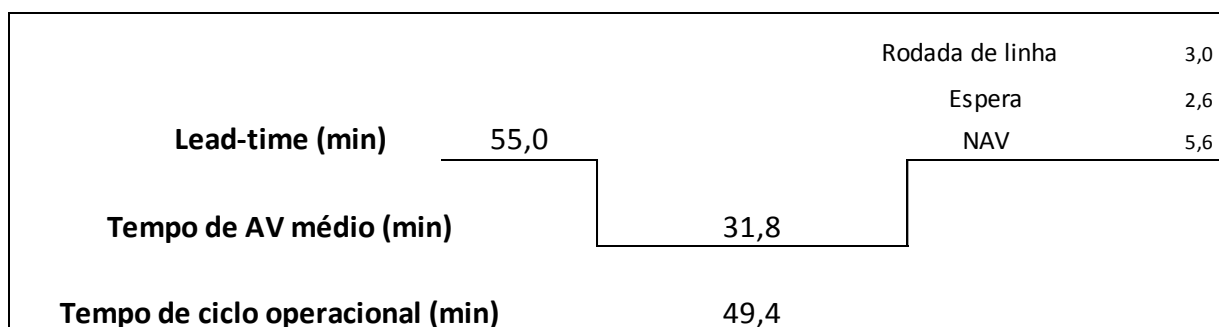
Figura 23 Resultado do *Simple Method* para as estações 6, 7, 8 e 9

### 4.3 Linha do tempo

Com base nas informações da linha de montagem colhidas anteriormente, foi criada uma linha do tempo para o produto em análise. O objetivo da linha é conseguir visualizar de forma fácil a porcentagem de tempo em que há agregação de valor no produto com relação ao *lead-time* do produto.

Para o tempo de agregação de valor da estação foi considerado a média dos tempos de agregação de valor dos operadores, enquanto que para o *lead-time* foi considerado o tempo de rodagem de linha somado a diferença entre o tempo de ciclo da estação e o tempo de ciclo da linha de produção, referenciado como tempo de espera.

A figura 24 mostra a construção dessa linha do tempo conforme descrito anteriormente. Para maiores detalhes, consultar o mapa do fluxo de valor do estado atual.



**Figura 24 Linha do tempo**

Ao se analisar a linha como um todo, tem-se a tabela 7 como o resumo do *lead-time* da linha de produção, a soma dos tempos de ciclos das estações (T/C) e a soma dos tempos médios de agregação de valor (TAV). Um indicador importante é a porcentagem do tempo de agregação do valor com relação ao *lead-time* da produção, que para a situação atual está avaliado em 47,8%.

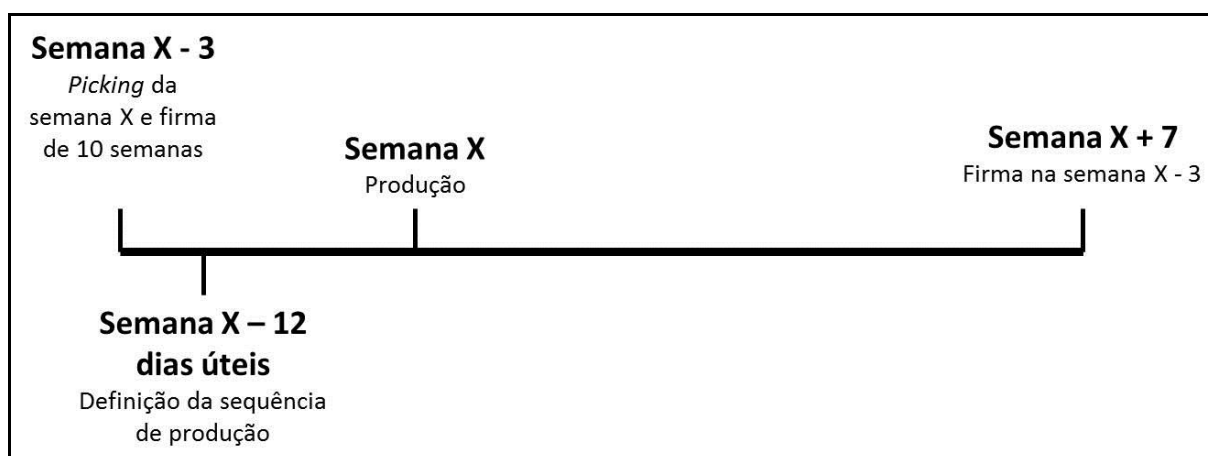
Tabela 7 Resumo das informações da linha no estado atual

Resumo de tempos		
Lead time	550,0 min	
T/C acum.	446,9 min	
TAV	263,0 min	47,8%
T/C	52,0 min	

#### 4.4 Fluxo de informações

O fluxo de informações foi desenhado baseado em informações levantadas junto ao departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP), conforme esquematizado na figura 25.

Baseado na demanda do departamento de vendas, que através de análises de mercado e projeção de demanda, define a quantidade de veículos de cada modelo que poderão ser produzidos, o PCP envia uma firma de 10 semanas, ou seja, pedidos de peça fechados, tanto para fornecedores nacionais quanto para importados. Esta projeção pode ou não se confirmar depois de 10 semanas, e portanto, por vezes se tem acúmulo de estoque ou falta de peças, dependendo dos pedidos de compra colocados pelo departamento de vendas naquela semana.



**Figura 25 Linha do tempo do planejamento de produção**

Além disso, com três semanas de antecedência, a partir de ordens de compra vindas do departamento de vendas, o PCP cria os veículos no sistema (*picking*), com número de chassi e a lista de peças necessárias para sua montagem. A partir daí, a sequência de produção é definida e disponibilizada no sistema, com 12 dias

úteis de antecedência, tanto para as estações de montagem da linha, quanto para os fornecedores internos (preparação dos eixos, corte dos tubos e mangueiras, fábrica de motores). Dessa forma, todos recebem a informação em tempo real, de modo a não serem gerados atrasos nem perdas de informação durante o processo. Qualquer alteração no planejamento também pode ser vista em tempo real por todos os envolvidos.

#### **4.5 Mapa do fluxo de valor**

Com todas as informações supracitadas e levando em consideração toda a teoria descrita no capítulo da fundamentação teórica, criou-se o mapa do fluxo de valor atual mostrado na figura 26.



### MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Produto (Família): Ônibus - Modelo ABC  
 Processo: Linha de Montagem

Mapa Atual  
 Mapa Futuro

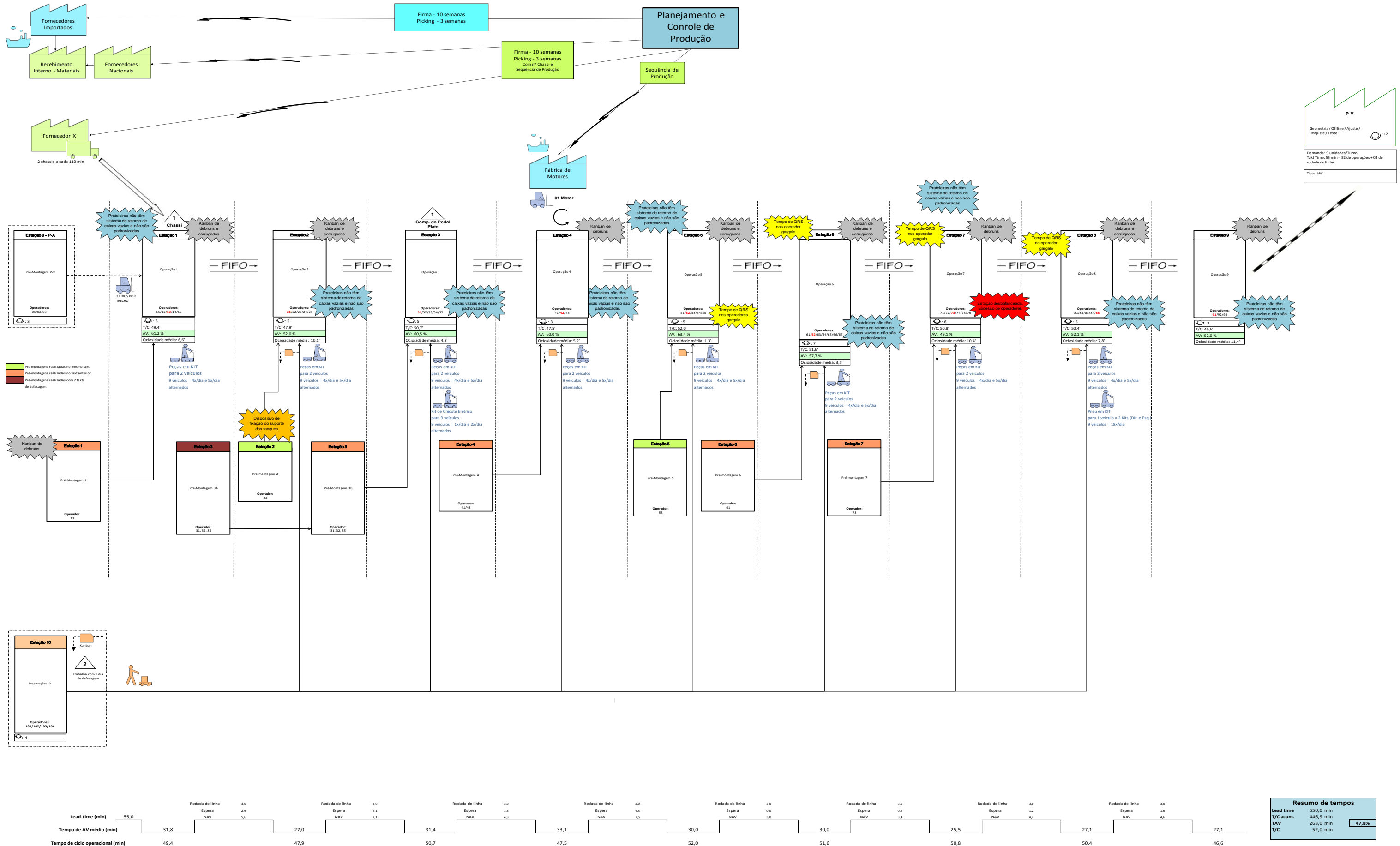


Figura 26 Mapa do estado atual

## **5 DESCRIÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS**

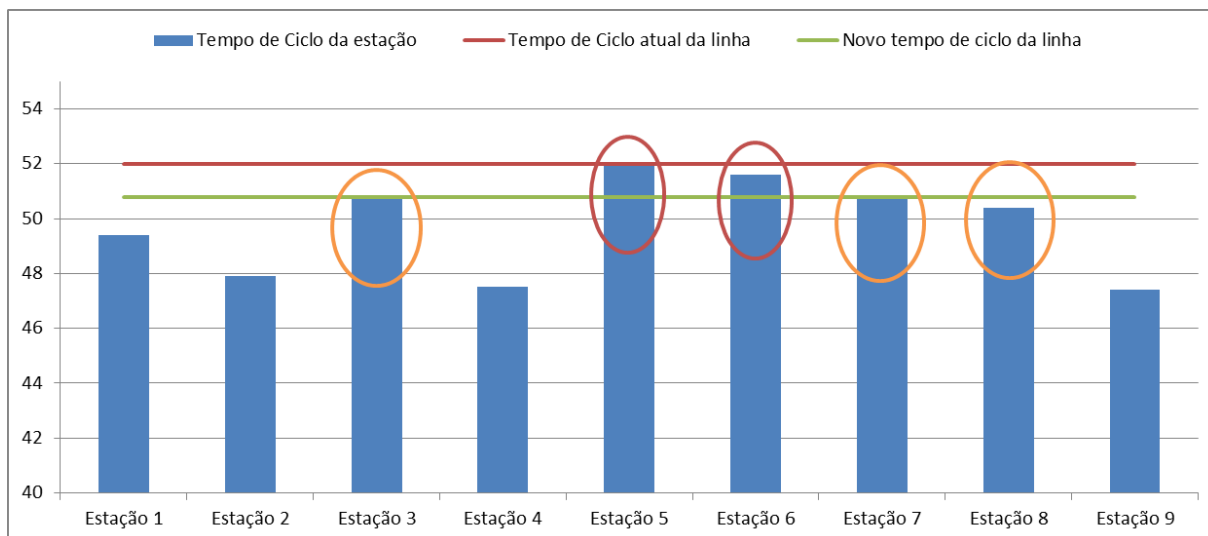
O objetivo do mapeamento do fluxo de valor é enxergar os desperdícios que acometem a linha de produção. No entanto, para este trabalho em específico, o objetivo também é aumentar a produtividade da linha para melhorar o atendimento a demanda. Portanto as melhorias apresentadas neste trabalho serão focadas na diminuição dos desperdícios, conforme citado na fundamentação teórica, e no aumento da produtividade da linha.

Enquanto se mapeava o estado atual, vários pontos de melhoria foram identificados. No entanto o trabalho focará na apresentação de apenas alguns desses pontos e no resultados dos mesmos sobre a linha de montagem. A escolha dos pontos de melhorias apresentados levou em consideração o impacto sobre a linha e a possibilidade de implantação sem grandes modificações e investimentos na mesma.

### **5.1 Descrição das ideias de melhorias**

A proposta para esse trabalho é um aumento de produtividade de aproximadamente 2%, de acordo com o determinado pela empresa. Uma das formas de aumentar a produtividade da linha ocorre pela redução do tempo de ciclo, então para que as ações sejam eficazes nesse sentido, é necessário que elas tenham impacto sobre o gargalo de produção. A figura 27 resume os tempos de ciclos de cada estação, identificando a estação 5 como gargalo, e a sua posição com relação os tempos de ciclo atuais e o objetivo.

O tempo de ciclo atual da linha é de 52 minutos e, para conseguir a aumento de produtividade de 2%, este deve ser reduzido para 50,8 minutos. Isso implica na necessidade de redução dos tempos de ciclo das estações 5 e 6 para adequação à nova realidade da linha. As estações 3, 7 e 8, embora o tempo de ciclo seja inferior ao proposto, também necessitam de atenção, embora a redução do tempo não seja obrigatória.



**Figura 27 Balanceamento da linha de montagem**

Cinco oportunidades de melhoria serão apresentadas e discutidas neste trabalho para que a linha tenha uma diminuição dos desperdícios e para que atenda o novo tempo de ciclo proposto. A tabela 8 sintetiza as ideias de melhoria que serão apresentadas pelo trabalho e as relaciona com o impacto esperado sobre os 7 desperdícios, conforme classificados por Hines e Rich (1997), e sobre o tempo de ciclo da linha.

**Tabela 8 Relação das ideias de melhoria com os desperdícios**

	7 Desperdícios							Diminuição do tempo de ciclo
	Superprodução;	Espera;	Transporte;	Processo inapropriado;	Estoque desnecessário;	Movimentos desnecessários;	Defeitos.	
Implementação de Kanban	+	+	+	+	+	+	+	+
Alimentação na borda de linha			+	+		+		+
Divisão do QRS		+						+
Dispositivo de fixação do suporte dos tanques				+		+		+
Balanceamento da estação 7		+						

### 5.1.1 Implementação de Kanban

Uma das oportunidades de melhoria encontradas foi a modificação na forma de alimentação da linha para debruns (fitas de borracha que são montados em cantos vivos de chapas) e corrugados (tubos de plástico que envolvem um conjunto de chicotes elétricos ou pneumáticos). Atualmente, esses componentes são abastecidos em comprimentos padronizados provenientes do fornecedor, e o operador os corta conforme o tamanho necessário para a realizar a montagem.

Os tamanhos de corte são padronizados e não variam com o modelo do chassi, o que permitirá que os debruns e corrugados sejam abastecidos na linha já no tamanho necessário, evitando a necessidade da operação do corte na linha. Isto fará com que o tempo de ciclo seja diminuído.

A proposta para essa modificação é que os componentes sejam cortados na estação 10, que já realiza o corte de tubos, e que a produção seja puxada por Kanban no mesmo esquema de funcionamento dos tubos, o que evita a superprodução de debruns e corrugados em tamanhos específicos, além de diminuir a quantidade de estoques na borda de linha.

Levantou-se a lista de todos os operadores que utilizam debruns e corrugados e realizou-se uma simulação de ganho de tempo devido à não necessidade de o operador cortá-los na própria estação. O resultado desta simulação pode ser verificado na tabela 9, na qual é mostrada a diminuição do tempo de ciclo dos operadores.

Para a estação 10 não seria necessário nenhuma modificação na carga de trabalho, pois a carga de trabalho adicionado à mesma, estimada em aproximadamente 8 minutos por ônibus no modelo gargalo é facilmente absorvida pelos 4 operadores desta estação.

Não será detalhada a proposta de implantação do Kanban, pois a empresa já utiliza o sistema para alimentar a linha com itens da estação 10, então os produtos seriam apenas adicionados a este sistema já existente. Para maiores detalhes verificar o mapa do estado atual (figura 26) e o mapa do estado futuro (figura 33).



**Tabela 9 Tempo Ganho com a implementação do Kanban**

<i>Estação</i>	<i>Tempo total ganho por estação (min)</i>	<i>Operador</i>	<i>Tempo total ganho por operador (min)</i>
Estação 1	2,98	Operador 11	1,14
		Operador 14	1,17
		Operador 15	0,67
Estação 2	2,52	Operador 21	0,86
		Operador 23	1,04
		Operador 24	0,63
Estação 4	1,28	Operador 42	1,28
		Operador 51	1,46
Estação 5	4,94	Operador 52	1,50
		Operador 54	1,10
		Operador 55	0,88
Estação 6	2,09	Operador 62	1,24
		Operador 64	0,86
Estação 7	1,94	Operador 71	0,91
		Operador 76	1,03
		Operador 81	0,80
Estação 8	2,55	Operador 83	1,17
		Operador 84	0,59
Estação 9	0,97	Operador 93	0,97

### 5.1.2 Alimentação na borda de linha

A alimentação na borda da linha analisada não respeita o padrão definido pela empresa, e muitas das prateleiras trilógic não possuem local para retorno das caixas vazias, fato que dificulta para os operadores que precisam se movimentar além do necessário para levar estas caixas para fora da linha. Para as prateleiras mais antigas alguns componentes tem acesso dificultado, o que aumenta a fadiga do operador e o seu tempo de ciclo.

A figura 28 mostra um trilógic conforme padrão da empresa, com retorno de caixas vazias, e os implantados atualmente na linha, enquanto que a tabela 10 resume a situação para cada uma das estações de trabalho. É importante ressaltar que a coluna “Padrão com retorno de caixas vazias” desta tabela representa quantas prateleiras daquelas em formato padrão, listadas na coluna “Padrão”, têm o retorno de caixas vazias. Portanto, a coluna “Total” considera somente a soma da quantidade de prateleiras “Padrão” com as prateleiras “Fora do padrão”.



**Figura 28 Exemplos de trilogics implantados na linha**

**Tabela 10 Situação da alimentação de componentes na borda da linha**

<i>Estação</i>	<i>Padrão</i>	<i>Padrão com retorno de caixas vazias</i>	<i>Fora do padrão</i>	<i>Total</i>
<b>1</b>	3	2	7	<b>10</b>
<b>2</b>	0	0	5	<b>5</b>
<b>3</b>	0	0	7	<b>7</b>
<b>4</b>	5	0	1	<b>6</b>
<b>5</b>	1	1	7	<b>8</b>
<b>6</b>	2	1	5	<b>7</b>
<b>7</b>	1	0	5	<b>6</b>
<b>8</b>	2	1	6	<b>8</b>
<b>9</b>	3	2	2	<b>5</b>

Existe uma grande dificuldade para estimar o tempo ganho com a implantação dos trilogics, pois as atividades para armazenar as caixas vazias são realizadas por todos os operadores e não possuem uma frequência regular. Para aproximar o valor do ganho de tempo foi considerado que cada operador reduziu uma movimentação de caixa, que foi o menor número de movimentação de caixas vazias que um operador realizou durante a análise da linha, diminuindo o tempo de ciclo em 18 segundos.

### 5.1.3 Divisão do QRS

A atividade de QRS é uma atividade de inspeção em itens críticos que alguns operadores realizam quando terminam suas operações. Durante a análise da linha, percebeu-se que alguns dos operadores gargalos de sua estação realizavam essas inspeções. A proposta para esses operadores é que as operações de QRS realizadas por esses operadores com tempos de ciclos elevados fossem transferidas para os operadores com tempo de ciclo menores.

A tabela 11 mostra a proposta para modificação dos tempos de QRS dos operadores. Em verde têm-se operadores que terão o tempo de ciclo reduzido, enquanto que os operadores em vermelho são aqueles que terão o seu tempo de ciclo aumentado pela nova alocação do tempo de QRS.

**Tabela 11 Modificação do tempo de QRS**

Estação	Operador	Tempo atual de QRS (min)	Tempo proposto de QRS (min)
Estação 3	Op. 31	0,7	0,0
	Op. 35	0,9	1,6
Estação 5	Op. 54	0,0	1,3
	Op. 55	1,3	0,0
Estação 6	Op. 62	1,3	0,0
	Op. 64	2,1	0,0
	Op. 65	0,0	3,4
Estação 7	Op. 71	3,5	5,4
	Op. 72	2,5	4,3
	Op. 73	1,9	0,0
	Op. 75	1,8	0,0
Estação 8	Op. 84	0,0	1,9
	Op. 85	1,9	0,0

### 5.1.4 Melhora no dispositivo de fixação do suporte

Outra oportunidade identificada durante as visitas feitas na linha, visando mitigar desperdícios e a melhoria contínua, foi a alteração do método de fixação do suporte dos tanques de ar, na estação 2, pelo operador 22.

A pré-montagem consiste na fixação deste suporte na bancada, através de 4 dispositivos de fixação por rosca, para posterior montagem de 3 tanques de ar no mesmo, que será então fixado no chassi do veículo. Com o dispositivo atual, que utiliza rosca, o operador perde um minuto para realizar a fixação, e meio minuto para

soltar o suporte quando a pré-montagem é finalizada. Implantando-se um dispositivo de atuação rápida, como o exemplificado na figura 29, diminui-se em 1,2 minutos o TNAV deste operador, além de facilitar a fixação e melhorar a ergonomia, já que o operador não precisará mais apertar os parafusos manualmente.



**Figura 29 Dispositivo de atuação rápida**

### 5.1.5 Balanceamento da estação 7

Um ponto importante a ser analisado em uma linha de produção é se a quantidade de operadores está de acordo com o tempo de operação exigido. Esta checagem pode ser feita pela comparação do tempo total de trabalho dividido pelo tempo de ciclo da linha, com a quantidade real de operadores.

Para garantir que as aferições feitas sejam válidas para a nova linha, foi considerado os tempos de ciclos atuais da linha, sem a redução das ideias de melhoria apresentadas até o momento, e o tempo de ciclo proposto para a linha. Lembra-se ainda que o modelo ABC analisado é o que tem a maior carga de serviço da linha (veículo gargalo). Ou seja, os valores calculados na tabela 12 representam a pior situação possível.

**Tabela 12 Quantidade de operadores necessários para cada estação**

<i>Número da estação</i>	<i>Soma dos tempos de ciclo dos operadores (min)</i>	<i>Quantidade de operadores teóricos</i>	<i>Quantidade de operadores real</i>	<i>Folga de operadores</i>
Estação 1	226,9	4,5	5,0	0,5
Estação 2	209,7	4,1	5,0	0,9
Estação 3	238,5	4,7	5,0	0,3
Estação 4	140,5	2,8	3,0	0,2
Estação 5	253,4	5,0	5,0	0,0
Estação 6	339,5	6,7	7,0	0,3
Estação 7	249,4	4,9	6,0	<b>1,1</b>
Estação 8	220,9	4,3	5,0	0,7
Estação 9	135,2	2,7	3,0	0,3

A partir da análise dos dados acima, percebe-se que a estação 7 possui mais de um operador de folga na condição mais severa, ou seja, é possível reordenar as operações em cinco operadores de forma a economizar os gastos com um operador.

As operações da estação 7 são independentes entre si, de forma que uma não depende da outra, por isso o balanceamento será realizado apenas no tempo de ciclo. A tabela 13 demonstra que o operador escolhido para ser retirado foi o operador de menor tempo de ciclo, ou seja, o operador 75 será retirado e suas atividades serão divididas entre os operadores 72, 74 e 76

**Tabela 13 Balanceamento da estação 7**

Operador	Tempo de ciclo atual (min)		Tempo de ciclo proposto (min)
Op. 71	49,4		49,4
Op. 72	47,1		48,9
Op. 73	50,8		50,8
Op. 74	36,7		48,8
Op. 75	29,5		0,0
Op. 76	35,9		51,5

Ressalta-se que os tempos de ciclos propostos na tabela 13 serão diferentes dos propostos incluindo as melhorias indicadas anteriormente, pois na tabela 13 só é considerada a reorganização da estação 7, e não as outras oportunidades de melhoria. Por esse motivo não é incorreto afirmar que o operador 76 apresente nesta tabela um tempo de ciclo superior ao novo tempo de ciclo estabelecido para a linha, ou seja, 50,8 min, pois com as melhorias o seu tempo projetado será de 50,2 min, conforme será apresentado no próximo item, na tabela 14.

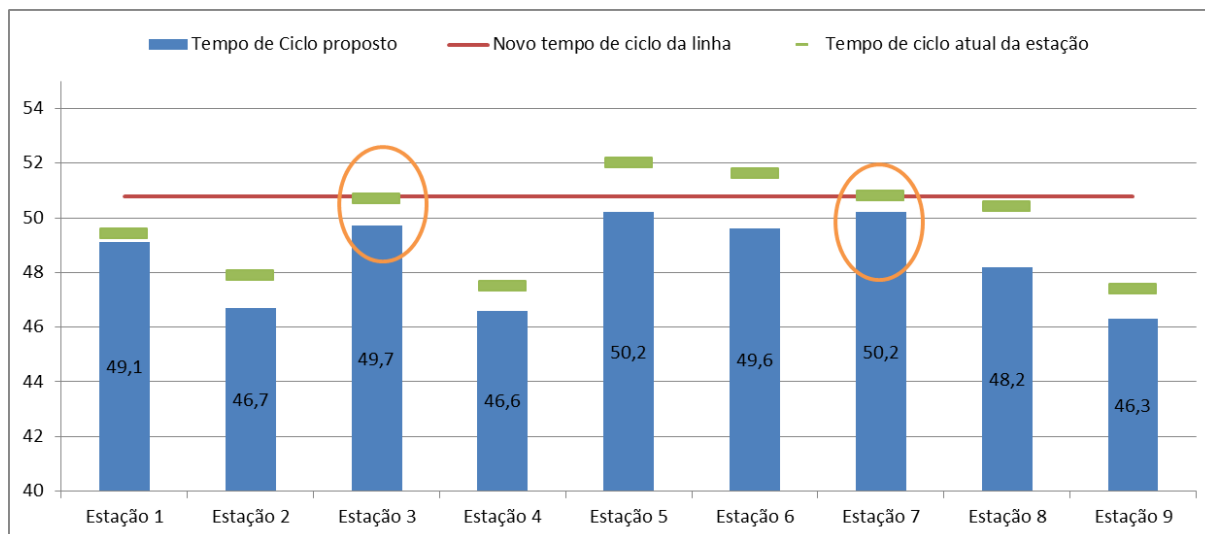
## 5.2 Descrição da situação proposta para a linha

Como cada proposta de melhoria foi descrita separadamente, é importante se dar uma visão geral do todo, ou seja, descrever como ficará a linha caso todas as propostas sejam implantadas. Para tanto será utilizada a tabela 14 como resumo de todas as alterações sobre o tempo de ciclo para cada uma das melhorias propostas anteriormente.

Das informações da tabela 14 é possível extrair o tempo de ciclo de cada estação e verificar o balanceamento e os gargalos da linha com as melhorias implantadas (figura 30).

**Tabela 14 Resumo do impacto das ideias de melhoria sobre o tempo de ciclo dos operadores**

Estação	Operador	Tempo de ciclo atual (min)	Implementação de Kanban (min)	Alimentação na borda de linha (min)	Divisão do QRS (min)	Dispositivo de fixação do suporte dos tanques (min)	Balanceamento da estação 7 (min)	Tempo de ciclo esperado (min)
Estação 1	Op. 11	47,2		-0,3				46,9
	Op. 12	45,7	-1,1	-0,3				44,3
	Op. 13	49,4		-0,3				49,1
	Op. 14	42,0	-1,2	-0,3				40,6
	Op. 15	42,5	-0,7	-0,3				41,5
Estação 2	Op. 21	47,9	-0,9	-0,3				46,7
	Op. 22	43,0		-0,3		-1,2		41,5
	Op. 23	40,1	-1,0	-0,3				38,8
	Op. 24	40,1	-0,6	-0,3				39,1
	Op. 25	38,6		-0,3				38,3
Estação 3	Op. 31	50,7		-0,3	-0,7			49,7
	Op. 32	50,0		-0,3				49,7
	Op. 33	48,1		-0,3				47,8
	Op. 34	48,0		-0,3				47,7
	Op. 35	41,8		-0,3	0,7			42,2
Estação 4	Op. 41	46,2		-0,3				45,9
	Op. 42	47,5	-1,3	-0,3				45,9
	Op. 43	46,9		-0,3				46,6
Estação 5	Op. 51	49,7	-1,5	-0,3	1,4			49,2
	Op. 52	52,0	-1,5	-0,3				50,2
	Op. 53	50,4		-0,3				50,1
	Op. 54	49,7	-1,1	-0,3	1,3			49,6
	Op. 55	51,6	-0,9	-0,3	-1,3			49,1
Estação 6	Op. 61	48,9		-0,3				48,6
	Op. 62	51,6	-1,2	-0,3	-1,3			48,8
	Op. 63	47,2		-0,3				46,9
	Op. 64	50,0	-0,9	-0,3	-2,1			46,7
	Op. 65	43,5	-0,7	-0,3	3,4			45,9
	Op. 66	49,9		-0,3				49,6
	Op. 67	48,4		-0,3				48,1
Estação 7	Op. 71	49,4	-0,9	-0,3	2,0			50,1
	Op. 72	47,1		-0,3	1,8			48,6
	Op. 73	50,8		-0,3	-1,9			48,6
	Op. 74	36,7		-0,3	0,0		12,1	48,5
	Op. 75	29,5		-0,3	-1,8		-27,4	0,0
	Op. 76	35,9	-1,0	-0,3			15,6	50,2
Estação 8	Op. 81	44,0	-0,8	-0,3				42,9
	Op. 82	41,8		-0,3				41,5
	Op. 83	43,0	-1,2	-0,3				41,5
	Op. 84	41,7	-0,6	-0,3	1,9			42,7
	Op. 85	50,4		-0,3	-1,9			48,2
Estação 9	Op. 91	34,0		-0,3				33,7
	Op. 92	46,6		-0,3				46,3
	Op. 93	41,2	-1,0	-0,3				39,9

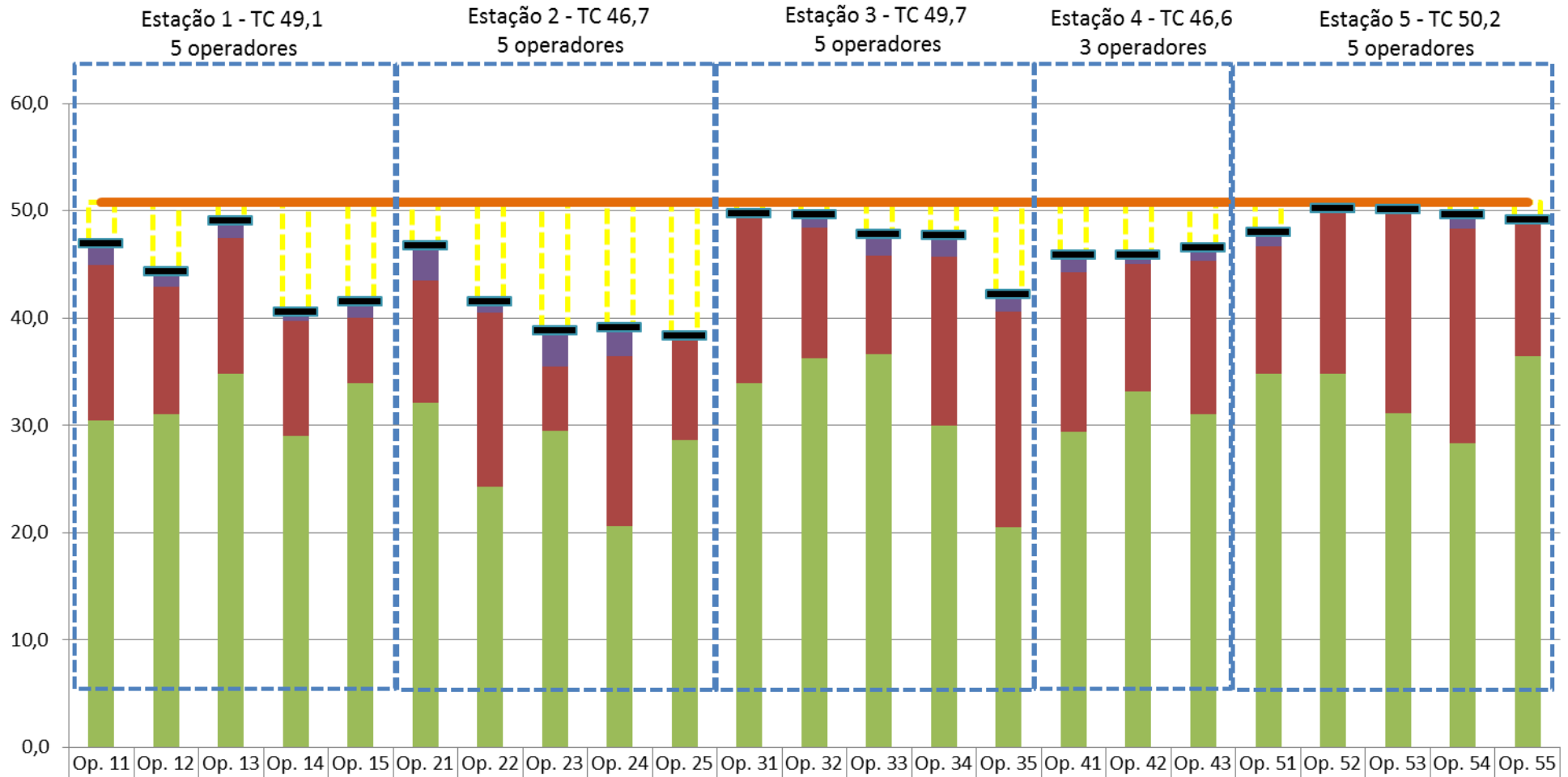


**Figura 30 Balanceamento da situação proposta**

Percebe-se da figura 30 que o tempo de ciclo da linha está acima do tempo de ciclo do gargalo, o que significa que com as melhorias aplicadas na linha poderíamos utilizar um tempo de ciclo de 50,2 minutos ao invés do 50,8 minutos proposto pela empresa, o que geraria um aumento real de produtividade de 3,3%. Esse aumento de produtividade seria 50% acima do requisitado pela empresa.

No entanto, o tempo de ciclo de 50,8 minutos colocado como meta pela empresa será mantido até que se confirmem os novos tempos de ciclo estimados a partir das melhorias propostas.

Para complementar a descrição da linha no estado futuro, é utilizada a mesma análise realizada nas figuras 22 e 23 para a linha atual. Os resultados dessa análise encontram-se ilustrados nas figuras 31 e 32, nas quais é mostrado o tempo de cada operador dividido em tempo agregação de valor (TAV), não agregação de valor durante as operações (TNAV), tempo de inspeção de itens críticos (QRS) e ociosidade do operador após terminar suas operações.

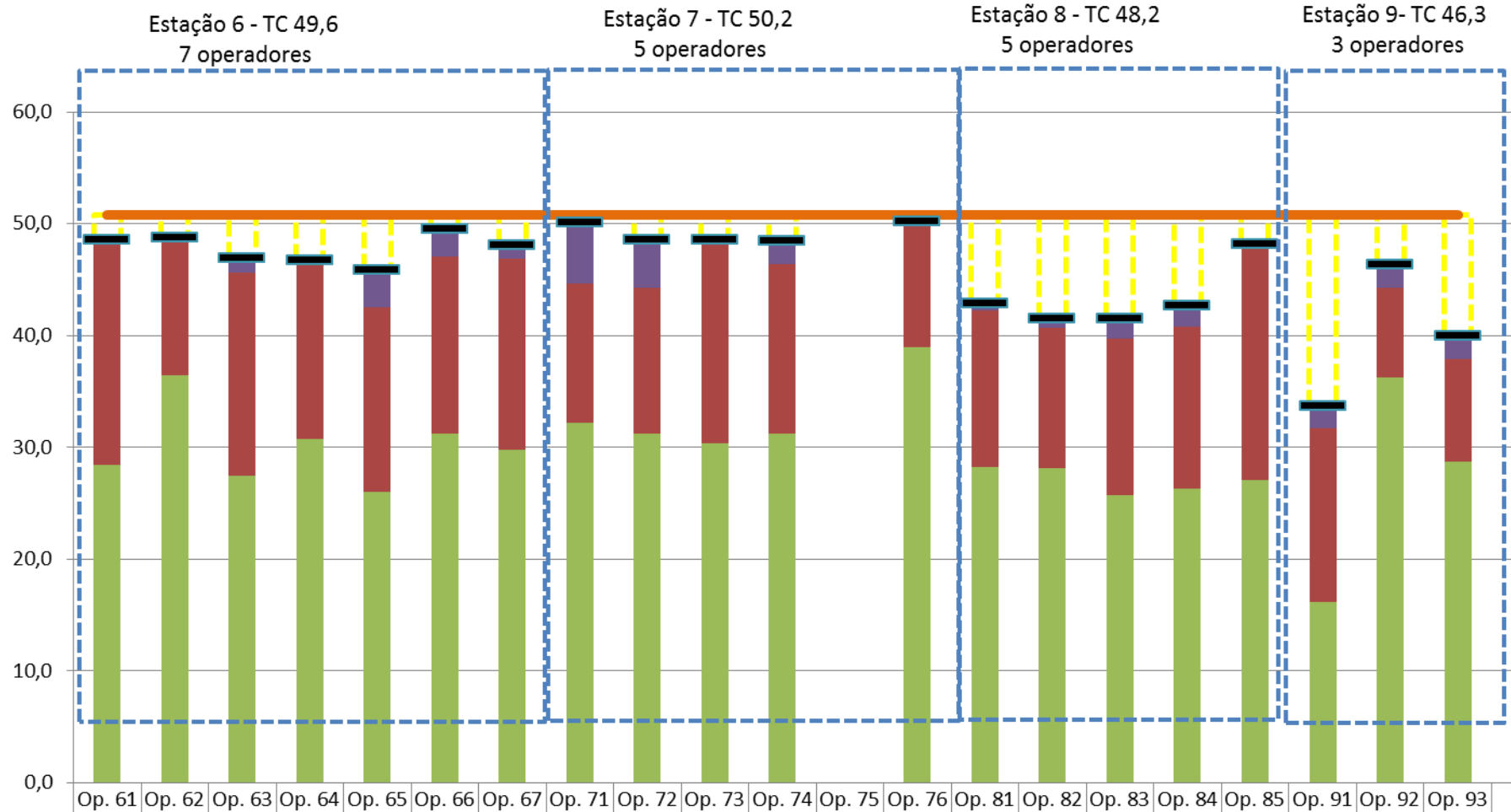


	Op. 11	Op. 12	Op. 13	Op. 14	Op. 15	Op. 21	Op. 22	Op. 23	Op. 24	Op. 25	Op. 31	Op. 32	Op. 33	Op. 34	Op. 35	Op. 41	Op. 42	Op. 43	Op. 51	Op. 52	Op. 53	Op. 54	Op. 55
Ociosidade	3,9	6,5	1,7	10,2	9,3	4,1	9,3	12,0	11,7	12,5	1,1	1,2	3,0	3,1	8,6	4,9	4,9	4,2	2,9	0,6	0,7	1,2	1,7
QRS	2,0	1,3	1,6	0,8	1,5	3,2	1,0	3,3	2,7	0,0	0,0	1,3	2,0	2,0	1,6	1,6	0,9	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0
TNAV	14,4	12,0	12,7	10,7	6,1	11,4	16,2	6,0	15,9	9,7	15,8	12,1	9,2	15,7	20,1	14,9	11,8	14,3	11,8	15,4	19,0	20,0	12,7
TAV	30,5	31,0	34,8	29,0	33,9	32,1	24,3	29,5	20,6	28,6	33,9	36,3	36,6	30,0	20,5	29,4	33,2	31,0	34,8	34,8	31,1	28,3	36,4
Tempo de Ciclo Oper.	46,9	44,3	49,1	40,6	41,5	46,7	41,5	38,8	39,1	38,3	49,7	49,7	47,8	47,7	42,2	45,9	45,9	46,6	47,9	50,2	50,1	49,6	49,1
Tempo de ciclo Linha.	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8

Todos os tempos são mostrados em minutos

Figura 31 Previsão para a nova configuração da linha nas estações 1, 2, 3, 4 e 5





	Op. 61	Op. 62	Op. 63	Op. 64	Op. 65	Op. 66	Op. 67	Op. 71	Op. 72	Op. 73	Op. 74	Op. 75	Op. 76	Op. 81	Op. 82	Op. 83	Op. 84	Op. 85	Op. 91	Op. 92	Op. 93		
Ociosidade	2,2	2,0	3,9	4,1	4,9	1,2	2,7	0,7	2,2	2,2	2,3		0,6	7,9	9,3	9,3	8,1	2,6	17,1	4,5	10,9		
QRS	0,0	0,0	1,3	0,0	3,4	2,5	1,2	5,4	4,3	0,0	2,1		0,0	0,7	0,8	1,8	1,9	0,0	2,0	2,0	2,0		
TNAV	20,2	12,3	18,1	15,9	16,5	15,9	17,1	12,5	13,1	18,2	15,2		11,2	14,0	12,6	14,0	14,5	21,1	15,5	8,0	9,2		
TAV	28,4	36,4	27,5	30,8	26,0	31,2	29,8	32,2	31,2	30,4	31,2		39,0	28,2	28,1	25,7	26,3	27,1	16,2	36,3	28,7		
Tempo de Ciclo Oper.	48,6	48,8	46,9	46,7	45,9	49,6	48,1	50,1	48,6	48,6	48,5		50,2	42,9	41,5	41,5	42,7	48,2	33,7	46,3	39,9		
Tempo de ciclo Linha.	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8		

Todos os tempos são mostrados em minutos

Figura 32 Previsão para a nova configuração da linha nas estações 6, 7, 8 e 9

### 5.3 Mapa do estado futuro

A partir dos dados apresentados, criou-se o mapa do estado futuro (figura 33) representando a nova situação da linha com as melhorias propostas. Primeiramente, a estação 10 passa a ter os processos de corte dos debruns e corrugados mostrados na sua caixa de processo. Ainda, os novos tempos calculados a partir das melhorias descritas no item 5.1 e resumidos nas figuras 31 e 32 também foram lançados no mapa, tanto nas caixas de processo quanto na linha do tempo. Esta última foi atualizada com as informações para o novo estado, conforme mostrado na tabela 15. O fluxo de informação não foi modificado pelas ideias de melhoria, então o mesmo permaneceu inalterado entre os estados atuais e futuro.

**Tabela 15 Resumo da linha do tempo para o estado futuro**

<b>Resumo de tempos</b>		
<b>Lead time</b>	538,0 min	
<b>T/C acum.</b>	436,6 min	
<b>TAV</b>	263,0 min	<b>48,9%</b>
<b>T/C</b>	50,8 min	

Comparando os resultados mostrados na tabela 15 com aqueles do mapa atual, mostrados na tabela 7, percebe-se um aumento de pouco mais de 1% de agregação de valor global da linha. Ainda, nota-se uma diminuição de 1,2 minutos no tempo de ciclo da linha que, em um dia, com nove rodadas de *takt*, representa um ganho de 10,8 minutos. Em uma semana de produção, este ganho é de 54 minutos, ou seja, um ônibus a mais por semana (aproximadamente R\$ 330.000,00). Por último, somente com a adequação da linha e redistribuição das operações, obteve-se aproximadamente R\$ 120.000,00 anuais de economia para a empresa.



### MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Mapa Atual  
 Mapa Futuro

Produto (Família): Ônibus - Modelo ABC  
 Processo: Linha de Montagem

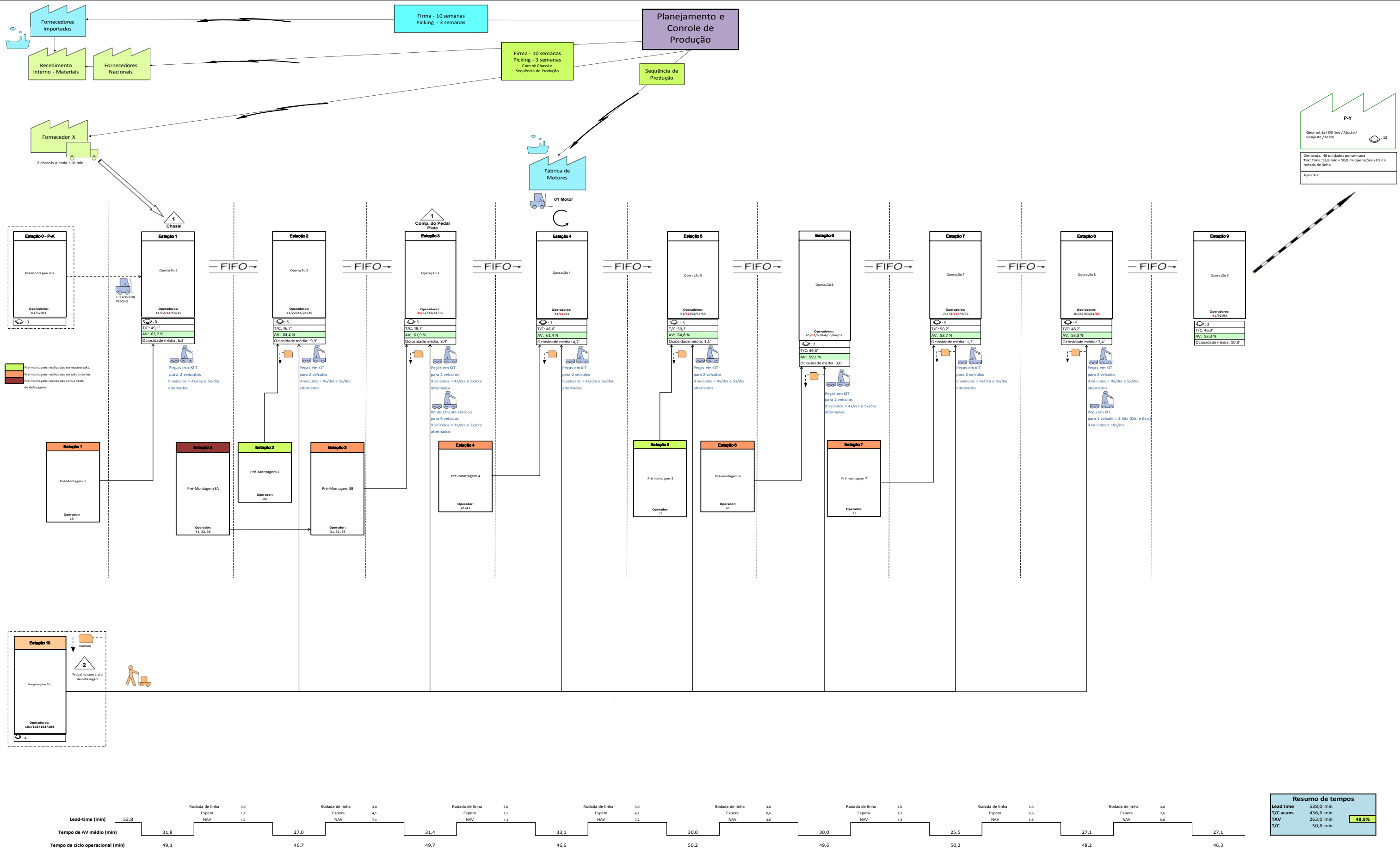


Figura 33 Mapa futuro do fluxo de valor

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **6.1 Comparação do estado atual com o proposto**

Embora no capítulo 4 e no capítulo 5 os estado atual e proposto já tenham sido descritos, respectivamente, é necessário uma comparação entre eles para justificar a implantação do estado futuro. Para facilitar o entendimento a comparação será realizada em três esferas: produtividade, desperdícios e custos de fabricação.

#### **6.1.1 Aumento da Produtividade**

Um dos objetivos do trabalho era conseguir um aumento da produtividade da linha. Na situação atual a linha consegue entregar um ônibus a cada 55 minutos (52 minutos de tempo de ciclo somados de 3 minutos de rodagem de linha), e para atender a demanda ela precisaria aumentar a capacidade de produção da linha para entregar um veículo a cada 53,8 minutos, um aumento de produtividade necessário de 2,2%.

Com a implantação das oportunidades de melhoria o tempo de ciclo da estação gargalo foi diminuído para 50,2 minutos, o que significa um ônibus a cada 53,2 minutos. Isso implica um aumento real de 3,3% de produtividade, 50% superior ao aumento esperado pela empresa.

No entanto, como a necessidade de produção da empresa para o atual momento é satisfeita com a entrega de um chassi pronto a cada 53,8 minutos, a proposta das melhorias foi apresentada com o tempo de ciclo de 50,8 minutos, com possibilidade de diminuição para 50,2 minutos.

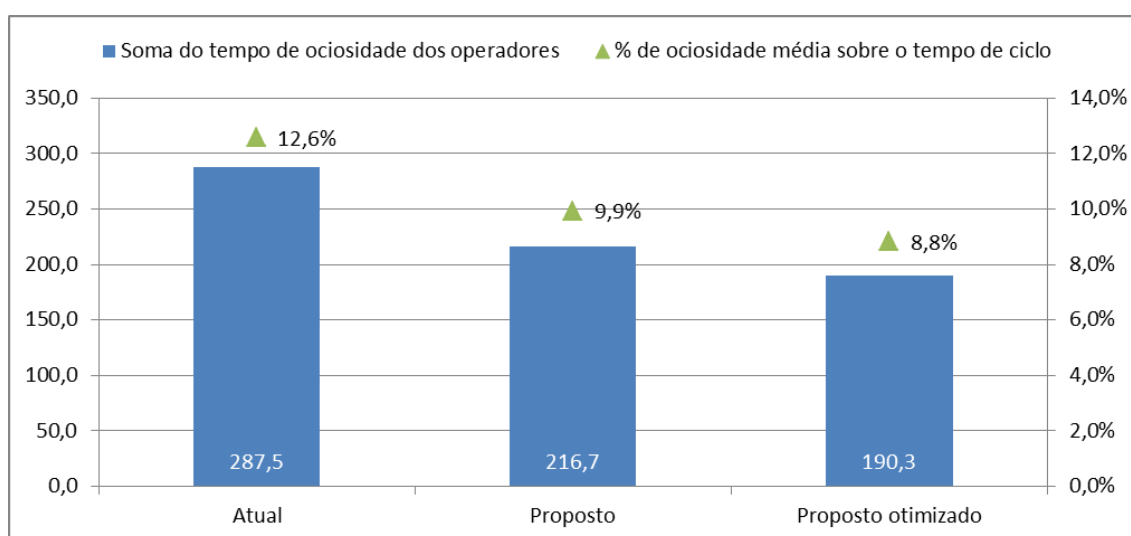
Considerando que a empresa tenha um faturamento semanal com a venda do produto acabado na casa dos R\$15.000.000,00 (o faturamento real para essa linha não pode ser divulgado por questão de confidencialidade), um aumento da produção de 2,2% corresponde em um aumento do faturamento de R\$ 330.000,00 por semana.

Mesmo assim, o estado futuro tem potencial para aumentar o faturamento em até 3,3%, o que aumentaria o faturamento semanal em R\$ 495.000,00.

### 6.1.2 Diminuição dos desperdícios

Várias formas de desperdícios foram diminuídas com as melhorias. A figura 30 apresenta esses desperdícios de forma esquematizada. No entanto alguns indicadores podem ser utilizados para verificar a diminuição dos desperdícios.

Um dos pontos de maior preocupação da empresa para com essa linha em específico é a ociosidade do operador dentro do tempo de ciclo da linha. A figura 34 mostra a soma de ociosidade de todos os operadores e a porcentagem média de ociosidade sobre o tempo de ciclo da linha para a situação atual, para a proposta com tempo de ciclo de 50,8 e para a de 50,2 minutos.



**Figura 34 Análise da ociosidade dos operadores**

Através do gráfico da Figura 34 se verifica que na média, cada operador atualmente fica parado, apenas esperando a linha rodar, em torno de 12,6% do tempo. Com as propostas de melhorias esse valor sofre uma redução de 21%, podendo chegar a 30% com o tempo de ciclo de 50,2 minutos.

Também é útil analisar a porcentagem de agregação de valor média sobre o tempo de ciclo, o que representará o grau de diminuição total dos desperdícios durante as operações. Para a situação atual, 56,4 % do tempo de operação do operador corresponde a tempo de agregação de valor. Já para a proposta das melhorias com o tempo de ciclo de 50,8 minutos, esta porcentagem sobe para 59,1%, um aumento relativo de 4,7% no tempo médio

em que um operador está agregando valor ao produto. Para a situação com tempo de ciclo de 50,2 minutos a porcentagem chega a 59,8% representando um aumento relativo de 6%.

Outra comparação importante é a porcentagem do tempo de agregação de valor médio sobre o chassi no *lead time* do produto. Essas informações podem ser obtidas através das tabelas 7 e 15 para o estado atual e o proposto, respectivamente. Para o estado atual, 47,8% do tempo em que o chassi passou dentro das etapas mapeadas, alguma agregação de valor estava sendo realizada, e para a situação proposta o valor esperado é de 48,9%, uma variação de aproximadamente 1%.

Os indicadores supracitados se resumem na tabela 16.

**Tabela 16 Variação dos tempos e da %AV**

<b>Indicadores</b>	<b>Estado atual</b>	<b>Estado futuro</b>	<b>Variação</b>
Lead Time (min)	550	538	12
Tempo de ciclo (min)	52	50,8	1,2
%AV	47,8%	48,9%	1%

### 6.1.3 Diminuição dos custos de fabricação

Os custos de fabricação também sofreram alteração com as propostas de melhoria. Dentre eles, o que sofreu a maior variação foi o custo com mão-de-obra. Houve uma diminuição de aproximadamente 2,2%, devido à diminuição do contingente de trabalho. Essa diminuição gera uma economia de aproximadamente R\$ 120.000,00 anuais para empresa.

Além da diminuição de um operador, o aumento de produtividade também dilui os custos restantes numa quantidade maior de veículos, diminuindo assim o custo de mão de obra por unidade. Para a situação proposta com o tempo de ciclo de 50,8 minutos esse custo unitário diminui em 4,4%, com potencial para atingir uma redução de 5,5% com o tempo de ciclo de 50,2 minutos.

## 6.2 Atendimento aos objetivos específicos

Todos os objetivos específicos para o trabalho foram atingidos de acordo com a necessidade de cada um. Para obter a fundamentação teórica necessária para a aplicação do fluxo de valor foi realizado uma pesquisa nas principais referências bibliográficas e o resultado foi registrado no capítulo 2 desse trabalho. Além disso, a equipe recebeu treinamento e auxílio dos especialistas dessa ferramenta na empresa em que o trabalho foi desenvolvido.

Com o conhecimento obtido, o estado atual foi mapeado e o processo foi detalhado, e a partir de sua análise, cinco oportunidades de melhoria foram encontradas. Um estado futuro foi proposto tendo como base essas melhorias. Os capítulos 5 e 6 descrevem e justificam a implantação desse estado futuro.

## 6.3 Oportunidades de trabalhos futuros

Várias outras oportunidades de melhoria foram identificadas durante a realização do trabalho na linha, mas não fizeram parte do escopo desse trabalho devido ao fato de que iriam acarretar mudanças drásticas na linha e altos custos relacionados com sua implantação.

Uma destas oportunidades que geram maior impacto consiste da transformação da linha em uma linha contínua, o que acabaria com os três minutos para rodagem da linha e possibilitaria um melhor *mix* de produção, com produção de lotes diários de cada tipo de produto, adequando o *takt time* para cada situação. No entanto, é necessário realizar um estudo detalhado para verificar se os benefícios compensariam os altos custos referentes à implantação desse sistema.

Outra oportunidade de trabalho é realizar novamente a mesma análise, buscando outras propostas, conforme o conceito da melhoria contínua atrelada à ferramenta do mapeamento do fluxo de valor, citado na fundamentação teórica do trabalho.

## 6.4 Conclusão

Foi possível verificar que as propostas de melhoria identificadas pela ferramenta de mapeamento do fluxo de valor são muito viáveis e convenientes. Este fato se dá principalmente porque o mapeamento traz uma visão geral do

sistema, permitindo identificar as principais causas de desperdício na linha como um todo e não apenas em situações pontuais.

Além dos aspectos operacionais inerentes a utilização do mapeamento, o conhecimento que sua aplicação traz para a equipe envolvida permite que as melhorias se tornem muito mais fáceis de serem identificadas. Tanto a equipe quanto os operadores passam a ter uma visão voltada para a eliminação de desperdícios, visando a melhoria contínua.

Por fim, pode-se ressaltar que o aprendizado adquirido pela equipe com certeza os ajudará muito no decorrer de suas carreiras profissionais.



## 7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. O. **Representação e análise de cadeias de suprimentos: uma proposta baseada no mapeamento do fluxo de valor**. 2002. 123 f. Dissertação (mestrado em produção) - Universidade de São Paulo, Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012.

ELIAS, S. J. B.; OLIVEIRA, M. M.; TUBINO, D. F. **Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso**. Revista ADMpg Gestão Estratégica, Vol. 4, No. 1, 2011.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

HINES, P.; RICH, N. **The seven value stream map tools**. International Journal of Operations and Production Management, Vol. 17 No. 1, pp. 46-64; 1997.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

MONDEN, Y., **Toyota Production System: An integrated approach to just-in-time**. 2nd ed. Industrial Engineering and management press, Norcross, GA. 1993.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES F. C. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso.** ABEPRO, 2001.

NAZARENO, R. R.; SILVA, A. L.; RENTES, A. F. **Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças.** ENEGEP, 2003.

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

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO, C. A. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real.** Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0101\\_0361.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0101_0361.pdf) Acesso em 5 de julho de 2013.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. **Avaliação qualitativa implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v15n3/02.pdf> Acesso em 5 de julho de 2013.

SULTANA, M.; ISLAM, M. M. N. **Scope of value stream mapping to initiate lean manufacturing: An analysis in the Apparel Industry of Bangladesh.** International Journal of Lean Thinking, Vol. 4, No. 1, 2013.

WOMACK, James. P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.