

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS**

GUILHERME GEWEHR

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR NA FASE DE
DESENVOLVIMENTO DE CHICOTE ELÉTRICO AUTOMOTIVO: UM
ESTUDO DE CASO**

**CURITIBA
2016**

GUILHERME GEWEHR

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR NA FASE DE
DESENVOLVIMENTO DE CHICOTE ELÉTRICO AUTOMOTIVO: UM
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão de Desenvolvimento de Produtos, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Márcio F. Catapan

**CURITIBA
2016**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais essa oportunidade.

A Isabella, minha noiva, pela compreensão nos momentos de ausência, pela dedicação e incentivo que sempre me deu.

A minha mãe, pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador Prof Dr. Márcio Catapan, pela dedicação e auxílio na elaboração deste trabalho.

RESUMO

GEWEHR, Guilherme. **Mapeamento do fluxo de valor na fase de desenvolvimento de chicote elétrico automotivo: um estudo de caso.** 2016. 54p. Monografia (Especialização em Gestão de Desenvolvimento de produtos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

A indústria automobilística apresenta-se como um setor econômico relevante. Por isso, controlar eventos e efeitos em todos os níveis torna-se uma tarefa muito difícil. De modo geral, as montadoras seguem modelos de referência para desenvolvimento de produtos que possam auxiliar e manter o controle, tanto internamente quanto em seus fornecedores. Na cadeia automotiva, um dos componentes que mais sofre efeitos de fatores externos é o chicote elétrico. Controlar os fatores externos, maximizando as oportunidades e minimizando os riscos, torna-se um desafio. Por esse motivo, o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) pode apresentar grandes possibilidades de melhorias. O pensamento *lean* aplicado ao PDP apresenta-se como um poderoso aliado na busca da eliminação de desperdícios. Dentro desse cenário, este trabalho tem a finalidade de aplicar o mapeamento do fluxo de valor (MFV) - uma ferramenta do pensamento *lean* - na fase de desenvolvimento de produto (DP) para, através de um estudo de caso, buscar oportunidades para a empresa durante o desenvolvimento de chicotes elétricos automotivos. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica contextualizando diversos autores e conceitos do PDP e a filosofia *lean*. Quanto ao estudo de caso, definiu-se primeiramente o grupo participante da pesquisa, composto por projetistas, engenheiros, e supervisores envolvidos na fase de DP da empresa para elaborarem em conjunto o MFV atual. Através dessa dinâmica torna-se possível identificar e sequenciar os principais macro processos da fase de DP e realizar a leitura da situação atual, encontrando os processos que criam valor, os processos que podem ser otimizados e os desperdícios. Com base no MFV atual, na etapa seguinte o grupo elaborou ações e análises a fim de desenhar o fluxo de valor futuro apresentando a nova estrutura e os resultados obtidos. Por fim, notou-se uma grande contribuição da aplicação da ferramenta na fase do DP estudado, pois seu conceito visual faz com que os envolvidos visualizem de forma objetiva as oportunidades de melhorias no fluxo. Como resultado observou-se um potencial ganho no *lead time* e no valor agregado na ordem de 31% e 12% respectivamente, além da eliminação de desperdícios. A pesquisa contribuiu para o envolvimento das pessoas relacionadas ao DP da empresa a buscarem e discutirem oportunidades de melhoria no processo e na melhoria do inter-relacionamento dos mesmos, podendo expressar suas opiniões. Portanto, nesse ponto a escolha da metodologia se mostrou assertiva. Ao final da pesquisa conclui-se que os objetivos foram atingidos, porém após a implementação do estado futuro esse passa a ser o estado atual, e logo, passa a ser novamente objeto de estudos de melhorias. Como sugestão de continuidade do estudo coloca-se a implementação da ferramenta em outras áreas envolvidas com o PDP da empresa.

Palavras-chave: Mapeamento do fluxo de valor; Filosofia *Lean*; Processo de desenvolvimento de produto; Chicotes elétricos.

ABSTRACT

GEWEHR, Guilherme. **Value stream mapping in phase of development of wire harness automotive – a case study**. 2016. 54p. Monografia (Especialização em Gestão de Desenvolvimento de produtos) - Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2016.

The automotive industry is a complex and well developed sector. Therefore, controlling events and effects in all levels becomes a hard task to perform. Generally, the automobile companies follow reference models in their product development in order to support and keep control, internally as well in their suppliers. In the automotive chain, one of the constituents that faces the most effects related to external factors is the wire harnesses. Controlling external factors, maximizing opportunities and minimizing the risks becomes a challenge. For these reasons, the product development process (PDP) can present many possibilities of improvement. The lean thinking applied to PDP presents itself as a powerful element in the search for reducing waste. In this scenario, this work aim to apply the value stream mapping (VSM) – lean thinking tool – in the phase of product development (DP) in order to find opportunities to the company during the development of the automotive wire harness, through a case study. For this purpose, a literature review was performed contextualizing many authors and concepts of PDP and lean philosophy. Regarding this case study, it was first defined the participant group of the research, integrated by designers, engineers and supervisors involved in the phase of DP of the company to define together the current MFV. Through this dynamic becomes possible to identify and sequence the main macro processes of the phase of DP and understand the current situation, finding the process that add value and the process that can be optimized and the wasteful ones. Based on the current VSM, in the next step the group prepared actions and analysis in order to draft the future VSM presenting the new structure and the results archived. Lastly, it was noticed a great contribution of the application of the tool in the phase of DP studied, because its visual concept makes that people involved visualize in an objective way the opportunities of improvement in the flow. As result, it was noticed a potential gain in the lead time and in the value added, around of 31% and 12% respectively, besides of waste removal. The paper contributed to the involvement of the people related to DP of the company to seek and discuss opportunities of process improvement and of the interrelationship between them, as they can express their opinions, therefore, at this point the methodology proved to be assertive. At the end, it was concluded that the aim was achieved. However, after the implementation of the future state this one becomes the current state, and then, becomes again the subject of improvement studies. As suggestion for next studies continuing this work, the VSM can be extend to other areas involved in the PDP of the company.

Keywords: Value Stream Mapping; Lean Philosophy; Product Development Process; Wire Harness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração Chicote Elétrico	12
Figura 2 - Modelo do PDP-Unificado de Rozenfeld.....	19
Figura 3 - Modelo Referência APQP	20
Figura 4 - Adaptação modelo de referência específico da empresa	22
Figura 5 - Pirâmide do desperdício	32
Figura 6 - Simbologia utilizada no MFV.....	36
Figura 7 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor	38
Figura 8 - Mapeamento do fluxo de valor atual	43
Figura 9 - Análise das melhorias a serem implementadas.....	46
Figura 10 - Mapeamento do fluxo de valor futuro.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura do Trabalho.....	14
Quadro 2 - Diferenças entre manufatura e desenvolvimento de produto	31
Quadro 3 - Relação dos desperdícios na manufatura e no PDP	34
Quadro 4 – Etapas do MFV X Característica da etapa X Atividade	40
Quadro 5 - Desperdícios identificados no DP.....	44
Quadro 6 - Análise dos desperdícios e contramedidas	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo MFV atual Vs MFV futuro	50
--	----

LISTA DE SIGLAS

APQP	Advanced Product Quality Planning
BOM	Bill of Material
CT	Calendar Time
DFM	Design for Manufacturing
DFMEA	Design Failure Modes and Effects Analysis
DP	Desenvolvimento de Produto
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
MR	Modelo de Referência
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PVC	Policloreto de Vinila
VA	Value Add
VSM	Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 FILOSOFIA <i>LEAN</i>: CONTEXTO E POTENCIALIDADES	16
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)	16
2.1.1 Abordagem para Gestão do PDP	17
2.1.2 Modelo Unificado do PDP	18
2.1.3 Modelo de Referência APQP	19
2.1.4 Modelo Específico Empresa Estudada	21
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	22
2.2.1 Os Cincos Princípios <i>Lean</i>	23
2.2.1.1 Valor	23
2.2.1.2 Cadeia de valor	24
2.2.1.3 Fluxo	24
2.2.1.4 Produção puxada	25
2.2.1.5 Perfeição	25
2.2.2 Ferramentas e práticas <i>Lean</i>	26
2.2.3 Diferenças entre manufatura e desenvolvimento de produtos	29
2.2.4 Desperdício	31
2.2.5 Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV	35
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1 TIPO DE PESQUISA	37
3.2 POPULAÇÃO DA AMOSTRA	37
3.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 FAMÍLIA DE PRODUTOS E PREPARAÇÃO DO ESTUDO	39
4.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL	40
4.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR FUTURO	45
4.4 PLANO DE TRABALHO E IMPLEMENTAÇÃO	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

As companhias automotivas, de modo geral, principalmente as de maiores portes e bem estruturadas, esforçam-se continuamente para melhorar seus resultados, aumentando suas receitas e reduzindo seus custos. Dentro de uma companhia, o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) apresenta-se como uma etapa que consome muitos recursos da empresa. Portanto, deve ser bem elaborada e estruturada. Nessa etapa, deve-se pensar em todo o ciclo de vida do produto, desde as fases de desenvolvimento, lançamento até a descontinuação do mesmo (ROZENFELD et al. 2006).

A maioria dessas grandes empresas possui um modelo de referência específico voltado ao tipo de produto que a empresa produz, aplicado no início do PDP e que deve auxiliar nas atividades até o lançamento do mesmo. Rozenfeld et al. (2006) classifica o Modelo de Referência (MR) em três fases: Pré-Desenvolvimento; Desenvolvimento; Pós-Desenvolvimento.

Espera-se que as equipes envolvidas no PDP possam identificar em seu momento os principais fatores de risco que possam levar o desenvolvimento do produto ao insucesso, assim como o produto propriamente dito. Por essa razão, espera-se que as empresas possam dispor de uma metodologia de desenvolvimento de produto que possa mapear qual o momento para aplicar as ferramentas disponíveis, minimizando os efeitos indesejados.

Por outro lado, o desperdício deve ser evitado ao máximo desde o início do desenvolvimento do produto e, corroborando com esse pensamento, a filosofia *Lean* auxilia a equipe de desenvolvimento a atingir melhores resultados. Segundo Womack e Jones (1996), o desperdício está relacionado com qualquer atividade que consome recursos, mas não gera valor. Isso pode envolver desde um deslocamento desnecessário de algo até a criação de um produto que ninguém deseja.

No contexto do conceito da filosofia *Lean*, existe uma ferramenta simples, mas poderosa, no apoio do mapeamento das atividades de uma determinada empresa, onde se podem determinar as atividades que agregam ou não valor. Chamada de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), (*Value Stream Mapping - VSM*), essa ferramenta permite mapear os fluxos atuais da empresa até um nível desejado e, a partir de então, estudar melhorias para as atividades ou fluxos escolhidos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Diversos setores compõem a cadeia automotiva, sendo essa, sem dúvida, uma das mais inovadoras, dinâmica em relação a lançamento de novos produtos, competitiva e uma grande geradora de empregos, movimentando a economia nacional e internacional.

Estão inseridas nesse contexto as fabricantes de chicote elétrico automotivos. Esse conjunto de elementos instalado no carro tem a função de conduzir toda energia necessária para o funcionamento do carro, bem como ser o meio de condução de toda a troca de informações elétricas e eletrônicas dos módulos e sensores dos carros, permitindo o bom funcionamento de todas as funções disponíveis, tais como partida, iluminação, abs, *air bag*, multimídia, entre outros.

Os chicotes elétricos automotivos constituem-se por circuitos de cobre revestidos por PVC de distintas secções, classes de temperatura e cores, cravados em suas extremidades por terminais estanhados ou dourados e encliquetados em conectores ou porta fusíveis e relés. Durante a fabricação, sobre os circuitos são aplicadas proteções, também chamadas de revestimentos, de diferentes classes de temperatura e tipos, tais como: tubos de PVC lisos ou corrugados, fitas de PVC ou antiabrasivas, proteções acústicas e térmicas. Dependendo do tipo de aplicação, calhas de direcionamento e clips de fixação podem ser aplicados. Já na montadora, o chicote elétrico é distribuído em seu percurso no carro e conectado em suas contra-peças.

No início da concepção dos chicotes elétricos, os mesmos possuíam uma arquitetura quase única, onde uma peça conectava todos os dispositivos do carro. Com o passar do tempo, a inclusão de funções nos automóveis, novas metodologias de fabricação, visão de pós venda, entre outros, fez com que os desenvolvedores trabalhassem na segmentação dessas peças. Atualmente, chamadas de famílias, esses segmentos conectam-se entre si para formar as interconexões. A quantidade de famílias de chicotes elétricos varia conforme os padrões de desenvolvimento das montadoras, mas, basicamente, são constituídos de: motores, painéis, *air bag*, traseiro, portas, teto e para-choques. A figura 1 ilustra a disposição de um chicote no carro.

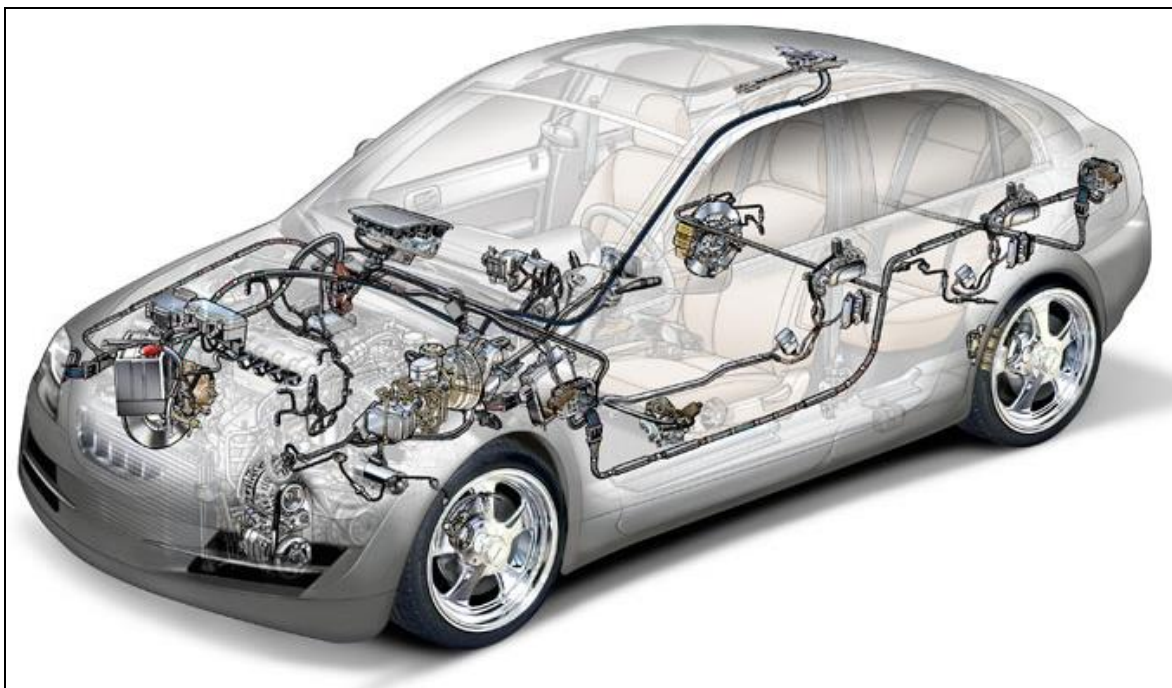


Figura 1 - Ilustração Chicote Elétrico
Fonte: Stock Automotive (2016)

O avanço da tecnologia e aplicação de novas funções nos carros aumenta a complexidade e importância dos chicotes elétricos nos automóveis. A demanda dos consumidores por carros autônomos e elétricos contribui para o aumento do investimento da indústria automobilística no desenvolvimento de novas soluções, contribuindo para elevar a importância desse componente, tema já comum nos mercados europeu e norte-americano. Por outro lado, no Brasil algumas regulamentações como a resolução 311 e 312 (BRASIL, 2016) do Conselho Nacional de Trânsito (Contran) determinando que a partir de 2014 100% dos veículos obrigatoriamente devem conter sistemas de ABS e *air bag* frontal, tiveram impactos nos fornecedores de chicotes, assim como o programa do governo federal Inovar-Auto (INOVAR-AUTO, 2016) que prevê redução de IPI para carros com motores à combustão mais eficientes a partir de 2017.

1.2 JUSTIFICATIVA

A cadeia automotiva é muito extensa e controlar os eventos e efeitos em todos os níveis torna-se realmente muito difícil. Por esse motivo, as montadoras

seguem modelos de referência de desenvolvimento de produto que possam auxiliar a manter o controle tanto internamente quanto externamente. Ou seja, nos seus fornecedores. Na cadeia automotiva, sem dúvidas, um dos componentes que mais sofre efeitos de fatores externos é o chicote elétrico. Isso ocorre pelo fato de seu processo de manufatura essencialmente utilizar de mão de obra operária, por frequentes alterações no carro que impactam diretamente nos chicotes elétricos, pela diversidade de componentes envolvidos ou diversidade de part number. Controlar esses fatores, maximizando as oportunidades e minimizando os riscos, torna-se um desafio.

Por essas possibilidades de variáveis, o processo de desenvolvimento de produto pode apresentar uma grande possibilidade de melhorias e nesse sentido opta-se por escolher a fase de desenvolvimento de produto para, através de um estudo de caso, aplicar o MFV, no intuito de gerar oportunidades para a empresa durante o desenvolvimento de chicotes elétricos automotivos.

O MFV aplicado ao desenvolvimento de produto, de modo geral, é relativamente novo, e no que concerne a empresa pesquisada essa ferramenta não foi aplicada ao desenvolvimento de chicote para o cliente relacionado a esse estudo. Espera-se, portanto, que esse trabalho possa contribuir para o desenvolvimento do produto, no sentido de identificar processos que não estejam agregando valor, e então, eliminando os desperdícios, reduzir o tempo de desenvolvimento do chicote elétrico, permitindo assim respostas e entregas mais rápidas e com melhor qualidade, tanto para o cliente externo, quanto interno.

1.3 OBJETIVOS

Espera-se, com esse trabalho, aplicar na fase de desenvolvimento de produto, a ferramenta MFV, objetivando melhorias nessa fase.

1.3.1 Objetivo Geral

Aplicar o Mapeamento do fluxo de valor na fase de desenvolvimento de produto para chicote elétrico automotivo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral há necessidade de:

- a) Delimitar a fase de desenvolvimento de produto da empresa;
- b) Mapear o fluxo de valor atual (estado atual) da empresa para a fase de desenvolvimento de produto;
- c) Propor o fluxo de valor futuro (estado futuro);
- d) Planejar a implementação do estado futuro.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho divide-se em cinco capítulos, conforme quadro 1:

Título	Capítulo	Conteúdo
Introdução	1	Introdução; Contextualização; Objetivos; Justificativa para o tema; Estrutura do trabalho.
Referencial Teórico	2	Processo de Desenvolvimento de Produto; MR Unificado; MR APQP; MR Específico da Empresa; Filosofia <i>Lean</i> ; Os Cinco Princípios; Diferenças entre Manufatura e DP; Desperdícios; MFV.
Procedimentos Metodológicos	3	Tipo de Pesquisa; População da Amostra; Método de Coleta e Análise dos dados.
Resultados e Discussões	4	Resultados obtidos no estudo e análises desses resultados.
Conclusão	5	Considerações finais.

Quadro 1 - Estrutura do Trabalho

Fonte: Autoria Própria

O capítulo um inicia-se com introdução do trabalho, seguido pela contextualização e informações do produto manufaturado pela empresa, objetivos, e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo dedica-se a revisão bibliográfica base desse trabalho e apresentação do MR da empresa objeto desse estudo.

Já no terceiro capítulo descreve-se a abordagem metodológica do estudo de caso, a forma de coleta dos dados e os agentes envolvidos na pesquisa.

O quarto capítulo apresenta o mapeamento do fluxo de valor atual e futuro, assim como os resultados e discussões.

No quinto capítulo descrevem-se as considerações referentes ao trabalho elaborado.

2 FILOSOFIA *LEAN*: CONTEXTO E POTENCIALIDADES

Para compreensão e possibilidade de aplicação da proposta do trabalho, onde se pretende aplicar o MFV na fase de desenvolvimento do chicote elétrico automotivo, faz-se necessária a abordagem das referências que apoiarão o desenvolvimento e conclusão do trabalho.

Nesse contexto, insere-se o processo de desenvolvimento de produto, sendo o modelo de referência à base e estrutura das atividades que ocorrerão ao decorrer do desenvolvimento do produto. Sendo o MFV uma ferramenta da filosofia *Lean*, necessita-se compreender a abordagem e alcance da mesma no PDP.

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

O PDP consiste num conjunto de atividades que visam definir as especificações de um produto para atender a demanda de mercado, sendo a manufatura capaz de produzi-lo. O PDP também envolve atividades pós-lançamento do produto que visam melhorar as especificações e aplicá-las durante seu ciclo de vida, assim como acompanhar a descontinuidade e incorporar as lições apreendidas e aplicar no processo de desenvolvimento do produto (ROZENFELD et al., 2006).

As empresas, sempre atentas às demandas de mercado, entendem que os ciclos de vida dos produtos estão cada vez menores e, portanto, buscam desenvolver produtos em menor tempo e custo competitivo. Percebem que o PDP torna-se um processo cada vez mais crítico para a competitividade da empresa.

Rozenfeld et al. (2006) destacam o papel que o PDP representa no ambiente competitivo das empresas nas últimas décadas. Estudos comparando a indústria japonesa e norte-americana destacam que uma grande parte da vantagem competitiva adquirida pela indústria japonesa veio da forma como os produtos são desenvolvidos e aperfeiçoados. Utilizando-se dos casos bem-sucedidos, os norte-americanos e europeus incorporam conhecimentos sobre Gestão de Desenvolvimento do Produto, principalmente, voltados para a indústria automobilística e eletrônicos (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.1 Abordagem para Gestão do PDP

Após a Primeira Guerra Mundial, a indústria evoluiu de sistemas artesanais, de altos custos de produção e falta de consistência e confiabilidade, para a produção em massa caracterizada pelas técnicas de Henry Ford (ROZENFELD et al., 2006).

A função de desenvolvimento de produto surge, segundo Rozenfeld et. al. (2006), dos princípios da administração científica, divisão das tarefas, busca pelas pessoas certas e maneiras ótimas, assim como a estruturação funcional das empresas. Hoje chamada de Engenharia Tradicional ou Desenvolvimento de Produtos Sequencial, caracteriza-se por tarefas atribuídas a um número exagerado de áreas funcionais excessivamente especializadas e constituída por técnicos especialistas em suas funções. As informações do produto são definidas em uma ordem lógica, passando por áreas onde cada uma delas entrega o resultado que dela se espera. Dessa forma, havia pouca interação entre as áreas antes ou depois das atividades e os procedimentos e atividades para o gerenciamento eram informais, distintas entre as áreas funcionais, criando culturas e padrões de trabalho próprio.

Esse modelo gerava grande dificuldade na coordenação do projeto. Conflitos entre as áreas funcionais eram comuns na ocorrência de problemas. Surgiu então o papel do gerente de projeto que deveria agir como um facilitador entre as áreas. Porém, na época, seu poder de influência era menor que a dos gerentes funcionais dessas mesmas áreas. Outra característica desse modelo de desenvolvimento se devia ao fato dos departamentos de engenharia serem autossuficientes, onde realizavam quase que todo o desenvolvimento do projeto, inclusive para fornecedores externos, o que limitava o avanço tecnológico, manufaturabilidade do produto e tempo de desenvolvimento. Por exemplo, empresas japonesas usando modelos mais atuais empregavam 485 pessoas em média em uma equipe de desenvolvimento, enquanto que norte-americanos, com modelos clássicos, empregavam 900 e montadoras alemãs atingiam 1500 engenheiros (ROZENFELD et al., 2006).

No início da produção em massa, essas limitações não eram tão evidentes, pois o ciclo de vida dos produtos era maior e a concorrência menor. Com o passar do tempo, o padrão competitivo aumentou e começou a exigir mais das empresas devido à concorrência, qualidade, tempo e custo. Isso fez com que melhorias no

modelo fossem implementadas, mas sempre mantendo a visão de desenvolvimento sequencial (ROZENFELD et al., 2006).

Percebendo que essas melhorias poderiam ser adotadas no PDP, primeiramente, surgiu a abordagem das metodologias de Projeto. Em seguida, uma mudança mais significativa pode ser notada, com as abordagens da Engenharia Simultânea, Funil de Desenvolvimento e *Stages-Gates*, sendo que estas dão início no final dos anos 1980 e final dos anos 1990 à Era do Desenvolvimento Integrado de Produto. Abordagens mais recentes são identificadas, sendo estas novas fronteiras para estudo do PDP, como por exemplo, o Desenvolvimento *Lean*, *Design For Six Sigma* (DFSS), modelos de maturidade e gerenciamento do ciclo de vida de produtos (ROZENFELD et al., 2006).

Atualmente, uma das abordagens mais citadas na literatura é a do Desenvolvimento *Lean*. Ela apresenta uma proposta de uma visão mais orgânica do processo, que se atinge através da simplificação e diminuição da formalização do processo e valorização dos trabalhos da equipe com foco nas atividades de prototipagem e testes. Através da interação do time, busca-se um constante aprendizado e valorização da gestão do conhecimento. A ideia de retardar ao máximo as decisões de detalhes muito específicos, como tolerâncias, também são empregadas, pois estas serão otimizadas nas etapas finais do projeto, e o tempo despendido antecipadamente nesses detalhes poderia ser investido buscando alternativas de soluções e entendimento do problema de projeto (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.2 Modelo Unificado do PDP

Como observado, o desenvolvimento de produto apresenta-se complexo, envolvendo muitas atividades e pessoas. A partir de estudos, muitos autores desenvolveram modelos de referência que auxiliam as empresas nessa difícil missão. Esses modelos, geralmente, são representações que descrevem o processo e atividades de desenvolvimento das empresas.

O modelo unificado de desenvolvimento de produto proposto por Rozenfeld et. al. (2006) surge dos esforços dos pesquisadores e autores do livro que trabalharam para unir metodologias, estudos de casos, modelos, experiências e

melhores práticas das empresas, no sentido de apresentar um modelo geral para desenvolvimentos de produtos, principalmente, para empresas de bens duráveis e de capital, que pudesse ser utilizado e adaptado conforme as suas necessidades.

Deve servir para que a organização como um todo tenha uma visão unificada do PDP, no intuito de fazer com que as áreas possam desenvolver o produto segundo um ponto de vista comum para melhorar a comunicação, interação e eficiência das áreas.

Nesse modelo Rozenfeld et.al. (2006) desdobram o desenvolvimento de produto em três macro fases, subdivididas em fases e atividades, conforme apresentado na figura 2, onde Pré, Desenvolvimento e Pós são as macro fases.

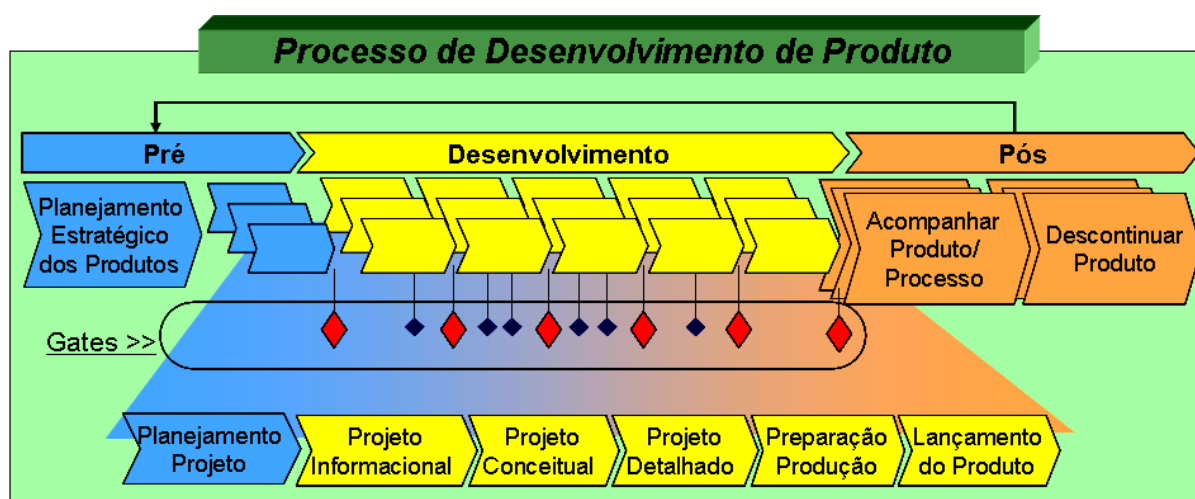


Figura 2 - Modelo do PDP-Unificado de Rozenfeld
 Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

Nota-se que a macro fase de Desenvolvimento engloba a maior parte das fases. Ou seja, nessa macro fase é onde se consome a maior parte dos recursos e tempo. Nesse modelo, Rozenfeld et. al. (2006) utilizam a técnica de portais (*gates*) para passagem de uma fase para outra, representada, na figura 2, pelos losangos vermelhos, significando que nesse momento deve ser realizada a avaliação da fase para verificar se todos os requisitos necessários foram cumpridos.

2.1.3 Modelo de Referência APQP

Um modelo muito difundido nos fornecedores da cadeia automotiva é o modelo APQP – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto, elaborado em conjunto pelas montadoras americanas Chrysler, Ford e GM, visando estabelecer

um manual de referência comum entre elas, para comunicar as fornecedoras diretrizes comuns projetadas para desenvolver o plano da qualidade, que irá servir de suporte para o desenvolvimento do produto (AIAG 1994).

Objetiva-se facilitar a comunicação entre os agentes envolvidos no desenvolvimento do produto, assegurando que todos os passos foram cumpridos dentro do prazo estabelecido, garantindo a qualidade e satisfação do cliente (AIAG 1994).

O modelo divide-se em seis fases: i) Planejamento; ii) Projeto e Desenvolvimento de Produto; iii) Projeto e Desenvolvimento do Processo; iv) Validação do Produto e Processo; v) Produção; e vi) Análise da Retroalimentação e Ação Corretiva, onde as saídas de fase anterior alimentam a próxima, (ver figura3).

O Manual da AIAG (1994) sugere que o sucesso do programa depende de atender as expectativas e necessidades do cliente no prazo e ao custo que represente valor. Devem-se concentrar os esforços, prevenindo os defeitos e as engenharias de produto e manufatura devem trabalhar simultaneamente. A equipe de planejamento da qualidade deve estar atenta para atender a eventuais mudanças no plano da qualidade do produto para atingir as expectativas do cliente e deve assegurar que seu cronograma atinja ou supere o cronograma do cliente.

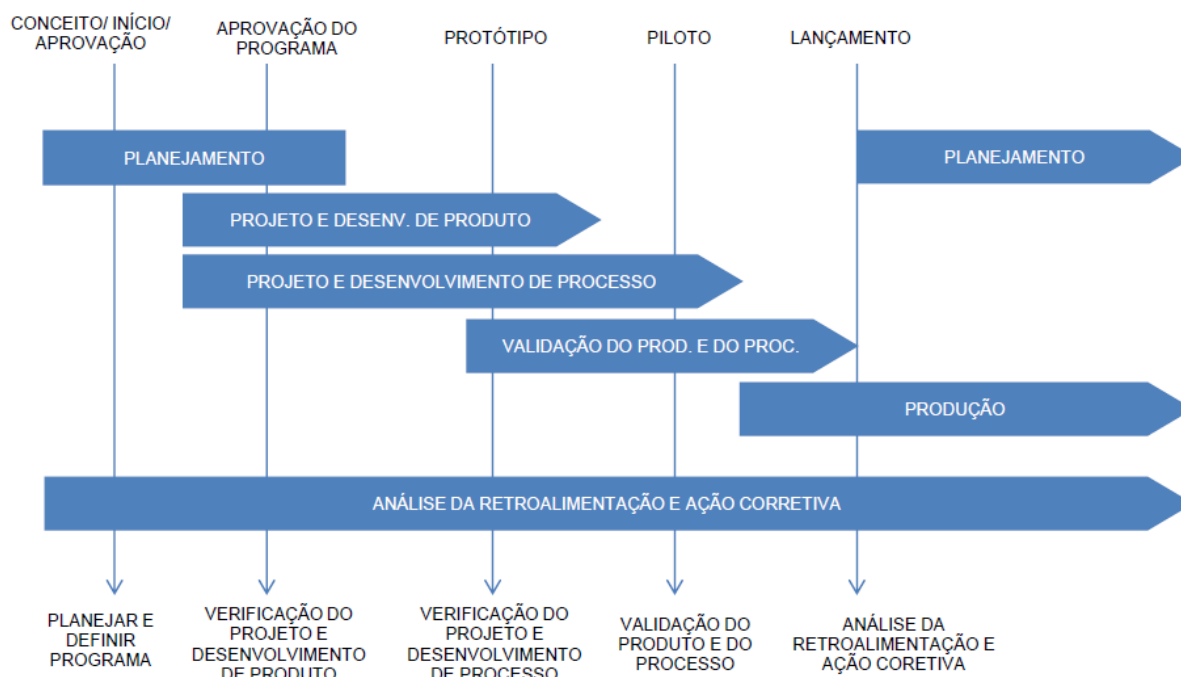


Figura 3 - Modelo Referência APQP
 Fonte: Adaptado de manual AIAG (1994)

2.1.4 Modelo Específico Empresa Estudada

A empresa, objeto desse estudo, está inserida em vários países no mundo, sendo uma das maiores na fabricação de chicote elétricos e componentes elétricos automotivos. Desenvolve produtos em parceria com as maiores montadoras, sendo responsável por desenvolvimentos chamados de completos, *co-design*¹ ou *build to print*², a depender da parceria com o cliente.

Logo deve ter um processo de desenvolvimento de produto bem estruturado. Devido às diferenças entre matriz, filiais, continentes, países, culturas, economia local, entre outros, o processo de desenvolvimento pode sofrer variação na sua estrutura, mas de certa forma cumprem com as necessidades da empresa e do cliente, mantendo foco nos resultados e satisfação.

No MERCOSUL, a empresa atende as maiores montadoras e possui um modelo de referência de produto como apresentado na figura 4. Na estruturação da equipe responsável pelo desenvolvimento do produto, nomeia-se um time multidisciplinar, usualmente três pessoas, que terá como objetivo conduzir as outras áreas na busca de atingir os objetivos pré-determinados. Esse time multidisciplinar deve desdobrar as atividades com as equipes específicas no sentido de avançar com as tarefas.

¹ Co-design: é uma abordagem participativa que busca estabelecer a comunicação, intervenção, participação e envolvimento dos parceiros (fornecedor/cliente) no desenvolvimento do produto.

² Build to print: é um contrato que requer que a contratada construa um produto exatamente de acordo com a especificação técnica repassada pelo cliente.

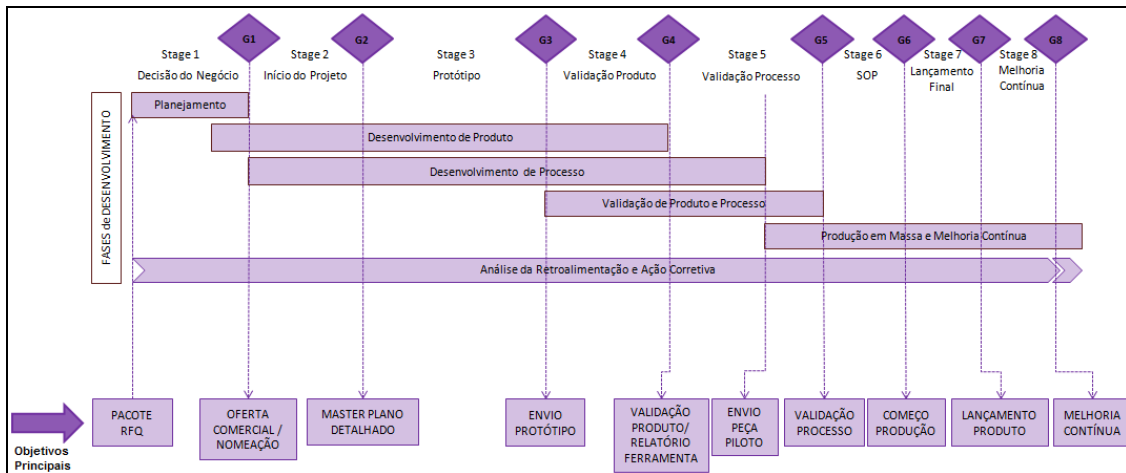


Figura 4 - Adaptação modelo de referência específico da empresa
Fonte: Própria

Na sua estrutura o modelo apresenta-se muito similar ao modelo APQP (AIAG 1994), com seis fases, com variações nas nomenclaturas das fases e algumas atividades de entrada/saída adicionais. No que se refere às fases, nota-se variações no momento de início e fim de algumas delas. O modelo de referência da empresa apresenta sua estrutura dividida em oito estágios (*stages*), com o processo de decisão de passagem dos estágios formalizados por *gates* (representados na figura 4 pelos losangos roxos), similares ao descrito por Rozenfeld et. al. (2006). As atividades fim tornam-se as entregas (*deliverables*) dos estágios ou fases de acordo com o momento em que são realizados e tornam-se a entrada para o próximo estágio ou fase. A completa aprovação dessas atividades determina passagem para o próximo estágio.

2.2 LEAN MANUFACTURING

Womack; Jones apresentam o pensamento enxuto partindo de uma palavra japonesa que, segundo eles, não se pode deixar de conhecer: “*Muda*”, que significa simplesmente “desperdício”. Ou seja, qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor.

Taiichi Ohno (1912-1990), executivo da Toyota, foi o maior crítico do desperdício que se tem conhecimento. Ele identificou os primeiros sete tipos de desperdício existentes. Porém, olhando ao redor é difícil acreditar que realmente

exista desperdício por toda a parte. No entanto, à medida que se conhece mais sobre *muda*, nota-se que ele está ao seu redor (WOMACK; JONES, 1996).

Para isso pode-se utilizar o pensamento enxuto, que em síntese é definido como a forma de se fazer cada vez mais com menos (menos esforços humanos, menos equipamento, menos espaço, menos tempo), entregando ao cliente produtos ou serviços mais próximos ao que eles desejam. No pensamento enxuto pode-se especificar valor, identificar a melhor sequência as ações que criam valor, realizar atividades sem interrupções executando de forma mais eficaz o processo. Também, pode tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo *feedback* imediato sobre os esforços para transformar *muda* em valor (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.1 Os Cincos Princípios *Lean*

Nas secções seguintes descrevem-se os cinco princípios *lean* destacados por Womack; Jones (1996).

2.2.1.1 Valor

Especificar valor deve ser o ponto inicial do pensamento enxuto. Este só pode ser definido pelo cliente final e só é significativo desde que expresso por um bem ou serviço específico que atenda as necessidades do cliente a um preço específico e em um momento específico (WOMACK; JONES, 1996).

O Valor deve ser criado pelo produto, mas por diversos motivos fica difícil definir “produto” com precisão. Womack; Jones (1996) relatam que para os executivos americanos as necessidades imediatas dos acionistas e a mentalidade financeira das empresas se sobressai à especificação e criação de valor para o cliente. Já para os alemães, no período pós 2º guerra, o que importava era a complexidade dos projetos e processo que apresentavam, não se importando como os produtos seriam percebidos por seus clientes. Para os japoneses, o pensamento de definição de valor estava relacionado onde o valor é criado, ou seja, produzir localmente.

2.2.1.2 Cadeia de valor

O segundo passo do pensamento *lean* consiste em identificar a cadeia de valor. Quase sempre expõe uma grande quantidade de desperdício. Existem três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio e o conjunto de todas as ações específicas necessárias para conduzir um produto a essas três tarefas gerenciais críticas denomina-se cadeia de valor (WOMACK; JONES, 1996). As três tarefas gerenciais são:

- a) Tarefa de solução de problemas: da concepção até o lançamento do produto;
- b) Tarefa do gerenciamento da informação: do recebimento do pedido até a entrega;
- c) Tarefa da transformação física: da matéria prima até o produto acabado na mão do cliente.

Também, durante a análise da cadeia de valor, apareceram três tipos de atividades:

- a) Atividade que agrega valor: pintura de um carro, por exemplo;
- b) Atividade necessária, mas que não agrega valor: inspeção visual para garantir a qualidade, por exemplo;
- c) Atividade que não adiciona valor: deve ser eliminada imediatamente.

A chave da análise da cadeia de valor passa por olhar a cadeia de valor de um produto ou família como um todo, desde o primeiro fornecedor até o último cliente (BAUCH, 2004). Em partes, o sigilo ou informações confidenciais das empresas dificultam a análise da cadeia de valor (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.1.3 Fluxo

Considerando-se que: o valor tenha sido especificado precisamente, a cadeia de valor do produto esteja mapeada e as tarefas que geram desperdícios tenham sido eliminadas, deve-se, então, concentrar-se para que as etapas restantes que criam valor fluam. Segundo Womack; Jones (1996) deve-se ter um pensamento diferente a respeito da definição das sequências das atividades, geralmente agrupadas por tipos ou tarefas semelhantes executadas em lotes, isso por que

usualmente significa longas esperas aguardando a passagem para outros departamentos onde deverão ser executadas as atividades.

Henry Ford percebeu na década de 1910 o potencial do fluxo, implementando na sua fábrica o fluxo contínuo na montagem final. Alinhando a sequência correta de todas as máquinas foi possível reduzir em 90% a quantidade dos esforços necessários para se montar um Ford T. Porém, logo foi percebido que esse fluxo funcionara para altos volumes de produção e quando se usava as mesmas peças montando o mesmo modelo de carro (WOMACK; JONES, 1996).

Sabe-se, portanto, que o desafio estava em criar um fluxo contínuo na produção de pequenos lotes. Nesse ponto Taiichi Ohno e seus colaboradores colocaram seus esforços. Logo desenvolveram um fluxo contínuo para produção de baixa escala, dimensionando corretamente as máquinas para que as etapas do processo pudessem ser sequenciadas sem interrupções no fluxo de produção do determinado produto (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.1.4 Produção puxada

O quarto princípio do pensamento enxuto explora a capacidade do cliente “puxar” o produto desejável no momento desejável, ao invés de empurrar os produtos, tornando assim as demandas dos clientes mais estáveis, pois eles percebem que podem ter o que querem imediatamente. Isso se torna possível, pois, com a introdução do fluxo, o tempo necessário entre concepção e lançamento, da venda à entrega, da matéria-prima ao cliente cai drasticamente. Espera-se reduzir pela metade o tempo de transferência de dados no desenvolvimento de produto, 75% no processamento de pedidos e 90% na produção física. Os sistemas enxutos também podem acomodar imediatamente as mudanças na demanda de qualquer produto produzido atualmente (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.1.5 Perfeição

Após a implementação dos quatro primeiros princípios, as organizações percebem que continuará havendo possibilidades de redução de esforços, tempo, espaço, custos, erros, na medida em que entregam produtos mais próximos ao que

os clientes desejam. Assim, surge o quinto princípio. Isso ocorre por que os quatro primeiros princípios interagem entre si de forma poderosa. Equipes de produto que estão em contato diretamente com o cliente encontram maneiras de especificar valor com maior precisão e aprendem formas de ampliar o fluxo e a produção puxada (WOMACK; JONES, 1996). Outro aspecto diz respeito às novas tecnologias na manufatura que, frequentemente, revelam aumento de valor e eliminação de desperdícios.

Womack; Jones (1996) afirmam que um dos estímulos mais importantes na busca pela perfeição é a transparência, pois na abordagem do sistema enxuto todos os membros, desde subcontratos, fornecedores de primeiro nível, montadores, distribuidores, clientes e funcionários possam ver tudo e seja fácil descobrir melhores formas de criar valor. Com isso, há um *feedback* muito rápido e altamente positivo, sendo essa uma característica essencial no trabalho enxuto e estímulo na continuidade dos esforços pela melhoria.

2.2.2 Ferramentas e práticas *Lean*

Algumas ferramentas e práticas conhecidas auxiliam nos princípios e regras do *lean*, como por exemplo:

- a) *Kaizen*: sistema de melhoria continua para o fluxo do processo e trabalho objetivando eliminar desperdício e criar valor (WOMACK; JONES, 1996);
- b) *Kaikaku*: processo que contribui para a melhoria significativa das atividades eliminando o desperdício (BAUCH, 2004);
- c) *Hoshin Kanri*: é uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão estratégica e ajudar o time executivo a concentrar as decisões nos fatores mais importantes e críticos, no sentido de alcançar os objetivos estabelecidos (WOMACK; JONES, 1996);
- d) 5S: metodologia composta por cinco palavras iniciadas com a letra “S” que ajudam a manter uma alta eficiência no ambiente de trabalho (BAUCH, 2004). Desenvolvida pela indústria japonesa na tradução direta significam: **Seiri** (Utilização), **Seiton** (ordenação), **Seiso** (limpeza), **Shitsuke** (disciplina) **Seiketsu** (higiene);

- e) *SMED (single minute exchange of dies)*: método desenvolvido para redução do setup das máquinas de produção. A Toyota na busca pela perfeição adotou como objetivo em longo prazo setup de produção zero. Ou seja, as mudanças das máquinas poderiam ser realizadas sem interrupção no fluxo de produção. Isso só não seria aplicado para produções pequenas ou que tenham constantes mudanças (WOMACK; JONES, 1996);
- f) *VSM (value stream mapping)*: processo de mapeamento para identificar todas as atividades específicas e etapas do processo de um produto ou família de produto específico (WOMACK; JONES, 1996). Bauch (2004) identifica três etapas para realizar o mapeamento: i) mapear o fluxo de valor atual; ii) mapear o fluxo de valor futuro, iii) criar um plano de implementação. Através de um workshop pessoas de diversas áreas, engenharia, manufatura, vendas e fornecimento contribuem para a atividade (BAUCH, 2004);
- g) *Poka-Yoke (prova de erros)*: resume-se a um processo ou dispositivo a prova de erros que previne defeitos durante o processo de produção de determinado produto (BAUCH, 2004);
- h) *Jidoka*: caracterizado por não permitir que peças defeituosas deixem sua estação de trabalho ou a máquina que a produziu. Isso significa que, o processo deveria ser capaz de ser interrompido automaticamente caso um defeito ocorra (WOMACK; JONES, 1996);
- i) *U-Cell Layout / L-shape-layout*: células de trabalho organizadas em formato “U” ou “L”, com diferentes tipos de máquinas e realizando diferentes etapas do processo. Esse tipo de layout habilita o operador a desenvolver uma maneira de operar várias máquinas ao mesmo tempo (WOMACK; JONES, 1996);
- j) *Cinco Porquês*: método de perguntar por que cinco vezes sempre que um indivíduo encontrar um erro. O processo é composto pelas seguintes questões: i) quem; ii) o que; iii) quando; iv) onde; v) como. Aplicando essas questões pelo menos cinco vezes, deveria ser possível identificar a causa raiz e realizar as contramedidas (BAUCH, 2004);

k) Sete tipos de desperdícios na produção: Womack; Jones (1996) no intuito de melhor identificar os desperdícios na produção classificaram em setes tipos os desperdícios: espera; transporte; movimentação desnecessária; processos inadequados; inventários; superprodução; defeitos.

Na manufatura podemos destacar as seguintes técnicas:

- 1) Capacidade do processo: para melhor garantir o fluxo suave dos produtos através de todas as etapas do processo é necessário que todos os membros da equipe central tenham uma boa compreensão dos processos e da capacidade dos sistemas (BAUCH, 2004);
- 2) *Takt time*: técnica utilizada para ajustar a taxa de produção da companhia para o mesmo nível da taxa de produção do cliente, a fim de evitar superprodução, ou baixa produção (BAUCH, 2004);
- 3) Controle visual: tem como objetivo fazer com que as pessoas envolvidas na atividade possam ser capazes de compreender claramente os aspectos do processo, identificar, e se necessário dar um feedback para ajuste imediato conforme a necessidade (WOMACK; JONES, 1996);
- 4) *Just-in-time* (JIT): técnica que tem por objetivo manter o mínimo de estoque e inventário através do fornecimento do material e peça correta, na quantidade correta e no tempo correto (BAUCH, 2004);
- 5) *Kanban*: é um cartão afixado na peça, sendo parte de um sistema de controle usado para puxar o fluxo de material dentro da planta e sinalizando uma nova demanda de produção de uma peça (BAUCH, 2004);
- 6) *Heijunka*: é uma programação em níveis usada para sequenciar ordens num padrão repetitivo e variações diárias no total de ordem em uma demanda em longo prazo (BAUCH, 2004);
- 7) Proximidade física: O processo é organizado em etapas próximas e em sequencia para reduzir o excessivo transporte, e o movimento dos trabalhadores (BAUCH, 2004);
- 8) Fluxo de peça única: um processo incremental de um produto acabado, que flui através de uma ordem pré-especificada, design e

produção sem interrupção, *loopings* ou sucatas. Problemas de qualidade podem ser identificados e eliminados em uma peça ao invés de um lote inteiro (WOMACK; JONES, 1996);

- 9) Processos capazes: para alta performance do processo e baixos níveis de variação, defeitos e sucatas a pré-condição são processos, equipamentos e empregados capazes (BAUCH, 2004);
- 10) Padronização de trabalho: as tarefas são especificadas em relação ao tempo de ciclo, *tack time*, conteúdo e sequencia das sub-tarefas e o número mínimo de peças para completar o trabalho. A realização do trabalho dentro das condições estabelecidas é a condição básica para reduzir a variação e em conjunto com a melhoria contínua contribui para atingir processos completamente capazes. Além disso, a padronização ajuda os colaboradores a aprender novas tarefas mais rapidamente (BAUCH, 2004);
- 11) Treinamento transversal: é uma forma de manter a flexibilidade nas tarefas atribuída. Essa flexibilidade corrige qualquer falta de recurso que possa ocorrer durante o fluxo. Ajuda a reduzir o risco de o processo ser interrompido devido à falta de recursos (BAUCH, 2004);
- 12) *Total productive maintenance* (TPM): consiste em um conjunto de medidas visando garantir a disponibilidade de cada máquina e equipamento usado no processo de produção em 100% do tempo. Não se relaciona apenas ao tempo de máquina parada devido a quebras, mas também defeitos e retrabalhos associados a desgaste da máquina ou equipamento em si (WOMACK; JONES, 1996).

2.2.3 Diferenças entre manufatura e desenvolvimento de produtos

Segundo Bauch (2004) aplicar os princípios de *lean manufacturing* na área de desenvolvimento de produtos torna-se uma tarefa difícil e precisa ser amplamente discutida, uma vez que existem significantes diferenças entre manufatura e desenvolvimento de produtos. Esses dois processos na empresa podem ser considerados como uma espécie de fábrica, onde algo acontece para criar valor para a companhia. No desenvolvimento de produto o valor consiste na

criação de informações novas e úteis que possam ser transformada em dados, especificações e instruções de produtos que possam ser fabricados (BAUCH, 2004).

No desenvolvimento de produto as incertezas e os riscos tornam-se um fator crítico. No início do desenvolvimento, não são raras às vezes em que os projetos iniciam-se baseados em cálculos ou dados que necessitam ser validados e testados posteriormente. Isso significa que algo pode ter sido mal definido e o desenvolvimento estar baseado sobre dados incorretos. Portanto, até certo momento do desenvolvimento as características técnicas do produto podem sofrer alterações. Essas variações podem gerar uma lacuna de conhecimento e tempo que tende a afetar o desenvolvimento. Bauch (2004) acrescenta aos problemas e incertezas no desenvolvimento de produto, os riscos relacionados a tempo, custos e recursos.

Por outro lado, riscos envolvendo a manufatura usualmente estão relacionados a problemas de qualidade, confiabilidade e disponibilidade do processo (BAUCH, 2004). Entretanto, para Bauch (2004), outras diferenças podem ser destacadas, conforme apresentado no quadro 2:

Desenvolvimento de Produto	Atributos	Manufatura
Funcionalidade e Desempenho;	Objetivos	Grau de excelência;
Altamente em redes; Processos paralelos e sequenciais (altamente) interativos; Pouco repetitivo; Incerteza, risco;	Processos	Sequencial; Repetitivo; Não interativo; Tolerâncias em operações da fábrica;
Dados, Especificações, Instruções;	Produtos	Produto físico;
Especificação de um produto;	Saídas	Produto propriamente dito (fisicamente);
Meses, anos, décadas;	Tempo de Processamento	Dias, semanas, meses;
Alto;	Determinação dos custos do produto (responsabilidade)	Baixo;
Baixo;	Efeito do custo no produto	Alto;
Engenheiros;	Pessoas	Trabalhadores qualificados, artesãos;
Milestones, Cumprimento de especificações de cliente;	Medição	Cumprimento das tolerâncias;
Fluxo de Informações;	Fluxo	Fluxo de materiais;
Multidirecional, loops e interações possíveis e planejadas;	Direção do Fluxo	Unidirecional, <i>loops</i> e interações não planejadas;
Difícil;	Simulação	Fácil;

Continua

Baixo;	Potencial de automação	Médio, alto;
Conhecimento;	Caráter do tipo de trabalho	Proficiência;
Caminho crítico;	Foco	Custo e despesas como medidas de resíduos;
<i>Gates</i> ;	Razões de filas de espera	Lotes / grandes quantidades;
Gap de conhecimentos gaps no tempo, premissas de tempo, custo e recursos;	Riscos	Confiabilidade e disponibilidade dos processos de manufatura;

Quadro 2 - Diferenças entre manufatura e desenvolvimento de produto

Fonte: Bauch (2004)

Apesar de ser possível fazer algum paralelo entre a manufatura e o desenvolvimento de produtos, existem muitas diferenças e obstáculos que dificultam que os princípios da manufatura enxuta e suas ferramentas sejam totalmente aplicados no desenvolvimento de produto. Na medida em que o ciclo de desenvolvimento de produto ocorre poucas vezes e o processo de manufatura de um item pode se repetir por milhares de vezes, a implementação de melhoria no desenvolvimento de produto pode se tornar um grande desafio (BAUCH, 2004).

2.2.4 Desperdício

Bauch (2004) apresenta uma abordagem baseada nos sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno (1912-1990) e nos estudos de diversos autores e especialistas para a reinterpretação desses setes tipos de desperdícios, e através da análise de diversos problemas ocorridos no desenvolvimento de produto busca uma visão mais independente. Como conclusão, o autor acrescenta mais três tipos de a serem aplicados no desenvolvimento de produtos. São eles: 1) reinvenção; 2) falta de disciplina; 3) recursos de tecnologia da informação (TI) limitados.

Para Bauch (2004) deve-se fazer um paralelo entre as causas do desperdício e o que pode ser desperdiçado. O autor faz uma divisão entre desperdício primário e secundário. O primeiro engloba Qualidade, Tempo, Custo e Flexibilidade. Já para o secundário, o autor identifica seis elementos que podem ser desperdiçados conforme mostrado na figura 5: Recursos, Tempo, Informação/conhecimento, Oportunidade/potencial, Dinheiro/investimento, Motivação.

Quanto mais esses seis fatores estão ligados aos objetivos do projeto, mais a distinção entre desperdícios primários e secundários pode ser útil. Estes constituem o topo da pirâmide (BAUCH, 2004).

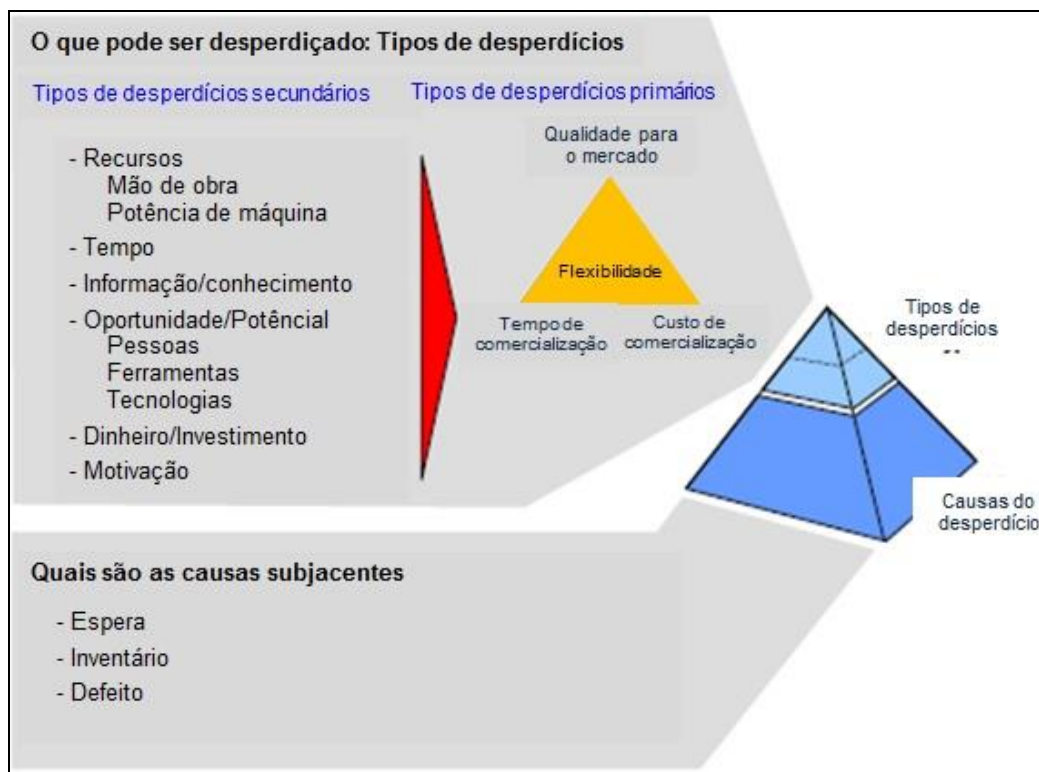


Figura 5 - Pirâmide do desperdício
Fonte: Adaptado de Bauch (2004)

A abordagem de Bauch (2004) a respeito da reinterpretação dos tipos de desperdícios no desenvolvimento de produto apresenta as dez categorias a seguir:

- 1) Espera: processo de fluxos não contínuos. Existe diferença entre tempo de processo total e o tempo requerido para as atividades que agregam valor. Pode ser caracterizada por inatividade devido a informações não disponíveis, mão de obra ou recursos de computação;
- 2) Transporte: ineficiência ou excesso de transmissão de informações e troca de informações desnecessárias (e-mails, arquivos, papéis, entre outros), ou ainda passagem de responsabilidade de uma pessoa ou áreas, excessivas vezes, interrompendo as atividades;
- 3) Movimento: pode ser considerado como qualquer movimento humano por falta de acesso direto, busca por informações, ou locais remotos;

- 4) Processos desnecessários: englobam características desnecessárias no produto, informações detalhadas e/ou precisas desnecessárias, excessivas transações, uso inapropriado de competências e ferramentas para alcançar os objetivos, e o uso excessivo de aprovações que, frequentemente, diminuem o fluxo de informações causando a interrupção de tarefas posteriores;
- 5) Inventário: está relacionado a testes e protótipos desnecessários, excesso de dados estocados, filas no caminho crítico, alta variabilidades, utilização da área de desenvolvimento excedendo a capacidade (100%);
- 6) Superprodução: causada pela falta de sincronização dos processos, excessiva distribuição de informações e tarefas redundantes;
- 7) Defeitos: ocorrem devido a dados ou informações erradas ou de atributos de qualidade deficiente e verificação e testes inapropriados;
- 8) Reinvenção: baixo reuso de informações, dados, conhecimentos, experiências e abordagens de projetos anteriores;
- 9) Falta de disciplina: pode ser relacionado com desorganização. Objetivos distorcidos; direitos, responsabilidades, papéis e regras mal definidos; falta de disciplina com a agenda; disponibilidade insuficiente para cooperar; incompetência ou falta de treinamento;
- 10) Recursos de tecnologia da informação (TI) limitados: os componentes de TI apresentam uma grande variedade de hardwares e softwares, entretanto focados a aplicações isoladas. O desafio de TI no desenvolvimento de produto consiste em mapear o processo como um todo, bem como seus resultados, integrando dados que possam ser utilizados em software atuais e futuros. A pouca compatibilidade, capacidade e baixa capacidade podem tornar-se um desperdício.

O quadro 3 apresenta as relações entre os desperdícios na manufatura e sua adaptação no desenvolvimento de produto, segundo Bauch (2004).

Desperdícios	Manufatura	Desenvolvimento de Produtos
Espera	<ul style="list-style-type: none"> - Material e partes de operações procedentes; - Manutenção; - Ferramentas; - Fila para operações adicionais; - Operadores; 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade disponível do homem ou máquina; - Informações esperando por pessoas; - Espera por dados, respostas, requisitos, especificações, resultados de testes, aprovações, decisões, eventos de revisão, assinaturas;
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Movimento excessivo de peças, matérias, peças e produtos; - Movimentação para armazenamento; - Tirar e colocar o material/produto/peça; 	<ul style="list-style-type: none"> - Excessivo tráfego de dados; - Ir e vir das tarefas ou tarefas interrompidas; - Comunicação ineficiente;
Movimentação desnecessária	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentos mínimos dos operadores (alcançar, dobrar-se, fazer força); 	<ul style="list-style-type: none"> - Locais remotos; - Busca de informações; - Falta de acesso direto;
Processos inadequados	<ul style="list-style-type: none"> - Superdimensionamento do processo, máquinas e equipamentos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Precisão e detalhes desnecessários; - Processos e características desnecessários; - Uso inadequado das competências;
	<ul style="list-style-type: none"> - Precisão desnecessária do produto ou do processo, não compatível com a real necessidade do cliente; 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso inapropriado de ferramentas e métodos; - Precisão excessiva; - Transações excessivas;
Inventário	<ul style="list-style-type: none"> - Estoque excessivo de matéria – prima, produtos semiacabados e produtos acabados comparados com a demanda do cliente; - Filas; - Estoque entre operações; 	<ul style="list-style-type: none"> - Excessivo armazenamento de dados; - Testes desnecessários de equipamentos e protótipos; - Filas no caminho crítico;
Superprodução	<ul style="list-style-type: none"> - Produzir a mais do que o solicitado pelo cliente; 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo sincronismo do tempo considerado e a capacidade; - Baixo sincronismo dos conteúdos considerados;
	<ul style="list-style-type: none"> - Produzir antes do solicitado pelo cliente; 	<ul style="list-style-type: none"> - Excesso de disseminação de informação; - Redundância das tarefas;
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> - Componentes, materiais, submontagens ou produtos que não possuem a qualidade requerida; - Defeitos internos na produção; - Defeitos com fornecedores; 	<ul style="list-style-type: none"> - Informação com qualidade deficiente; - Dados e informações errôneas; - Testes e verificações pobres;
Reinvenção	-	<ul style="list-style-type: none"> - Reutilização pobre de projetos; - Reutilização pobre de conhecimento;
Falta de disciplina	-	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos e metas mal elaborados; - Papéis, responsabilidades e direitos mal definidos; - Regras mal elaboradas; - Definição pobre de dependência entre atividades; - Insuficiente predisposição para cooperar; - Incompetência ou treinamento pobre;
Limitações nos recursos de TI	-	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidade pobre; - Capabilidade pobre; - Baixa capacidade;

Quadro 3 - Relação dos desperdícios na manufatura e no PDP
Fonte: Salgado; Mello (2009)

2.2.5 Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) consiste em uma ferramenta aplicada à manufatura enxuta que pode muito bem ser adaptada ao processo de desenvolvimento de produto. Sua metodologia sistemática representa visualmente o processo do negócio, identificando oportunidade de eliminação de desperdícios e, conseqüentemente, desenhando um estado futuro do processo mapeado. Seu sucesso na manufatura fez com que as companhias passassem a empregar essa abordagem numa larga escala, transformando drasticamente como seus produtos podem ser fabricados (MASCITELLI, 2007).

A aplicação do MFV no processo de desenvolvimento de produto pode se tornar um desafio, haja vista que esse processo apresenta-se mais complexo, multifuncional, arriscado e incerto, se comparado à manufatura. Apesar disso, diversos autores, empresas e colaboradores despendem seu tempo para desenvolver novas abordagens e aplicar o MFV nos seus processos visando obter significativos resultados.

Por outro lado, o MFV apresenta-se como uma ferramenta relativamente simples na construção dos fluxos, tanto de materiais como de informações, corroborando para visualização da situação atual e elaboração da situação futura.

O MFV identifica todas as atividades específicas e etapas do processo ao longo do fluxo de valor de determinado produto ou família de produtos. Este deve ser conduzido em três etapas: i) mapeamento do estado atual; ii) mapeamento do estado futuro; e iii) criação de um plano de implantação (BAUCH, 2004).

O MFV “aprendendo a enxergar” representa o método desenvolvido por Rother & Shook (2003), que se baseia no mapeamento do chão de fábrica e representa uma excelente ferramenta para mapeamento de fluxo de valor. De modo geral, utiliza-se de uma simbologia de blocos e setas com diferentes significados para representação, como os exemplos apresentados na figura 6.

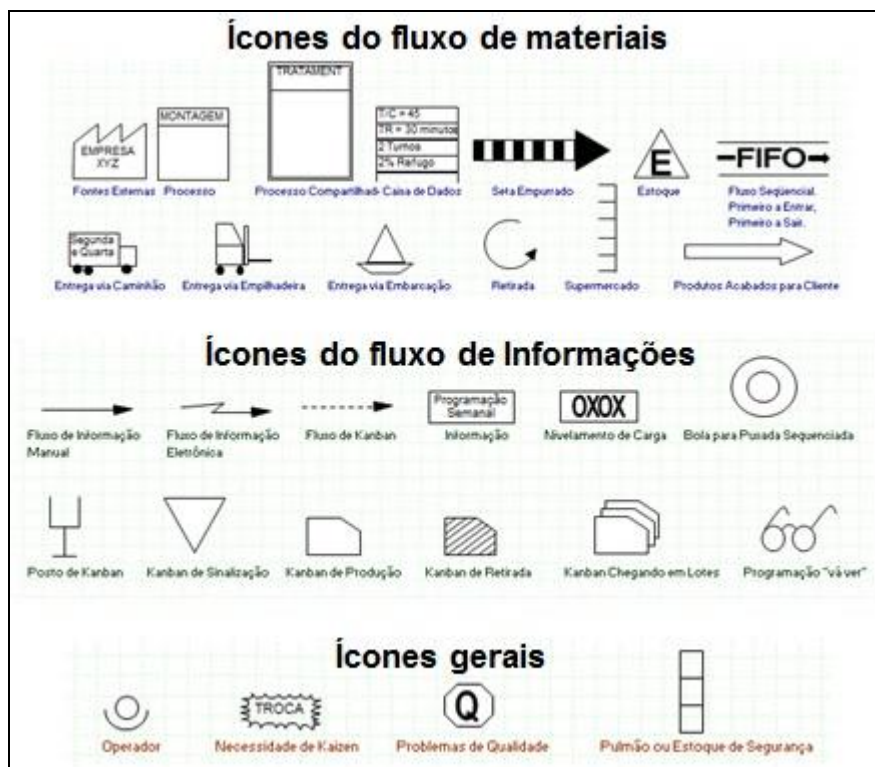


Figura 6 - Simbologia utilizada no MFV
 Fonte: Rother & Shook (2003)

Para este trabalho opta-se pela escolha dessa ferramenta, devido a sua característica de obter-se uma visão sistêmica do processo, podendo ser possível identificar fluxos que não agregam valor e podem ser eliminados, auxiliando na melhora do fluxo de valor, aliado ao seu conceito simples.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa tem por finalidade mapear o fluxo de valor atual, bem como apresentar uma proposta para o fluxo de valor futuro para a fase de projeto de desenvolvimento de produto de um determinado produto da empresa objeto desse estudo.

A pesquisa divide-se nas seguintes etapas: levantamento das referências bibliográficas; identificação do estado atual; análise e estudo do estado futuro; planejamento e implementação, sendo as três últimas parte do MFV.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa foi fundamentada e articulada por uma pesquisa bibliográfica e arquitetada com o objetivo de contextualizar sua aplicação em uma empresa multinacional atuante no setor de componentes elétricos automotivos. Por esse motivo, pode ser caracterizada também por um estudo de caso apoiado na bibliografia de diversos autores. Pode-se classificá-la como qualitativa, uma vez que existe uma relação entre o mundo real e a subjetividade (SILVA; MENEZES, 2001) e exploratória, pois visa desenvolver, esclarecer e modificar ideias, objetivando oferecer uma visão geral, de tipo aproximativo, referente a determinado fato (GIL, 2008).

3.2 POPULAÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi conduzida pelo autor do trabalho juntamente com a equipe de desenvolvedores de produto da empresa pesquisada, basicamente composta por engenheiros de produto, designers e supervisores da área, os quais contemplam a população diretamente envolvida com o PDP da empresa pesquisada. A população envolvida está constituída na faixa etária entre 21 e 44 anos e estes possuem experiências diversas na área de desenvolvimento de produtos.

A ferramenta aplicada nesse estudo, ou seja, o MFV, apresenta-se com uma nova possibilidade para os agentes envolvidos na pesquisa, haja vista que nenhum dos envolvidos efetivamente trabalhou ou teve a possibilidade de aplicar a mesma.

3.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada à luz de estudos de autores referenciados no capítulo 2. Através dessa articulação entre teorias e coleta de dados, buscou-se chegar à proposta MFV que atingisse as soluções propostas para o problema identificado.

Segundo os autores, deve-se, primeiramente, realizar a preparação com a escolha do produto ou família de produtos a ser estudado assim como a definição da equipe. O passo seguinte é o entendimento da situação atual, baseada na leitura fiel dos processos realizados na etapa de projeto de desenvolvimento de chicotes elétricos automotivos da empresa estudada. Na próxima etapa, realiza-se um estudo analítico do estado atual, visando à elaboração do desenho do estado futuro, objetivando a eliminação dos desperdícios. Por fim, elabora-se o plano de implementação, com a finalidade de alcançar o estado futuro. Essas etapas apresentam-se resumidas na figura 7.

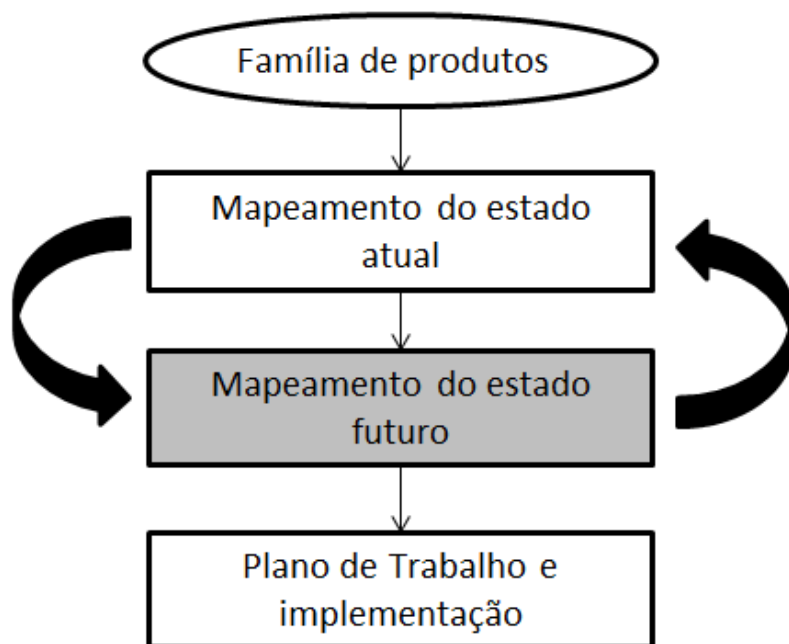


Figura 7 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor
Fonte: Adaptado de Rother; Shook (2003)

Espera-se, portanto, que com essa metodologia seja possível atingir os objetivos propostos no início desse trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo a seguir dedica-se a explorar o MFV da empresa pesquisada para um determinado projeto, assim como demonstrar seus resultados e melhorias.

4.1 FAMÍLIA DE PRODUTOS E PREPARAÇÃO DO ESTUDO

A empresa pesquisada desenvolve chicotes elétricos automotivos para diversas montadoras e seu PDP pode ser caracterizado em: *Build to print*, *Co-Design* ou desenvolvimento completo. Para essa pesquisa o tipo de desenvolvimento caracteriza-se por *Co-Design*, onde o DP é compartilhado entre montadora e fornecedora. Nesse caso específico, a montadora responsabiliza-se pelo desenvolvimento da arquitetura e lógica do sistema elétrico e o fornecedor responsabiliza-se por especificar terminais das conexões, diâmetros de tubos, cores de circuitos, nacionalizações de componentes. Optou-se pela escolha de um determinado cliente com esse tipo de desenvolvimento, pois se trata do cliente que a equipe envolvida no estudo trabalha e detém o conhecimento.

No que diz respeito ao PDP da empresa, foi escolhido uma fase específica para realizar a pesquisa. A fase escolhida foi o Desenvolvimento de Produto, fase contida no PDP apresentada na figura 4, pois retrata melhor o desenvolvimento das especificações do produto. Portanto, nesse trabalho não serão mapeados os processos posteriores e inerentes ao desenvolvimento do processo e validações.

A equipe envolvida no DP participou da elaboração do MFV atual, na identificação dos desperdícios e na proposta do MFV futuro. A equipe foi reunida em uma sala durante um período da tarde onde foi apresentada a proposta do tema, e em seguida iniciaram-se as atividades.

Como a equipe já havia sido previamente definida, usando o critério que esses fazem parte da fase do PDP escolhido para o estudo, o início deu-se pela escolha do projeto tido como referência a ser mapeado. De modo geral, o DP para o cliente escolhido realiza-se de forma muito similar de um projeto para outro. Porém, para haver uma definição e em casos de eventuais dúvidas escolheu-se um projeto como referência.

Os processos foram identificados em apenas um nível. Ou seja, não houve desdobramento dos processos em níveis detalhados (atividades) e a identificação se deu por meio da participação dos envolvidos através de estímulos durante a atividade e também através de um *brainstorming*. Os estímulos foram guiados pelo quadro 4.

#	Etapas do Mapeamento do fluxo	Característica da etapa	Atividade
1	Família de produtos	Preparação do estudo	Identificar do time; Escolher do projeto; Forma de mapear o projeto;
2	Mapeamento do estado atual	Levantamento fiel da situação atual, base para a situação futura	Identificar principais processos (caixa de processo); Selecionar métricas e preencher caixas de dados; Calcular as métricas do fluxo de valor; Identificar atividades que criam valor e os desperdícios;
3	Desenho do estado Futuro	Elaboração da situação ideal	Idealizar fluxo com menos desperdícios;
4	Plano de trabalho e implementação	Plano para implementação do estado futuro	Desenvolver plano para implementação do estado futuro;

Quadro 4 – Etapas do MFV X Característica da etapa X Atividade

Fonte: Autoria própria

A seguir apresentam-se os fluxos e resultados obtidos pela equipe.

4.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL

O passo seguinte foi elaborar o MFV atual da fase de desenvolvimento de produto do PDP da empresa pesquisada, identificando os principais macros processos. Durante a atividade foram identificados um total de oito macro processos para essa fase, citados abaixo e apresentados na figura 8.

- 1) Recepção dos modelos 3DF³: recebimento da documentação enviada pelo cliente através de plataforma exclusiva para acesso do fornecedor. Momento para verificação de compatibilidade de software, se todos os arquivos foram disponibilizados e não estão corrompidos, divulgação da informação para o time envolvido no DP;

³ 3DF: Modelo matemático 3D disponibilizado no módulo 3DF – CATIA *Mechanical Design Fundamentals* (3DF).

- 2) Cadastramento das bases de dados: processo de criação da base onde serão elaborados os planos 2D, devendo conter o cadastro de todos os componentes necessários para finalização dos desenhos e lista de materiais (BOM), e criação da base no sistema onde serão carregados e divulgados os planos 2D, e trocada às informações com a manufatura referente ao novo projeto;
- 3) Desenvolvimento dos planos 2D: elaboração dos planos 2D baseados nos modelos 3DF recebidos do cliente contendo todas as informações e especificações do produto como listas de circuitos, BOM e notas necessárias para fabricação;
- 4) Revisão dos planos 2D: processo de revisão dos planos 2D, elaborados pela equipe de DP da empresa, assim como pelo cliente;
- 5) Divulgação dos planos 2D: processo de consolidação de toda especificação de desenhos e posterior divulgação. Disponibilizada para o cliente em plataforma de acesso exclusivo, e outra divulgada internamente para a manufatura através de sistemas internos próprio;
- 6) Notificação de novos componentes: elaboração de documentação para informação de outras áreas acerca de novos componentes, aumento de volume, disponibilidade de componentes para entrega de protótipo, início da produção, entre outros;
- 7) Elaboração de documentação de engenharia: processo de elaboração de documentos como DFMEA, análise de características especiais do produto, revisão do DFM, matriz de risco, entre outros, alguns compartilhados posteriormente com o cliente a depender da necessidade;
- 8) Solicitações de protótipos para testes/validações/montagem: Elaboração de documentação para solicitação de protótipos para a manufatura.

Após o levantamento, sequenciamento e organização dos processos nas caixas de processo, os próximos passos foram selecionar as métricas e preencher os blocos de dados, isto é, levantar o *calendar time* (C/T) e o *value add* (VA) e porcentagem de defeitos gerados pelos processos individualmente. Entre os processos “Revisão dos planos 2D” e “Divulgação dos planos” foi identificado uma espera de 15 dias referente à revisão e aprovação dos planos pelo cliente. Na

sequência, foram calculadas as métricas do fluxo de valor – *Lead time* e VA total - e identificados os desperdícios (balões explosão). Os dados foram obtidos por meio da experiência dos participantes e selecionados através do consenso entre os mesmos. Para a elaboração do fluxo de valor atual e futuro utilizou-se do software IGrafx FlowCharter no módulo VSM.

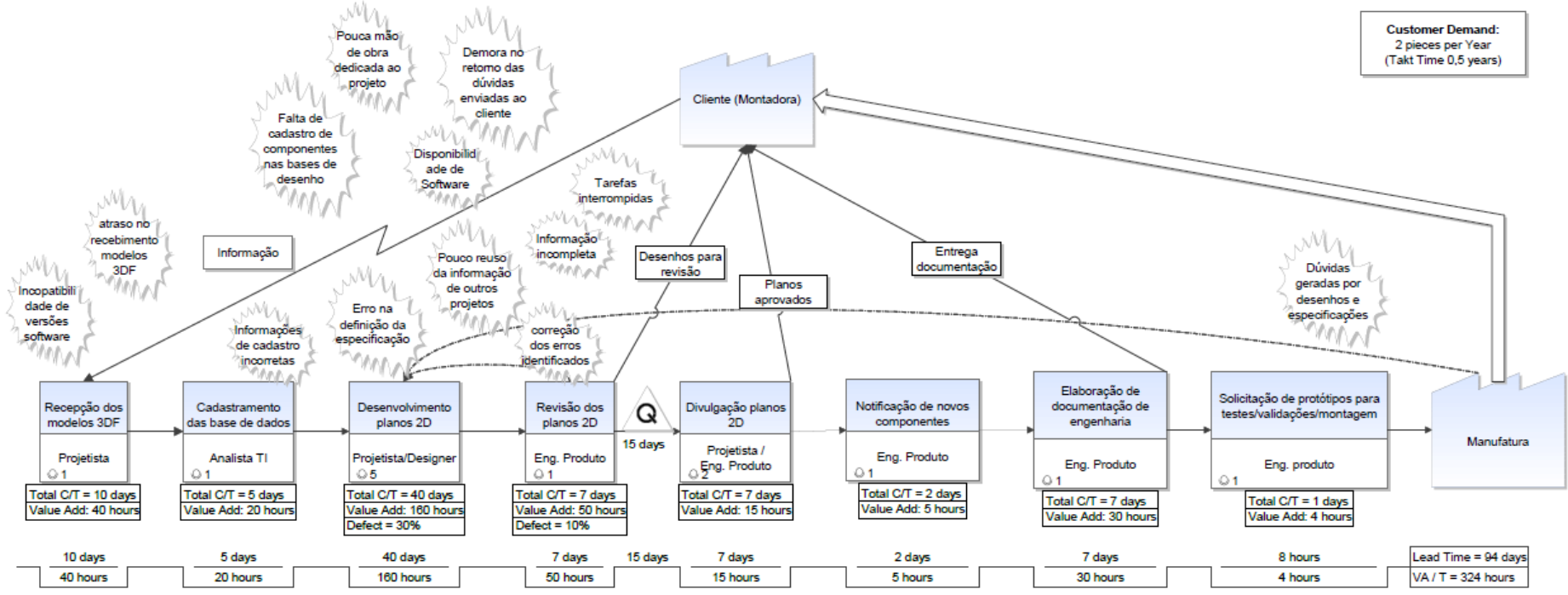


Figura 8 - Mapeamento do fluxo de valor atual
Fonte: Autoria Própria

Através da leitura do MFV atual foi possível identificar os desperdícios e, apoiando-se no quadro 3, onde foram definidos os desperdícios segundo Bauch (2004), houve a possibilidade de análise dos dados e elaboração do quadro 5, classificando os desperdícios e suas possíveis causas.

Desperdício (identificado)	Desperdício (teórico - BAUCH 2004)	Característica do desperdício (BAUCH 2004)	Causa
Incompatibilidade nas versões de software	Limitações nos recursos de TI	Compatibilidade Pobre	- Atualização nas versões sem prévio comunicado e/ou sem envolvimento das pessoas chaves do setor;
Atraso no recebimento dos modelos 3DF	Espera	Espera por dados	- Envio tardio dos modelos pelo cliente;
Informações de cadastro incorretas	Espera	Informações esperando por pessoas Espera por dados	- Cópia dos dados de bases antigas e com cadastro incorreto; - Falta de informações/desenhos dos componentes;
	Defeito	Dados e informações errôneas	
Erro na definição da especificação	Defeito	Dados e informações errôneas	- Má interpretação dos dados; - Falta de ferramentas de poka-yoke; - Não seguir método de trabalho;
	Falta de disciplina	Treinamento pobre	
Pouco reuso de informações de projetos anteriores	Reinvenção	Reutilização pobre do projeto Reutilização pobre do conhecimento	- Lições aprendidas pobre e pouco divulgado entre os envolvidos; - Baixo treinamento e disseminação do conhecimento, e interação com pessoas do DP;
	Falta de Disciplina	Treinamento pobre	
Correção dos erros identificados	Defeito	Informações com qualidade deficiente Dados e informações errôneas	- Não seguir método de trabalho;
Informação disponibilizada incompleta	Espera	Espera por dados	- Falta de informação nos documentos recebidos do cliente, gerando necessidade de novo contato para a busca da informação faltante;
	Movimentação desnecessária	Busca de informação	
Tarefas interrompidas	Transporte	Tarefas interrompidas	- Gerada pelos outros defeitos identificados;
Disponibilidade de Software	Limitações nos recursos de TI	Baixa capacidade	- Limitada disponibilidade de licenças (licenças flutuantes compartilhadas);
Falta de cadastro de componentes nas bases de desenho	Espera	Espera por dados e respostas	- Falta de informações/desenhos dos componentes;
	Inventário	Filas no caminho crítico	
	Defeito	Informações com qualidade deficiente	
Pouca Mão de Obra dedicada ao projeto	Espera	Informações esperando por pessoas	- Equipe dividida por cliente
	Inventário	Filas no caminho crítico	
Demora no retorno das dúvidas enviadas ao cliente	Espera	Espera por dados e respostas	- Falta de acesso a informação do cliente; - Surgimento de dúvidas em etapas avançadas do DP;
	Transporte	Tarefas interrompidas	
Dúvidas geradas por desenhos e especificações incorretas	Espera	Informações esperando por pessoas	- Má interpretação dos dados; - Falta de ferramentas poka-yoke; - Validações de planos incompletas;
	Transporte	Tarefas interrompidas	
	Defeito	Informações com qualidade deficiente Dados e informações errôneas	

Quadro 5 - Desperdícios identificados no DP

Fonte: Autoria Própria

4.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR FUTURO

Com a finalização da análise do fluxo de valor atual, a equipe obteve o fluxo base para estudo das melhorias. Utilizando-se dos conceitos da filosofia *lean* e da ferramenta MFV foram atacadas as atividades que provocam os desperdícios e que eram as mais evidentes e, em um segundo momento, os fluxos que consomem muito tempo ou que agregam pouco valor.

Portanto, foram analisadas as causas dos desperdícios e elaborados planos a fim de eliminá-las, conforme demonstrado no quadro 6. Foram identificadas oportunidades de otimização nos macro processos que seguem descritas na sequência. Os itens examinados podem ser observados em destaque (em vermelho) na figura 9.

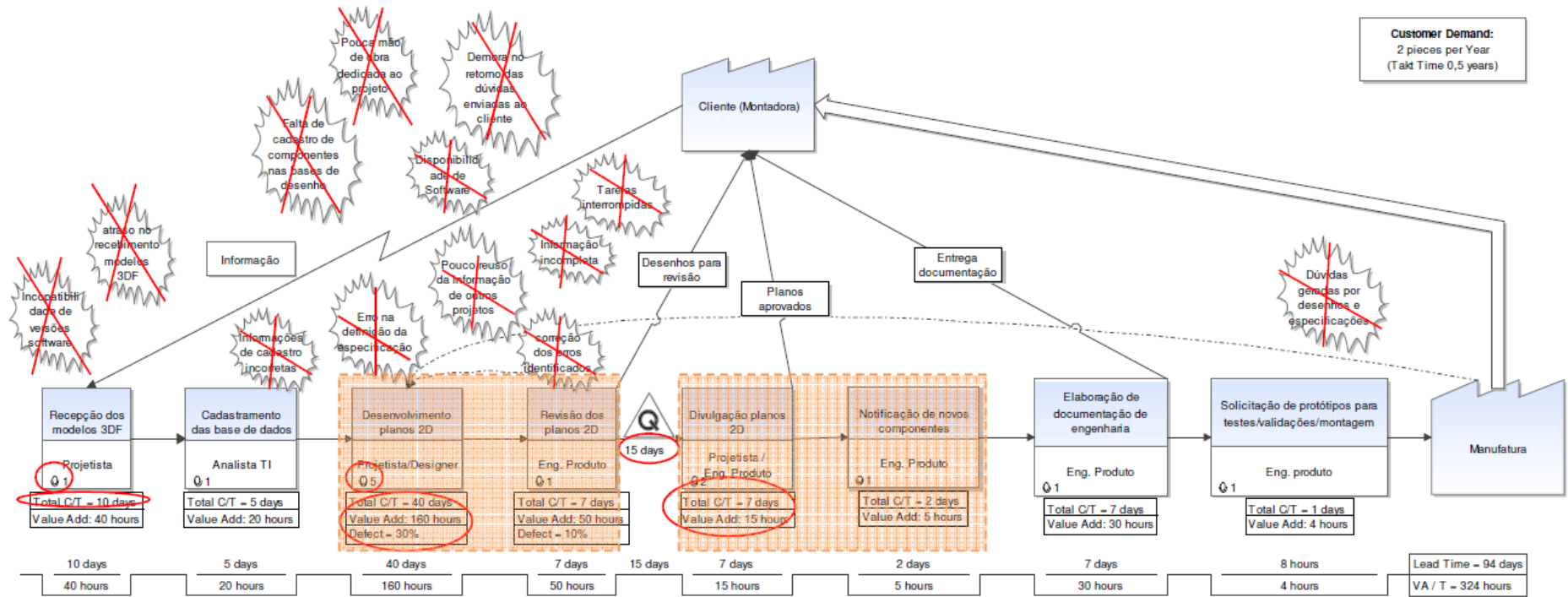


Figura 9 - Análise das melhorias a serem implementadas
Fonte: Própria

Desperdício (identificado)	Causa	Contramedida (ações proposta)
Incompatibilidade nas versões de software	- Atualização nas versões sem prévio comunicado e/ou sem envolvimento das pessoas chaves do setor;	- Divulgar e manter atualizado para o cliente organograma e hierarquia para que os responsáveis sejam comunicado imediatamente sobre mudanças; - Estabelecer internamente regra para divulgação e acompanhamento das ações relacionadas a esse tema;
Atraso no recebimento dos modelos 3DF	- Envio tardio dos modelos pelo cliente;	- Acompanhar durante as reuniões com cliente status dos envios e sinalizar imediatamente quando ocorrerem atrasos;
Informações de cadastro incorretas	- Cópia dos dados de bases antigas e com cadastro incorreto; - Falta de informações/desenhos dos componentes;	- Estabelecer uma base antiga como padrão e elaborar um plano de revisão de 100% componentes para que essa seja tomada como referência para os próximos projetos; - Formalizar rede de contatos que são fontes de informações e desenhos de componentes;
Erro na definição da especificação	- Má interpretação dos dados; - Falta de ferramentas de poka-yoke; - Não seguir método de trabalho;	- Realizar treinamento da equipe; - Elaborar base de dados para consultas a problemas ocorridos anteriormente e o método de resolução; - Utilizar check list de desenho durante o desenvolvimento;
Pouco reuso de informações de projetos anteriores	- Lições aprendidas pobre e pouco divulgada entre os envolvidos; - Baixo treinamento e disseminação do conhecimento, e interação com pessoas do DP;	- Realizar treinamento da equipe; - Elaborar base de dados para consultas a problemas ocorridos anteriormente e o método de resolução; - Realizar reunião de lições aprendidas ao final do DP com a equipe;
Correção dos erros identificados	- Não seguir método de trabalho;	- Utilizar check list de desenho durante o desenvolvimento;
Informação disponibilizada incompleta	- Falta de informação nos documentos recebidos do cliente, gerando necessidade de novo contato para a busca da informação faltante;	- Conscientização do cliente a respeito do tema; - Solicitar revisão dos modelos disponibilizados a fim de evitar falta de informação;
Tarefas interrompidas	- Gerada pelos outros defeitos identificados;	- Eliminar os desperdícios identificados;
Disponibilidade de Software	- Limitada disponibilidade de licenças (licenças flutuantes compartilhadas);	- Comprar novas licenças; - Elaborar planejamento sequencial das atividades evitando falta de software;
Falta de cadastro de componentes nas bases de desenho	- Falta de informações/desenhos dos componentes;	- Formalizar rede de contatos que são fontes de informações e desenhos de componentes;
Pouca Mão de Obra dedicada ao projeto	- Equipe dividida por cliente	- Realizar treinamento para que funcionários de outros clientes e que possuem a mesma função possam suportar as atividades durante o DP sempre que necessário;
Demora no retorno das dúvidas enviadas ao cliente	- Falta de acesso a informação do cliente; - Surgimento de dúvidas em etapas avançadas do DP;	- Realizar acompanhamento das dúvidas enviadas durante as reuniões com o cliente; - Antecipar análises para que as dúvidas sejam enviadas no início do DP; - Ter acesso a base de dados para consultas a problemas ocorridos anteriormente e o método de resolução;
Dúvidas geradas por desenhos e especificações incorretas	- Má interpretação dos dados; - Falta de ferramentas poka-yoke; - Validações de planos incompletas;	- Realizar treinamento da equipe; - Utilizar check list de desenho durante o desenvolvimento; - Reforçar análise durante a revisão dos itens não elétricos;

Quadro 6 - Análise dos desperdícios e contramedidas

Fonte: Autoria Própria

O processo “Recepção dos modelos 3DF” foi revisada e incluída uma pessoa a fim de reduzir o C/T e *lead time*.

O mesmo pode ser observado no processo “Desenvolvimento planos 2D”, onde a quantidade de projetistas/designer passou de cinco para seis, utilizando-se da premissa de que haverá treinamento e pessoas dedicadas a outros clientes poderão suportar o time no DP sempre que necessário. Outro ponto relevante para esse processo é que com as ações propostas (treinamentos, base de dados para consulta a problemas/soluções anteriores, aplicação de check list de maneira mais robusta, entre outros) espera-se reduzir os defeitos de 30% para 10%.

Optou-se por unificar os processos de “Desenvolvimento planos 2D” e “revisão dos planos”, a fim de otimizar as atividades, reduzindo o C/T e criando uma melhor interação entre projetistas e o engenheiro de produto.

A identificação de uma espera de 15 dias, que se refere à verificação e validação dos planos, atividade realizada pelo cliente, também foi reduzida com a premissa de negociação com o cliente de um novo prazo, estabelecido em dez dias para conclusão de todo o processo (checagem/solicitação de correções/validações). É importante frisar que o cliente tem a expectativa de que o DP seja realizado de maneira mais rápida, concluindo-se, portanto, que o mesmo esteja disposto a cooperar.

Por fim, os processos de “Divulgação de planos 2D” e “notificação de novos componentes” foram unificados, pois pode-se utilizar a mesma liberação dos planos 2D para a manufatura para informar o novos componentes.

Portanto, após as análises foi possível moldar o fluxo de valor futuro com a eliminação dos desperdícios e otimizações propostas, conforme apresentado na figura 10.

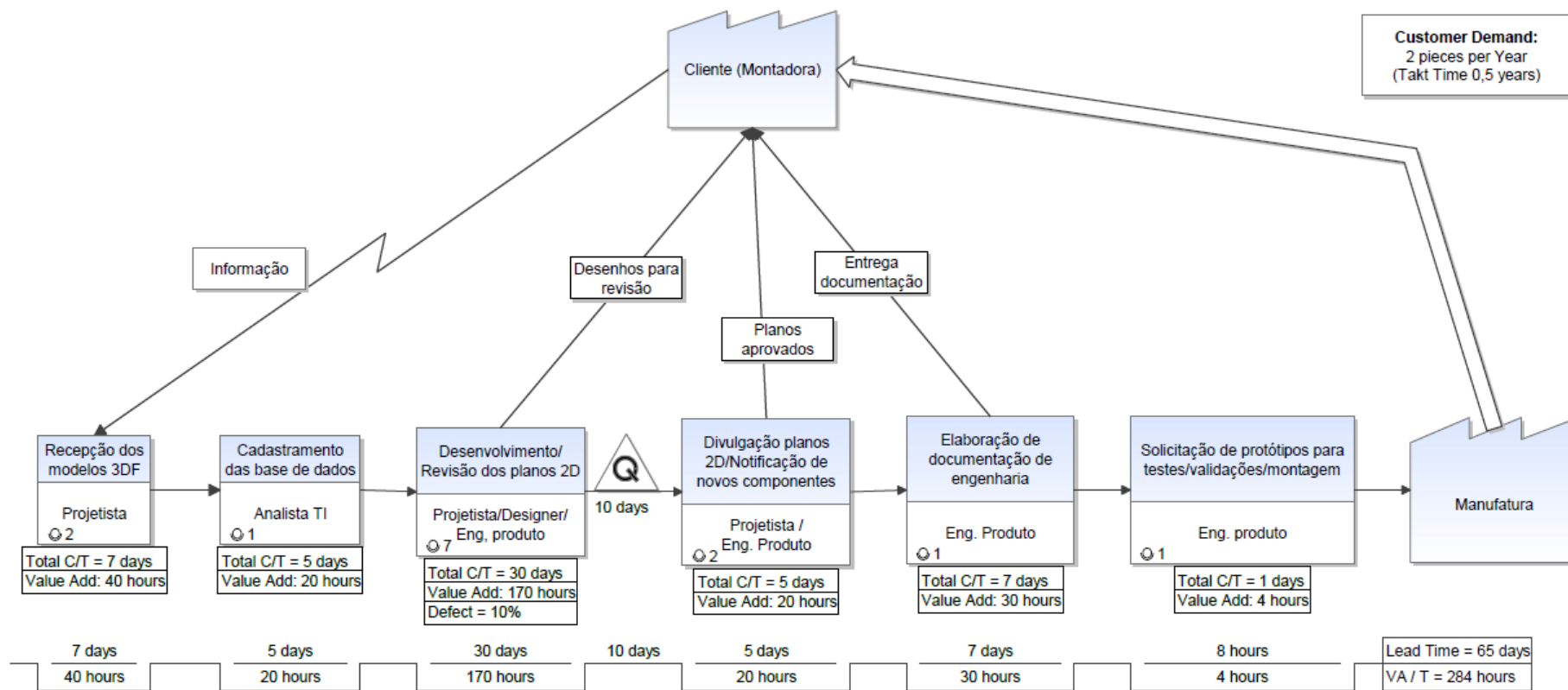


Figura 10 - Mapeamento do fluxo de valor futuro
Fonte: Autoria Própria

O MFV futuro apresenta seis macros processos, redução de dois processos em relação ao fluxo de valor atual.

Outras comparações de importantes dados podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo MFV atual Vs MFV futuro

	MFV Atual	MFV Futuro	Δ
Lead time (dias)	94	65	- 29 (-31%)
VA / T (horas)	324	284	- 40 (-12%)

Fonte: Aatoria Própria

4.4 PLANO DE TRABALHO E IMPLEMENTAÇÃO

Uma vez o fluxo de valor futuro concluído, o plano de trabalho e implementação consiste na aplicação das contramedidas definidas através da divulgação do plano para os interessados e constante verificação dos avanços e eficácia das contramedidas. O plano deve ser iniciado imediatamente, a fim de implementar gradualmente as melhorias. Porém, a efetividade apenas poderá ser comprovada no próximo desenvolvimento de um novo produto, no caso, chicote elétrico automotivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um processo de desenvolvimento de produto bem estruturado em uma companhia representa a oportunidade de destaque sobre seus concorrentes, na medida em que possibilita melhor controle dos processos, atividades e pessoas. Os estudos para melhorias de custo, prazo e qualidade são melhor identificados, planejados e implementados.

Em complemento, a filosofia *lean* aplicada ao desenvolvimento de produtos se mostra uma boa alternativa na busca de desenvolver um processo mais enxuto e saudável para a companhia e seus clientes.

O MFV é umas das inúmeras ferramentas da filosofia *lean*, e sua aplicação no PDP vêm se mostrando muito útil. O MFV se mostrou uma ótima ferramenta para identificação dos desperdícios, pois seu conceito simples e visual faz com os agentes envolvidos no estudo tenham uma percepção objetiva de quais itens devem ser atacados e representam maior ganho no fluxo de valor.

Conclui-se que na comparação entre o estado atual e futuro, a fase de desenvolvimento de produto da empresa tem um potencial de ganho de 29 dias no *lead time*, ou seja, uma redução de 31% em relação ao tempo atual, passando dos atuais 94 dias para 65 dias. Outra contribuição está relacionada ao VA / T, onde há um potencial ganho de 12%, com redução das atuais 324 horas para 284 horas, ou seja, 40 horas.

No que diz respeito aos processos metodológicos da pesquisa os mesmos se mostraram satisfatórios, haja vista que o estudo de caso se apresentou de forma prática e inserida no mundo real por meio da coleta dos dados através das pessoas envolvidas no estudo. Agrega-se o fato dos participantes interagirem e poderem expressar suas visões. Quanto ao fato de ser uma pesquisa qualitativa e exploratória, fica evidenciada na medida em que os participantes foram estimulados a pensarem livremente acerca dos processos durante a pesquisa, desenvolvendo, esclarecendo e modificando ideias a respeito do MFV.

Em relação ao objetivo proposto nesse trabalho, onde se desejava mapear o fluxo de valor na fase de desenvolvimento de chicotes elétricos automotivos, pode-se concluir que foi alcançado. No tocante dos objetivos específicos constata-se que o a fase de desenvolvimento de produto da empresa foi delimitada, assim como o mapeamento do fluxo de valor atual e futuro. Quanto ao planejamento da

implementação do estado futuro, ações foram levantadas e devem ser monitoradas, e sua efetividade comprovada no próximo desenvolvimento.

Entretanto, a partir do momento da implementação do estado futuro, o mesmo passa a ser o estado atual. Portanto, torna-se objeto de estudos futuros na busca de oportunidades e desperdícios que venham a surgir ou não foram identificados nesse estudo.

Sugere-se também que essa ferramenta possa ter sua aplicação estendida a outras áreas envolvidas no PDP da empresa, no intuito de melhorar o fluxo de valor, agregando valor e buscando atividades que não agregam valor e possam ser eliminadas.

REFERÊNCIAS

AIAG. **APQP - Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle**: Manual de Referência. São Paulo: Instituto da qualidade automotiva, 1994.

BAUCH, Christoph. **Lean Product Development**: Making waste transparent. 2004. 140 f. Tese (Doutorado) – Universidade Técnica de Munique, Munique, 2004

BRASIL GOVERNO FEDERAL. **Carros fabricados no Brasil devem ter airbags e freios abs**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/01/carros-fabricados-no-brasil-devem-ter-airbags-e-freios-abs>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

INOVAR-AUTO, **Legislação**. Disponível em: <<http://inovarauto.mdic.gov.br>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

LEAN INSTITUTE. Disponível em:<<http://www.lean.org.br/default.aspx>>. Acesso em: 15 Ago. 2016

MASCITELLI, Ronald. **The lean product development guidebook**: everything your design team needs to improve efficiency and slash time-to-market. Northridge, CA: Technology Perspectives, 2007.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de Produtos** – Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009

SILVA, Edna Lúcia da. MENEZES, Estera Muszak. **Metodologia da Pesquisa e elaboração da dissertação**. 2. Ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

STOCK AUTOMOTIVE. **Automotive-illustration.** Disponível em: <<http://www.stock-automotive-illustration.com>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

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

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1998.