

**ANA CAROLINA SILVA MACHADO**

**Aplicação da estratégia de *Value Added Assemble* em  
submontagens da indústria automobilística**

São Paulo

2013

**ANA CAROLINA SILVA MACHADO**

**Aplicação da estratégia de *Value Added Assemble* em  
submontagens da indústria automobilística**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do certificado de  
Especialista em Engenharia e Gestão de  
Manufatura e Manutenção – MBA / USP

São Paulo

2013

**ANA CAROLINA SILVA MACHADO**

**Aplicação da estratégia de *Value Added Assemble* em  
submontagens da indústria automobilística**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do certificado de  
Especialista em Engenharia e Gestão de  
Manufatura e Manutenção – MBA / USP

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco M.  
de Souza

São Paulo  
2013

“Um gênio é 1% de inspiração e 99%  
de transpiração.”

Thomas Edison

## RESUMO

As indústrias automotivas brasileiras estão enfrentando uma concorrência extremamente acirrada e se esforçando para reduzir ao máximo seus custos. No cenário atual, o consumidor apresenta-se cada vez mais exigente, dificultando a redução de custos nos produtos. Desta forma, os custos de manufatura tornam-se ainda mais expressivos e alvos de constantes esforços para melhoria. O trabalho tem como objetivo a análise de três estratégias de manufatura: Manufatura tradicional, *Tier 1* e *Value Added Assemble*. As duas primeiras já foram amplamente estudadas e são largamente aplicadas nas indústrias atualmente, enquanto a terceira é ainda pouco explorada e ainda não aplicada no Brasil no ramo automotivo. A análise foi feita através do estudo de dois subconjuntos críticos para a montagem veicular: rodas e pneus e a suspensão dianteira. Em cada um deles foi analisado as três estratégias descritas acima, baseando as comparações nos tópicos mais relevantes da perspectiva técnica – logística interna, logística externa, controle de estoque, equipes de apoio e custos. Através destes tópicos foi possível definir as vantagens e desvantagens para cada estratégia, analisando os cenários e as mudanças que deveriam ser feitas de forma a permitir a implantação da nova estratégia. Como conclusão são apresentados os cenários nos quais cada estratégia é mais vantajosa e os riscos que apresentam para a estratégia global da montadora. Também são analisados alguns tópicos contratuais que devem ser ressaltados quando da aplicação da estratégia VAA.

Palavras-chave: Manufatura enxuta. Produtividade industrial. Terceirização. *Value Added Assemble*.

## ABSTRACT

The Brazilian automotive industry is facing an extremely tough competition scenario and striving to shrink their operational costs. In the current scenario, final consumers have become particular more rigorous from quality perspectives, hampering cost reductions initiatives. Thus, the manufacturing costs become even more significant as a whole, continuing to become a special target of cost improvements. This paper objective the study three different types of manufacturing strategies: Traditional Manufacturing, *Tier 1* and *Value Added Assemble* (VAA). The first two ones have already being widely studied and are pretty much in place at Brazil industries today, while the third strategy is still considerably less used and uncommon locally. The analysis was done through the study of two critical subsets for a vehicle manufacturing process: wheels and tires, and front suspension. For each one of them, the three strategies were analyzed based on the most technical-wise relevant topics: internal logistics, inbound logistics, inventory control, support staff and general costs. Through these topics, it was possible to define the pros and cons for each strategy, analyzing scenarios and changes that should be made to allow the implementation of a new one. As conclusions, this paper presents the most advantage strategy for each scenario, presenting the risks imposed to the automaker, from a local and global markets standpoints. Some legal topics involved on the VAA implementation are also covered.

Keywords: Lean Manufacturing. Industrial productivity. Outsourcing. Value Added Assemble.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geográfica de veículos no Brasil em 2010.....	17
Figura 2 - Fábricas automotivas instaladas no Brasil em 2012 e sua distribuição geográfica.....	18
Figura 3 - Esquema representativo do modelo de negócio “manufatura tradicional”.	25
Figura 4 - Tipos de Processos de Manufatura.....	27
Figura 5 - Esquema representativo do modelo de negócio <i>Tier 1</i> .....	29
Figura 6 - Esquema representativo do modelo de negócio “ <i>Value Added Assemble</i> ”.	31
Figura 7 - Ilustração do pneu.....	37
Figura 8 - Máquina de balanceamento estático.....	39
Figura 9 - Croqui da montagem do subconjunto Roda e Pneu.....	40
Figura 10 - Diagrama espinha de peixe. ....	41
Figura 11 - Croqui da montagem do subconjunto Roda e Pneu, sem buffer. ....	44
Figura 12 - Subconjunto Suspensão Dianteira. ....	46
Figura 13 - Croqui da montagem do subconjunto Suspensão Dianteira. ....	47
Figura 14 - Fluxo representativo da logística externa da montadora.....	51
Figura 15 - Croqui de estocagem para <i>Tier 1</i> .....	58
Figura 16 - Croqui de estocagem para <i>Tier 1</i> , just-in-time. ....	59
Figura 17 - Estratégias de manufatura para subconjunto Roda e Pneu.....	74
Figura 18 - Estratégias de manufatura para subconjunto Suspensão Dianteira. ....	89

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Participação por países na produção mundial de veículos. ....	15
Gráfico 2 - Participação da indústria automobilística no PIB brasileiro, considerando exclusivamente o faturamento líquido de autoveículos. ....	19
Gráfico 3 - Participação de mercado das principais montadoras em 2011.....	20



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos de mão-de-obra para Man. Tradicional, Roda e Pneu.....	56
Tabela 2 - Custo total para Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.....	57
Tabela 3 - Custo de mão-de-obra para <i>Tier 1</i> , subconjunto Roda e Pneu. ....	64
Tabela 4 - Custo total para <i>Tier 1</i> , subconjunto Roda e Pneu. ....	65
Tabela 5 - Custo de mão-de-obra para VAA, subconjunto Roda e Pneu.....	71
Tabela 6 - Custo total para VAA, subconjunto Roda e Pneu. ....	72
Tabela 7 - Custo de mão-de-obra para Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	79
Tabela 8 - Custo total para Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	79
Tabela 9 - Custo de estocagem para <i>Tier 1</i> , subconjunto Suspensão Dianteira. ....	83
Tabela 10 - Custo total para <i>Tier 1</i> , subconjunto Suspensão Dianteira.....	83
Tabela 11 - Custo de mão-de-obra para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira.....	87
Tabela 12 - Custo total para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira. ....	88
Tabela 13 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu. ....	91
Tabela 14 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	91
Tabela 15 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu. ....	92
Tabela 16 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	93
Tabela 17 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu. ....	94
Tabela 18 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	94
Tabela 19 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu. ....	95
Tabela 20 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.....	95

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>VAA</b>	<i>Value Added Assemble</i>
<b>ANFAVEA</b>	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
<b>NAFTA</b>	<i>North American Free Trade Agreement</i>
<b>OICA</b>	<i>Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles</i>
<b>CFOP</b>	Código Fiscal de Operações e Prestações

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Panorama mundial.....	14
1.2 Histórico da indústria automobilística no Brasil.....	16
1.3 Panorama brasileiro atual .....	16
1.4 Contextualização do problema .....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1 Processos de transformação .....	22
2.2 Manufatura tradicional .....	25
2.3 Manufatura <i>Tier 1</i> .....	29
2.4 <i>Value Added Assemble (VAA)</i> .....	31
3 DESENVOLVIMENTO .....	35
3.1 Apresentação da empresa .....	35
3.2 Estudo de caso .....	35
3.2.1 Considerações básicas .....	35
3.2.2 Apresentação dos subconjuntos.....	36
3.2.2.1 Roda e pneu .....	37
3.2.2.2 Suspensão dianteira .....	45
3.3 Estudo de cenários: subconjunto Roda e Pneu .....	48
3.3.1 Manufatura tradicional.....	48
3.3.2 <i>Tier 1</i> .....	57
3.3.3 <i>Value Added Assemble (VAA)</i> .....	65
3.3.4 Comparação entre estratégias .....	72
3.4 Estudo de cenários: subconjunto Suspensão Dianteira.....	74
3.4.1 Manufatura tradicional.....	74
3.4.2 <i>Tier 1</i> .....	80
3.4.3 <i>Value Added Assemble (VAA)</i> 84	

3.4.4 Comparação entre as estratégias .....	88
3.5 Análise de Sensibilidade .....	89
3.5.1 Cenário 1: sem redução de custos para a montadora.....	90
3.5.2 Cenário 2: sem descontos nas peças .....	92
3.5.3 Cenário 3: custo operacional VAA é o dobro do praticado na montadora .....	93
3.5.4 Cenário 4: redução de custo de 5% para a montadora.....	95
3.6 Aspectos contratuais da estratégia VAA .....	96
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	98

## 1 INTRODUÇÃO

### *1.1 Panorama mundial*

A indústria automobilística tem extrema relevância sobre a cadeia produtiva de outras indústrias. Segundo Casotti e Goldenstein (2008), estima-se que esta indústria sozinha absorva 50% do total de borracha, 25% do total de vidro e 15% do total de aço produzidos no mundo.

Além da importância econômica, a indústria automobilística possui uma grande relevância na inserção de novas tecnologias no mercado. Historicamente, indústrias de diversos segmentos seguem metodologias de manufatura primeiramente aplicadas no segmento automobilístico. Como exemplo desta afirmação, podem-se citar os modelos Sistema Toyota de Produção, Just - in - time, entre outros.

Para dimensionar a importância deste setor, pode-se também citar o comportamento econômico deste mercado. Segundo a OICA (Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles), em 2011 foi atingida a marca de 80.1 milhões de veículos automotores produzidos, representando um aumento de 3% em relação ao ano anterior.

Analisando o comportamento do mercado por região geográfica, tem-se:

- Europa (27 países): Retomada do crescimento com produção de 17.7 milhões de unidades, porém ainda permanece com produção abaixo das anteriores à crise de 2008.
- Outros Países Europeus, Rússia e Turquia: 3.4 milhões de unidades produzidas, nível superior ao anterior à crise de 2008.
- NAFTA: Retomada do crescimento com produção de 13.5 milhões, porém ainda muito abaixo dos níveis de produção anteriores a crise.
- América do Sul: Apresenta crescimento regular desde 2003, atingindo o nível de 4.3 milhões de unidades produzidas.

- Japão: declínio de produção (se comparado a 2010), para 8.4 milhões de unidades, permanecendo abaixo dos níveis anteriores a crise.
- Coréia do Sul: grande crescimento, com 4.7 milhões de unidades produzidas. Bem acima dos níveis anteriores a crise.
- China: crescimento em desaceleração, porém continua como o primeiro país em quantidade de veículos automotores produzidos, com 18.4 milhões.
- Índia, África e outros países asiáticos: crescimento muito significativo, atingindo o nível de 9.7 milhões de unidades produzidas.

O Gráfico 1 apresenta a participação das regiões na produção mundial de veículos.

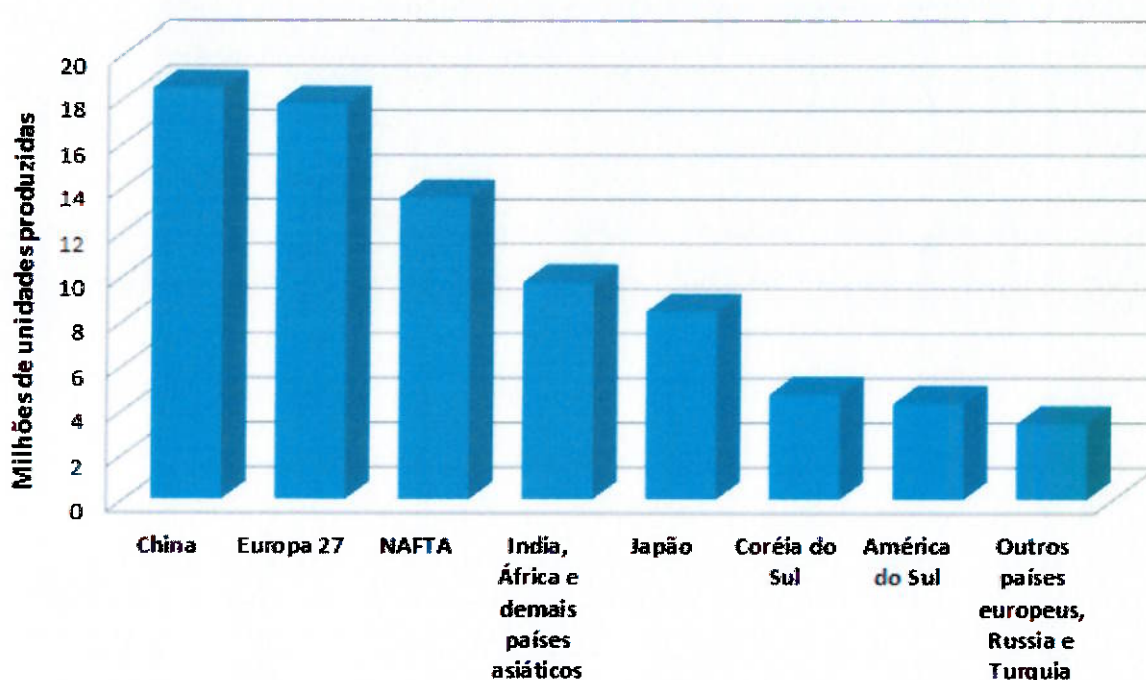


Gráfico 1 - Participação por países na produção mundial de veículos.  
Fonte: Produção própria, baseado em OICA (2012).

A previsão para os anos seguintes é que alguns países diminuam sua participação devido à construção de novos sites em outros países. Dentre os que receberão, parte da produção encontra-se o Brasil.

Pode-se observar que o Brasil ainda apresenta uma participação não tão expressiva no panorama global. Porém, surge como grande potencial para investimento nesta

indústria, uma vez que apresenta um crescimento estável, mão-de-obra barata, legislações favoráveis e grande mercado a ser explorado. Esta tendência é comprovada pelo aumento de empresas do setor estabelecendo suas fábricas no país.

Verifica-se, também, que há um crescimento significativo de empresas chinesas no mercado mundial. Observa-se que seus veículos ainda não conseguem atender aos requisitos de segurança de países como Estados Unidos ou alguns europeus. Porém, a participação no mercado de países emergentes vem crescendo muito, devido às legislações de segurança mais brandas.

## ***1.2 Histórico da indústria automobilística no Brasil***

O primeiro carro motorizado a circular no Brasil foi importado no ano de 1891. A partir de então, surge um mercado de grande potencialidade, que atrai os investimentos de diversas empresas estrangeiras.

A primeira montadora a estabelecer instalações no Brasil é a Ford, em 1919. Em 1925 houve a chegada de outra grande empresa, a General Motors. Até este momento, as empresas apenas montavam seus veículos em solo brasileiro, sem a produção das peças.

A proibição da importação de veículos montados e as barreiras impostas à importação de peças, aliadas ao panorama mundial durante a Segunda Guerra Mundial, fez com que o campo industrial automobilístico brasileiro se desenvolvesse muito. Em 1956 houve a instalação da Volkswagen e em 1976 instala-se também a Fiat.

Essas quatro montadoras passam, então, a dominar o mercado automobilístico brasileiro, situação esta que perduraria até os meados de 1990.

## ***1.3 Panorama brasileiro atual***

Segundo o Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira (ANFAVEA, 2011), o Brasil possuía em 2010 uma frota de 25.540.696 veículos, distribuídos geograficamente como se segue na Figura 1.

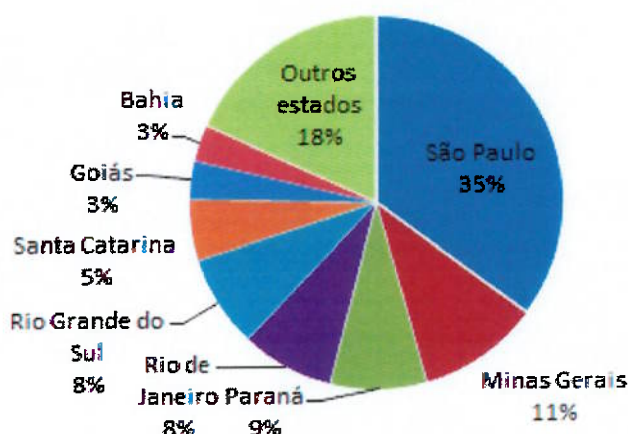


Figura 1 - Distribuição geográfica de veículos no Brasil em 2010.  
Fonte: ANFAVEA (2011), adaptado.

Neste mesmo período, o Brasil tinha uma população de 190.732.694 pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011). Estes dados fornecem uma média de 7,5 habitantes por automóvel. Aliado a este fato, a renda per capita brasileira vem aumentando gradativamente, apresentando de 2005 a 2010 um crescimento de aproximadamente 82%.

A análise destes dados leva a conclusões bastante claras: O Brasil apresenta um grande potencial de crescimento e possui um mercado consumidor que ainda pode ser muito explorado.

Este cenário faz com que o Brasil esteja no foco dos investimentos internacionais. Atualmente, tem-se as seguintes fábricas já instaladas e em produção apresentadas na Figura 2.



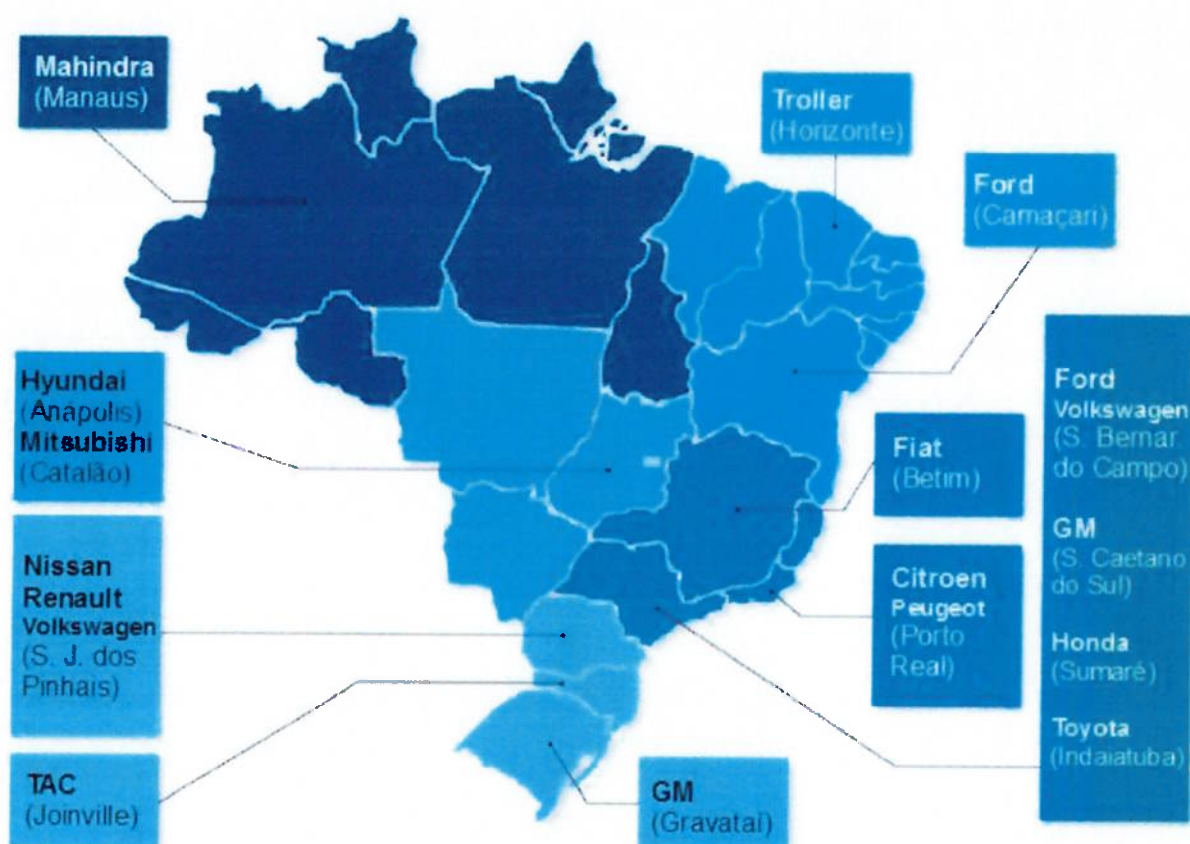


Figura 2 - Fábricas automotivas instaladas no Brasil em 2012 e sua distribuição geográfica.  
Fonte: Adaptação de DIAS (2012).

Das quatro grandes montadoras instaladas no país em meados de 1990, atualmente há 14 marcas diferentes. Esse aumento também é demonstrado na importância da participação deste segmento industrial no PIB brasileiro. Como visualizado no Gráfico 2, a participação da indústria automobilística no PIB brasileiro vem crescendo anualmente, impulsionado principalmente pela instalação de novas fábricas do país (ANFAVEA 2011).

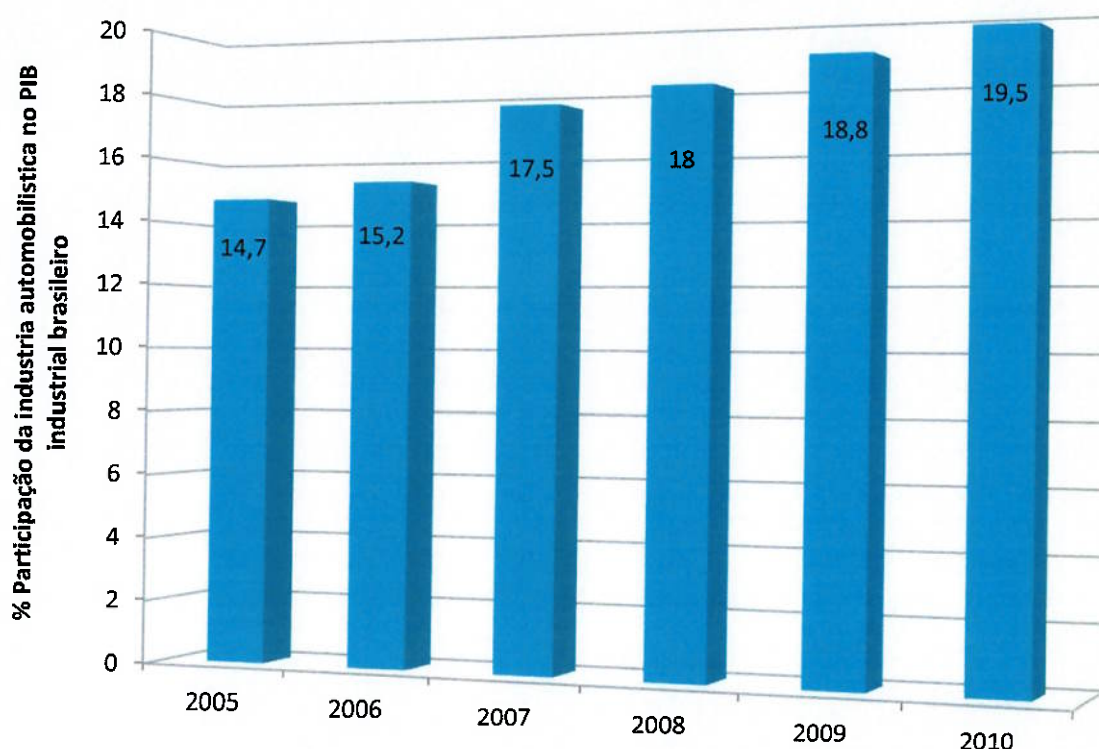


Gráfico 2 - Participação da indústria automobilística no PIB brasileiro, considerando exclusivamente o faturamento líquido de autoveículos.

Fonte: Produção própria, baseada em ANFAVEA (2011).

Todo este cenário contribui para o crescimento desta indústria. Espera-se então que ainda mais fábricas sejam estabelecidas no país. A consequência direta deste fato é a maior diversidade de marcas e produtos no mercado, isto é, maior concorrência entre as empresas.

Para o consumidor, isto é muito positivo, pois traz maior variedade de produtos disponíveis e preços mais competitivos. Além disso, a maior concorrência também faz com que as empresas também se preocupem mais com a qualidade de seus produtos, os prazos de entrega e a satisfação e fidelização de seus clientes.

Para o governo brasileiro, a implantação de novas indústrias traz empregos, receitas e fortalece a economia. Este apoio do governo pode ser facilmente verificado em incentivos fiscais e reduções de impostos para auxiliar a indústria automobilística.

Para as empresas, o Brasil se apresenta como um grande potencial. Este cenário leva a uma busca constante por redução de custos, melhoria de qualidade,

agilidade, confiabilidade e prazos – isto é, a manutenção da competitividade neste mercado tão agressivo. Para ilustrar tendência pode-se analisar a participação das montadoras em 2011 no Gráfico 3.

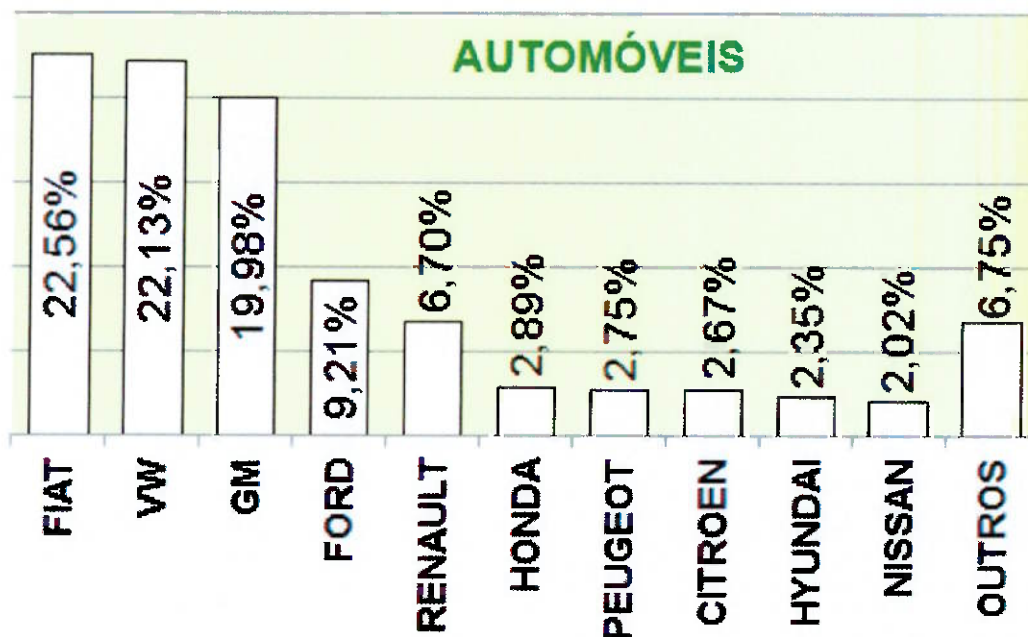


Gráfico 3 - Participação de mercado das principais montadoras em 2011.  
Fonte: ANFAVEA (2011).

As grande quatro montadoras continuam com uma participação expressiva no mercado, mas existem diversas outras empresas que totalizam 26,13% do mercado. Para se manterem na liderança, será necessário que as grandes montadoras estabeleçam ações efetivas - de melhoria da produção, inovação de produtos, e outros considerando que a tendência é que a participação destas demais marcas cresça significativamente nos próximos anos.

#### **1.4 Contextualização do problema**

No centro de um cenário altamente competitivo, a busca por redução de custos torna-se mais do que um “desejo” dos altos executivos – torna-se uma necessidade para a saúde econômica da empresa. Os clientes possuem a expectativa de que as grandes montadoras ofereçam produtos com um preço compatível com os praticados no mercado, porém com a alta qualidade já reconhecida nestas marcas.

Esta qualidade está atrelada ao desempenho operacional do veículo, e também ao nível de tecnologia agregado ao produto. Desta forma, torna-se muito complexa (e por vezes até inviável) a redução de custos dentro do projeto dos automóveis sem a redução da qualidade esperada. A tarefa de redução de custos então recai, em grande parte, na excelência operacional da empresa. Diversas ações podem ser tomadas para reduzir os gastos operacionais, tais como a redução de desperdícios, implantação de metodologias reconhecidas e a desburocratização de atividades.

Este estudo tem como objetivo analisar possibilidades de atingir dois objetivos estratégicos da montadora (redução de custo e eliminação de atividades fora do *core business* executadas dentro da fábrica, para aumento de capacidade produtiva da linha principal) por meio da implantação de diferentes estratégias de manufatura. Os objetos de análise são dois subconjuntos – suspensão e rodas e pneus –, nos quais se pretende comparar as vantagens e desvantagens de três estratégias de manufatura diferentes: Manufatura Tradicional, Manufatura *Tier 1* e *Value Added Assemble* (VAA).

Como resultado, pretende-se obter quais as mudanças técnicas que devem ser feitas na planta para se adaptar a cada uma das estratégias, além de verificar quais as vantagens de cada uma em alguns quesitos relevantes para a organização.

A análise será ampliada enfocando outros vários aspectos, de forma a obter uma solução vantajosa nos aspectos econômicos e gerenciais. É importante ressaltar que a escolha da estratégia de manufatura não pode estar em dissonância com os objetivos globais da organização, independentemente dos custos envolvidos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antes da discussão conceitual sobre cada uma das estratégias de manufatura que serão abordadas durante o estudo, é importante definir alguns aspectos relativos aos processos de transformação como um todo.

É essencial analisar os elementos constituintes de todos os processos de transformação para que seja estabelecido um padrão de comparação entre as estratégias.

### **2.1 Processos de transformação**

Segundo Slack; Chambers e Johnston (2009), todas as operações que visam alterar um conjunto de entradas de forma a obter produtos ou serviços (saídas) são definidas como processos de transformação. Os processos se distinguirão entre si de acordo com a natureza das entradas e saídas envolvidas. Porém, operações que possuem os mesmos *inputs* e *outputs* não necessariamente serão iguais. A forma de transformação empregada também é um fator de distinção entre os processos.

Slack; Chambers e Johnston (2009) citam que os recursos que serão transformados (entradas) normalmente são compostos de materiais, informações e consumidores. A transformação de material é o que normalmente se encontra em indústrias – o processo desenvolvido resulta em uma transformação física, química ou geográfica. A transformação de informações é um processo que resulta em uma mudança de posse, forma e conteúdo dos dados. Já na transformação de consumidores os processos são focados na mudança física, psicológica ou na localização geográfica dos clientes. É fácil identificar que nas operações normalmente um dos itens se sobrepõe aos demais.

Algumas variáveis ajudam a definir com mais clareza quais serão as características do processo produtivo mais adequado para um determinado tipo de transformação. Entre essas podem-se citar quatro principais (Rocha, 2008):



- **Volume:** influencia principalmente na sistematização e grau de repetição do trabalho. Altos volumes requerem uma padronização dos trabalhos e divisão clara de tarefas entre os funcionários e equipamentos dedicados. Isto leva a um custo unitário de produção mais baixo. Quando não há a produção de um volume alto de um determinado tipo de produto pode-se ter funcionários multifuncionais, maquinários não dedicados a um tipo de produto e com isto obter custos unitários mais elevados.
- **Variedade:** está ligada diretamente à flexibilidade que a empresa possui para oferecer diversos tipos de produtos ao consumidor. Alta variedade incorre em alta flexibilidade produtiva da empresa, o que pode levar a maiores custos unitários.
- **Variação:** esta variável relaciona-se à demanda em um determinado período de tempo. Demandas muito variáveis, se não forem bem administradas, podem ocasionar ociosidades da capacidade produtiva em alguns períodos bem como falta de capacidade para atender aos pedidos no período seguinte. Já a demanda razoavelmente constante permite que os processos sejam planejados com antecedência e não sejam necessárias grandes alterações no volume de produção nos diferentes períodos.
- **Visibilidade:** refere-se ao nível de interação do cliente com o seu processo. Processos que tem alto grau de exposição ao consumidor não podem apenas focar na eficiência produtiva. Devem também possuir mecanismos de interação com o cliente e maior agilidade na entrega de produtos.

Além da discussão das características técnicas que auxiliam na definição de um fluxo de manufatura, é importante também elencar as cinco variáveis que normalmente são avaliadas para estabelecer a competitividade de uma empresa. Estas variáveis foram descritas por Slack; Chambers e Johnston (2009) e serão usadas como base de comparação entre as estratégias de manufatura apresentadas.

- **Qualidade:** neste estudo, é definida como o atendimento às especificações, isto é, a capacidade de fazer de acordo com o planejado. Não será tratado como o atendimento as expectativas dos consumidores, uma vez que para

este estudo em específico, este não seria o melhor indicador. A expectativa dos clientes é considerada no momento da definição das especificações.

- **Velocidade:** refere-se à capacidade de resposta aos clientes – isto é, o tempo decorrido entre a entrada do pedido pelo cliente e a entrega do produto. O aumento desta variável é muito benéfico para a empresa, uma vez que reduz o inventário em processo e os riscos envolvidos - tempos de operação mais curtos levam a menores incertezas nas previsões.
- **Confiabilidade:** significa a constância no atendimento dos prazos acordados com os clientes. Na maioria dos casos, este é o critério mais relevante, uma vez que não se admite receber os produtos com uma qualidade impecável caso eles não estejam no ponto de uso no momento necessário. Além disso, atingir níveis adequados de confiabilidade também é um fator importante para a própria empresa, uma vez que traz a previsibilidade para o processo, reduzindo o número de imprevistos e urgências que influenciam na eficiência produtiva.
- **Flexibilidade:** relaciona-se à capacidade de alterar a operação. Entre várias alterações possíveis, podem-se citar as três mais importantes para o estudo – de produto, de volume e de entrega. A flexibilidade de produto significa a capacidade de alterar a variedade de saídas a serem entregues, inserindo um novo item no *mix* de produção. A flexibilidade de volume significa a capacidade de alterar a programação produtiva de forma a reduzir ou aumentar o número de produtos entregues em um período de tempo. A flexibilidade de entrega significa a capacidade de adaptar as datas de entrega de acordo com as necessidades dos clientes.
- **Custo:** Muitas vezes em uma concorrência, o custo acaba sendo o fator determinante para a tomada de decisão. Desta forma, o objetivo é reduzir os custos ao seu limite, mantendo níveis de qualidade competitivos.

Não se pode afirmar com exatidão qual dos critérios acima é o mais relevante. Isto ocorre porque a priorização de um critério acima dos demais depende muito do mercado em que a operação está inserida e dos objetivos estratégicos traçados pela empresa responsável pelo processo.

Dentro das características apresentadas, segue-se com a análise dos três tipos de manufaturas que serão base para este estudo.

## 2.2 Manufatura tradicional

A manufatura tradicional baseia-se no fluxo já consagrado de *input* – transformação – *output*. Isto significa que o processo produtivo está totalmente concentrado na empresa principal da cadeia. Um esquema representativo desta estratégia está demonstrado na Figura 3.



Figura 3 - Esquema representativo do modelo de negócio "manufatura tradicional".  
Fonte: Produção própria.

Neste caso, os fornecedores têm como responsabilidade o fornecimento dos materiais e dos equipamentos necessários para a operação da empresa principal da cadeia. O processo produtivo é tratado como uma "caixa preta" por todos os demais membros da cadeia e não há uma interação forte entre as estratégias de produção dos elos produtivos.

O processo deve ser todo controlado pela empresa, incluindo o recebimento das peças e equipamentos, inspeções de qualidade adequadas, estocagem, controle do inventário, logística de fábrica, transformação dos bens, estocagem de bens acabados e entrega ao cliente.

Como em qualquer estratégia de manufatura, existem responsabilidades que são definidas particularmente caso a caso. Para esta estratégia, as principais questões a serem definidas estão nas responsabilidades de movimentação de materiais, equipamentos e bens acabados.



Estas responsabilidades são determinadas por contrato e usualmente seguem os padrões já estabelecidos pela Câmara Internacional do Comércio, definidos nos Incoterms (Termos Internacionais de Comércio). Abaixo serão definidos alguns tipos de Incoterms e seu conhecimento é necessário para que a estratégia seja completamente analisada no estudo que se segue (CCI, 2000).

- FCA (Free Carrier) – O fornecedor tem a responsabilidade pelos materiais até a entrega para a empresa transportadora. Esta empresa é escolhida pelo comprador. A responsabilidade pelos bens se transfere para o comprador deste a saída dos bens do fornecedor.
- CPT (Carriage Paid to) – O fornecedor paga pelo transporte dos bens até o ponto de entrega, porém a responsabilidade pelos bens durante o transporte já é do comprador.
- CIP (Carriage and Insurance Paid) – O fornecedor paga pelo transporte e pelo seguro dos bens até o ponto de entrega, sendo a responsabilidade pelos bens durante o transporte já do comprador.
- DDP (Delivered Duty Paid) – O fornecedor paga e arca com todas as responsabilidades de transporte até o ponto de entrega.

Apesar de existirem muitos outros contratos possíveis, os acima mencionados são os mais relevantes para o estudo, uma vez que são os utilizados pela empresa foco dos trabalhos.

Na manufatura tradicional, a eficiência produtiva da fábrica está basicamente centrada na empresa principal da cadeia. Devido a isso, torna-se importante verificar quais variáveis deverão ser analisadas, de forma a estabelecer o melhor fluxo e arranjo físico para a produção. Este arranjo deve ser feito considerando-se os critérios de volume, variação, variedade e visibilidade descritas na seção anterior. Na Figura 4 pode-se verificar a matriz que relaciona os critérios com os fluxos mais adequados descrita, entre outras diversas fontes por Dias (2012).

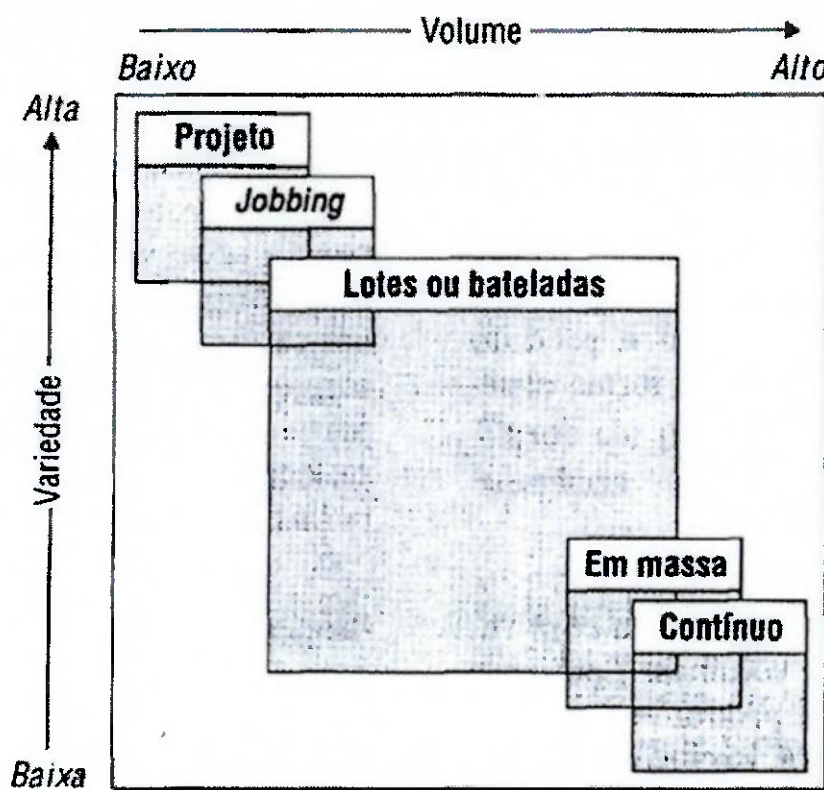


Figura 4 – Tipos de Processos de Manufatura.  
Fonte: DIAS (2012).

No nível mais alto, apresentando alta variabilidade, baixo volume e fluxo periódico encontra-se o processo de projeto. Este é caracterizado por uma alta customização, seguindo as necessidades específicas de um cliente, e não as tendências de mercado em geral. As tarefas não necessariamente são bem divididas e não há uma padronização clara de como devem ser realizadas. O tempo para execução de um produto é alto, os equipamentos utilizados normalmente são dedicados e, conseqüentemente, seu custo unitário costuma ser maior.

No segundo nível, ainda com relativo baixo volume, alta variedade e um fluxo não contínuo, aparecem os processos por jobbing. Ainda contam com um nível de customização alto, porém são produzidos maiores quantidades de cada produto. Neste caso os produtos não possuem equipamentos dedicados, e sim, em sua maioria, compartilham os mesmos recursos.

O nível seguinte apresenta níveis intermediários de variedade e volume e é denominado de processos de lotes. Assemelham-se aos processos por jobbing, porém apresentam maior padronização e uma melhor divisão das tarefas.

O próximo nível apresenta alto volume e baixa variedade. Neste caso, os produtos já são produzidos levando muito mais em conta as tendências de mercado do que as necessidades de um consumidor específico – devido a isso são denominados processos em massa. Apresentam tarefas repetitivas e altamente padronizáveis e os recursos utilizados são projetados para que atendam a gama de produtos que será produzida naquela linha.

No nível mais baixo da matriz tem-se os processos contínuos, que apresentam altíssimo volume e pouca ou nenhuma variedade. Normalmente apresentam fluxo de produção sem interrupções e tempos de operações muito extensos. As indústrias que operam com este tipo de processo são muito inflexíveis e trabalham exclusivamente com um produto.

É importante ressaltar que em uma grande indústria algumas vezes encontra-se uma “mistura” dos modelos de processo clássicos descritos acima. Este conceito é definido por Corrêa e Corrêa (2012) como um modelo de processo híbrido, que visa reunir os pontos fortes de todos os demais modelos.

Entre as vantagens do modelo de manufatura tradicional pode-se elencar o total controle do processo pela empresa principal. Todos os controles e inspeções são feitos pela própria organização, resultando em maior garantia de que todos os requisitos de segurança sejam plenamente atendidos. Além disso, todas as especificações de desempenho do projeto realmente significantes ficam concentradas na empresa, minimizando o risco de disseminação de informações estratégicas para a concorrência.

Porém, esta centralização também pode ser encarada como negativa sob alguns aspectos. Fornecedores são especializados e por isso podem oferecer um produto com maior qualidade. Além disso, algumas vezes o custo (não só financeiro, mas também em gasto de recursos e divisão de esforços) de produzir internamente é maior do que de terceirizar uma parte da produção.

### 2.3 Manufatura Tier 1

Neste estudo, este tipo de manufatura é denominado como “terceirização”. Envolve a transferência de parte da responsabilidade sobre um produto para outra empresa, que passará a ter um papel mais significativo dentro do processo produtivo. Na Figura 5 encontra-se um esquema representativo desta estratégia de manufatura.

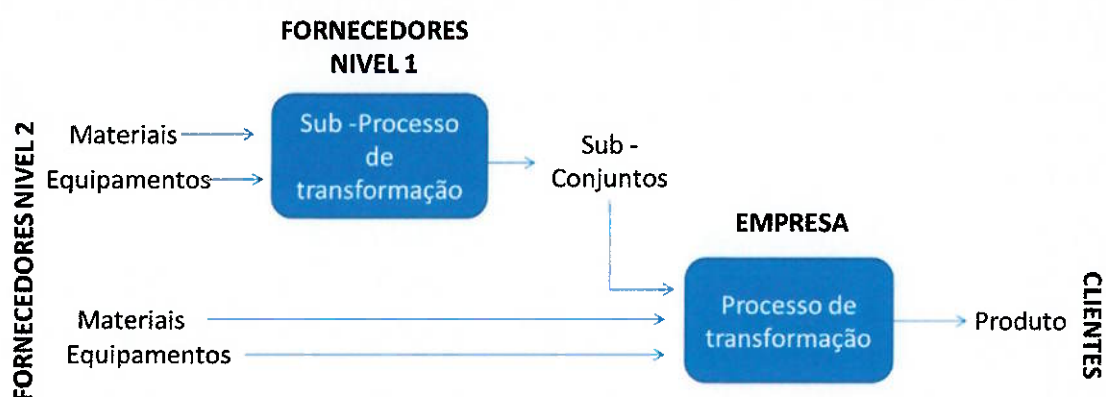


Figura 5 - Esquema representativo do modelo de negócio *Tier 1*.  
Fonte: Produção própria.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), atualmente as tecnologias evoluem em um ritmo muito rápido. Isto faz com que seja muito difícil para as empresas acompanharem as atualizações em todas as áreas em que concorrem para a execução de seus produtos. Logo, a terceirização surge como uma boa alternativa para fazer com que partes dos produtos sejam montadas e desenvolvidas com a participação efetiva de especialistas naquele item.

Nesta estratégia, toda a responsabilidade pelo processo produtivo de um subconjunto específico recai sobre o fornecedor de nível 1. Logo, estão dentro do escopo do fornecedor as seguintes atividades: compra de materiais, inspeção, estoque, manutenção dos equipamentos usados na produção de subconjuntos, e todas as demais atividades envolvidas na produção final e acabada do subconjunto em questão.

Como no caso anterior, também existem algumas características que devem ser analisadas e estabelecidas de acordo com a realidade em questão. Mais uma vez tem-se a fronteira existente entre os dois processos produtivos, e a estratégia usada é a mesma – a movimentação de materiais entre fornecedor e empresa deve estar acordada em contrato e, preferencialmente, seguir os padrões já citados.

Outro ponto a ser definido pelas partes é o projeto do subconjunto. Algumas vezes é mais interessante para a empresa principal que ela apenas forneça as especificações necessárias e que o fornecedor faça o projeto. Neste caso, todo o custo de projeto fará parte do preço total a ser cobrado do comprador. Outras vezes é mais interessante que ambas as partes - comprador e fornecedor - participem ativamente do projeto do subconjunto. Neste caso, a mão-de-obra de ambas as empresas está envolvida e será, em contrato, distribuída para constituir o custo final.

Esta estratégia de manufatura tem como benefício a especialização obtida com este tipo de serviço. O fornecedor deve possuir maior know-how nestas tarefas e por isso a qualidade tende a ser superior. Além disso, a empresa principal pode se focar no seu negócio e não precisa dispendar esforços e recursos fabris em subconjuntos diversos. No caso de contrato em que o fornecedor será responsável pelo projeto, ainda há o benefício da economia de mão-de-obra especializada, que poderá se concentrar em novos projetos para a organização.

Como desvantagens, há o compartilhamento de objetivos estratégicos com outras empresas. Neste modelo de negócio, o processo produtivo da empresa principal não é mais completamente desconhecido para os demais elos da cadeia. Os fornecedores de subconjuntos passam a ter o conhecimento sobre especificações significativas do desempenho do produto e não apenas requisitos de peças pequenas e isoladas dentro do contexto. Devido a isto, é necessário um controle rígido dos contratos de confidencialidade com todos os envolvidos. Além disso, o controle do processo em si sai da responsabilidade da empresa, incluindo as inspeções de qualidade. Dependendo do produto a ser fabricado, sua produção pode envolver legislações de segurança, o que o torna um item crítico e é importante que haja o completo entendimento e cumprimento da legislação por todos os envolvidos.

## 2.4 Value Added Assemble (VAA)

Esta estratégia é a mais recente e a menos explorada academicamente das três apresentadas. Apresenta-se como uma junção das duas estratégias anteriores e foi introduzida visando mitigar as lacunas deixadas por estas. Procura manter o controle do processo proporcionado pela Manufatura Tradicional combinada com a eliminação de atividades fora do *core business* da montadora, apresentada pelo *Tier 1*.

Na Figura 6 encontra-se um esquema representativo deste modelo de negócio.

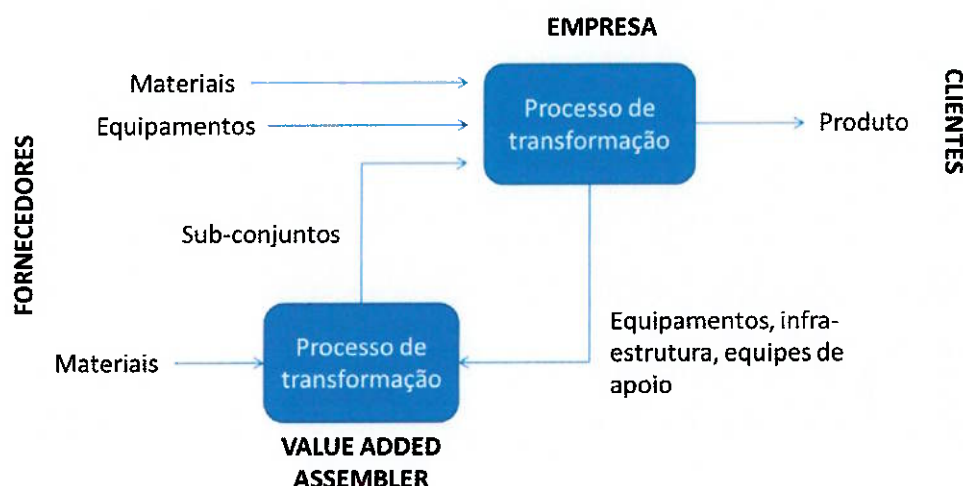


Figura 6 - Esquema representativo do modelo de negócio "Value Added Assemble".  
Fonte: Produção própria.

Esta estratégia é definida por uma grande interação entre os processos produtivos da empresa principal e de empresas terceiras, uma vez que para a estratégia funcionar adequadamente é necessário grande entrosamento entre os processos produtivos das duas empresas envolvidas. Neste caso, torna-se muito difícil a delimitação clara de responsabilidades de cada uma das partes.

Considerando a intensa interação entre os dois agentes, as fronteiras de responsabilidades ficam mais nebulosas e difíceis de serem estabelecidas. Como consequência, este modelo de negócio apresenta muitas variações em seu formato para que se adapte a uma determinada situação (Caranti, 2012).



Uma responsabilidade fixa neste tipo de estratégia é a compra de materiais. O VAA tem como objetivo reduzir os gastos através da compra de peças em larga escala. Desta forma, o desenvolvimento dos produtos (engenharia) e negociação de materiais fica sob a responsabilidade da empresa principal. Logicamente, toda a montagem e controles internos de qualidade dos conjuntos montados ficam também sob a responsabilidade da empresa VAA.

A compra de equipamentos pode ser tratada de formas distintas:

- 1) A empresa principal pode ficar responsável por comprar e instalar os equipamentos necessários no site da empresa VAA. Esta opção mostra-se vantajosa quando a empresa principal tem um grande poder de barganha na compra de equipamentos. Também pode trazer vantagem competitiva quando a equipe de engenharia de produção da empresa principal é experiente com instalações e compra de novos equipamentos. Neste caso, o tempo para preparação da linha pode ser significativamente reduzido e pode-se economizar com mão-de-obra especializada na empresa VAA. O montador VAA responsabiliza-se, apenas, pela operação e a manutenção dos equipamentos (reposição dos equipamentos quando da sua obsolescência ou quebra fica sob responsabilidade da empresa principal). Em casos que a empresa VAA não possui capital de giro para montar suas instalações sozinha, esta opção é a única que viabiliza esta estratégia de negócio.
- 2) A empresa VAA pode ficar responsável pela compra de instalação dos equipamentos em seu site. Neste caso o investimento nas máquinas será amortizado no custo do serviço e repassado à empresa principal durante o tempo de contrato estabelecido. Esta opção é vantajosa quando a empresa principal não detém recursos suficientes para arcar com um investimento de tão grande porte de uma única vez. Pode ser usado como uma "garantia" não oficial contra a quebra de contrato entre a empresa VAA e a empresa principal. Normalmente as empresas VAA são de porte muito menor do que a empresa principal e, portanto, possuem uma segurança financeira mais duvidosa (ainda não possui uma estrutura sólida para sustentar a empresa em caso de adversidades durante o processo). Por isso, algumas vezes, a

empresa principal elimina riscos pagando a amortização dos equipamentos durante o tempo de serviço prestado.

- 3) A empresa VAA pode ficar responsável pela compra dos equipamentos e a empresa principal por sua instalação. A junção dos cenários anteriores reúne dois benefícios relatados previamente – a garantia de prestação de serviços para a empresa principal e a redução de mão-de-obra qualificada para a empresa VAA.

Por questões logísticas é bastante interessante que o site da empresa VAA seja geograficamente próximo ao site da empresa principal - em alguns casos a empresa VAA pode se estabelecer em algum espaço dentro do site da empresa principal (mediante pagamento de aluguel ou outros encargos estabelecidos em contrato). Isto facilita a comunicação e agiliza a troca de peças entre os envolvidos. Apesar desta proximidade ser muito benéfica, ela não é mandatória – é possível estabelecer um plano de negócios positivo mesmo com os envolvidos estando em diferentes países.

É importante ressaltar que este modelo de negócio só pode ser implementado através de contratos de longo prazo entre as partes. Para a empresa principal, implementar o VAA significará uma mudança radical em sua linha produtiva – áreas de estoques, controle de inventário, logística de fábrica (tanto interna, no abastecimento da linha, quanto externa de abastecimento da fábrica como um todo), entre outros serão alterados para se adequar ao novo modelo. Para o montador VAA a situação pode ser ainda mais crítica – a empresa irá montar todo o seu sistema produtivo para atender a empresa principal. Desta forma, não é vantajoso para ambas – e em alguns casos nem viável – o estabelecimento de contratos de curta duração.

Dentre as vantagens deste modelo pode-se citar a melhor cooperação entre os agentes. Neste caso, é necessário que as partes trabalhem realmente juntas e compartilhem os mesmos objetivos estratégicos. Como os contratos estabelecidos são de longa duração é possível maior compartilhamento e integração de informações estratégicas. Outra vantagem é aumentar o poder de barganha da empresa principal – tanto na compra de peças quanto na compra de equipamentos.



Entre as desvantagens pode-se citar a indefinição na fronteira de responsabilidades entre os dois agentes. Neste caso, todos os detalhes devem ser estabelecidos em contrato para que as partes saibam claramente quais são os limites de suas competências e responsabilidades dentro do processo produtivo. Além disso, o controle de estoques de peças pode apresentar dificuldades fiscais e serão mais detalhadas neste estudo nas seções subsequentes.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### **3.1 Apresentação da empresa**

O estudo de caso irá se desenvolver em uma grande empresa automotiva, instalada no Brasil em meados do século XX. Com a finalidade de preservar a segurança dos dados da empresa, nenhum nome, tanto da montadora quanto de seus fornecedores, será divulgado.

Como todas as montadoras atuais, a montadora em questão lida com a crescente competitividade existente no setor. Devido a isto, busca constantemente novos meios de aprimorar seus processos e melhorar a qualidade de seus produtos. Este trabalho representa mais um esforço no sentido de aumentar a competitividade da empresa e a satisfação de seus clientes.

#### **3.2 Estudo de caso**

##### 3.2.1 Considerações básicas

Para permitir uma comparação justa entre as estratégias de manufatura, é importante que alguns parâmetros de produção sejam estabelecidos. Os mesmos parâmetros serão usados em todos os cenários.

- 1) Será considerado um turno de trabalho de 8 horas;
- 2) Será considerado um turno sem rodízio de atividades - isto é, cada operador será responsável por uma atividade. Esta determinação foi feita de forma a estabelecer o pior cenário possível no âmbito ergonômico.
- 3) Será considerada uma produção de 45 *jobs per hour* na cadeia principal - isto é, 45 carros por hora.

- 4) Os custos apresentados relacionados a contratos não são os praticados atualmente. Porém foi mantida a proporção entre os estudos de forma a garantir que a comparação seja coerente.
- 5) Os custos de mão de obra foram feitos considerando a média salarial da categoria em questão, praticadas na região de atuação da montadora (operadores de máquinas, técnicos de manutenção, engenheiros, e outros).
- 6) Os custos foram feitos na base mensal, considerando uma média de 22 dias úteis por mês.
- 7) O contrato estabelecido entre a montadora e a equipe de transporte terceirizada não estabelece exatamente o valor cobrado por trecho percorrido e sim determina um valor a ser pago durante um período pelos serviços de transporte. Logo, torna-se inviável detalhar os custos de transporte para cada estratégia estudada, uma vez que a quantidade de movimentações atrelada especificamente aos subconjuntos analisados é uma parcela ínfima de todas as movimentações contratadas pela montadora. Desta forma, optou-se por fazer uma análise qualitativa de qual estratégia é mais vantajosa do ponto de vista de transportes.
- 8) Durante o texto serão mencionados dois termos usados na produção. É prudente já diferenciá-los. Planejamento de produção é quantidade de carros que será produzida em determinado período de tempo. *Mix* de produção é a sequência com que estes carros entrarão na linha de montagem. O planejamento de produção é muito mais estável do que o *mix* de produção – normalmente o planejamento é congelado na base de dias de antecedência, enquanto o *mix* é definido na base de horas de antecedência.

### 3.2.2 Apresentação dos subconjuntos

Os subconjuntos a serem analisados são roda e pneu, e a suspensão dianteira. O intuito desta seção é apresentar os componentes básicos de cada um dos

subconjuntos e dar uma visão geral dos processos de montagem utilizados atualmente.

### 3.2.2.1 Roda e pneu

Este subconjunto é formado apenas por quatro componentes: a roda, o pneu, a válvula de enchimento e os pesos para balanceamento. A Figura 7 apresenta uma representação do conjunto montado.



Figura 7 - Ilustração do pneu.

Fonte: Specialty Equipment Market Association. <<http://www.sema.org/sema-enews/2013/07/wheel-and-tire-trends-update>>. Acesso em 07 mar. 2013.

A primeira etapa do processo consiste em o operador 1 consultar o *mix* de produção. Esta etapa deve ser feita com muita atenção, uma vez que o sequenciamento das peças neste processo é de extrema importância para evitar retrabalhos posteriores. O operador então segue até o manipulador de rodas, encaminha-o até o rack correspondente às rodas do *mix* e transporta a roda até a bancada de trabalho.

Também seguindo o *mix*, o operário seleciona o pneu adequado e, com o manipulador, transporta-o até a bancada de trabalho. É importante ressaltar que as rodas tem um peso médio de 15 kg, enquanto os pneus um peso médio de 8.5 kg.

Segundo a Norma Regulativa número 17 - Ergonomia, "Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador cujo peso seja

suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança." Porém, nesta norma não está explícito qual o peso máximo admitido para estes transportes manuais. Fica a cargo da empresa estabelecer, dependendo da frequência do movimento e da facilidade de manipulação de cada peça, se será instalado um manipulador ou se o transporte será manual.

No caso em questão optou-se por implementar os manipuladores devido a frequência de trabalho e as condições de transporte das peças, que podem causar acidentes ao usuário.

Com os pneus e rodas já na linha, segue-se para a próxima estação de trabalho. Nesta, o operador 2 anda até o rack, pega uma válvula de enchimento e retorna à bancada. Para facilitar a montagem, é comum que o operador passe um lubrificante na roda e na válvula. Este lubrificante é considerado material de processo e, portanto, não faz parte da composição do conjunto, para efeitos fiscais. O operador encaixa a válvula na roda e acomoda o pneu sobre a roda.

O conjunto segue para a próxima estação, de encaixe do pneu na roda. A operação é totalmente automática, sem a participação de operários. Após este encaixe, o conjunto segue para a máquina infladora. Nesta estação, o pneu é inflado na pressão adequada, seguindo uma programação adequada ao *mix*, adequando-se à especificação do veículo a ser montado.

A próxima etapa é o balanceamento, também completamente automática. A máquina balanceadora, através de seus sensoriamentos, identifica em quais pontos serão aplicados os pesos balanceadores, fazendo pequenas marcas em tais regiões da roda.

A etapa seguinte é a alocação do peso balanceador no local indicado anteriormente. O operador 3 posiciona os pesos balanceadores nas marcas feitas pela máquina. O encaixe é garantido através de um pequeno martelo que facilita a instalação.

Segue-se a uma estação de verificação, também automática, e o encaminhamento

do conjunto para a linha final através de uma esteira. Caso seja identificado algum problema no balanceamento na estação de verificação, o conjunto é retirado da linha e direcionado a uma máquina balanceadora manual, representada na Figura 8.



Figura 8 - Máquina de balanceamento estático.

Fonte: Catálogo Emeb <http://www.emeb.com.br/index/lux350.htm>. Acessado em 08/04/2013.

É evidente que o processo nesta balanceadora é mais demorado do que o descrito acima, na balanceadora automática. Como todos os conjuntos são sequenciados, não pode-se apenas deixar um conjunto separado enquanto os posteriores seguem – os conjuntos devem chegar à linha na sequência correta. Desta forma, caso não seja mantido um estoque de conjuntos acabados, a linha principal pode parar por conta da falta de peças. Um pequeno estoque de segurança é mantido próximo à esteira da saída da linha para casos de problemas de qualidade durante o processo.

Pode-se então fazer o croqui das estações de trabalho e da movimentação dos operadores, apresentado na Figura 9.

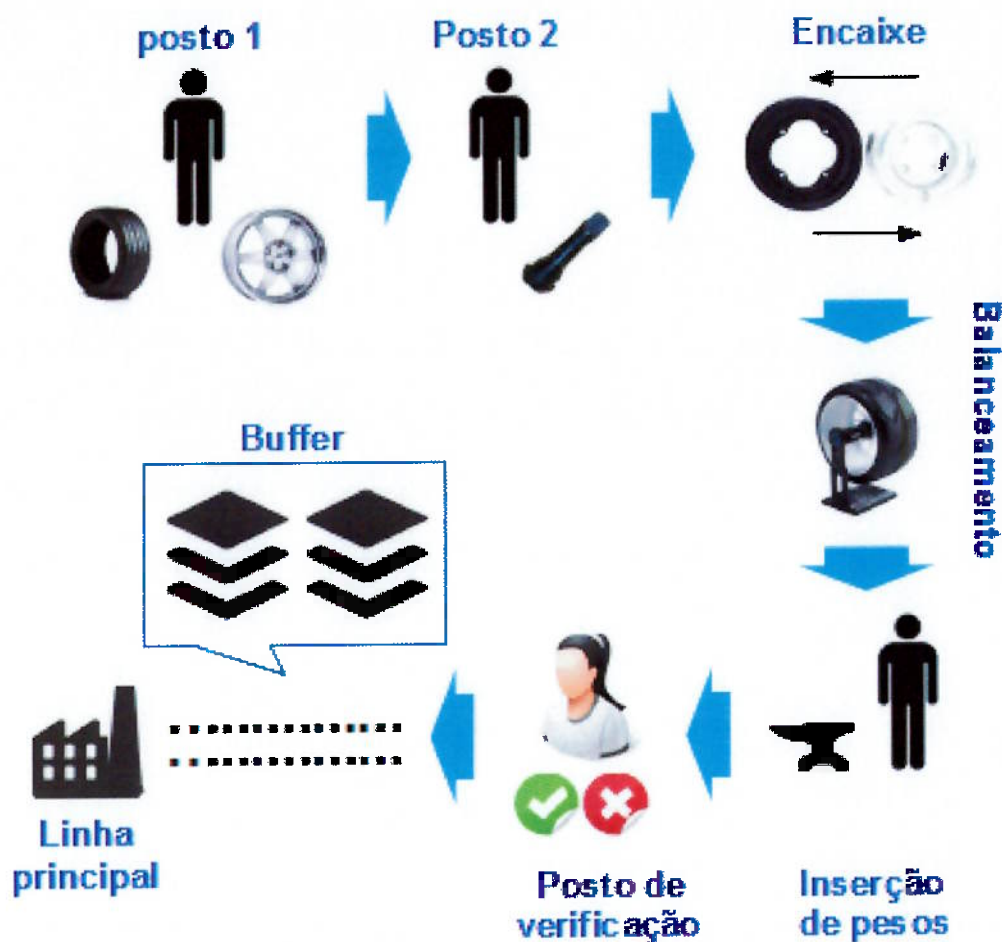


Figura 9 - Croqui da montagem do subconjunto Roda e Pneu.  
Fonte: Produção própria.

Para que a comparação entre as estratégias de manufatura – Tradicional, *Tier 1*, VAA - seja válida, é importante garantir que a situação aplicada atualmente esteja na melhor condição possível. Caso contrário, não se garante homogeneidade na comparação entre os métodos, potencialmente distorcendo-se as conclusões.

Analisando esta linha de submontagem, foi verificado que o pequeno buffer, mencionado anteriormente, na verdade estava sendo usado como um verdadeiro estoque de peças acabadas. O espaço que deveria ser dedicado à circulação de pessoas estava ocupado por essas peças, colocando em risco até mesmo a segurança dos operadores que transitavam pela área.

A primeira provável causa levantada foi a robustez do processo de balanceamento, seja por ineficácia do maquinário ou negligência operacional. Isto justificaria a



necessidade de um *buffer* grande para cobrir as peças faltantes no *mix*, encaminhadas a reprocessamento. Porém, verificando os registros de não-conformidade, constatou-se que o índice de rejeição na estação de verificação é inferior a 1% da produção. Isto significa que aquele *buffer* não era uma implicação da lacuna gerada pelas não-conformidades.

Acompanhando mais a fundo o funcionamento diário da linha, foi possível perceber que a enorme maioria das peças armazenadas no *buffer* era usada para abastecer a linha principal quando a linha de submontagem estava atrasada. Isto é, as peças já estavam sendo solicitadas na linha principal, porém a linha de submontagem não havia sido capaz de entregá-las a tempo.

A linha de submontagem aproveitava as paradas na linha principal para continuar rodando e abastecer o seu *buffer*. Desta forma, quando a linha principal estivesse rodando, as peças já estariam prontas. Isto evidencia que a linha de submontagem não estava rodando no mesmo ritmo da linha principal, e que seria necessário reparar tal arritmia.

Foi feito então um diagrama de espinha de peixe para levantar as principais causas para este problema. O diagrama está representado na Figura 10.

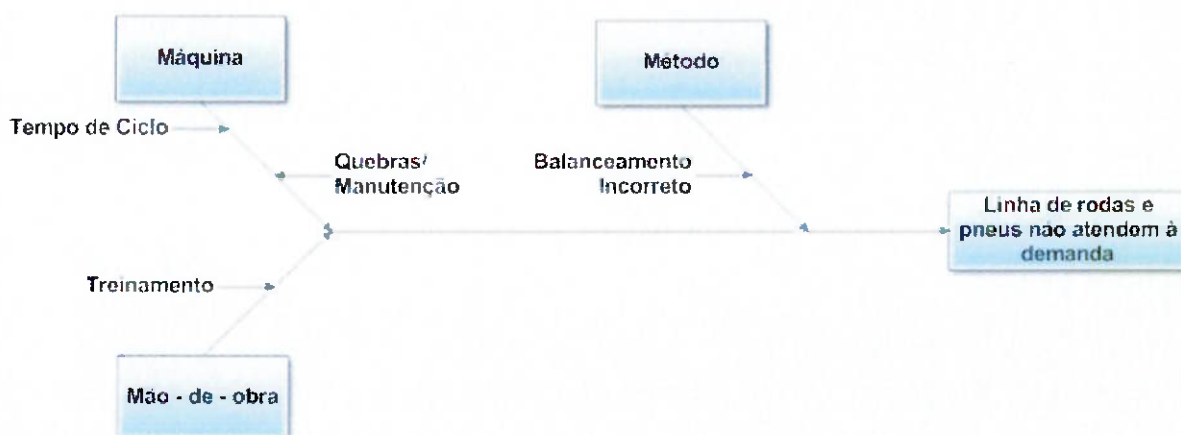


Figura 10 - Diagrama espinha de peixe.  
Fonte: Produção própria.



O primeiro problema levantado foi que as máquinas – balanceadora, infladora, posicionadora, verificadora - teriam uma produtividade baixa – isto é, teriam muito tempo de paradas e manutenções não programadas. Consultando o histórico das máquinas, junto ao departamento de Manutenção, verifica-se que os tempos de paradas daquelas máquinas eram irrisórios ante ao *takt-time*<sup>1</sup> da produção. As máquinas possuíam uma confiabilidade alta e o plano de manutenção estabelecido estava atendendo às metas de produtividade para a estação. Desta forma, esta primeira sugestão de causa-raiz foi descartada.

O segundo problema levantado é o tempo de ciclo das máquinas, que poderia ser maior do que o *takt-time* disponível para executar a operação. Foi constatado que o *takt-time* não estava bem definido para as estações e, por isso, primeiramente este tempo deveria ser estudado.

O conjunto de rodas e pneus é entregue em duas estações: rodas dianteiras são montadas em uma estação e as rodas traseiras e estepe montadas em outra estação. Devido a isso, considera-se que a linha de submontagem tem o tempo de duas estações da linha principal para montar 5 subconjuntos. Isto nos dá um *takt-time* para cada subconjunto mostrado na equação 1.

$$Takt\ time_{sub-conjuntos} = \frac{2 * Tack\ time_{linha\ principal}}{5\ subconjuntos}$$

Equação 1 - Cálculo de takt-time.

A partir desta definição foi possível começar a tomada de tempo das máquinas. Verificou-se que todas as operações automáticas estavam dentro do *takt-time* estabelecido. Inclusive, verificou-se que as máquinas por vezes ficavam paradas aguardando a finalização da operação manual anterior. Logo, este problema também não era a causa raiz e foi descartado.

No quesito de mão-de-obra, levantou-se que os operadores poderiam estar levando mais tempo do que o necessário, pois não estavam bem treinados na operação na

---

<sup>1</sup> Takt-time: Segundo MONDEN (2011), o maior tempo de produção entre duas unidades consecutivas para atendimento da demanda.

qual trabalhavam. O primeiro passo então foi verificar se os operadores estavam trabalhando de acordo com as tarefas padronizadas e definidas para a estação. Todos os trabalhadores estavam executando suas funções de acordo com as folhas de trabalho estabelecidas. Então, o treinamento dos operadores também não era a causa.

O próximo passo então era verificar se o trabalho padronizado estava correto e se os estudos de tempo estavam atualizados – erros no estudo de tempo poderiam levar a um desbalanceamento da linha, a última causa citada no diagrama de espinha de peixe. Foi verificado que os passos definidos no trabalho padronizado estavam condizentes com o que deveria ser feito na linha – isto é, contemplavam todas as etapas executadas pelo operador. Porém, o estudo de tempo não estava coerente com as operações executadas.

Verifica-se que o tempo de sequenciamento não significa apenas a leitura do manifesto, como estava considerado no estudo de tempo. Deve incluir também o tempo de selecionar as peças corretas. Este processo exige atenção, uma vez que não existe nenhum dispositivo a prova de erros (*poka-yoke*<sup>2</sup>) nesta estação. Esta atenção deve ser convertida em um tempo maior para o processo. Logo, a estação 1 (e conseqüentemente, o operador 1) estavam com um tempo de processo bem maior do que os demais, causando as esperas verificadas em outros pontos da linha.

Para resolver este problema, era necessário promover um balanceamento da linha, reduzindo o tempo da estação 1 e diluindo nas demais estações. Este balanceamento foi feito definindo os tempos usados para cada elemento de trabalho (elementos foram definidos como conjuntos de atividades que não poderiam ser separadas, porém este conjunto inteiro poderia ser feito em outra estação) e alocando a cada uma das estações atuais. Verificou-se que todas as operações manuais já estavam com os tempos próximos ao *takt-time*, com a exceção da estação 1, que estava com o tempo estourado.

---

<sup>2</sup> Poka-yoke: termo japonês que significa “a prova de erros”. Termo introduzido por Shigeo Shingo em processos industriais desenhados para prevenir erros humanos.

Isso indicava que alguns elementos deveriam ser retirados da estação 1 e passados para as demais estações. A primeira deixaria de ser um gargalo, porém as outras passariam a ser, pois também estourariam o tempo definido para o *takt-time*. A solução encontrada e que mostrava viabilidade econômica foi criar outra estação que dividisse a carga de trabalho.

O novo croqui da linha foi estabelecido na Figura 11.

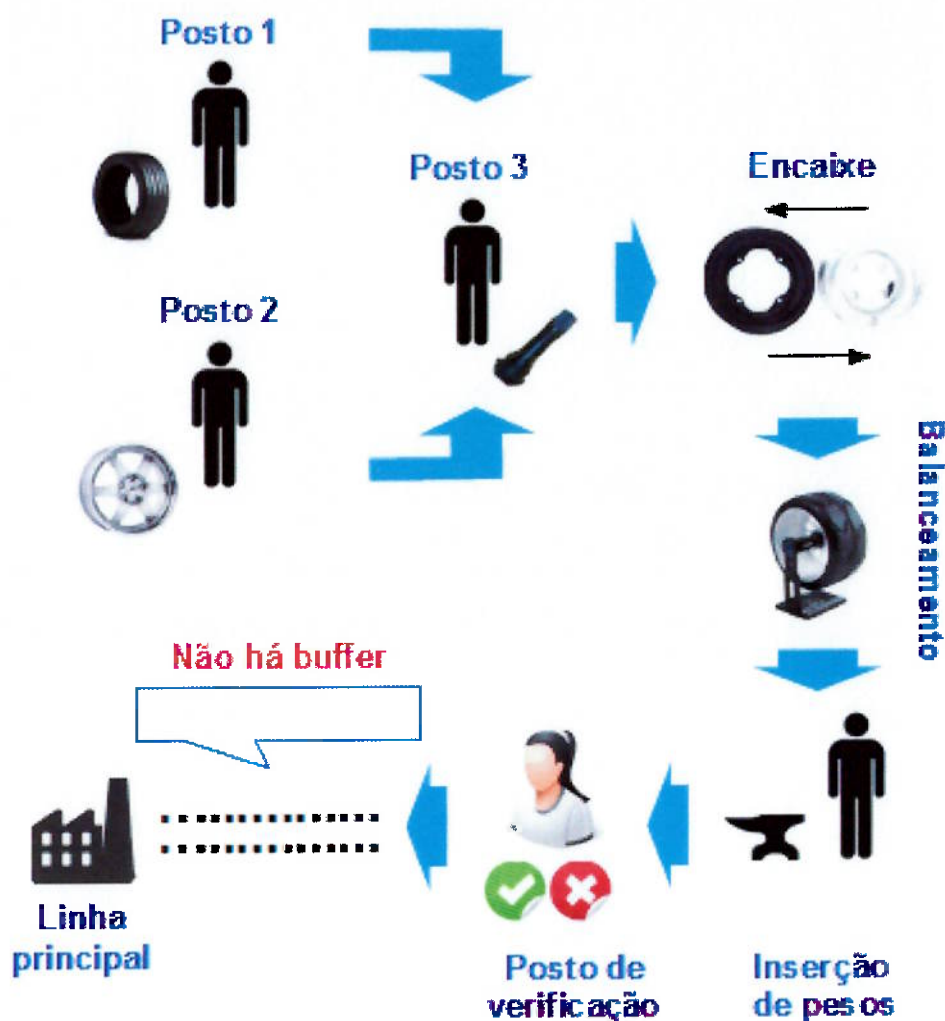


Figura 11 - Croqui da montagem do subconjunto Roda e Pneu, sem buffer.  
Fonte: Produção própria.

Com esta nova linha, foi possível eliminar o *buffer* que era utilizado nos casos de atraso de linha. Isto trouxe redução de inventário em processo, liberou a área de circulação e, portanto, reestabeleceu o fluxo ótimo para qual a linha foi definida.

A pergunta que fica óbvia neste estudo é: como este desbalanceamento nunca foi percebido antes, sendo que a linha funciona deste mesmo jeito há bastante tempo?

A resposta para este questionamento é simples. Tempos atrás, a variedade de pneus, rodas, acabamentos, aros e materiais era bem menor do que o praticado atualmente dentro da fábrica. Isto fazia com que o tempo de sequenciamento fosse bem menos significativo para o tempo total da operação. Além disso, a velocidade da linha principal também era menor, fazendo com que o *takt-time* da linha de subconjuntos fosse maior. Logo, o gargalo não era tão evidente. Com o aumento da velocidade da linha e da variedade de conjuntos formados, a estação tornou-se um gargalo, justificando o trabalho executado.

#### 3.2.2.2 Suspensão dianteira

O subconjunto da suspensão dianteira é mais complexo do que os subconjuntos de rodas e pneus, devido à quantidade de peças que o compõem. As peças principais são a torre, o disco, os isoladores, a bucha, a mola, os espaçadores, o coxim (usado para posterior fixação do subconjunto no carro), o retentor e o sensor de velocidade. Além disso, também compõe o conjunto porcas e parafusos que são usados para a montagem dos componentes acima. O subconjunto montado pode ser visto na Figura 12.

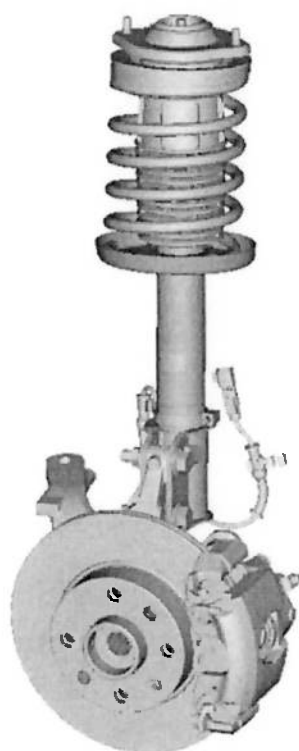


Figura 12 - Subconjunto Suspensão Dianteira.  
Fonte: Montadora em estudo.

A primeira etapa do processo é o posicionamento da torre no suporte pelo operador 1. Segue então o posicionamento do isolador, e o encaixe da bucha. O mesmo operador ainda posiciona a mola e os espaçadores. Essa montagem preliminar segue então para segunda estação de trabalho, onde é posicionado em um equipamento de fixação. São encaixados na torre mais dois espaçadores, o coxim e o retentor. O operador 2 então pressiona um botão, acionando o equipamento que faz a pressão nos componentes. Esta pressão é necessária para acomodar todos os componentes já encaixados e permitir o apontamento da porca que irá ficar a parte superior do subconjunto. O operador 2 posiciona a porca na extremidade da torre e aciona o equipamento novamente. Desta vez, o equipamento faz a fixação da porca, apertando-a até o torque final especificado.

O conjunto é então retirado do equipamento e transferido para um transportador. Este transportador será responsável por acomodar o subconjunto nas próximas estações e permitir as montagens posteriores. Na estação 3, o operador instala o disco e os parafusos na torre (parte inferior). A instalação consiste apenas em posicionar o disco e os parafusos, fazendo o apontamento dos mesmos. A fixação

final é feita na operação seguinte (estação 4). Esta operação é totalmente automática, sem a existência de um operador responsável.

Na estação 5 ocorre a montagem do sensor de velocidade. Primeiramente o operador retira um clip plástico do *bin* e instala no corpo da torre. Esta operação é manual, uma vez que sua instalação é fácil e não exige esforços físicos. Segue-se a retirada de um sensor de velocidade do *bin* e sua instalação no disco com um parafuso. A fixação deste sensor até o torque final também é feita nesta estação, com uma apertadeira. Após instalação, o operador deve encaixar o sensor no clipe posicionado anteriormente.

A Figura 13 apresenta o croqui das estações de trabalho descritas.

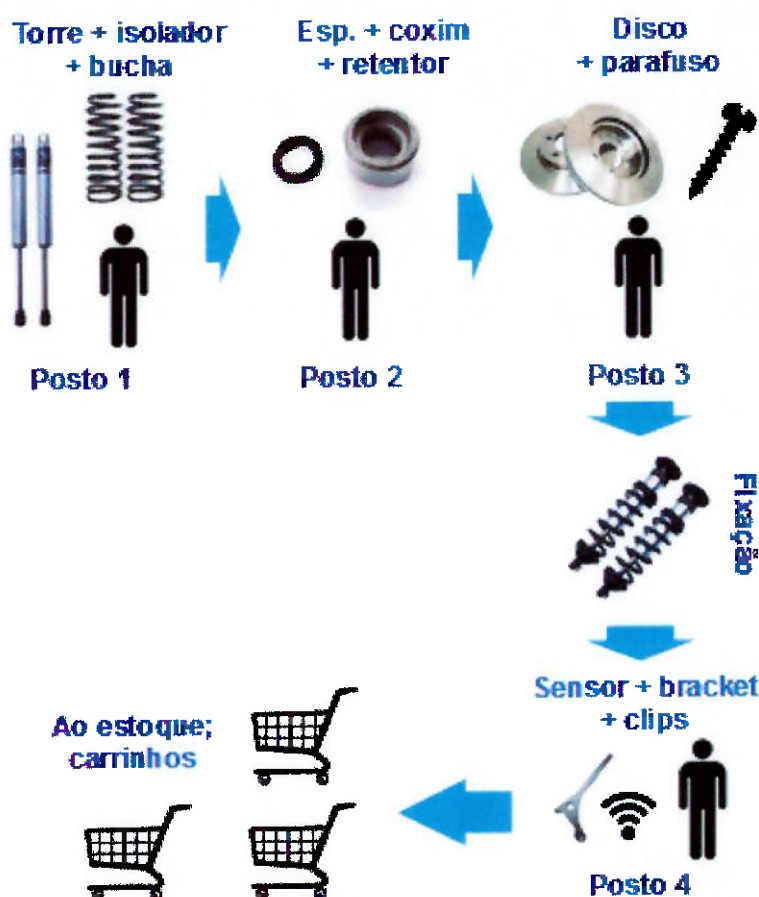


Figura 13 - Croqui da montagem do subconjunto Suspensão Dianteira.  
Fonte: Produção própria.

Diferente do subconjunto de rodas e pneus, a linha de suspensão não está

localizada fisicamente próxima à linha principal. Apesar de ser feita pela própria montadora, a montagem se localiza em outro *site*. Por isso, o fluxo de peças foi estabelecido em entregas diárias de componentes do site de montagem do subconjunto à linha principal. Isto traz o inconveniente de gerar estoques em ambas as localidades. Porém, também alivia a linha de submontagem, uma vez que o processo de sequenciamento de peças fica localizado onde encontra-se a linha principal. A linha de montagem de subconjuntos pode então trabalhar com lotes, executando os pedidos de acordo com o planejamento de produção e não com o *mix* de produção.

Fazendo o estudo detalhado da linha, verifica-se que esta consegue abastecer a linha de produção principal com o nível de qualidade esperado. Os estoques mantidos no fluxo são os planejados. Também verifica-se através das tomadas de tempo que as estações de trabalho estão balanceadas e os *takt-times* estão de acordo com o necessário.

Com certeza existem mudanças que poderiam ser feitas para melhorar o processo e aumentar ainda mais sua produtividade. Porém, a montadora decidiu que este processo estava atingindo todas as expectativas e, portanto, não seria o foco de mudanças e investimentos de tempo e recursos.

### **3.3 Estudo de cenários: subconjunto Roda e Pneu**

Esta seção destina-se a estudar as peculiaridades de cada uma das estratégias de manufatura apresentadas anteriormente. Serão comparados os quesitos: logística interna, logística externa, controle de estoque, equipes de apoio e custo.

#### **3.3.1 Manufatura tradicional**

##### **Logística interna:**

Na manufatura tradicional, toda a movimentação de peças dentro da fábrica fica a



cargo da empresa montadora. Primeiramente o setor de recebimento deve alocar todas as peças do subconjunto vindas do fornecedor dentro do estoque. Como mencionado anteriormente o estoque de peças deve atender a duas horas de produção, e por isso o fluxo de peças sendo entregues por três fornecedores diferentes é bastante alto. Portanto, deve-se ter funcionários dedicados exclusivamente ao recebimento das peças deste subconjunto, sua alocação do estoque de componentes e o posterior transporte até o ponto de uso.

Conforme mostrado no croqui, próximos à estação de trabalho existem *pallets* para acomodar estoque em processo. A capacidade deste estoque varia de acordo com o espaço disponível na área. Neste caso, os materiais alocados são bastante volumosos e, portanto, não podem constar em grande quantidade no ponto de uso. A região dos *pallets* foi dimensionada para estocar no máximo 1 hora de produção, que equivale a aproximadamente 225 rodas e 225 pneus. As válvulas ocupam muito menos espaço e por isso podem ser abastecidos em lotes de 300.

Como ve-se no croqui da área, os conjuntos montados são dispostos em uma esteira que faz o transporte até a linha principal. De acordo com o mencionado anteriormente, existia um grande *buffer* na área para estoque de conjuntos acabados. Porém, com o projeto *Kaisen* realizado, este *buffer* se tornou desnecessário e agora a produção de conjuntos é levada diretamente até a linha principal.

Assim como comentado referente à estação do trabalho, também neste caso considerar-se-á o *layout* da fábrica adequado ao transporte seguro e ágil de peças para abastecimento.

### **Logística externa:**

Para este caso específico, tem-se três fornecedores diferentes – válvulas, rodas e pneus. Com exceção das válvulas, os demais componentes demandam um esforço bastante grande em relação ao transporte devido ao grande volume que ocupam. Também devido a grande demanda diária da montadora (são consumidos 225



subconjuntos por hora) e a incapacidade de armazenar grandes estoques dessas peças dentro da empresa, é necessário que haja abastecimento constante (aproximadamente quatro vezes por turno).

É evidente que os fornecedores não possuem seus caminhões dimensionados exatamente do tamanho da demanda de cada um de seus clientes. Desta forma, é de se esperar que sempre haja um desperdício de recurso. Mesmo que não esteja atrelado diretamente à montadora, os custos destes desperdícios estarão dentro da cadeia e conseqüentemente afetarão todos os elos. Desta forma, torna-se mais vantajoso para ambos contar com uma empresa de transportes especializada.

Também é coerente supor que a empresa principal da cadeia tenha uma quantidade maior de peças a serem movimentadas do que seus fornecedores. Será bastante sensato deixar a responsabilidade por um contrato de transporte com a montadora, devido ao seu maior poder de barganha. Verifica-se, portanto, que o FCA (*Free Carrier*) pode ser um contrato adequado para este propósito.

Além deste contrato, é importante definir junto à empresa de transporte a estratégia de entrega de peças. Como o abastecimento é muito constante e conta com peças vindas de diversos locais e de diversos tamanhos, seria um grande desperdício ter um caminhão dedicado a cada fornecedor. Uma estratégia que pode ser usada para este caso é o *milk-run*. Este conceito baseia-se na definição de uma rota de retirada de peças entre um número máximo de fornecedores possível (definido pela capacidade do caminhão). Para a empresa de transporte, essa estratégia representa uma grande economia de caminhões, combustível e mão-de-obra. Para a montadora também traz vantagens claras, uma vez que evita a entrada e saída excessiva de caminhões em seus portões, descongestionando suas vias de acesso e agiliza os processos de movimentação de carga.

No caso da manufatura tradicional, os fornecedores não necessitam do *mix* de produção da montadora, mas apenas do seu planejamento de produção. Como é a própria montadora que faz o sequenciamento, não é necessário que os fornecedores conheçam a exata sequência com que seus produtos devem ser entregues, mas sim

a quantidade de cada variedade que deve ser entregue naquele período.

O processo de logística externa pode ser bem representado através do esquema apresentado na Figura 14. Neste caso, pode-se verificar também o fluxo no caso de peças importadas, o que não é o caso para o estudo em questão.

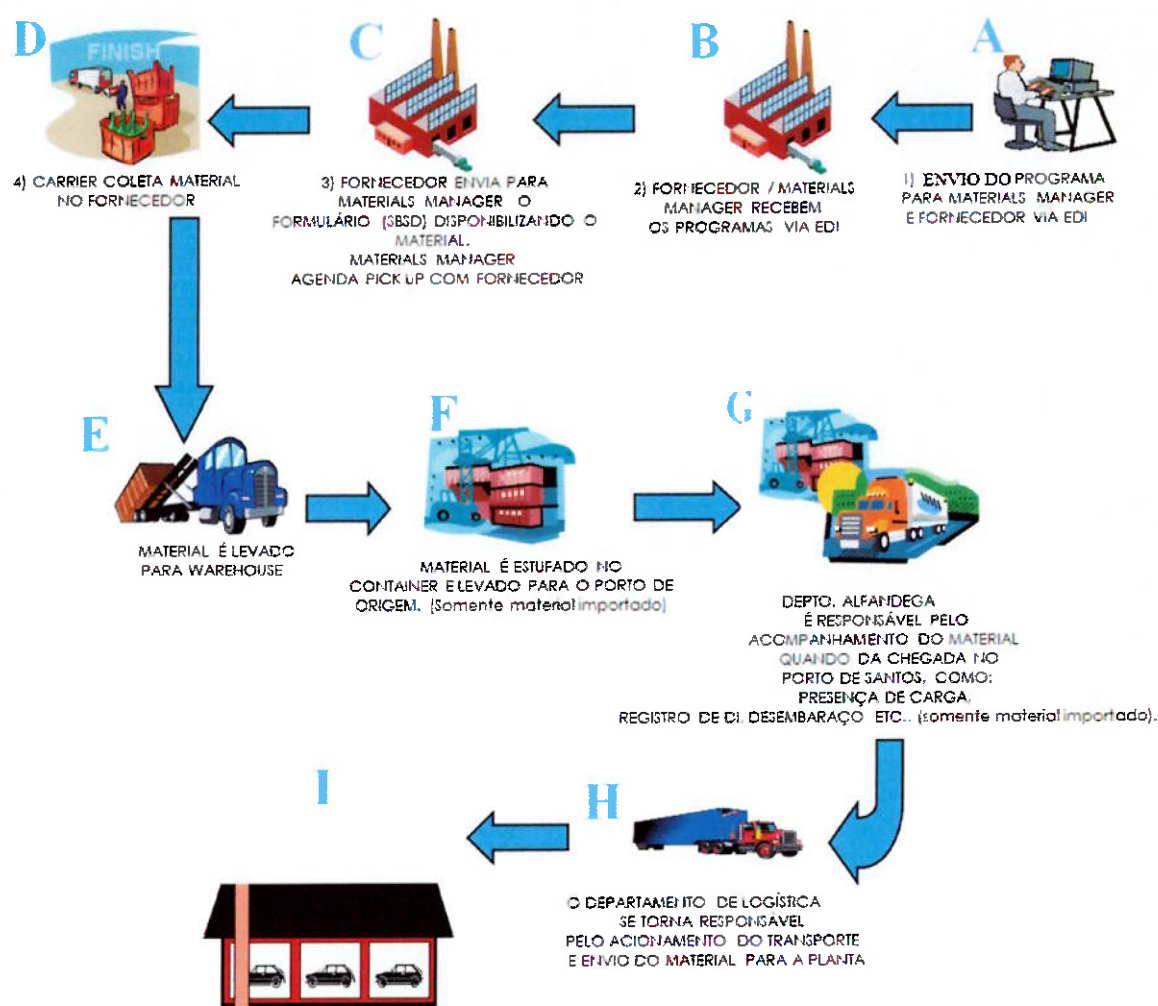


Figura 14 - Fluxo representativo da logística externa da montadora.  
Fonte: Produção própria baseado em arquivos da montadora em questão.

### Controle de estoque:

No caso da manufatura tradicional, todo o controle de estoque é feito pela própria montadora. A empresa é responsável por manter seu *mix* de produção, controlar a quantidade de peça na empresa e emitir as requisições de compras através do EDI

(*Electronic Data Interchange*).

Este controle de estoque pode ser feito manualmente. Neste caso, os funcionários do departamento de manuseio de peças devem ter controles das entradas e saídas. Vários *softwares* facilitam o trabalho, como, por exemplo, os sistemas SAP.

### **Equipe de apoio:**

Serão consideradas como equipes de apoio os departamentos que estão diretamente ligados à produção, mas que não fazem parte efetivamente da montagem – isto é, departamentos que não agregam valor direto ao produto.

Para o caso da manufatura tradicional, a Engenharia de Manufatura é responsável por definir o *layout* de fábrica, o fluxo de materiais, os equipamentos a serem utilizados e suas especificações.

No caso desta estação de trabalho, a Engenharia de Manufatura fica responsável pelas máquinas balanceadora, infladora, verificadora e pelo manipulador de rodas e pneus. Em termos práticos, deve analisar as demandas da estação de trabalho e definir, dentro das opções oferecidas no mercado (ou até mesmo solicitando uma opção personalizada) quais as melhores soluções para tornar o ambiente produtivo, eficiente, robusto e prático para o operador. Após o estudo das opções, ocorre o desenvolvimento do fornecedor, instalação do equipamento adquirido e então a transferência da responsabilidade para a área de Produção.

No caso das máquinas e dos manipuladores de rodas não há a exigência de grandes esforços na definição de especificações. Isto porque este já é um processo conhecido, com máquinas bem consolidadas no mercado, sem necessidade de personalizações. Porém, a instalação desses equipamentos na fábrica demanda esforço, uma vez que os manipuladores necessitam de um *layout* específico para sua instalação.

Outra equipe importante é a Manutenção. Após a instalação dos equipamentos na

planta e o efetivo início de sua utilização, a responsabilidade por manter as condições de trabalho da estação é do setor de Manutenção. Na manufatura tradicional, todos os serviços serão executados pela própria montadora, então os equipamentos devem constar no cronograma de manutenções preventivas ou preditivas, de acordo com a estratégia da empresa.

A manutenção preventiva consiste em planejar ações que serão tomadas periodicamente de acordo com um cronograma pré-estabelecido. Este tipo de manutenção, se não for bem dimensionado, pode trazer desperdícios para a empresa, uma vez que, se o cronograma for muito longo, o equipamento corre o risco de parar de funcionar antes da próxima manutenção. Isto causaria interrupção na produção e perda de produtividade na fábrica. Por outro lado, no caso de cronogramas muito curtos, as peças serão substituídas antes de atingirem seu ciclo de vida, gerando desperdícios nos custos de manutenção. Logo, conclui-se que, apesar de melhor do que a corretiva, a manutenção preventiva pode não ser o caso mais adequado quando o funcionamento da máquina é bastante conhecido.

A manutenção preditiva envolve a análise criteriosa do desempenho de um equipamento e, baseado nos sinais de desgastes apresentados, programar a manutenção do equipamento e reposição das peças. O acompanhamento periódico do funcionamento dos equipamentos reduz os gastos com manutenções desnecessárias. Porém, este monitoramento pode não ser possível ou pode gerar um dispêndio muito grande de esforços ou recursos, não compensando a aplicação desta estratégia. Nestes casos, seria mais vantajoso estabelecer uma manutenção preventiva e não gastar esforços com esses métodos de controle.

Tendo analisadas estas diferenças, considera-se que para esta estação de trabalho a manutenção preditiva seja adequada para a máquina balanceadora. Isto porque esta máquina já é bem conhecida e apresenta sinais razoavelmente claros de desgaste e necessidade de reparos. Já para o manipulador a manutenção deve ser preventiva, uma vez que este equipamento apresenta poucos - ou até mesmo nenhum - sinal de desgaste e por isso a estratégia de manutenção é mais adequada se estabelecido um cronograma fixo.

O time de qualidade também deve ser considerado neste estudo. A equipe de recebimento deve fazer uma inspeção prévia dos lotes recebidos, para fazer o aceite das peças. Neste caso, serão inspecionados 3 fornecedores diferentes e, apesar desta análise não ser tão minuciosa, o esforço gasto com este processo é considerável.

Além deste posto, a qualidade também atua no recolhimento das peças defeituosas identificadas após o processo de montagem - isto é, peças que chegaram até a linha, porém não foi possível ser montada devido a alguma imperfeição. Este processo envolve o recolhimento das peças, alocação em local específico e o contato com o fornecedor para relatar o ocorrido. Algumas vezes este contato é ainda maior, com o envolvimento de um ou mais funcionários no processo de solução do problema junto ao fornecedor.

Outra responsabilidade deste setor é a verificação da qualidade dos conjuntos montados antes de serem enviados para a linha final. Como este subconjunto é crítico (envolve segurança, estabilidade do veículo, estética, etc), a verificação é bastante minuciosa. Em caso de imperfeições a equipe de qualidade fica responsável por tomar as medidas cabíveis - enviar para a área de retrabalho, indicar os ajustes que devem ser feitos na própria linha final (quando cabível) ou descartar (em último caso). Em todas as opções anteriores deve-se investigar a causa raiz e evitar a reincidência do erro.

Os Departamentos de Compras e Engenharia de Produto não estão exatamente ligados à produção, mas para efeitos de comparação com as demais estratégias de produção estes serão adicionados ao estudo. Para a manufatura tradicional, a equipe de Engenharia de Produto terá todo o trabalho com o desenvolvimento de desenhos e especificações para os produtos. Isto porque a montadora é a centralizadora de informações das 4 peças que formam o conjunto, portanto deve estabelecer as tolerâncias de forma a garantir o perfeito encaixe dos componentes. No caso deste subconjunto, este esforço não é tão significativo uma vez que os padrões para esses componentes já são bem estabelecidos e as possíveis

imperfeições serão resolvidas exatamente no processo de balanceamento.

Porém, o Departamento de Compras deve entrar em contato com 3 fornecedores diferentes, qualificá-los (juntamente com a Engenharia) e estabelecer três contratos diferentes. As requisições de compras e a manutenção dos contratos também podem ser um tanto dispendiosas.

Fica claro que, neste caso, a montadora possui todo o processo sob seu controle, com funcionários que receberam os treinamentos que a empresa julgou necessários para executar a tarefa. Todas as especificações, os tempos de montagem, os custos com cada etapa são conhecidos pela empresa e podem ser alterados conforme necessidade ou possibilidade de investimento.

### **Custo:**

A análise de custos a seguir (e todas as subsequentes) levará em conta três aspectos: material (no caso, peças componentes do subconjunto), mão de obra e espaço físico ocupado dentro da fábrica.

O custo de peças está calculado na equação 2 (o custo unitário apresentado advém da soma dos custos individuais de cada componente).

$$C_{peças} = \frac{5 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 90,00}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 3.564.000,00/\text{mês}$$

Equação 2 - Custo de Peças para Manufatura Tradicional.

Os custos de mão de obra estão resumidos na Tabela 1. Para mão de obra serão considerados os funcionários diretamente ligados à produção e também os envolvidos nas equipes de apoio. Em alguns casos aparecerão nas equipes de apoio frações de funcionários. Isto significa que função específica retratada não exige a plena capacidade de um funcionário. Logo será considerado para efeitos da composição do custo apenas a fração do trabalho efetivamente consumida no subconjunto em questão. O número de funcionários envolvidos foi estabelecido



analisando a área e verificando quanto esforço cada uma delas dispense para a linha estudada. Muitas vezes este valor não é exato e foi necessário usar estimativas baseadas nas experiências de processos de trabalho existentes.

Para compor o custo de mão-de-obra utiliza-se a média de salário do cargo (obtida em sites especializados no setor), multiplicado por um fator que estima o custo total do funcionário para a empresa, considerados os benefícios e as obrigações legais do empregador (FGTS, INSS, entre outros).

Tabela 1 - Custos de mão-de-obra para Man. Tradicional, Roda e Pneu.

<u>Roda e Pneu</u>	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal
			Man. Trad.	Man. Trad.
produção	R\$ 1.186,00	2,2	4	R\$ 10.436,80
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	2	R\$ 26.848,80
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0,25	R\$ 3.356,10
equipes de apoio	R\$ 1.615,00	2,2	0,3	R\$ 1.065,90
manutenção <sup>(1)</sup>	R\$ 1.814,00	2,2	1,5	R\$ 5.986,20
qualidade	R\$ 4.555,00	2,2	1	R\$ 10.021,00
compras				
<b>total:</b>				<b>R\$ 57.714,80</b>

(1) A quantidade de pessoas envolvidas na manutenção foi calculada encontrando a % do total de paradas atribuídas a esta linha e multiplicada pela totalidade de funcionários do setor.

Fonte: Produção própria.

A área ocupada pela produção constitui-se de 300 m<sup>2</sup> de linha de produção efetiva (incluindo estoques de processo) e 20 m<sup>2</sup> de estoque, totalizando 260 m<sup>2</sup> ocupados pelo subconjunto de rodas e pneus. O valor do metro quadrado utilizado para cálculo é o estimado pelo Departamento Financeiro. É importante mencionar que o custo do espaço físico só pode ser considerado como um diferencial para as outras estratégias caso seja utilizado para aumento da produção. Caso o espaço fique ocioso, este custo deve ser eliminado da manufatura tradicional, para não corromper os resultados. Como a intenção deste estudo é exatamente aumentar a produção, este custo será considerado na equação 3.

$$C_{\text{espaço físico}} = 320 \text{ m}^2 * \frac{R\$ 215,00}{\text{m}^2} = R\$ 68.800,00$$

Equação 3 - Custo do Espaço Físico para Manufatura Tradicional.

Pode-se então compilar os custos desta estratégia na Tabela 2.



Tabela 2 - Custo total para Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.

Man. Tradicional	Custo
peças	R\$ 3.564.000,00
mão - de - obra	R\$ 57.714,80
espaço físico	R\$ 68.800,00
custo total	R\$ 3.690.514,80

Fonte: Produção própria.

### 3.3.2 Tier 1

#### **Logística interna:**

No caso da manufatura *Tier 1*, o subconjunto vem completamente montado e balanceado do fornecedor. A montadora tem a responsabilidade de receber estes subconjuntos, aloca-los no estoque de peças prontas e abastecer a linha de final segundo a demanda.

Desta forma, ve-se que a movimentação de peças dentro da fábrica para este caso é muito reduzida. Não existe mais o recebimento de três peças diferentes e, mais importante do que isso, todo o espaço de estoque de peças separadas (rodas, pneus e válvulas) pode ser eliminado. Todo este estoque será transferido para o fornecedor responsável pelo subconjunto.

O croqui da estação de trabalho com a configuração *Tier 1* trabalhando com um estoque interno de peças acabadas é apresentado na Figura 15.

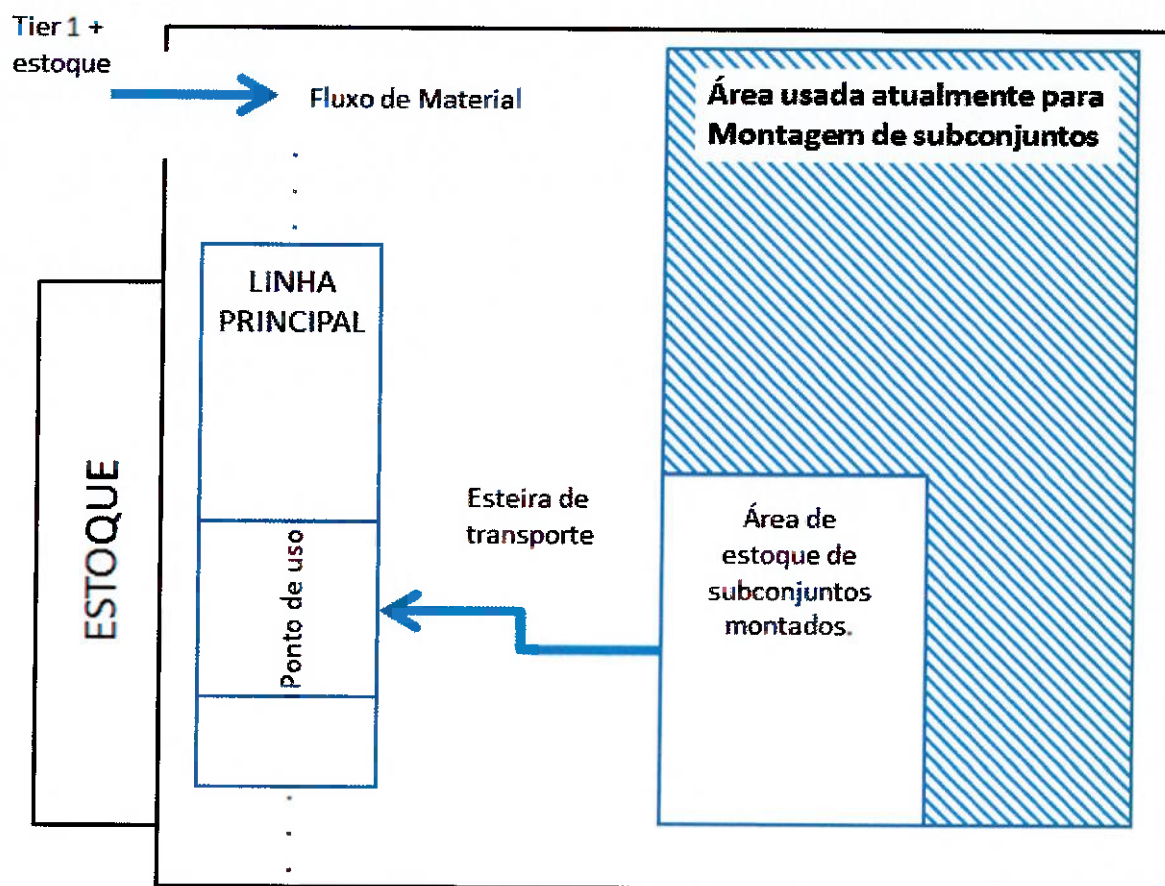


Figura 15 - Croqui de estocagem para Tier 1.  
Fonte: Produção própria.

Pode-se perceber que mesmo com o estoque de peças acabadas, o espaço economizado é muito grande e pode ser usado para aumentar a área da linha principal.

O melhor caso, porém, seria fornecedor Tier 1 trabalhar com entregas *just-in-time* para a montadora. Neste caso, toda a movimentação interna de peças seria desnecessária. O caminhão do fornecedor entregaria os conjuntos em um local de desembarque próximo a linha principal. Este ponto seria equipado com esteiras que os transportariam até o ponto de uso. Esta metodologia de transporte, além de todos os benefícios advindos da eliminação de estoques na fábrica, também reduz o risco de erros de sequenciamento na linha, uma vez que elimina do sistema uma causa de falhas – o transporte interno.

Apesar de esta ser a situação ideal, algumas vezes ela se mostra inviável. No caso

de uma planta já montada e operando normalmente, pode ser que não exista um local adequado que permita a entrega dos conjuntos próximo ao ponto de uso, devido a infraestrutura predial da fábrica. O sistema de transporte também pode ser dispendioso e inviabilizar o projeto. Além disso, deve ser considerado que uma modificação deste porte pode interferir na produtividade da fábrica, e em alguns casos pode até mesmo interromper a produção por um período de tempo (caso a montadora decida alterar a infraestrutura predial na fábrica para atender às necessidades de entregas). Assim como o efetivo custo das modificações, também deve ser considerado no estudo de viabilidade do projeto o tempo de produção perdida.

O croqui da estação de trabalho considerando a configuração *Tier 1* e entregas *just-in-time* encontra-se na Figura 16.

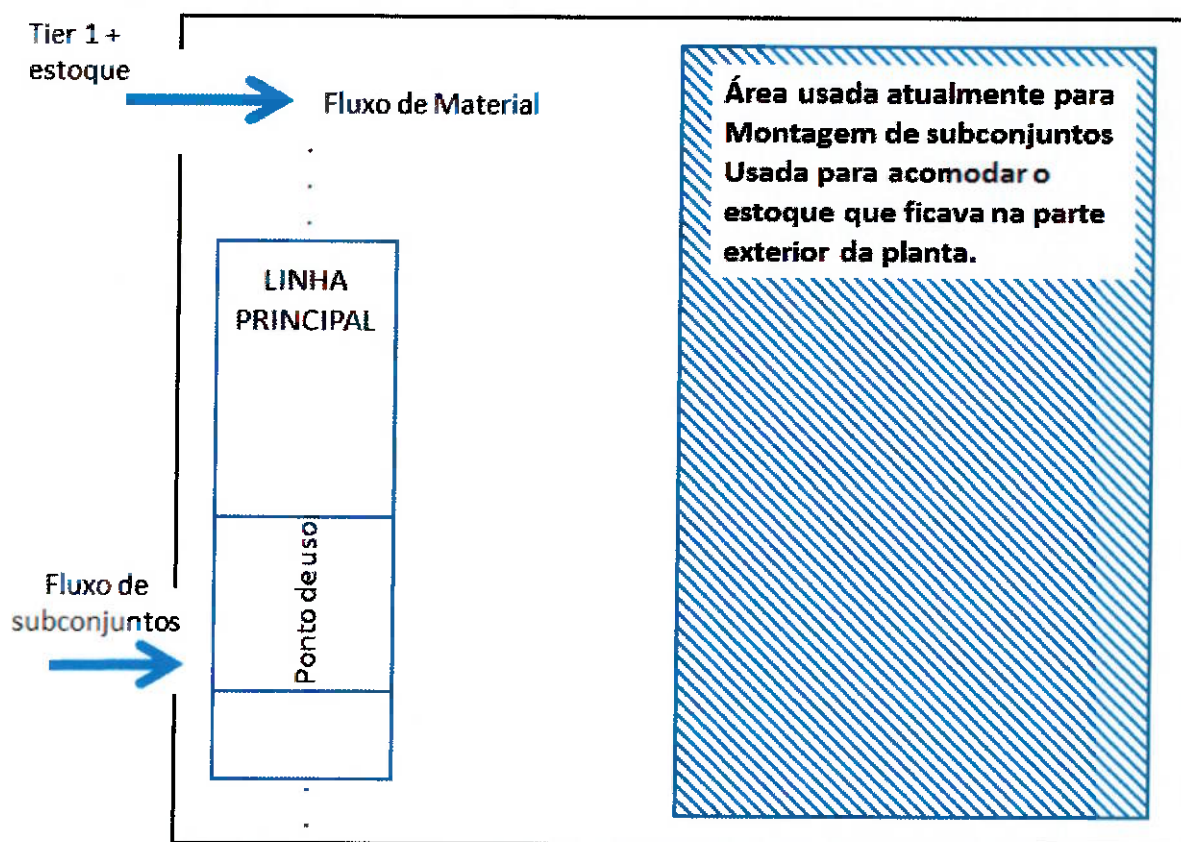


Figura 16 - Croqui de estocagem para *Tier 1*, just-in-time.  
Fonte: Produção própria.

Constata-se que o espaço liberado para a produção é maior, o que permitiria um

crescimento ainda mais acelerado da capacidade produtiva da fábrica.

### **Logística externa:**

Neste quesito a manufatura *Tier 1* e a manufatura tradicional não possuem grandes diferenças. Os contratos estabelecidos com os fornecedores de peças separadas e os fornecedores de subconjuntos podem ser bastante semelhantes. A diferença mais notável é a quantidade de entregas a serem administradas.

No caso da entrega de subconjuntos, a quantidade de material a ser administrado é muito menor. Obviamente, o volume total é o mesmo, porém o produto pode ser faturado como uma única peça, enquanto na manufatura tradicional as peças devem ser faturadas separadamente uma vez que entram separadamente no estoque.

É importante ressaltar que só é possível estabelecer esta estratégia de manufatura caso o fornecedor *Tier 1* se comprometa a entregar os subconjuntos sequenciados para a montadora. Deve haver uma perfeita comunicação do *mix* de produção entre ambos e a empresa transportadora deve estar ciente desta necessidade para que o risco de falhas seja minimizado.

Este processo de sequenciamento é bastante crítico, pois demandaria tempo e recurso humano bastante grande, caso fosse feito dentro da montadora. Falhas no sequenciamento podem trazer inconvenientes e levar a retrabalhos que elevariam muito o custo do produto e reduziriam a produtividade da fábrica.

Neste caso, a aplicação de dispositivos eletrônicos do estilo *poka-yoke* pode ser bastante interessante. A responsabilidade de desenvolvimento deste dispositivo fica a cargo da montadora. Porém sua confecção, instalação e manutenção ficam a cargo da empresa transportadora. Os custos envolvidos podem ser depreciados durante o tempo de contrato com a montadora.

O grande inconveniente desta estratégia é o cumprimento do *mix* de produção. O fornecedor deve receber as informações do *mix*, montar os conjuntos, embarcar nos

caminhões da transportadora e entregar à montadora. Caso o *mix* de produção seja alterado durante este processo, os pneus já serão entregues fora do sequenciamento correto. Caso o fornecedor tenha uma proximidade física da montadora, este problema é muito amenizado, uma vez que podem ser feitas entregas menores e mais constantes, o que exige um prazo menor de planejamento.

Outra forma de amenizar este inconveniente é manter estoque no fornecedor, se este contar com espaço disponível em sua fábrica. Caso o fornecedor tenha estoques de conjuntos montados poderá usá-los no caso de mudança repentina no *mix* de produção. Isto faz com que o limite de alteração do *mix* seja o tempo de embarque e transporte dos subconjuntos, eliminando o tempo de montagem. Logicamente, o fornecedor *Tier 1* repassará seus ônus para a cadeia como um todo, e por isso esta opção deve ser estudada com bastante cautela para não prejudicar nenhum dos elos.

### **Controle de estoque:**

No caso de controle de estoque, a responsabilidade da montadora é significativamente reduzida quando lida-se com um fornecedor *Tier 1*. Isto porque todo o estoque de peças separadas foi eliminado. A equipe de manuseio só deve se preocupar com o conjunto de rodas e pneus.

Conforme mencionado acima, todo o trabalho de sequenciamento também já está feito e o próprio dispositivo que foi usado para transporte pode ser usado para condicionar as peças no estoque. A partir deste ponto, o controle de estoque é exatamente igual ao da manufatura tradicional.

### **Equipe de apoio:**

Neste caso, todo o trabalho da Engenharia de Manufatura com o desenvolvimento da estação de trabalho para montagem do subconjunto é eliminado. Isto porque não há nenhuma participação da montadora na definição do fluxo de trabalho dentro do

fornecedor. Todo o trabalho de desenvolvimento de equipamentos, instalação e demais serviços necessários serão contratados diretamente pelo fornecedor e isso se tornará uma “caixa preta” para a montadora.

O trabalho da Engenharia de Produtos também é terceirizado. Isto é, o desenvolvimento das peças passa a não ser mais responsabilidade da montadora e sim do fornecedor. A montadora deve fornecer as especificações necessárias para o desenvolvimento do conjunto. O fornecedor ficará responsável pelo desenvolvimento das características técnicas do subconjunto, os desenhos, a garantia de tolerâncias, e outras tarefas.

A equipe de manutenção também tem sua carga de trabalho reduzida, uma vez que três máquinas serão retiradas da fábrica – posicionadora, infladora e balanceadora. Toda essa carga será transferida para o fornecedor. As máquinas de verificação e de retrabalho continuam dentro da montadora, de forma que estas ainda permanecem sob a responsabilidade da equipe de manutenção da montadora.

A equipe de Compras deixa de controlar três contratos e passa a se preocupar apenas com o contrato dos subconjuntos montados. Isto facilita o gerenciamento e facilita o trabalho de qualificação do fornecedor.

A equipe de Qualidade deixa de fazer as verificações das peças individualmente, uma vez que o fornecedor será responsável pelo recebimento destas peças. A verificação de qualidade dos subconjuntos montados também pode ser transferido para o fornecedor *Tier 1*. O Departamento de Qualidade da montadora fica somente responsável por identificar possíveis desvios nas peças montadas e atuar junto ao fornecedor para solucioná-los.

É importante ressaltar que erros de balanceamento causariam a parada da linha principal durante o tempo de reparo da roda. Desta forma, um erro deste é extremamente grave e devem ser adicionadas em contrato as possíveis multas aplicáveis neste caso. Além disso, como a intenção da montadora não é ganhar dinheiro através de multas e sim através de sua produção, a equipe de Qualidade



deve fazer o monitoramento da ocorrência dos erros e, em casos extremos, desqualificá-lo como fornecedor do conjunto.

Apesar dos vários benefícios de redução de carga de trabalho, deve-se considerar que, obviamente, todo o serviço prestado fará parte do custo do produto final, acrescido do lucro da empresa fornecedora. Como todo o serviço de desenvolvimento do produto fica a cargo do próprio fornecedor, a mão-de-obra a ser utilizada é especializada, o que agrega muito valor ao produto. Porém, como mencionado anteriormente, os esforços de desenvolvimento deste produto não são grandes e por isso o custo agregado por conta do uso desta mão-de-obra especializada não é tão expressivo.

Além disso, existem alguns riscos que são adicionados ao sistema. O processo de balanceamento deixa de estar completamente na mão da montadora e passa a ser centralizada em um fornecedor. Como já dito, este processo é crítico e merece um controle de qualidade muito rigoroso. A montadora não possui qualquer tipo de influencia neste novo processo e por isso deve estabelecer um contrato e que contenha todas as especificações necessárias para o estabelecimento do processo correto no fornecedor.

Também deve ser considerado que um novo elo está sendo inserido na cadeia. Isto significa mais um sítio e diferentes funcionários envolvidos. Qualquer eventualidade que venha a ocorrer no sítio do fornecedor (greves, tragédias climáticas, acidentes, entre outros) pode impactar diretamente na produção da montadora.

É importante ressaltar que algumas vezes esta estratégia pode não ser muito vantajosa para ambos os lados da cadeia – fornecedor e montadora. O fornecedor será o fabricante de um dos componentes do subconjunto ou deve comprar os demais componentes diretamente dos outros fornecedores ou deve aumentar a sua capacidade produtiva de forma a começar a também produzir estas outras peças. No primeiro caso, serão adicionadas várias atividades ao fornecedor que não fazem parte do seu *core business*. No segundo caso, o próprio *core business* da empresa será alterado, o que pode ser administrativamente e tecnicamente muito complicado.



Em ambos os casos, esses custos serão repassados aos clientes, juntamente com a margem de lucro esperada. Estes custos adicionados ao conjunto podem tornar o negócio pouco vantajoso para a montadora.

### Custos:

Será usada para este caso a mesma metodologia utilizada no caso de manufatura tradicional. Para o cálculo do custo de peças apresenta-se a equação 4.

$$C_{peças} = \frac{5 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 120,00}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 4.752.000/\text{mês}$$

Equação 4 - Custo de Peças para Tier 1.

O custo de mão de obra está compilado na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo de mão-de-obra para Tier 1, subconjunto Roda e Pneu.

Roda e Pneu	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal	
			Tier 1	Tier 1	
produção	R\$ 1.186,00	2,2	0	R\$ 0,00	
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	0,3	R\$ 4.027,32	
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0	R\$ 0,00	
equipes de apoio	manutenção <sup>(1)</sup>	R\$ 1.615,00	2,2	0	R\$ 0,00
	qualidade	R\$ 1.814,00	2,2	0,2	R\$ 798,16
	compras	R\$ 4.555,00	2,2	0,25	R\$ 2.505,25
total:				R\$ 7.330,73	

Fonte: Produção própria.

Para o cálculo do custo do espaço físico, devem-se considerar os dois casos apresentados (Tier 1 combinado com estoque interno na montadora e Tier 1 combinado com entregas just-in-time).

Para o primeiro caso tem-se a equação 5.

$$C_{\text{espaço físico com estoque}} = 20 \text{ m}^2 * \frac{R\$ 215,00}{\text{m}^2} = R\$ 4.300,00$$

Equação 5 - Custo do Espaço Físico para Tier 1.

No segundo caso, não há nenhum espaço dentro da montadora sendo usado para a montagem ou condicionamento de subconjuntos. Logo, pode-se considerar a Equação 6.

$$C_{\text{espaço físico "just in time"}} = R\$ 0,00$$

Equação 6 - Custo do Espaço Físico para modelo just-in-time.

Logo pode-se compilar os gastos totais na Tabela 4.

Tabela 4 - Custo total para Tier 1, subconjunto Roda e Pneu.

Tier 1	Custo com estoque	Custo just in time
peças	R\$ 4.752.000,00	R\$ 4.752.000,00
mão - de - obra	R\$ 7.330,73	R\$ 7.330,73
espaço físico	R\$ 4.300,00	R\$ 0,00
custo total	R\$ 4.763.630,73	R\$ 4.759.330,73

Fonte: Produção própria.

### 3.3.3 Value Added Assemble (VAA)

#### **Logística Interna:**

A logística interna para o caso de estratégia VAA é bem semelhante ao caso de um fornecedor Tier 1. Neste caso, a montadora também pode trabalhar com as duas estruturas mostradas anteriormente: com estoque de peças acabadas ou com entregas *just-in-time*.

Porém, como já mencionado anteriormente, os contratos com fornecedores VAA devem ser de longo prazo. Logo, a forma de analisar os investimentos que serão feitos para adequar-se a nova estratégia é significativamente alterada. Por este motivo, é possível que o estudo de caso para uma mudança radical (como a mudança da estrutura predial para se adequar as entregas *just-in-time*) seja positivo neste caso e não no caso de um fornecedor Tier 1. Isto pelo fato de que o investimento teria seu retorno durante o tempo de contrato estabelecido.

No caso do *Tier 1*, caso o investimento fosse feito e o cenário mudasse por algum motivo alheio à montadora, o contrato não asseguraria que o retorno fosse positivo uma vez que foi firmado com prazos menores. Desta forma, o VAA fornece à montadora uma segurança e uma estabilidade maiores para que sejam alterados os processos para torna-los mais robustos. Por isso, não faria sentido estabelecer uma nova estratégia sem aproveitar a grande vantagem de já considerar uma entrega *just-in-time*. Por isso somente considerar-se-á o caso *just-in-time* para a análise de custos.

### **Logística Externa:**

Alguns aspectos da logística externa podem ser tratados de forma idêntica ao fornecedor *Tier 1*. A entrega de subconjuntos montados para a montadora pode ser tratada da mesma forma – o fornecedor VAA recebe o *mix* de produção, faz a montagem de acordo e o sequenciamento dos mesmos. O transporte até a montadora é feito da mesma maneira, através de uma empresa especializada, que transportará os subconjuntos sequenciados até o estoque ou o ponto de uso (conforme o estabelecido para logística interna da montadora).

No caso do VAA, diferentemente do fornecedor *Tier 1*, a empresa ainda não existe fisicamente, e sim será montada de acordo com as necessidades da montadora. O VAA também não tem sob sua responsabilidade a fabricação de nenhum dos componentes do subconjunto. Portanto, o espaço físico necessário para o estabelecimento desta empresa é muito menor. Isto é muito interessante uma vez que torna mais viável o seu estabelecimento geograficamente próximo ao *site* da montadora.

Com isto, os problemas de atendimento ao *mix* de produção são amenizados. O prazo necessário para que o *mix* de produção seja congelado é menor e elimina a necessidade de estoque no fornecedor – melhora o processo em ambos os lados da cadeia.

Porém, ao contrário do que ocorre para um fornecedor *Tier 1*, toda a movimentação das peças componentes do subconjunto é responsabilidade da montadora. A montadora fica responsável pelo repasse do planejamento de produção para os demais fornecedores e pela garantia de que as peças cheguem ao montador VAA.

Desta forma, para o abastecimento da linha do montador VAA, a logística pode ser tratada da mesma maneira que a manufatura tradicional. A diferença neste caso seriam as questões legais e tributárias. Os procedimentos de recebimento e emissões de nota fiscal serão modificados e apresentam riscos que serão avaliados em uma sessão específica a seguir.

### **Controle de Estoque:**

O controle de estoque de subconjuntos montados é bastante parecido com o fornecedor *Tier 1* – pode-se ter a eliminação completa de estoques deste subconjunto na montadora (usando a configuração de entregas *just-in-time*) ou o controle dos estoques de subconjuntos montados já sequenciados. Assim como na estratégia *Tier 1*, o trabalho de controle de estoque dentro da montadora é bastante reduzido.

Porém, o controle das peças componentes dos subconjuntos não sai completamente da responsabilidade da montadora, como no caso da *Tier 1*. Isto porque, uma vez que a montadora é a compradora do material, é também de sua responsabilidade justificar a sua destinação. Isto é, é importante que a montadora tenha controle fiscal de todas as peças envolvidas – peças efetivamente usadas para a montagem dos subconjuntos e que serão entregues à montadora; peças defeituosas que necessitarão de ações por parte dos fornecedores; e peças que foram rejeitadas durante o processo de montagem.

Existem diversas maneiras de se tratar esta questão e neste estudo serão abordadas apenas duas. A primeira é ter o envolvimento direto da montadora no estoque do montador VAA. Isto significa ter um representante da montadora trabalhando como um terceiro dentro do site do montador VAA. Esta escolha tem o benefício de inserir no processo do montador VAA um funcionário já acostumado

com as práticas feitas na própria montadora e que pode integrar os processos entre as duas empresas. Desta forma, é possível que com o tempo, a presença deste funcionário não seja mais mandatória, pois as duas empresas já estão trabalhando da mesma maneira e a interação é boa o suficiente para reverter os riscos fiscais apresentados anteriormente.

Outra abordagem é a utilização de técnicas automáticas de controle de estoque à distância. Pode-se usar a tecnologia de RFID (*Radio-frequency Identification*) para fazer o controle destas peças. A montadora tem o controle de todas as peças que foram enviadas para o montador VAA, através das notas fiscais emitidas pelos fornecedores. O estoque de subconjuntos poderia ser então controlado pela montadora através de RFID – as peças teriam rastreabilidade em todos os passos do processo, desde sua entrada no estoque do montador VAA, passando pelo transporte executado por uma empresa terceira até a entrada dos subconjuntos na planta da montadora.

Apesar de este controle ser muito mais eficiente e conferir maior segurança ao processo, a sua implementação necessita de um alto investimento. Por isso, é necessário que seja feito um estudo bem detalhado de custo/benefício antes de decidir adotar esta tecnologia.

### **Equipes de apoio:**

Na estratégia de montador VAA a Engenharia de Manufatura continua sendo responsabilidade da montadora. Isto significa que a montadora ainda é responsável pela definição de toda a linha de montagem que será usada para a montagem de rodas e pneus. O montador VAA também participa desta etapa de planejamento, porém não é necessário que possua um corpo de Engenharia para executar este trabalho.

Como já salientado anteriormente, caso se mostre vantajoso para ambas as partes, é possível transferir as máquinas que já são usadas pela montadora para o montador VAA. Obviamente, neste caso deve-se estabelecer um contrato criterioso

estabelecendo os limites de utilização dos equipamentos - para evitar, por exemplo, que o montador utilize as máquinas para expandir os negócios e fornecer para concorrentes ou sobrecarregar a produção com trabalhos extras -, e uma vigência de longo prazo.

Para o caso em questão, todos os subconjuntos seriam transferidos para o montador VAA. Logo, as máquinas usadas atualmente na montadora ficariam sem uso e deveriam ser descartadas para liberar o espaço para outro uso. Desta forma, seria interessante para ambos os lados que as máquinas fossem entregues ao fornecedor VAA e é com esta configuração que o estudo do custo será feito posteriormente.

A equipe de Engenharia de Produto também permanece da mesma forma da manufatura tradicional. A responsabilidade pelo desenvolvimento do subconjunto em sua totalidade (incluindo especificações, desenhos e tolerâncias) e o contato com os fornecedores de peças fica sob a responsabilidade da montadora e o montador VAA não tem nenhuma participação no processo.

Como todas as máquinas deste processo passam a ser de responsabilidade do montador VAA, a sua manutenção também é transferida. A montadora pode auxiliar no processo de definição da política de manutenção a ser usada no montador VAA, porém serão os funcionários contratados pelo montador VAA que executarão os trabalhos. Em alguns casos pode ser vantajoso terceirizar o serviço de manutenção, devido à pequena quantidade de máquinas na empresa. Porém, este tipo de decisão deve ser feita diretamente pelo montador VAA, mesmo podendo contar com o auxílio da montadora.

No caso de um montador VAA, a interação entre as duas empresas é muito maior – os processos definidos em conjunto fazem com que a linha do montador VAA seja definida sob os mesmos preceitos usados na montadora. Desta forma é possível transferir toda a responsabilidade pela qualidade para o montador VAA, reduzindo a equipe de qualidade da montadora. O montador deve então ser responsável por avaliar as peças recebidas e tomar as medidas cabíveis para resolução dos problemas de qualidade junto ao fornecedor, mas é importante que a montadora seja

avisada de todos os problemas identificados, uma vez que ela é responsável pela manutenção do contrato junto aos fornecedores.

As máquinas de verificação também passam a fazer parte do montador VAA. Como são usadas exatamente as mesmas máquinas e o mesmo processo considerado pela montadora como confiável, não há a necessidade outra etapa de verificação dentro da montadora. Conclui-se então que a equipe de Qualidade fica estruturada exatamente da mesma forma que o estabelecido para o fornecedor *Tier 1*.

A equipe de Compras sofre um aumento na carga de trabalho quando utiliza-se um montador VAA. Neste caso, este departamento será responsável pelos três fornecedores de peças (exatamente da mesma maneira da manufatura tradicional), e tem-se mais um contrato agregado à cadeia – o montador VAA. O Departamento de Compras também será responsável por estabelecer e manter este contrato.

Esta estratégia aplicada ao subconjunto de rodas e pneus (que é crítico para a montagem final do veículo) tem a vantagem de liberar espaço na fábrica, porém sem perder o controle do processo. Economiza mão-de-obra especializada, uma vez que consegue compartilhar o Departamento de Engenharia para as duas linhas de montagem.

Porém, a inserção deste elo na cadeia traz uma série de riscos fiscais que serão tratados adiante.

### **Custos:**

O VAA é a única estratégia apresentada neste estudo com a qual a montadora ainda não trabalha. Logo, serão necessárias algumas considerações e estimativas para que a análise de custo seja feita. Primeiramente, considerar-se-á que para todos os sítios da montadora serão implantadas a estratégia VAA (tanto para a linha atualmente definida como manufatura tradicional como para a linha atualmente estabelecida como *Tier 1*).



Atualmente as duas linhas possuem a mesma velocidade e, portanto consomem a mesma quantidade de peças por turno. Logo, se tornarmos toda a estratégia em VAA, há o dobro de peças negociadas pela montadora.

Verificando o histórico de contratos da montadora observou-se que quando há um aumento na demanda de peças é possível negociar os custos unitários e reduzi-los consideravelmente. Através da análise deste histórico considera-se que o desconto fornecido por peça será de 5%.

É importante ressaltar que, apesar de as duas fábricas serem alteradas para VAA, para a análise de custos, estas serão consideradas individualmente. Logo, será considerada a mesma quantidade de peças utilizadas nas estratégias anteriores, apresentando-se a equação 7.

$$C_{peças} = \frac{5 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 85,50}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 3.385.800/\text{mês}$$

Equação 7 - Custo de Peças para VAA.

O custo de mão de obra está compilado na Tabela 5.

Tabela 5 - Custo de mão-de-obra para VAA, subconjunto Roda e Pneu.

Roda e Pneu	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal
			VAA	VAA
produção	R\$ 1.186,00	2,2	0	R\$ 0,00
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	2	R\$ 26.848,80
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0,25	R\$ 3.356,10
equipes de apoio				
manutenção <sup>(1)</sup>	R\$ 1.615,00	2,2	0	R\$ 0,00
qualidade	R\$ 1.814,00	2,2	0,2	R\$ 798,16
compras	R\$ 4.555,00	2,2	1,2	R\$ 12.025,20
total:				R\$ 43.028,26

Fonte: Produção própria.

Implementar-se-á a logística de entregas *just-in-time* para o caso VAA. Logo, os custos para espaço físico apresentado será como a equação 8.

$$C_{\text{espaço físico "just in time"}} = R\$ 0,00$$

Equação 8 - Custo do Espaço Físico para just-in-time, VAA.

O custo total da estratégia está compilado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo total para VAA, subconjunto Roda e Pneu.

VAA	Custo
peças	R\$ 3.385.800,00
mão - de - obra	R\$ 43.028,26
espaço físico	R\$ 0,00
custo total	R\$ 3.428.828,26

Fonte: Produção própria.

Não foi considerado ainda nestes custos o custo do serviço que será cobrado pelo montador VAA. Uma análise de sensibilidade para verificar se o *business case* será positivo para os elos da cadeia é desenvolvida na seção 3.5.

### 3.3.4 Comparação entre estratégias

Analizando os dados expostos anteriormente verifica-se que a estratégia VAA é a mais vantajosa do ponto de vista financeiro - uma análise mais profunda dos quesitos financeiros para esta estratégia é apresentada na seção 3.5. Porém este não é o único quesito a ser considerado para comparação das estratégias.

Observa-se também que a área liberada para aumento da produção é significativa e auxiliaria muito no caso de fábricas que já não possuem mais espaço físico para expandir os negócios.

Apesar destas vantagens, a estratégia VAA ainda é desconhecida e traz uma série de riscos e incertezas para o processo. Estas incertezas estão tanto na parte legal quanto na parte contratual, que ainda não é conhecida pela montadora. Dependendo das diretrizes da empresa, isto inviabiliza o projeto.

Já a estratégia *Tier 1* é a menos vantajosa do ponto de vista econômico, porém é

uma alternativa segura e tradicional. A montadora já está acostumada a lidar com esta estratégia e os contratos e as questões legais já estão todas resolvidas. Além disso, ela também tem a vantagem de liberar espaço da montadora e permitir o aumento de produção.

No caso de uma fábrica que não esteja com restrição de espaço físico (isto é, que o espaço não seja um fator limitante no crescimento do faturamento da empresa) a manufatura tradicional continua sendo uma boa opção. Isto porque o custo é inferior ao da estratégia *Tier 1* e é mais seguro do ponto de vista de implementação do que a estratégia VAA.

Outro quesito importante que se deve considerar é a questão do transporte. A Figura 17 apresenta um esquema representativo das movimentações que estão sob responsabilidade da montadora em cada caso.

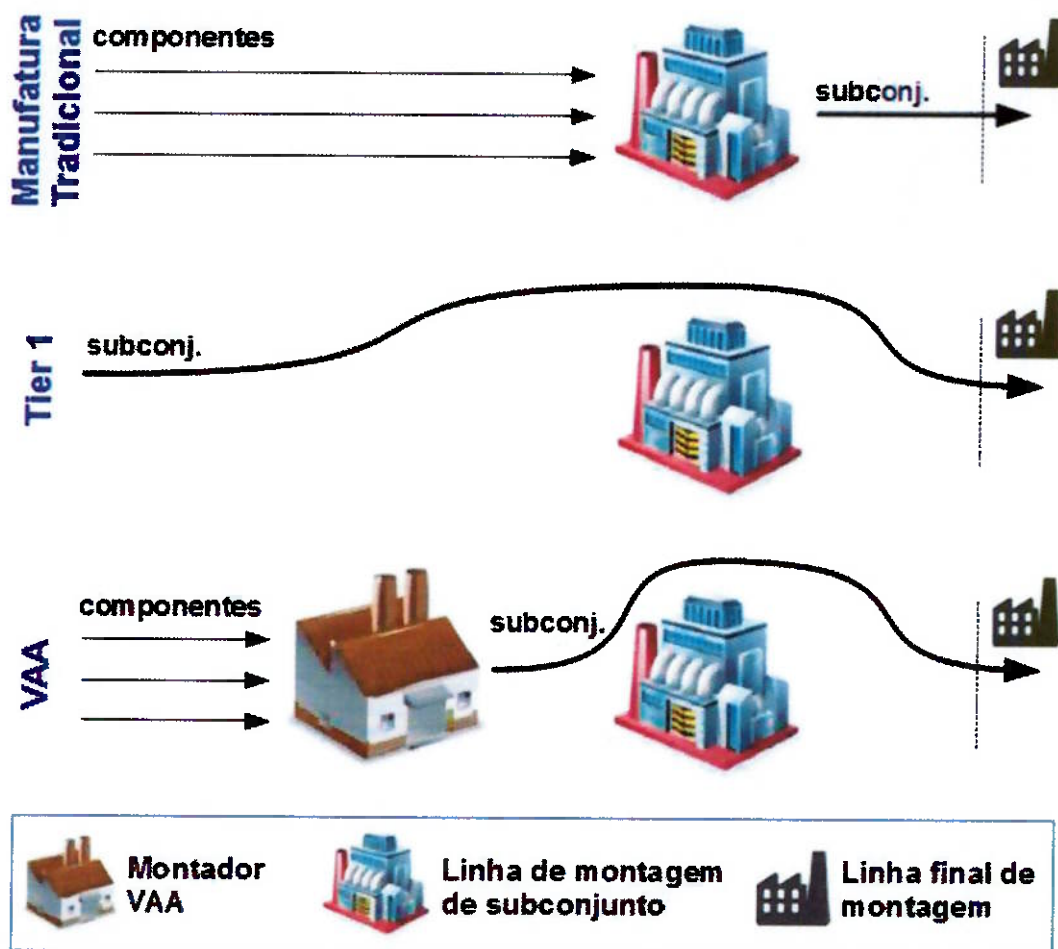


Figura 17 - Estratégias de manufatura para subconjunto Roda e Pneu.

Fonte: Produção própria.

Na manufatura tradicional, a montadora somente é responsável pelo transporte das peças do subconjunto para sua fábrica. O transporte de subconjuntos montados, conforme já estudado, é feita automaticamente através de esteiras.

A manufatura *Tier 1* é a melhor estratégia no aspecto logístico, uma vez que a montadora somente é responsável pelo transporte dos subconjuntos montados até sua fábrica.

A estratégia VAA apresenta-se como a pior estratégia neste aspecto, uma vez que a montadora fica responsável tanto pela movimentação dos componentes até o *site* do montador VAA como pelo transporte dos subconjuntos montados até sua fábrica.

Mais uma vez vale citar que estas vantagens e desvantagens não necessariamente são decisivas para a escolha de uma das estratégias. Será sim mais um fator a ser considerado e ponderado junto aos objetivos estratégicos da empresa.

### **3.4 Estudo de cenários: subconjunto Suspensão Dianteira**

#### **3.4.1 Manufatura tradicional**

##### **Logística Interna:**

Neste caso, a carga de trabalho da equipe de Manuseio de Materiais é bastante alta. Como já mencionado, na manufatura tradicional, toda a movimentação interna de peças é executada pela própria montadora. Neste caso, a movimentação ocorre tanto no *site* da linha principal quanto no *site* onde é montado o subconjunto.

O primeiro passo é o recebimento e o transporte das peças entregues do fornecedor até o estoque de componentes. Apesar de se tratar de uma quantidade grande de

peças, possuem um volume baixo e não tem um impacto tão significativo no espaço ocupado no estoque quanto o subconjunto de rodas e pneus.

Conforme o croqui da estação de trabalho, existem *bins* que armazenam as peças que serão usadas durante a montagem. Diferentemente do que ocorre com o subconjunto de rodas e pneus, a suspensão é fabricada por lotes - um grupo de peças com a mesma configuração é agrupada e montada antes de mudar para a próxima configuração. Assim, não é necessário manter no estoque em processo (*bins* da linha) peças diferentes para cada configuração.

O manuseio trabalha na estratégia de manter 2 *bins* com as peças que serão montadas no período. Assim, é possível trabalhar sob demanda – como manuseio fazendo rondas na planta e verificando os *bins* que estão vazios. Os recolhe e transporta até o estoque. Retira então um novo lote de peças para substituir o *bin* vazio e entrega no ponto de uso.

O grande benefício de trabalhar desta maneira é reduzir o volume de estoque em processo, podendo abastecer a linha conforme sua necessidade. Isto faz com que as estações de trabalho sejam mais enxutas e organizadas.

Além do abastecimento da linha com os componentes do conjunto, também será necessário o transporte de subconjuntos montados até o estoque de produtos acabados. Estas peças serão armazenadas até o final da produção, de onde serão embarcadas e dirigidas até o site de montagem final. Este transporte é também é feito por uma empresa especializada que presta serviços à montadora.

Chegando até o *site* da linha principal, a equipe de manuseio é responsável pelo recebimento dos subconjuntos montados, o transporte e a alocação do estoque de peças acabadas. Posteriormente, também será feito o sequenciamento das peças e a entrega até o ponto de uso.

A carga de trabalho da equipe de manuseio de materiais para este subconjunto é alta e envolve diversos profissionais. Apesar disso, o processo apresenta o benefício

de não ocupar espaço físico da linha principal. Seria possível reduzir o trabalho da equipe de Manuseio caso o conjunto fosse montado no mesmo site da linha principal, ocupando um espaço que poderia ser alocado para o aumento da produção. Obviamente, a intenção não é obstruir ainda mais o espaço da linha principal. Desta forma, o estudo de caso desta condição é negativo – não é vantajoso ser implementado.

### **Logística externa:**

O esquema de responsabilidades definidos para o subconjunto de rodas e pneus também pode ser aplicado a este caso. Todos os quesitos levantados no primeiro caso também se fazem válidos neste último.

Isto significa que pode-se manter com os fornecedores deste subconjunto um contrato de transporte de peças através de uma empresa terceirizada, regulada através do *incoterm* FCA e trabalhando no esquema de *milk-run*.

A única diferença é que o número de fornecedores envolvidos é maior, considerando-se que o número de peças fornecidas é mais extenso. Isto impactará na rota a ser definida para o *milk-run* e será necessário que a empresa transportadora execute trabalhos minuciosos de controle de rotas, para minimizar os trajetos percorridos entre os fornecedores. Como logística externa é um aspecto que impacta bastante no custo do processo de toda a cadeia, esta otimização deve ser cobrada constantemente da empresa de transporte.

### **Controle de estoque:**

Neste subconjunto há três estoques envolvidos - o estoque de componentes, o estoque de subconjuntos montados (ambos no *site* da montagem do subconjunto) e o estoque de subconjuntos montados (no *site* da linha principal). Diariamente, é feito o controle das peças existentes no estoque do site da linha principal e avaliado quais as suspensões que atingiram um nível "crítico" e que, portanto, devem ser solicitadas. Esta necessidade é informada à planta montadora de subconjuntos e

definirá o planejamento da produção do dia seguinte.

Os fornecedores de componentes também já possuem o planejamento de produção e as entregas são baseadas nestas informações. O esquema de solicitação também é feito da mesma maneira - o estoque de componentes é avaliado e é emitida uma solicitação de quais componentes deverão ser entregues no dia seguinte.

A maneira mais fácil de emitir essas solicitações é através de *softwares* automáticos que são alimentados pelos funcionários da montadora. Este *software* já reflete diretamente no fornecedor, evitando falhas de comunicação e eliminado o risco de falhas humanas.

### **Equipes de apoio:**

As responsabilidades descritas no caso do subconjunto de rodas e pneus também são aplicáveis para este caso.

A Engenharia de Manufatura também é responsável por toda a linha de montagem do subconjunto, desde a definição das estações de trabalho, balanceamento da linha, instalação dos equipamentos até o controle de produção e resolução de problemas. Neste caso, as máquinas são mais simples por serem menos específicas a este determinado processo (apertadeiras, transportadores, etc). Logo a Engenharia de Manufatura tem uma carga menor neste caso do que no caso do subconjunto anterior.

A Engenharia de Produto também é responsável por todo o desenvolvimento das peças, conforme explicado no caso anterior. Porém, este subconjunto é mais complexo do que o anterior, pois envolve mais fornecedores, mais especificações e mais variáveis do carro a serem analisadas durante o projeto. Logo, é bom que o desenvolvimento da suspensão esteja bem integrado com o desenvolvimento do carro em geral. A estratégia de manufatura proporciona esta total integração, uma vez que o projeto de ambos ocorre em paralelo.



A equipe de Manutenção também é responsável pelo controle de toda a linha descrita. As máquinas usadas nesta linha são simples e bastante usadas em diversas outras estações de trabalho. Devido ao seu custo de operação, não é vantajoso manter um controle rígido sobre o funcionamento para estabelecer uma política de manutenção preditiva. Logo, foi estabelecido para a linha inteira a estratégia de manutenção preventiva, totalmente planejada e executada pela própria montadora.

Assim como no subconjunto anterior, a equipe de Qualidade tem a responsabilidade de identificar problemas e solucioná-los junto aos fornecedores. Como a quantidade de fornecedores é maior, tem-se uma dificuldade um pouco maior de lidar com os problemas que surgem e a carga de trabalho para este subconjunto é maior nesta etapa. Porém, este subconjunto não possui alinhamentos críticos, que devem ser conferidos e retrabalhados. Todos os apertos críticos são feitos com apertadeiras eletrônicas, eliminando o risco de erros. Desta forma, a carga de trabalho da equipe de Qualidade é reduzida neste quesito.

A equipe de Compras precisa lidar com uma quantidade maior de contratos e de qualificações de fornecedores, aumentando a carga de trabalho da seção.

### **Custos:**

Calculam-se os custos para este subconjunto da mesma forma apresentada para o subconjunto anterior. O cálculo de custos para materiais é calculado na equação 9:

$$C_{peças} = \frac{2 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 87,00}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 1.378.080,00/\text{mês}$$

Equação 9 - Custo de Peças para Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Fica evidente que o custo deste subconjunto é muito inferior ao custo total de peças de subconjuntos rodas e pneus. Isto se deve não só ao preço unitário, mas principalmente ao volume de subconjuntos consumidos.

Soma-se ao anterior o custo da mão-de-obra envolvida, que está compilada na Tabela 7.

Tabela 7 - Custo de mão-de-obra para Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

<u>Suspensão Dianteira</u>	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal
			Man. Trad.	Man. Trad.
produção	R\$ 1.186,00	2,2	4	R\$ 10.436,80
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	4	R\$ 24.408,00
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0,25	R\$ 1.525,50
equipes de apoio	manutenção <sup>(1)</sup>	2,2	0,2	R\$ 323,00
	qualidade	2,2	0,5	R\$ 907,00
	compras	2,2	2	R\$ 9.110,00
<b>total:</b>				<b>R\$ 36.273,50</b>

Fonte: Produção própria.

Para este subconjunto, utilizando a estratégia de manufatura tradicional, serão considerados três espaços distintos para o cálculo. O primeiro é a área de produção localizada dentro da linha de submontagem, de 225 m<sup>2</sup>. O segundo é o estoque mantido dentro do site da linha de submontagem – 20 m<sup>2</sup>. O terceiro é a área de estoque dentro da linha principal, de 15 m<sup>2</sup>. Somando as áreas, chega-se a um total de 260 m<sup>2</sup> dedicados a este subconjunto. Calcula-se então na equação 10.

$$C_{\text{espaço físico}} = 260 \text{ m}^2 * \frac{R\$ 215,00}{\text{m}^2} = R\$ 55.900,00/\text{mês}$$

Equação 10 - Custo de Espaço Físico para Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

O custo total da estratégia pode ser visualizado na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo total para Manufatura Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Man. Tradicional	Custo
peças	R\$ 1.378.080,00
mão - de - obra	R\$ 36.273,50
espaço físico	R\$ 55.900,00
custo total	R\$ 1.470.253,50

Fonte: Produção própria.

### 3.4.2 Tier 1

#### **Logística Interna:**

A estratégia *Tier 1* apresenta uma grande vantagem para este subconjunto no quesito logística interna. Isto porque toda a movimentação de peças dentro da fábrica e entre os sites da montadora deixa de ocorrer.

Nesta estratégia, a montadora somente fica responsável pelo recebimento das peças dentro do site da linha principal, o transporte até o estoque de peças acabadas, seu sequenciamento e a entrega no ponto de uso. Consegue-se eliminar dois estoques e reduzir a área ocupada pela estação de montagem.

Diferentemente do caso do subconjunto de roda e pneu, neste caso a montadora já possui uma estratégia interna para fazer o sequenciamento dos subconjuntos e os estoques não são tão volumosos quanto no caso de rodas e pneus. Desta forma, não é necessário que os subconjuntos venham já sequenciados do fornecedor. Isto traz o benefício de que o fornecedor não precisa atender o *mix* de produção, não tem prazos de entrega tão apertados e consequentemente não tem a grande necessidade de estar fisicamente próximo à montadora.

#### **Logística Externa:**

A logística externa estabelecida para este subconjunto pode ser a mesma estabelecida para o subconjunto anterior. Também haverá uma redução na quantidade de material recebido dentro da montadora, uma vez que só será recebido o conjunto montado e toda a entrada de peças no site de montagem de subconjunto pode ser eliminada. E, neste caso, não há a necessidade de exigir o sequenciamento do fornecedor.

A suspensão dianteira é montada em uma região da linha principal que não permite a adaptação de forma a receber os conjuntos sequenciados do fornecedor diretamente no ponto de uso. Isto significa que sempre será necessário manter um

estoque dentro da montadora. Desta forma, já tendo este espaço alocado, é possível manter o sequenciamento dentro da montadora e abrir um leque maior de fornecedores capazes de atender às exigências. Caso este sequenciamento pelo fornecedor seja possível (o fornecedor consiga atender ao *mix* de produção no prazo estabelecido), os ganhos deste trabalho também poderiam ser reportados dentro desta estratégia.

### **Controle de Estoque:**

No caso do subconjunto de suspensão dianteira a responsabilidade de controle de estoque da montadora é muito reduzida. Todo o estoque de componentes e o estoque de peças montadas dentro do site de montagem de subconjunto podem ser eliminados. A montadora fica apenas responsável pelo estoque de subconjuntos montados dentro do site da linha principal.

Isto reduz muito a quantidade de informações que transitam da montadora para os diversos fornecedores. Mesmo se o sequenciamento continuar a fazer parte do escopo da montadora, e equipe de controle de estoque tem a sua carga de trabalho significativamente reduzida quando aplicada esta estratégia.

### **Equipes de apoio:**

As responsabilidades das equipes de apoio para este subconjunto são as mesmas definidas para o subconjunto de rodas e pneus.

A Engenharia de Manufatura tem sua carga de trabalho reduzida, uma vez que uma linha de montagem deixa de fazer parte de seu escopo - toda a definição de estratégias de produção, definição de metas, controle, entre outros passa a fazer parte do escopo do fornecedor. A montadora não tem nenhuma participação na definição da linha de montagem do fornecedor. Para este subconjunto esta redução não se mostra muito significativa uma vez que esta linha não apresenta grandes dificuldades em ser implementada - as máquinas e processos envolvidos são largamente conhecidos e utilizados inclusive em outros pontos da produção.

A Engenharia de Produto também tem sua carga reduzida, uma vez que passa a responsabilidade do desenvolvimento do subconjunto para o fornecedor. Porém, no caso da suspensão, o fornecedor necessitará de um envolvimento constante da montadora, uma vez que serão necessários diversos dados do projeto inteiro do veículo. O efetivo desenvolvimento de desenhos, tolerâncias e o trabalho junto ao departamento de compras para qualificação de fornecedores pode ser repassado ao fornecedor.

O Departamento de Qualidade também delega algumas de suas responsabilidades ao fornecedor se comparado à estratégia de manufatura tradicional. Ao invés de ser responsável por lidar com todos os problemas relacionados à qualidade dos componentes entregues, esse departamento passa a apenas controlar o conjunto montado. Os problemas a serem resolvidos são tratados apenas com um fornecedor, que fica responsável em redirecionar e conduzir a solução junto com os fornecedores das peças. No caso deste subconjunto, este ganho é bastante significativo considerando a quantidade de fornecedores que estão envolvidos.

O Departamento de Manutenção deixa de ser responsável pela linha deste subconjunto, uma vez que todas as máquinas deixam de operar dentro da montadora.

O Departamento de Compras reduz a quantidade de contratos sendo administrados, uma vez que passa a somente administrar o contrato do fornecedor do subconjunto montado. Assim como já mencionado na Engenharia de Produtos, o processo de qualificação de fornecedores na parte de compras também é facilitado.

### **Custos:**

O custo das peças para este subconjunto está apresentado na equação 11.

$$C_{peças} = \frac{2 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 110,00}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 1.742.400,00/\text{mês}$$

Equação 11 - Custo das Peças para *Tier 1*, subconjunto Suspensão Dianteira.

O custo da mão-de-obra está compilado na Tabela 9.

Tabela 9 - Custo de estocagem para *Tier 1*, subconjunto Suspensão Dianteira.

<u>Suspensão Dianteira</u>	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal
			Tier 1	Tier 1
produção	R\$ 1.186,00	2,2	0	R\$ 0,00
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	1	R\$ 6.102,00
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0	R\$ 0,00
equipes de apoio	R\$ 1.615,00	2,2	0	R\$ 0,00
manutenção <sup>(1)</sup>	R\$ 1.814,00	2,2	0,1	R\$ 181,40
qualidade	R\$ 4.555,00	2,2	0,25	R\$ 1.138,75
compras				
total:				R\$ 7.422,15

Fonte: Produção própria.

Mesmo aplicando a estratégia *Tier 1*, considerou-se vantajoso manter o estoque de peças acabadas dentro da montadora. Logo, este espaço será considerado na equação 12.

$$C_{\text{espaço físico}} = 15 \text{ m}^2 * \frac{R\$ 215,00}{\text{m}^2} = R\$ 3.225,00/\text{mês}$$

Equação 12 - Custo do Espaço Físico para *Tier 1*, subconjunto Suspensão Dianteira.

Logo tem-se o custo total da estratégia na Tabela 10.

Tabela 10 - Custo total para *Tier 1*, subconjunto Suspensão Dianteira.

Tier 1	Custo com estoque
peças	R\$ 1.742.400,00
mão - de - obra	R\$ 7.422,15
espaço físico	R\$ 3.225,00
custo total	R\$ 1.753.047,15

Fonte: Produção própria.

### 3.4.3 Value Added Assemble (VAA)

#### **Logística Interna:**

Na estratégia VAA, a logística interna da montadora é igual a estabelecida no caso do *Tier 1*. Também pode-se contar com a vantagem de eliminar 2 estoques e toda a movimentação de peças dentro do sítio de montagem do subconjunto. Somente permaneceria no processo a movimentação de peças acabadas dentro do *site* da linha principal.

Mais uma vez, para o caso do VAA fica mais fácil estabelecer o site do montador terceirizado próximo à localização da linha principal. Com isso, pode-se também transferir a responsabilidade de sequenciamento para o fornecedor VAA. Este cenário teria o benefício de eliminar esta tarefa dentro do site, porém, pelos motivos já explicitados anteriormente, não seria possível uma entrega *just-in-time* diretamente no ponto de uso. Isto ainda geraria a necessidade de manter um estoque de peças acabadas dentro da montadora.

A estratégia de sequenciamento também impactaria em uma maior quantidade de entregas sendo feitas diariamente, impactando na movimentação de peças dentro da montadora. Analisando os dois cenários, verificou-se que, estritamente por questões logísticas é mais vantajoso manter o sequenciamento dentro da montadora e manter as entregas diárias, não obstruindo mais a área de entrega que já é crítica.

#### **Logística externa:**

A logística externa no caso da suspensão dianteira se assemelha muito ao estabelecido para a manufatura tradicional. Isso porque assim como na manufatura tradicional, toda a movimentação de peças (entre o fornecedor de componentes e o montador VAA e entre o montador VAA e a montadora) são responsabilidade da montadora. As mesmas análises feitas para o subconjunto de rodas e pneus são válidas para este caso, exceto as considerações sobre sequenciamento.

É importante ressaltar que, assim como nas duas estratégias anteriores aplicadas a



este subconjunto, a quantidade de entregas é consideravelmente menor se comparado ao subconjunto de rodas e pneus. Isto porque, o fato de os conjuntos serem sequenciados na planta permite entregas diárias, o que não seria possível no caso de serem sequenciadas pelo montador VAA.

### **Controle de Estoque:**

Diferentemente do estudo feito para o subconjunto de rodas e pneus, neste caso o estoque de peças acabadas não será eliminado da montadora. Desta forma, o controle do estoque deve ser feito da mesma forma estabelecida para a manufatura tradicional. Além disso, o modo de transmissão de necessidade de produção para o montador VAA também pode ser feito da mesma maneira aplicada para o site de montagem da própria montadora. Basta para isso que os sistemas usados sejam os mesmos ou, pelo menos, se comuniquem perfeitamente.

No entanto, há uma semelhança com o subconjunto de rodas e pneus na questão de controle do estoque do montador VAA. A montadora é responsável pelo controle das peças de componentes dentro do montador VAA, pois ela é a responsável fiscal pelas peças. Para esta questão, apresenta-se as mesmas duas soluções propostas para o subconjunto anterior: inserir um representante da montadora no site do montador VAA ou implementar estratégias de VAA. As vantagens e desvantagens apresentadas para cada um dos cenários continuam válidas para este estudo.

### **Equipes de apoio:**

A Engenharia de Manufatura no caso do montador VAA continua a ser responsabilidade da montadora. Ela será responsável por definir todo o processo dentro da linha do montador VAA. No caso da linha de suspensão, os processos já estão definidos e foram largamente estudados dentro da montadora. Logo, a mesma estratégia poderia ser usada dentro do montador VAA, com a transferência de todas as máquinas para o novo site. Novamente neste caso é muito importante estabelecer um contrato de prestação de serviços de longo prazo e bastante criterioso, visando manter o bom relacionamento entre as duas partes envolvidas.

A Engenharia de Produto também permanece dentro da montadora e, portanto, todo o desenvolvimento do produto fica centralizado em um só local. Diferentemente do subconjunto de rodas e pneus, neste caso esta centralização pode ser vista como uma vantagem. Isto porque o desenvolvimento da suspensão envolve mais critérios relacionados às especificações do projeto do carro como um todo. Logo, é interessante que os engenheiros façam parte de uma equipe conjunta, que é bastante facilitada no caso de fazerem parte da mesma organização.

A equipe de Manutenção tem a carga de trabalho reduzida, uma vez que a responsabilidade pela linha de suspensão é transferida para o montador VAA, incluindo a compra de peças para reposição, instalações que se façam necessárias, etc. No caso desta linha, as máquinas usadas são bastante simples e não apresentam alto nível de paradas, o que reduz a importância desta terceirização.

A equipe de Qualidade também transfere parte de sua responsabilidade para o montador VAA. Assim como no subconjunto anterior, a responsabilidade de identificar os problemas e encaminhar soluções junto ao fornecedor pode ser transferida ao montador VAA, passando a montadora apenas a fazer um papel de coordenação e qualificação dos fornecedores.

Além disso, como toda a linha do montador VAA foi planejado pelos mesmos engenheiros que trabalham na montadora e considerando que o alinhamento e integração entre as duas empresas é maior, garante-se que o nível de qualidade dentro do montador VAA é o mesmo da montadora. Isto faz com que todas as verificações de qualidade dos subconjuntos montados sejam desnecessárias. Porém, como já dito anteriormente, o esforço gasto com esta tarefa não é muito significativo, uma vez que todos os apertos já são efetuados através de apertadeiras eletrônicas com paradas de linha.

Como já explicado anteriormente, a equipe de Compras tem a carga de trabalho aumentada no caso de VAA. Para este caso particular, isto representa um problema ainda maior do que o verificado no caso de rodas e pneus e devido à quantidade de

fornecedores envolvidos.

### Custos:

Para a estratégia VAA utilizar-se-ão exatamente as mesmas considerações e estimativas já justificadas para o subconjunto anterior. Pode-se então calcular os custos de peças na equação 13.

$$C_{peças} = \frac{2 \text{ subconjuntos}}{\text{carro}} * \frac{45 \text{ carros}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{dia}} * \frac{22 \text{ dias}}{\text{mês}} * \frac{R\$ 82,65}{\text{subconjunto}}$$

$$= R\$ 1.309.176,00/\text{mês}$$

Equação 13 - Custo de Peças para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira.

Os custos com mão-de-obra estão resumidos na Tabela 11.

Tabela 11 - Custo de mão-de-obra para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira.

<u>Suspensão Dianteira</u>	piso salarial	Fator multipl.	Funcionários Envolvidos	Custo mensal
			VAA	VAA
produção	R\$ 1.186,00	2,2	0	R\$ 0,00
eng. de produto	R\$ 6.102,00	2,2	4	R\$ 24.408,00
eng. de manufatura	R\$ 6.102,00	2,2	0,25	R\$ 1.525,50
equipes de apoio				
manutenção <sup>(1)</sup>	R\$ 1.615,00	2,2	0	R\$ 0,00
qualidade	R\$ 1.814,00	2,2	0,1	R\$ 181,40
compras	R\$ 4.555,00	2,2	2,1	R\$ 9.565,50
<b>total:</b>				<b>R\$ 35.680,40</b>

Fonte: Produção própria.

Assim como na estratégia *Tier 1*, neste caso também foi considerado vantajoso por questões logísticas manter um estoque de peças prontas dentro da montadora. Então este custo também será considerado na Equação 14.

$$C_{\text{espaço físico}} = 15 \text{ m}^2 * \frac{R\$ 215,00}{\text{m}^2} = R\$ 3.225,00/\text{mês}$$

Equação 14 - Custo de Espaço Físico para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira.

Logo, os custos totais da estratégia encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Custo total para VAA, subconjunto Suspensão Dianteira.

VAA	Custo
peças	R\$ 1.309.176,00
mão - de - obra	R\$ 35.680,40
espaço físico	R\$ 3.225,00
custo total	R\$ 1.348.081,40

Fonte: Produção própria.

De forma análoga ao subconjunto anterior, a análise de sensibilidade dos resultados expostos está apresentada na seção 3.5.

#### 3.4.4 Comparação entre as estratégias

Para o subconjunto da suspensão dianteira a estratégia VAA é ainda mais arriscada uma vez que não foi possível estabelecer se realmente esta seria a melhor estratégia do ponto de vista financeiro – a diferença entre o custo da estratégia aplicada atualmente e a estratégia VAA não é muito significativa. Então, além de todas as incertezas já inerentes a este processo, ainda constata-se o risco do *business case* ser negativo.

A estratégia *Tier 1* também apresenta um custo mais elevado, mais é uma alternativa ainda mais segura quando é necessário reduzir o espaço ocupado com subconjuntos e liberar espaço para a linha principal.

Neste caso, a linha de subconjuntos já está separada da linha principal, não ocupando o seu espaço. A vantagem de aumentar o potencial de produção da linha principal não é aplicável neste caso. Portanto, a estratégia de manufatura tradicional torna-se mais vantajosa, principalmente devido ao fato de manter todo o desenvolvimento e produção de um componente crítico dentro da própria montadora.

Analisando a logística de peças, apresenta-se a Figura 18.

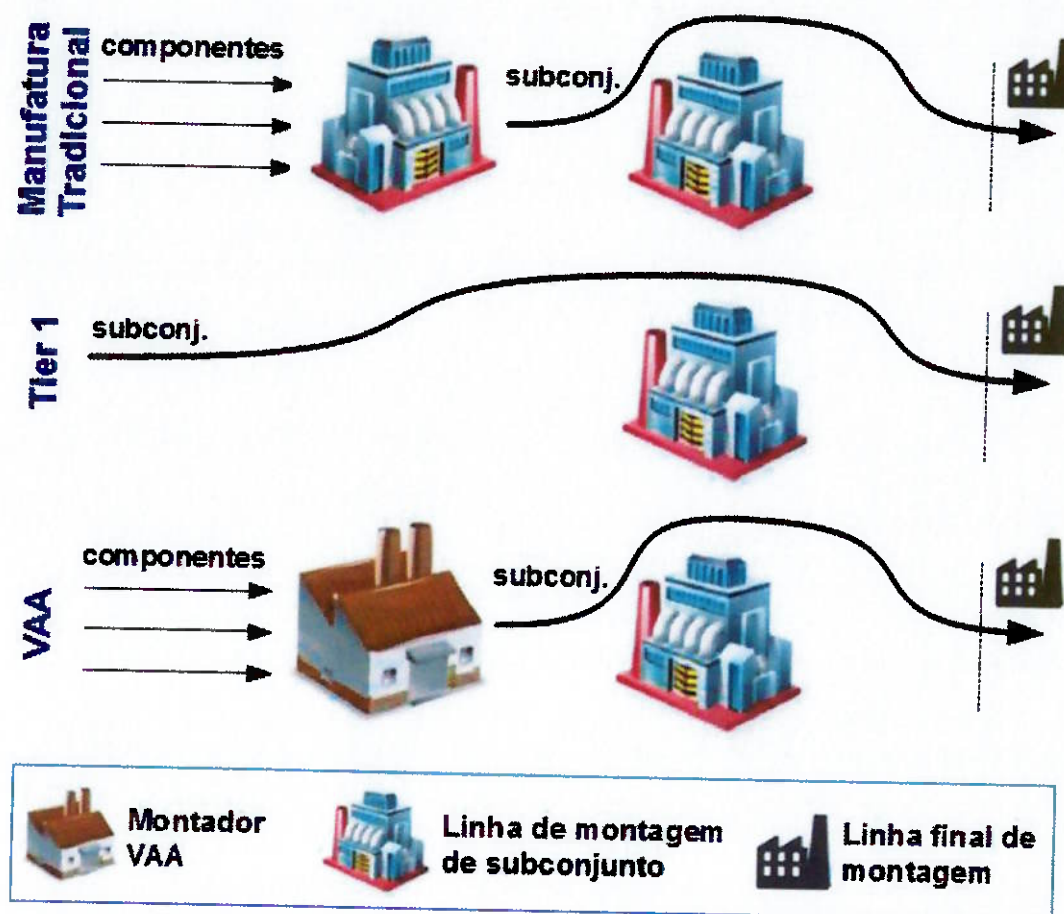


Figura 18 - Estratégias de manufatura para subconjunto Suspensão Dianteira.

Fonte: Produção própria.

Para este subconjunto, as estratégias Manufatura Tradicional e VAA são semelhantes no quesito logístico. Isto porque a montadora é responsável tanto pela movimentação dos subconjuntos até a área de montagem, quanto por trazer os subconjuntos montados até a fábrica. Logo, este aspecto não pode ser usado como base de comparação entre as duas estratégias.

Porém, a estratégia *Tier 1* continua como a melhor solução logística para a montadora, uma vez que ela só é responsável por uma etapa do transporte – de subconjuntos montados.

### 3.5 Análise de Sensibilidade

Esta seção tem a intenção de apresentar alguns cenários de custo, a fim de verificar

em quais deles a estratégia VAA apresenta um *business case* positivo. Em todos eles será necessário fazer algumas estimativas, uma vez que a empresa VAA ainda não está estabelecida no mercado.

A intenção em todos os casos é apresentar o modelo “ganha – ganha” definido em Corrêa & Corrêa (2012). Neste modelo, a preocupação é que toda a cadeia seja beneficiada, e não apenas a empresa foco do estudo (no caso, a montadora). Logo, os cenários que não se apresentarem como vantajosos, tanto para a montadora, quanto para o elo estudado para ser o fornecedor da cadeia (montador VAA), serão descartados.

### 3.5.1 Cenário 1: sem redução de custos para a montadora

Neste cenário, a montadora está disposta a desembolsar o mesmo montante já gasto atualmente na estratégia já em uso (Manufatura Tradicional). Isto é, o montante que será considerado como receita para o montador VAA será a diferença entre o que é gasto pela montadora com a estratégia usada atualmente e o gasto que a montadora teria com a aplicação do VAA.

Além disso, o custo operacional considerado para o cálculo da margem de lucro do montador VAA é o custo de mão-de-obra, acrescido do custo com espaço físico utilizado atualmente na montadora. Isto porque todo o espaço físico e a mão-de-obra dedicados aos subconjuntos passarão a fazer parte do montador VAA. Além disso, será considerada uma margem de segurança de 30% acima deste custo, estimada de forma a incluir a mão-de-obra especializada necessária na gerência do negócio e os custos fixos não considerados.

O ganho deste cenário para a montadora não é tangível financeiramente, a princípio. Refere-se então ao objetivo estratégico de liberar recursos da empresa para focar no *core business* – isto é, liberar mão-de-obra, espaço físico, entre outros para que a montadora possa focar na sua atividade principal.

Para o montador VAA, o ganho seria a margem de lucro verificada nas Tabelas 13 e

14.

Tabela 13 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 3.690.514,80
Gasto da montadora com VAA	R\$ 3.428.828,26
Receita do montador VAA	R\$ 261.686,54
Custo operacional	R\$ 164.469,24
Lucro do montador VAA	R\$ 97.217,30
Margem de lucro	37,15%

Fonte: Produção própria.

Tabela 14 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 1.470.253,50
Gasto da montadora com VAA	R\$ 1.348.081,40
Receita do montador VAA	R\$ 122.172,10
Custo operacional	R\$ 110.043,05
Lucro do montador VAA	R\$ 12.129,05
Margem de lucro	9,93%

Fonte: Produção própria.

Conclui-se que, para o caso de rodas e pneus, este cenário apresenta grande vantagem para ambos os elos da cadeia, uma vez que libera um grande espaço da fábrica para a montadora e apresenta um *business case* positivo (e com grande margem de lucro) para o montador VAA. Este cenário deve ser considerado pela montadora como um potencial substituto ao cenário atualmente implementado.

No caso da suspensão dianteira, o cenário é diferente. Primeiro, como já mencionado, o fato de a suspensão ser montada em um *site* diferente da linha principal elimina a vantagem de liberar espaço para expansão para a montadora. A montadora conta então com a vantagem de parar de executar atividades fora de seu *core business*. Já o montador VAA assume uma incerteza financeira grande, uma vez que a margem de lucro calculada é baixa e os custos ora considerados são



estimados. Qualquer pequena alteração nos custos poderia resultar em um *business case* negativo.

O interessante neste caso seria atrelar a fabricação dos dois subconjuntos – isto é, a montadora estabelece que o montador VAA, para assumir o negócio de montagem de rodas e pneus que apresenta uma boa margem de lucro, deve também assumir o de montagem da suspensão dianteira, que apresenta uma margem de lucro duvidosa. Desta forma, há uma compensação na margem de lucro para o montador VAA dentre os subconjuntos trabalhados, de forma a tornar o negócio frutífero a ambos os elos da cadeia.

As estimativas apresentadas neste cenário serão a base para os demais cenários, onde serão alterados alguns parâmetros e discutidos os efeitos no resultado.

### 3.5.2 Cenário 2: sem descontos nas peças

Neste caso, será analisada a possibilidade de manter o negócio caso a estimativa de redução de custos com peças seja infundada – isto é, se as negociações com fornecedores devido ao aumento de volume não trouxerem redução de custo.

As Tabelas 15 e 16 apresentam os resultados para este cenário.

Tabela 15 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Manufatura Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 3.690.514,80
Gasto da montadora com VAA	R\$ 3.607.028,26
Receita do montador VAA	R\$ 83.486,54
Custo operacional	R\$ 164.469,24
Lucro do montador VAA	-R\$ 80.982,70
Margem de lucro	-97,00%

Fonte: Produção própria.

Tabela 16 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 1.470.253,50
Gasto da montadora com VAA	R\$ 1.421.108,26
Receita do montador VAA	R\$ 49.145,24
Custo operacional	R\$ 110.043,05
Lucro do montador VAA	-R\$ 60.897,81
Margem de lucro	-123,91%

Fonte: Produção própria.

Caso a montadora não consiga negociar os 5% de desconto na compra de peças juntamente aos fornecedores, o *business case* torna-se negativo para os dois subconjuntos estudados. Isto significa que este cenário é inviável para a cadeia como um todo. Para que o negócio seja vantajoso para o montador VAA, a montadora deveria ter um custo maior com a montagem deste subconjunto do que o praticado atualmente. Esta opção não invalida totalmente o negócio, uma vez que pode ser estrategicamente mais vantajoso para a montadora não trabalhar mais na montagem destes subconjuntos do que ter um custo menor.

Logo, o cenário deve ser bem estudado por ambos os elos para que se chegue a uma situação vantajosa para todos.

### 3.5.3 Cenário 3: custo operacional do montador VAA é o dobro do praticado na montadora

Até este momento estudou-se o custo operacional do montador VAA sendo 30% superior ao praticado na montadora. Porém, pode-se chegar à conclusão de que este custo é impraticável devido a diversos fatores que ainda podem ser desconhecidos neste momento da análise. Logo, faz-se necessária uma análise dos resultados caso o estimado esteja bastante equivocado. Por isso, aumenta-se a margem de segurança para 100% e os resultados estão resumidos nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 117 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 3.690.514,80
Gasto da montadora com VAA	R\$ 3.428.828,26
Receita do montador VAA	R\$ 261.686,54
Custo operacional	R\$ 253.029,60
Lucro do montador VAA	R\$ 8.656,94
Margem de lucro	3,31%

Fonte: Produção própria.

Tabela 18 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Item	Gasto
Gasto da montadora com man. Trad.	R\$ 1.470.253,50
Gasto da montadora com VAA	R\$ 1.348.081,40
Receita do montador VAA	R\$ 122.172,10
Custo operacional	R\$ 169.297,00
Lucro do montador VAA	-R\$ 47.124,90
Margem de lucro	-38,57%

Fonte: Produção própria.

Verifica-se que a margem de lucro para o subconjunto de Roda e Pneu é muito reduzida, neste caso. Este *business case* torna improvável (e muito arriscado) a participação do montador VAA. Para o subconjunto da Suspensão Dianteira o cenário é ainda mais crítico, uma vez que leva a um cenário de prejuízo para o montador VAA.

Mais uma vez, conclui-se que para que o cenário se torne positivo, a montadora deveria arcar com um custo maior do que o praticado com a manufatura tradicional (atualmente vigente). Novamente, os elos da cadeia devem considerar os riscos e os benefícios envolvidos para decidir, de acordo com a estratégia de cada empresa, se seria possível seguir com a parceria.

#### 5.3.4 Cenário 4: redução de custo de 5% para a montadora

Caso a montadora tenha uma meta de redução de custos de 5%, obtém-se os resultados mostrados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Roda e Pneu.

Item	Gasto
Gasto da pretendido pela montadora	R\$ 3.505.989,06
Gasto da montadora com VAA	R\$ 3.428.828,26
Receita do montador VAA	R\$ 77.160,80
Custo operacional	R\$ 164.469,24
Lucro do montador VAA	-R\$ 87.308,44
Margem de lucro	-113,15%

Fonte: Produção própria.

Tabela 20 - Cálculo da Margem de Lucro comparada à Man. Tradicional, subconjunto Suspensão Dianteira.

Item	Gasto
Gasto da pretendido pela montadora	R\$ 1.396.740,83
Gasto da montadora com VAA	R\$ 1.348.081,40
Receita do montador VAA	R\$ 48.659,43
Custo operacional	R\$ 110.043,05
Lucro do montador VAA	-R\$ 61.383,62
Margem de lucro	-126,15%

Fonte: Produção própria.

A partir dos dados da Tabela 20, conclui-se que a máxima redução de custo possível para a montadora a fim de tornar o *business case* positivo, no subconjunto Roda e Pneus, é de 2%. Isto representa um montante de R\$73.810,30 mensais (ou R\$885.723,55 anuais). *Business case* positivo, neste caso, é o cenário a partir do qual a margem de lucro do montador VAA é, no mínimo, de 10%.

Para o caso da Suspensão Dianteira, a margem de lucro já é baixa, e até mesmo 1% de redução já tornaria o *business case* negativo. Logo, não seriam possíveis reduções de custo para este subconjunto.

### **3.6 Aspectos contratuais da estratégia VAA**

A intenção deste item é discorrer brevemente sobre alguns aspectos contratuais que devem ser considerados quando da implantação da estratégia VAA em qualquer subconjunto. Este assunto não será abordado com profundidade uma vez que não constitui o objeto de análise. Porém, torna-se necessária a sua menção quanto a viabilidade da implantação do projeto devido aos riscos que apresenta.

O primeiro ponto que deve ser largamente discutido é a validade dos contratos estabelecidos. Como se pode ver durante o estudo apresentado, o envolvimento da montadora na implantação de uma nova empresa VAA é muito grande. A montadora deve encarar estes esforços dispendidos como um investimento que deve ter seu *pay-back* durante o tempo de contrato. Logo, para a montadora é vantajoso estabelecer contratos a longo prazo.

Outro aspecto importante é a exclusividade de serviços para a montadora. Em alguns casos a linha do montador VAA é implementada usando as máquinas fornecidas pela montadora, que deve considerar se este linha poderá ser usada para outros serviços prestados pelo fornecedor ou se exigirá a exclusividade da utilização de suas máquinas para a montagem de seus subconjuntos. Todas as restrições nesta utilização devem estar claramente explícitas em contrato para que não gerem conflitos.

O controle de estoque também é muito relevante para que a estratégia seja viável devido aos riscos fiscais envolvidos. Quando os componentes são enviados ao montador VAA, as peças não deixam de ser propriedade da montadora, visto a escolha do CFOP (Código Fiscal de Operações e Prestações) adequado à disponibilização de tal material. Dos pontos de vista fiscal e jurídico, a montadora disponibiliza apenas a posse temporária das peças ao montador VAA, além do direito deste de agregar valor aos componentes. Desta forma, avarias ou extravios no processo logístico de componentes e/ou subconjuntos montados são potenciais fontes de divergências no inventário e podem implicar, inclusive, em falhas no

processo de recolhimento de impostos. É importante, sendo assim, que os estoques físicos e virtuais estejam sempre em concordância e que ambas definam uma metodologia robusta para controle das peças. Disto advém a necessidade de um bom sistema de comunicação.

Dentro deste mesmo tópico deve-se considerar ainda a diretiva que será definida para os refugos do processo. Devem ser considerados dois riscos envolvidos nesta definição: caso os refugos sejam inteira responsabilidade da montadora, pode ser que o fornecedor VAA torne-se negligente e o número de ocorrências aumente consideravelmente. Caso todos os refugos sejam responsabilidade do montador VAA isto pode tornar o *business case* negativo para este, devido ao custo das peças. Logo, os dois integrantes do processo devem estabelecer a melhor combinação de responsabilidades, que seja viável e vantajosa para ambos os lados.

Como esta estratégia é nova para ambos os lados, é importante que seja dedicado bastante esforço nestas considerações iniciais, para que o contrato fique robusto e não apresente surpresas que poderiam inviabilizar o negócio em etapas futuras. Uma sugestão é buscar contratos já feitos em outros países em que o VAA já é largamente aplicado. Os termos ligados à legislação e tributação serão bastante diferenciados, porém os termos gerais poderão ser utilizados.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou as estratégias de manufatura que podem ser aplicadas em uma indústria automotiva, comparando as estratégias já aplicadas atualmente com uma nova estratégia VAA. Os quesitos para avaliação das estratégias podem ser muito distintos e variar não só entre empresas como também entre a situação atual enfrentada pela companhia.

É necessário ressaltar que é de extrema importância a participação dos diversos setores mencionados neste estudo na definição de uma nova estratégia dentro da fábrica. Isto porque se o estudo for feito simplesmente dentro da engenharia e dos departamentos financeiros serão perdidos detalhes muito importantes do chão de fábrica que podem alterar significativamente as conclusões tomadas.

O presente estudo teve a intenção de apresentar as questões técnicas envolvidas em cada uma das estratégias, com os seus benefícios e desvantagens. Porém, não tem a pretensão de definir uma melhor estratégia, uma vez que existem diversos outros aspectos que devem ser considerados – situação financeira da empresa, aspectos legais, riscos que a montadora está disposta a assumir, entre outros.

Como complementação ao estudo ora feito, sugere-se um aprofundamento na análise das implicações fiscais e tributárias envolvidas na implementação das estratégias *Tier 1* e VAA. Uma série de legislações nacionais e locais, inclusive específicas à indústria automobilística, torna fundamental a formação de um grupo multidisciplinar para a discussão da questão.

Também como proposta de futura investigação, os custos envolvidos na implementação das diferentes estratégias merecem atenção e aprofundamento. Este trabalho não objetiva estudar a fundo os impactos financeiros às montadoras, mas sim aborda o tema custo de modo a listar apenas seus principais componentes.



## REFERÊNCIAS

- ABGRALL-LÉVY, MICHEL. **Incoterms ICC 2000**. Disponível em <[http://transport.cnam.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID\\_FICHIER=1295877018253](http://transport.cnam.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHIER=1295877018253)>. Acesso em 07 jul. 2012.
- BRASIL. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: 2011. 158 p.
- BRASIL. Portal do Governo do Estado de São Paulo. **Indústria Automobilística**. Disponível em <[http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/historia\\_republica-industria-automobilistica](http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/historia_republica-industria-automobilistica)>. Acesso em 11 jun. 2012.
- CARANTI, José R. Arisa. **Viabilidade de “Value-Added Assembler” na Indústria Automobilística Brasileira**. 2012. 70 p. Monografia do Curso de Especialização em Engenharia Automobilística, apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- CASOTTI, B. P. GOLDENSTEIN, Marcelo. **Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.28, p.147-188, set. 2008.
- CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração da Produção e de Operações: Edição Compacta**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2012. 446. p.
- DIAS, PAULO ROBERTO. **Geografia automobilística: conheça as fábricas automotivas. Brasil figura entre os cinco maiores**. Disponível em <<http://www.carroseacessorios.com.br/noticias-detalhes.php?id=8498>>. Acesso em: 18 jun. 2012.
- FRANÇA. Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. **World auto production reached 80.1 million in 2011**. Paris: 2012.
- LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota**. São Paulo: Bookman, 2005. 316 p.
- MACEDO, D. Gerente de Compras [entrevista à autora], São Paulo, mar. 2013.
- BRASIL. Millennium RH. **Banco Salarial – Março 2013**. São Paulo: 2013. Disponível em <<http://www.guiarh.com.br/tabeladesalarios.htm>>. Acesso em 12 mai. 2013.
- MOLDEN, Yasuhiro. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time**. 4ª edição. Institute of Industrial Engineers. Atlanta: 2011.
- PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva: Técnica para Análise de Indústrias e da Concorrência**. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Campos, 1986. 362 p.
- ROCHA, Duílio Reis. **Gestão da Produção e Operações**. Editora Ciência Moderna

Ltda. Rio de Janeiro: 2008. 345 p.

RUMMER, Geary A.; BRACHE, Alan P. **Improving Performance: How to Manage the White Space in the Organization Chart**. 2ª edição. Jossey-Bass Publisher: San Francisco. 1995. 216 p.

Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo (2013). **Piso Salarial**. Disponível em <<http://www.seesp.org.br/site/piso-salarial.html>>. Acesso em 12 mai. 2013.

SIQUEIRA, Antonio Carlos Barroso. **Marketing Industrial: Fundamentos para ação "Business to Business"**. São Paulo: Atlas, 1992.

SLACK, N; STUART, C; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.