

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM PROJETO E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO

Área de concentração: Projeto e Processos de Fabricação

Dissertação de Mestrado

APLICAÇÃO DA ABORDAGEM *LEAN* NO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE UMA
INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Marcelo Roberto Santor Rakoski

Passo Fundo

2020



Marcelo Roberto Santor Rakoski

**APLICAÇÃO DA ABORDAGEM *LEAN* NO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

Orientador: Prof. Dr. Márcio Walber

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Passo Fundo
2020

CIP – Catalogação na Publicação

R162a Rakoski, Marcelo Roberto Santor
Aplicação da abordagem *lean* no processo de desenvolvimento de produtos de uma indústria metal mecânica [recurso eletrônico] / Marcelo Roberto Santor Rakoski. – 2020.
2,560 Kb ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Walber.
Dissertação (Mestrado em Projeto e Processos de Fabricação) – Universidade de Passo Fundo, 2020.

1. Produto - Desenvolvimento. 2. Projeto de produto.
3. Produção enxuta. 4. Processos de fabricação. I. Walber, Márcio, orientador. II. Título.

CDU: 621.9

Marcelo Roberto Santor Rakoski

**APLICAÇÃO DA ABORDAGEM *LEAN* NO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE UMA INDÚSTRIA METAL
MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Data de aprovação: 16 de outubro de 2020.

Os componentes da Banca examinadora abaixo aprovaram a Dissertação:

Professor Doutor Márcio Walber
Orientador

Professor Doutor Antônio Carlos Valdiero
Universidade Federal de Santa Catarina

Professor Doutor Charles Leonardo Israel
Universidade de Passo Fundo

Professor Doutor Wu Xiao Bing
Universidade de Passo Fundo

Dedico este trabalho aos meus pais, Edvino e Leila, à minha esposa, Elisandra, e aos meus filhos, Kauan e Bernardo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva maravilhosa que é a vida, pelas pessoas que colocou em meu caminho e por iluminar meus passos, não permitindo que eu desistisse nos momentos mais difíceis.

À minha esposa, Elisandra, aos meus filhos, Kauan e Bernardo, pelo amor, carinho e, principalmente, pela compreensão, em virtude de minha ausência no período de construção deste estudo. Obrigado por estarem ao meu lado neste momento.

Aos meus pais, Edvino e Leila, pelo apoio e por acreditarem em meu potencial.

Aos professores que contribuíram para a realização desta dissertação, em especial, a meu orientador, professor Doutor Márcio Walber, pelo apoio, pela orientação construtiva e comprometida.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que esta pesquisa fosse realizada.

*“O sucesso não é mágico nem misterioso.
O sucesso é a consequência natural de aplicar
consistentemente os fundamentos básicos.”*

Jim Rohn

RESUMO

Partindo do princípio que desenvolver produtos tem se tornado um dos processos-chave de qualquer empresa que se propõe a competir por meio da criação de produtos próprios e que a sua sobrevivência depende fortemente da capacidade de converter rapidamente as necessidades dos clientes em produtos para comercializá-los no mercado, este estudo procurou, com base na filosofia *lean*, estruturar formas de melhorar o desempenho no processo de desenvolvimento de produtos (PDP) da empresa Alfa, uma indústria metal mecânica fabricante de equipamentos para movimentação de cargas. Apesar de ser um assunto bastante discutido e abordado, não há um consenso sobre metodologias ou ferramentas completamente aceitas em processos de desenvolvimento de produtos, que consigam desenvolver projetos com customização e eficiência ao mesmo tempo. Nesse sentido, este estudo buscou inicialmente obter um entendimento da situação atual, efetuar a coleta de dados e realizar o MFV do estado atual no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, a fim de identificar os principais problemas que afetam seu desempenho e a sua qualidade. Posteriormente, com base nas práticas adotadas pela filosofia *lean*, foi proposto um estado futuro por meio da implementação das propostas de melhorias. Como resultado, observou-se que através da eliminação dos desperdícios e aplicação das ferramentas enxutas, houve uma melhoria significativa no seu desempenho, uma vez que a entrega de pedidos no prazo obteve uma melhoria de 16% no período em que foi realizada a implantação e a coleta de dados. Além disso, outra contribuição foi com relação a redução dos retrabalhos, aproximadamente 24,5% número de entrada de pedidos com problemas e 5,5% no do número de desenhos retornados com erros, garantindo mais qualidade nas entregas e contribuindo para a geração de conhecimento entre os colaboradores.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), Sistema Toyota para Desenvolvimento de Produtos, *Engineer-to-Order*, Filosofia *Lean*.

ABSTRACT

By assuming that developing products has become one of the key processes in any company that has the objective to be competitive by creating its own products and that its survival depends on the ability to quickly convert customers' needs into products for the market, this study aimed, based on the lean philosophy, to structure ways to improve the performance of the product development process (PDP) of the company Alfa, named this way in order to preserve its identification. Despite being a widely discussed and addressed issue, there are no methodologies or tools fully accepted in product development processes that can develop projects with customization and efficiency at the same time. In this regard, this study initially tried to gain an understanding of the current situation, perform data collection and perform the value stream mapping (VSM) of the current status of the Industrial Division PDP at Alfa in order to identify the main problems that affect its performance and quality. Later, based on the practices adopted using the Lean Philosophy, a future state was proposed through the implementation of the improvement proposals. As a result, it was observed that, through the elimination of waste and application of Lean tools, there was an improvement in performance and consequently a reduction in rework, ensuring more quality in deliveries and contributing to the knowledge generation among employees.

Keywords: Product Development Process (PDP), Toyota System for Product Development, Engineer-to-Order, Lean Philosophy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Estrutura de máquinas e equipamentos na FBCF (valores correntes em BRL bilhões) | 17 |
| Figura 2 – Exportação e importação de bens de capital [USD bilhões] | 17 |
| Figura 3 – Etapas da pesquisa..... | 20 |
| Figura 4 – Modelo de PDP proposto por Rozenfeld | 22 |
| Figura 5 – Tipos de projeto de desenvolvimento de produto baseado na inovação | 25 |
| Figura 6 – Fases do produto na tipologia ETO..... | 27 |
| Figura 7 – Os cinco princípios do pensamento enxuto..... | 28 |
| Figura 8 – Desperdícios do PDP segundo Ward | 31 |
| Figura 9 – Os três pilares do sistema <i>lean</i> de desenvolvimento de produtos | 36 |
| Figura 10 – Esquema do sistema <i>lean</i> de desenvolvimento de produtos | 37 |
| Figura 11 – Etapas para o MFV | 40 |
| Figura 12 – Atribuições do engenheiro-chefe | 42 |
| Figura 13 – Preço versus conhecimento crescente | 44 |
| Figura 14 – Processo de aprendizado e melhoria contínua (LAMDA)..... | 45 |
| Figura 15 – Ferramentas, sistema e cultura <i>lean</i> | 48 |
| Figura 16 – Metodologia da pesquisa..... | 51 |
| Figura 17 – Esquema da pesquisa..... | 52 |
| Figura 18 – Organograma de engenharia | 54 |
| Figura 19 – Fluxograma no departamento de engenharia - situação atual | 55 |
| Figura 20 – Etapas do projeto na empresa Alfa..... | 57 |
| Figura 21 – Ícones utilizados no MFV | 58 |
| Figura 22 – Equipamento instalado em uma Reach Stacker | 60 |
| Figura 23 – Mapeamento do fluxo de valor do estado atual | 63 |
| Figura 24 – Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro | 72 |
| Figura 25 – Plano de implementação | 74 |
| Figura 26 – Plano de implementação ao plano de treinamento..... | 77 |
| Figura 27 – Plano de implementação referente ao princípio 1 | 78 |
| Figura 28 – Indicador de pedidos recebidos com problemas sobre o número total de pedidos..... | 79 |
| Figura 29 – Controle de pedidos..... | 81 |
| Figura 30 – Plano de implementação referente ao princípio 2..... | 82 |
| Figura 31 – Planilha diária de revisões..... | 83 |
| Figura 32 – Indicador de retrabalho em desenhos..... | 84 |
| Figura 33 – Pareto das principais causas de retrabalho..... | 85 |
| Figura 34 – Manual de engenharia para processos de fabricação | 86 |
| Figura 35 – Plano de implementação referente ao princípio 3..... | 87 |
| Figura 36 – Indicador de atividades entregues no prazo | 89 |
| Figura 37 – Indicador de pedidos entregues no prazo..... | 90 |
| Figura 38 – Plano de implementação referente ao princípio 4..... | 90 |
| Figura 39 – Configurador de produtos | 91 |
| Figura 40 – Plano de implementação referente aos princípios 5 e 6..... | 94 |
| Figura 41 – Metodologia para gerenciamento de projetos implantada | 95 |
| Figura 42 – Escritório de gerenciamento de projetos..... | 96 |
| Figura 43 – Plano de implementação referente ao princípio 7..... | 97 |
| Figura 44 – Plano de implementação referente ao princípio 8..... | 99 |
| Figura 45 – Plano de implementação referente ao princípio 9..... | 100 |
| Figura 46 – Plano de implementação referente ao princípio 10..... | 102 |

| | |
|--|-----|
| Figura 47 – Plano de implementação referente ao princípio 11 | 104 |
| Figura 48 – Integrador de estruturas..... | 105 |
| Figura 49 – Plano de implementação referente ao princípio 12..... | 106 |
| Figura 50 – Gestão visual implementada | 108 |
| Figura 51 – Plano de implementação referente ao princípio 13..... | 109 |
| Figura 52 – Painel de gestão do conhecimento | 110 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 – Objetivos geral e específico..... | 19 |
| Quadro 2 – Abordagens do PDP..... | 24 |
| Quadro 3 – Tipos de projetos de desenvolvimento de produtos..... | 25 |
| Quadro 4 – Comparativo entre os desperdícios na manufatura e no PDP segundo Bauch | 30 |
| Quadro 5 – Comparação entre a aplicação dos princípios enxutos | 33 |
| Quadro 6 – Análise bidimensional dos fatores de risco quanto à abrangência e natureza da atividade | 34 |
| Quadro 7 – Elementos do PDP da Toyota segundo vários autores | 34 |
| Quadro 8 – Princípios comuns entre os vários autores..... | 35 |
| Quadro 9 – Categorias de projetos <i>lean</i> | 39 |
| Quadro 10 – Características da população entrevistada | 59 |
| Quadro 11 – Problemas presentes no PDP da Divisão Industrial | 64 |
| Quadro 12 – Propostas de melhoria..... | 69 |
| Quadro 13 – Comparativo entre abordagem <i>lean</i> versus tradicional na Empresa Alfa | 112 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ABIMAQ | Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos |
| ATO | Assembly-to-Order (Montagem sob Encomenda) |
| BOM | Bill of Materials (Estrutura/Lista de Produtos) |
| CAD | Computer Aided Designer (Desenho Assistido por Computador) |
| CAE | Computer Aided Engineering (Engenharia Assistida por Computador) |
| CPV | Custo de Produtos Vendidos |
| DPL | Desenvolvimento de Produtos Lean |
| EC | Engenheiro-Chefe |
| ES | Engenharia Simultânea |
| ESBC | Engenharia Simultânea Baseada em Conjuntos |
| ETO | Engineer-to-Order (Engenharia sob Encomenda) |
| FBCF | Formação Bruta de Capital Fixo |
| GP | Gerente de Projetos |
| LT | Lead Time (Tempo de atravessamento) |
| MFV | Mapeamento de Fluxo de Valor |
| MRP | Material Requirement Planing (Planejamento das Necessidades de Materiais) |
| MTS | Make-to-Stock (Fabricar para Estoque) |
| MTO | Make-to-Order (Fabricar sob Encomenda) |
| OF | Ordem de Fabricação |
| PCP | Planejamento e Controle da Produção |
| PDCA | Plan – Do – Check – Act (planejar – Fazer – Checar – Agir) |
| PDM | Product Data Management (Gerenciamento de Dados do Projeto) |
| PDP | Processo de Desenvolvimento de Produtos |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| RH | Recursos Humanos |
| STDP | Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos |
| STP | Sistema Toyota de Produção |
| TI | Tecnologia da Informação |
| TP | Tempo de processamento |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 | Justificativas | 18 |
| 1.2 | Objetivos | 18 |
| 1.2.1 | Objetivo geral..... | 18 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 19 |
| 1.3 | Estrutura do trabalho | 19 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 2.1 | Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)..... | 21 |
| 2.1.1 | Fases do PDP | 22 |
| 2.1.2 | Abordagens para gestão do PDP..... | 23 |
| 2.1.3 | Tipos de projetos..... | 25 |
| 2.1.4 | Desenvolvimento de produtos com tipologia engineer to order (ETO)..... | 26 |
| 2.2 | Desenvolvimento de produtos <i>lean</i> : histórico..... | 27 |
| 2.3 | O pensamento <i>lean</i> : princípios no PDP..... | 28 |
| 2.3.1 | Valor | 28 |
| 2.3.2 | Fluxo de valor | 29 |
| 2.3.3 | Fluxo contínuo | 32 |
| 2.3.4 | Produção puxada..... | 32 |
| 2.3.5 | Perfeição | 33 |
| 2.4 | Elementos no PDP <i>lean</i> | 33 |
| 2.5 | Modelo de referência..... | 36 |
| 2.5.1 | Subsistema processo | 38 |
| 2.5.2 | Subsistema pessoal habilitado..... | 41 |
| 2.5.3 | Subsistema ferramentas e tecnologias..... | 46 |
| 2.6 | Ferramentas | 48 |
| 2.7 | Síntese do capítulo | 49 |
| 3 | DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA | 50 |
| 3.1 | Metodologia da Pesquisa..... | 50 |
| 3.2 | Contextualização do objeto de estudo..... | 53 |
| 3.3 | Características gerais do PDP..... | 53 |
| 3.4 | Relato da situação atual..... | 55 |
| 3.5 | Mapeamento do fluxo de valor do estado atual..... | 57 |
| 3.5.1 | Planejamento..... | 58 |
| 3.5.2 | Coleta de dados | 59 |
| 3.5.3 | Escolha da família de produtos | 60 |
| 3.5.4 | Desenho do estado atual..... | 60 |
| 3.6 | Descrição dos problemas encontrados | 64 |
| 3.7 | Propostas de melhorias para o PDP da empresa Alfa | 67 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.7.1 | Implementação para a mudança..... | 68 |
| 3.7.2 | Apresentação das propostas de melhoria..... | 68 |
| 3.8 | Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro..... | 70 |
| 3.8.1 | Desenho do estado futuro..... | 70 |
| 3.9 | Plano de ação para a implementação..... | 73 |
| 3.10 | Síntese do capítulo..... | 75 |
| 4 | IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS E COMPARATIVO COM A | |
| | ABORDAGEM TRADICIONAL..... | 77 |
| 4.1 | Treinamento e sensibilização da equipe..... | 77 |
| 4.2 | Implementação das melhorias para o subsistema processos..... | 78 |
| 4.2.1 | Implementação das propostas para o princípio 1..... | 78 |
| 4.2.2 | Implementação das propostas para o princípio 2..... | 82 |
| 4.2.3 | Implementação das propostas para o princípio 3..... | 86 |
| 4.2.4 | Implementação das propostas para o princípio 4..... | 90 |
| 4.3 | Implementação das melhorias para o subsistema pessoas..... | 93 |
| 4.3.1 | Implementação das propostas para os princípios 5 e 6..... | 94 |
| 4.3.2 | Implementação da proposta para o princípio 7..... | 97 |
| 4.3.3 | Implementação da proposta para o princípio 8..... | 99 |
| 4.3.4 | Implementação da proposta para o princípio 9..... | 100 |
| 4.3.5 | Implementação da proposta para o princípio 10..... | 102 |
| 4.4 | Implementação das melhorias para o subsistema ferramentas e tecnologia..... | 104 |
| 4.4.1 | Implementação da proposta para o princípio 11..... | 104 |
| 4.4.2 | Implementação das propostas para o princípio 12..... | 106 |
| 4.4.3 | Implementação da proposta para o princípio 13..... | 109 |
| 4.5 | Comparativo entre a abordagem <i>lean</i> versus a tradicional na empresa Alfa..... | 111 |
| 4.6 | Síntese do capítulo..... | 116 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 117 |
| 6 | SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS..... | 120 |
| | APÊNDICE..... | 126 |

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência de muitas empresas depende fortemente da capacidade de converter rapidamente as necessidades dos clientes em produtos para comercializá-los no mercado, uma vez que se torna uma habilidade essencial para alcançar níveis de competitividade no ambiente em que atua. Sendo assim, o desenvolvimento de produtos tem se tornado um dos processos-chave de qualquer empresa que se propõe a competir por meio da criação de produtos próprios, tornando-se cada vez mais crítico para a competitividade da empresa (ROZENFELD *et al.*, 2006).

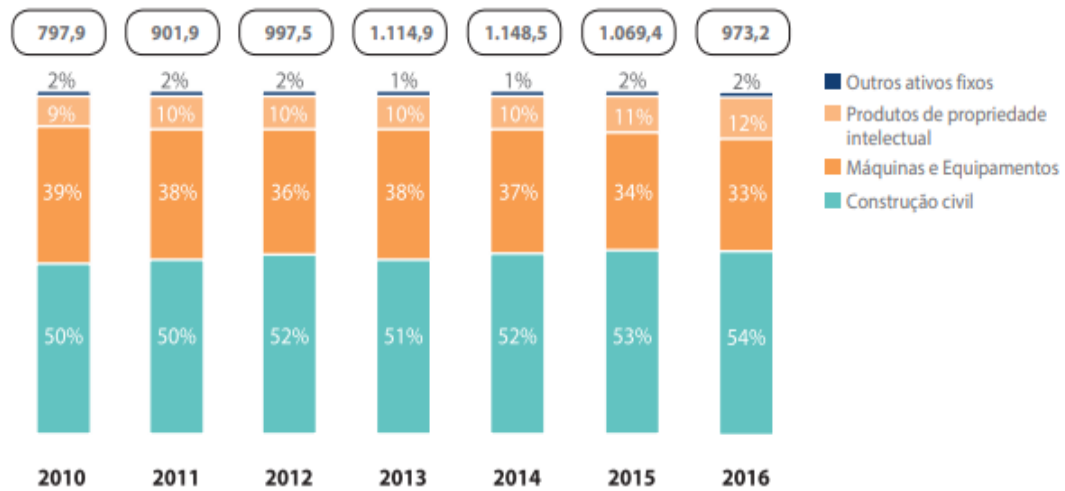
A globalização precipitou as chamadas ondas de desregulamentação de mercados, de flexibilização de monopólios, de parcerias de empresas e, muito rapidamente, a concorrência rompeu barreiras, ultrapassou fronteiras, ignorou bandeiras e idiomas (CHIAVENATO, 2008). Dessa forma, os produtos oriundos da indústria brasileira competem em preço e qualidade com similares estrangeiros, vindos tanto de países com elevado nível de desenvolvimento tecnológico quanto de países onde os custos de fabricação estão num patamar inferior (SALGADO *et al.*, 2009).

Com a forte competição, independentemente do porte ou do segmento de atuação, houve uma mudança significativa no comportamento dos clientes, isto é, antes que seja efetuada a tomada de decisão, comparam-se preços, qualidade e o valor agregado dos produtos e serviços. A reavaliação dos seus processos, dos custos de produção e métodos de desenvolvimento de novos produtos tornou-se fundamental (MEDEIROS *et al.*, 2009), sendo necessária uma constante avaliação a fim de garantir mais competitividade e eficiência.

Quando uma organização possui produtos de qualidade e é reconhecida pelos consumidores, está apta a competir no mercado. Entretanto, uma organização apta a competir no mercado não é necessariamente uma organização competitiva, pois ela pode ter um bom produto, mas não possuir um bom preço, ou, ainda, oferecer longos prazos de entrega (MANSILHA, 2018).

Em documento emitido pela ABIMAQ (2018), que tem como objetivo principal sensibilizar os poderes da República para as causas da falta de competitividade da indústria e, conseqüentemente, fomentar o fortalecimento do setor produtivo de bens de capital mecânicos para ocupar o maior espaço possível no aumento tanto da demanda interna quanto das exportações, é possível perceber, como mostra a Figura 1, que máquinas e equipamentos para produção possuem uma contribuição de 33% na formação bruta de capital fixo (FBCF).

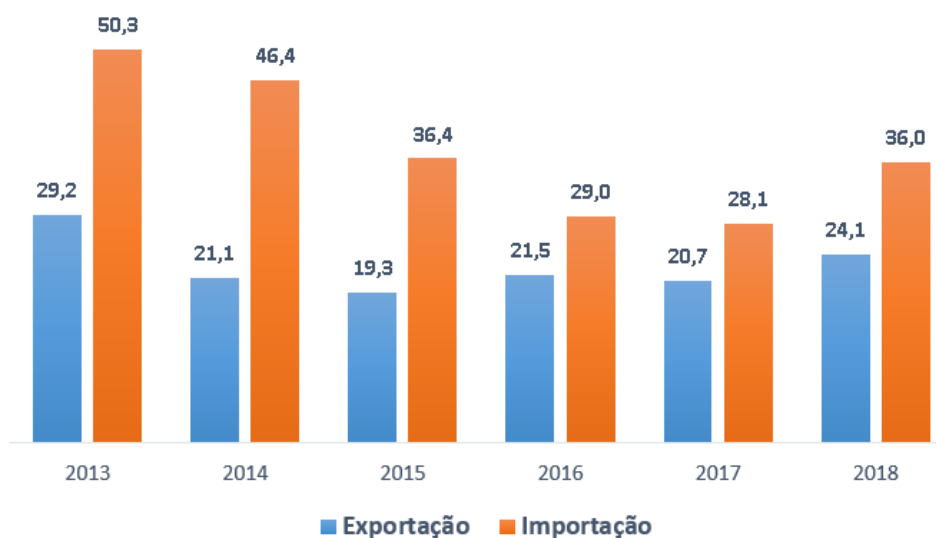
Figura 1 – Estrutura de máquinas e equipamentos na FBCF (valores correntes em BRL bilhões)



Fonte: ABIMAQ (2018).

A atual conjuntura apresenta um crescimento pequeno na exportação de máquinas e equipamentos, conforme se apresenta na Figura 2. Entretanto, observa-se a perda de participação da produção nacional de bens de capital mecânicos (17%) nos últimos cinco anos no consumo aparente, motivando níveis preocupantes que comprometem a sobrevivência da indústria de máquinas e equipamentos brasileiros e, ao mesmo tempo, indicando a dificuldade de competir internacionalmente. Além disso, é possível visualizar a significativa participação de importações, demonstrando que o setor não é fechado comercialmente.

Figura 2 – Exportação e importação de bens de capital [USD bilhões]



Fonte: Adaptado de Berger (2019).

1.1 Justificativas

Com base nos dados apresentados anteriormente, está clara a existência de uma ameaça à produção nacional, uma vez que há um aumento significativo de importação de bens de capital mecânico, que se dá tanto pela redução de alíquotas por falta de produção nacional quanto pelo preço mais vantajoso. Conseqüentemente, o consumidor tem exercido uma forte pressão pelo aumento do nível de qualidade, pela redução de custos e prazos. Como forma de sobrevivência nesse mercado altamente competitivo, percebe-se o crescimento de um modelo de negócio através do fornecimento de produtos com diferentes níveis de customização, tendo como foco o cliente e o atendimento de suas necessidades específicas.

Nesse sentido, este estudo, com base na filosofia *lean*, procurou estruturar formas de melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) da empresa Alfa – assim denominada a fim de preservar sua identificação –, através da aplicação de um modelo de gestão de seus processos para se tornar mais eficiente na condução dos projetos. Apesar de ser um assunto bastante discutido e abordado, não existem metodologias ou ferramentas completamente aceitas em processos de desenvolvimento de produtos que consigam desenvolver projetos com customização e eficiência ao mesmo tempo.

Para o atendimento dessa premissa, parte-se do princípio de que os métodos para o desenvolvimento de produtos possuem flexibilidade para se adaptar a qualquer segmento do mercado. Suas diretrizes para o projeto são globais. E, portanto, suas tarefas podem ser aplicadas para qualquer produto em questão e utilizadas em qualquer empresa, indústria e país, desde que sejam seriamente experimentadas, que exista disciplina e sistematização.

1.2 Objetivos

A seguir, apresentam-se os objetivos propostos para este estudo, iniciando pelo geral e seguindo para os específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo geral efetuar e implementar melhorias no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, com base nas práticas adotadas pela filosofia *lean*, desde seu planejamento, concepção, até o detalhamento final, comparando-as com sua abordagem tradicional.

1.2.2 Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo principal, a pesquisa propõe-se a atingir os seguintes objetivos específicos:

1. Utilizar um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos através da abordagem *lean*;
2. Realizar o levantamento e a coleta de dados na empresa Alfa;
3. Realizar o MFV do estado atual;
4. Propor um estado futuro.

No quadro 1, apresenta-se, de maneira sucinta, uma explicação dos objetivos específicos.

Quadro 1 – Objetivos geral e específico

| | |
|------------------------------|---|
| Objetivo geral | • Efetuar e implementar propostas de melhorias no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, com base nas práticas adotadas pela filosofia <i>lean</i> , desde seu planejamento, concepção, até o detalhamento final, comparando-as com sua abordagem tradicional. |
| Objetivo específico 1 | • Identificar os conceitos, as técnicas e ferramentas da filosofia <i>lean</i> através de pesquisa bibliográfica, adotando como referência o modelo do sistema enxuto de desenvolvimento de produto, proposto por Morgan e Liker (2008). |
| Objetivo específico 2 | • Realizar o levantamento da situação atual por meio de pesquisa documental, entrevistas com os colaboradores e observação direta no local de trabalho. |
| Objetivo específico 3 | • Realizar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual no processo de desenvolvimento de produtos da empresa Alfa e identificar os principais problemas que afetam o seu desempenho e sua qualidade. |
| Objetivo específico 4 | • Propor um estado futuro através da implementação de um conjunto de ações, tendo como base o referencial bibliográfico, a fim de contribuir para a redução de desperdícios, do <i>lead time</i> e melhoria da qualidade dentro do processo de desenvolvimento de produtos. |

Fonte: Autor (2020).

1.3 Estrutura do trabalho

A fim de atingir os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em cinco capítulos.

O presente capítulo é de caráter introdutório e apresenta a contextualização, as considerações iniciais sobre o tema, a justificativa e os objetivos da dissertação.

O capítulo 2 é composto pela base teórica da pesquisa, abordando assuntos referentes aos conceitos e à importância do PDP, o desenvolvimento de produtos com tipologia *engineer to order* (ETO), os princípios e elementos da abordagem *lean*, além de apresentar o modelo de referência adotado neste estudo e suas ferramentas.

No capítulo 3, realiza-se o desenvolvimento da pesquisa propriamente dita, iniciando com a contextualização do objeto de estudo, o relato da situação atual, o mapeamento do

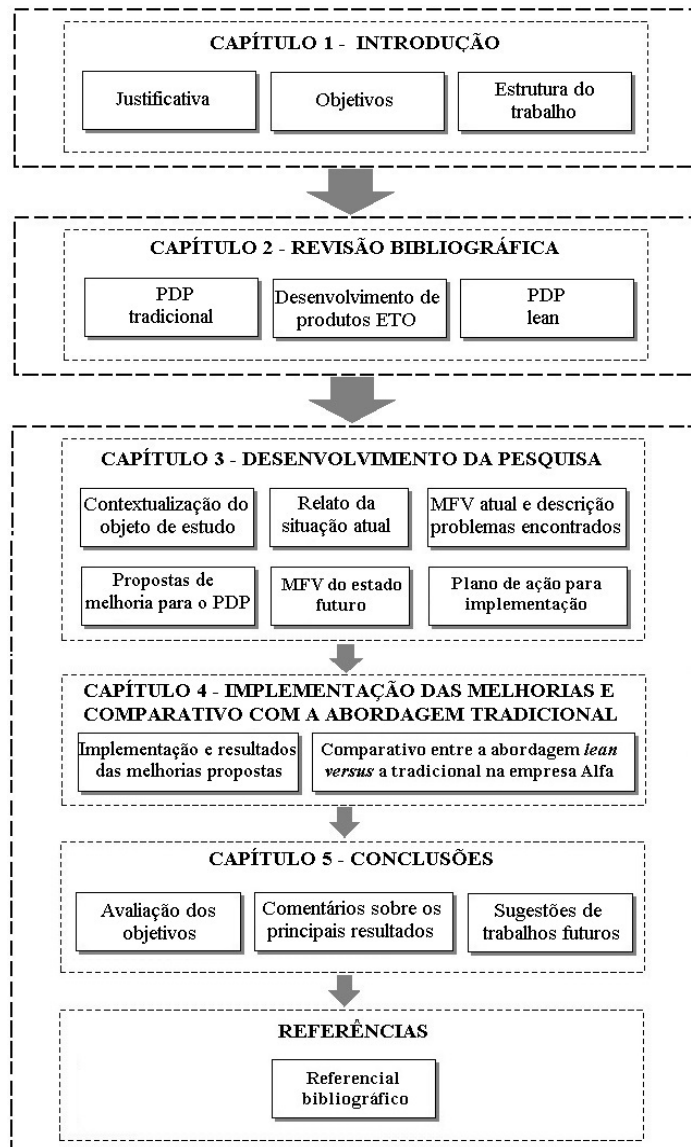
fluxo de valor (MFV) do estado atual no departamento de desenvolvimento de produtos, a identificação e descrição dos principais problemas encontrados. Além disso, com base no referencial bibliográfico e nos problemas identificados, são apresentadas as propostas de melhorias, realizado o mapeamento do fluxo de valor (MFV) do estado futuro e, conseqüentemente, o plano para sua implementação.

No capítulo 4, que se constitui da principal contribuição do estudo, apresentam-se as implementações para as propostas sugeridas no capítulo 3, a análise dos resultados e a comparação entre a abordagem *lean* versus a tradicional utilizada na empresa Alfa.

E, por fim, no capítulo 5, apresentam-se a avaliação dos objetivos, os comentários sobre os principais resultados e as sugestões de trabalhos futuros nesta área.

A Figura 3 apresenta o esquema que ilustra o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 3 – Etapas da pesquisa



2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que dá suporte ao tema deste estudo e, ao mesmo tempo, contribui para o alcance do objetivo proposto. Inicialmente, são abordados os assuntos referentes aos conceitos e à importância do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), as fases do desenvolvimento de produtos, as abordagens para gestão do PDP, os tipos de projetos e o desenvolvimento de produtos com tipologia *engineer to order* (ETO). Posteriormente, apresentam-se os princípios da abordagem *lean*, seus elementos, o modelo de referência adotado neste estudo e suas ferramentas. No final deste capítulo, apresenta-se uma síntese sobre a fundamentação teórica e como ela propiciou os elementos estruturantes para esta pesquisa.

2.1 Processo de desenvolvimento de produtos (PDP)

De maneira geral, desenvolver produtos, segundo Rozenfeld *et al.* (2006), consiste em um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado, das possibilidades e restrições tecnológicas, chegar às especificações de um produto e de seu processo de produção. Por estarem situadas na interface entre empresa e mercado, as atividades de desenvolvimento de produtos podem ser consideradas um dos principais processos de uma empresa, entretanto, para obter sucesso é relevante que sejam empregadas boas práticas de gestão para conduzi-lo (KAHN *et al.*, 2006).

O PDP é um dos processos vitais da organização, pois está entre as atividades que fornecem produtos com recursos, funções e tecnologias que contribuem para satisfazer as necessidades dos clientes (DOBROT e DOBROT, 2018; FRACCASCIA *et al.*, 2018), uma vez que o sucesso das organizações depende do número de produtos de sucesso inseridos por elas no mercado (HU *et al.*, 2017).

Segundo a visão de Morgan e Liker (2008), o PDP consiste em realizar todas suas atividades, buscando atender às necessidades dos clientes, desde a geração do conceito até a obsolescência do produto. Para Welo e Ringen (2015), o PDP pode ser caracterizado como um esforço de solução de problemas, onde a informação é traduzida em conhecimento, com o objetivo de reduzir o risco de levar um novo produto ao mercado para um nível aceitável.

Mesmo que a grande maioria das empresas tenha conhecimento da importância do PDP, sendo direcionado esforço nesse sentido, observa-se que a taxa de falha nos produtos é elevada (YEH *et al.*, 2008). Segundo os autores, existem várias razões para esse fato, como o desenvolvimento de produtos sem possuir uma sistemática ou modelo adequado ao seu

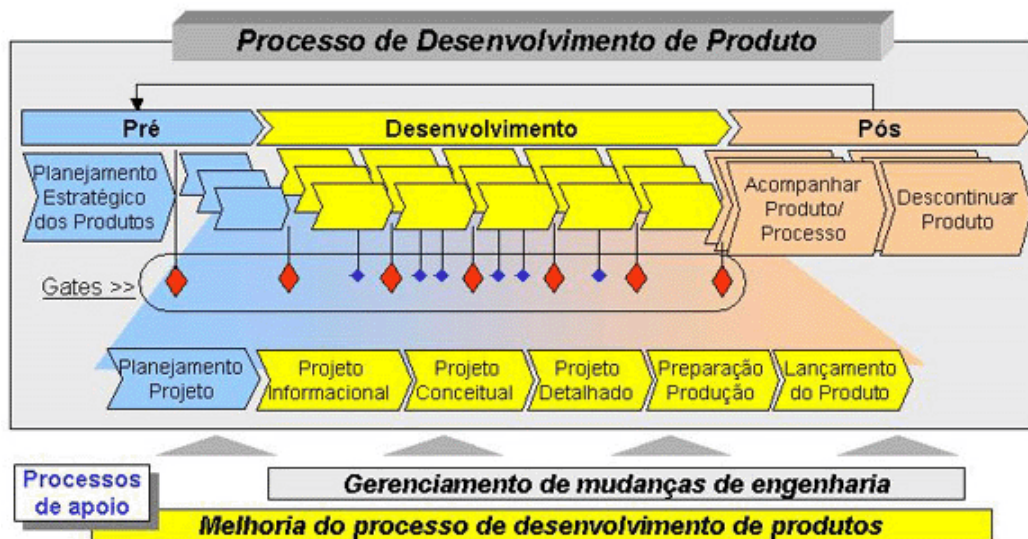
negócio, a utilização de modelos comuns a todo e qualquer processo de desenvolvimento e a baixa utilização de modelos, ferramentas e técnicas para auxiliar o PDP.

Quando utilizado dentro de uma metodologia, percebe-se que o emprego eficaz dessas ferramentas e técnicas é um elemento importante no gerenciamento do PDP e na melhoria de alguns processos. No entanto, uma pesquisa realizada por Yeh *et al.* (2008), demonstrou que muitas ferramentas e técnicas, potencialmente úteis, não são amplamente utilizadas pelas empresas em virtude das seguintes razões: (i) as empresas não compreendem claramente em que etapas as ferramentas e técnicas determinadas para o PDP podem ser usadas apropriadamente e eficazmente; (ii) as empresas não verificam a eficácia de várias ferramentas e técnicas do PDP; (iii) os coordenadores do PDP não conhecem determinadas ferramentas e técnicas.

2.1.1 Fases do PDP

Em virtude de sua complexidade, o PDP é dividido em fases, tarefas e atividades, que possibilitam pontos de controle e melhoram a eficácia da gestão, a fim de que um novo produto seja bem-sucedido (BUSON *et al.*, 2008). Na Figura 4, apresenta-se a forma como Rozenfeld *et al.* (2006) propõem o seu modelo de PDP.

Figura 4 – Modelo de PDP proposto por Rozenfeld



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Através da Figura 4, é possível observar uma divisão em três macrofases, as quais são compostas pelo pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Destaca-se, nesse modelo, a fase de desenvolvimento, que, por sua vez, constitui-se por cinco subfases: projeto informacional; projeto conceitual; projeto detalhado; preparação para a produção; e lançamento do produto.

Os *gates* são as revisões que acontecem após o término de cada fase. Além disso, é possível observar a relação dessas subfases com as anteriores e posteriores, o que justifica a necessidade de interação entre elas. Esse modelo também engloba o acompanhamento do produto após o lançamento no mercado, de tal forma que eventuais necessidades de mudanças sejam identificadas.

Através do mapeamento realizado por El Marghani (2010), referente aos modelos propostos por alguns dos principais autores para representar as etapas do PDP, é possível observar que possuem várias fases e são organizados de forma a se tornar uma sequência de passos que transforma determinadas entradas em determinadas saídas. De maneira geral, partem da identificação do mercado, geração e seleção de ideias, desenvolvimento do conceito, planejamento da produção e lançamento do produto no mercado. Com o objetivo de avaliar a viabilidade do produto, existem pontos de decisão entre as fases.

2.1.2 Abordagens para gestão do PDP

Para Rozenfeld *et al.* (2006), a evolução da visão sobre o modo de gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto está relacionada à evolução do modo de gestão geral adotado pelas empresas, uma vez que os desafios serão ainda maiores nas próximas décadas, tanto em virtude de sua complexidade quanto pelo fato de envolver um número maior, mais diversificado e disperso de atores participantes.

No Quadro 2, são apresentadas de forma resumida e cronologicamente ordenadas, as abordagens de PDP, as quais têm despertado interesse e sido objeto de estudos. Dentre elas, destaca-se a abordagem *lean*, visto que dá valorização às fases iniciais do desenvolvimento, em virtude de possuir um elevado grau de incerteza, além de que as decisões tomadas nesse momento são as mais significativas no custo do produto. Além disso, faz o uso da padronização e simplificação, a fim de buscar diminuir o esforço nas atividades rotineiras e aumentar o esforço em testes e busca de novas soluções.

Quadro 2 – Abordagens do PDP

| Eras de Evolução da Gestão do Desenvolvimento de Produtos | Abordagens do PDP | Uso de estruturas funcionais | Uso de métodos sistemáticos de Projeto | Adoção de times multidisciplinares | Adoção de gerentes de projeto peso-pesado | Co-localização | Integração com parceiros e fornecedores | Conjunto integrado de técnicas, métodos e princípios | Paralelismo para integração entre as áreas e menor tempo | Adoção da abordagem por processos de negócio | Adoção de um processo sistemático de aprovação de fases | Integração com a estratégia de negócios e tecnológica | Incentivo à busca de soluções inovadoras | Liderança por meio do conhecimento | Processo sistemático para avaliação da tecnologia e otimização do produto | Melhoria contínua do PDP - Níveis de maturidade | Gestão do ciclo de vida | Gestão inter-projetos avançada | Foco Principal da Abordagem | Principais Contribuições | |
|---|---|------------------------------|--|------------------------------------|---|----------------|---|--|--|--|---|---|--|------------------------------------|---|---|-------------------------|--------------------------------|--|---|---|
| Novas Abordagens para Desenvolvimento Integrado de Produtos | <i>Lean</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Trabalho em equipe - Simplificação e padronização - Ênfase nas fases iniciais - Atividades de busca de novas soluções | <ul style="list-style-type: none"> - Valorização do <i>Front-End</i> de desenvolvimento, isto é das fases iniciais - Uso da padronização e simplificação para diminuir o esforço nas atividades rotineiras e aumentar o esforço em testes e busca de novas soluções | |
| | <i>Design for Six Sigma</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Otimização das soluções de projeto utilizando principalmente ferramentas estatísticas | <ul style="list-style-type: none"> - Relacionamento entre requisitos de produto, e especificações do produto e do processo por meio de técnicas estatísticas de otimização - Relacionamento entre o processo de desenvolvimento da tecnologia e de produtos com base na comprovação estatística da robustez da tecnologia | |
| | Modelos de Maturidade | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Possui um foco na melhoria incremental e radical do processo de desenvolvimento de produtos por meio de níveis de maturidade | <ul style="list-style-type: none"> - Proposição do conceito de níveis de maturidade - Uso de indicadores para avaliar o grau de evolução do processo de negócio |
| | Gerenciamento do Ciclo de Vida dos Produtos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Integração de todas as etapas do ciclo de vida do produto, incluindo a produção e inter-projetos | <ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento integrado de todos os projetos utilizando ferramentas computacionais - Gerenciamento integrado de todas as etapas do ciclo de vida dos produtos utilizando recursos de TI. |

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

2.1.3 Tipos de projetos

Para conseguir comparar e avaliar a classificação do projeto de novos produtos, deve-se analisar os critérios adotados, sendo que a classificação mais comum e útil é baseada no grau de mudanças que o novo projeto representa em relação aos anteriores (ROZENFELD *et al.*, 2006). Conforme apresentado no Quadro 3, a diferença nos tipos de projetos resulta em um diferente grau de dificuldade.

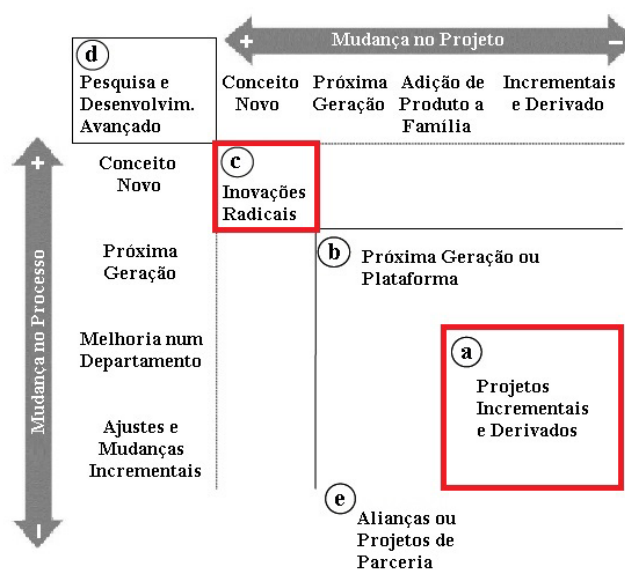
Quadro 3 – Tipos de projetos de desenvolvimento de produtos

| Tipos de Projetos | Classificação |
|---|---|
| Projetos incrementais ou derivados | • São derivados de projetos já existentes, com pequenas modificações. Necessitam de menos esforços e recursos, uma vez que tratam de alterações e tecnologias dominadas pela empresa. |
| Projetos plataforma | • Normalmente apresentam mudanças significativas no projeto do produto, dando origem a uma plataforma, ou seja, o projeto de uma estrutura base que seria comum entre os diversos modelos de uma família de produtos, com diversas combinações. |
| Projetos radicais (<i>breakthrough</i>) | • São os projetos que envolvem alterações significativas nos produtos e processos já existentes, podendo surgir uma nova categoria ou família de produtos para a empresa, em busca de atingir um novo público. |
| Projetos de Desenvolvimento / Pesquisa Avançada | • Esses projetos não possuem objetivos comerciais e visam criar conhecimento para projetos futuros, visto que a sua maioria é inviável economicamente e demandam de equipamentos e recursos específicos. |
| Projetos de Alianças e Parcerias | • Esses tipos de projeto podem ser conduzidos internamente à empresa ou por meio de alianças ou parcerias, com outras empresas ou instituições. |

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

Sendo assim, através da Figura 5 e do modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), este estudo abordará os tipos de projetos incrementais e radicais (chamados de customizados e especiais na empresa Alfa).

Figura 5 – Tipos de projeto de desenvolvimento de produto baseado na inovação



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

2.1.4 Desenvolvimento de produtos com tipologia *engineer to order* (ETO)

Segundo Rozenfeld et al. (2006), para os produtos que são desenvolvidos sob encomenda, cuja estratégia de produção é a ETO, acontecem mudanças mais profundas nas fases iniciais do processo; nesse caso, não se desenvolve um produto para um mercado, como no caso das metodologias tradicionais, mas para atender clientes específicos. A tipologia ETO, além de possuir como característica a produção de itens customizados, apresenta, de acordo com Rahim e Baksh (2003): volume de produção em lotes pequenos ou em lote unitário; grande interação fornecedor-cliente; inexistência de produção piloto e de protótipos; utilização de recursos de produção extremamente flexíveis; e execução do desenvolvimento de produtos de forma exclusiva para cada cliente.

Para LI (2006), cada produto com tipologia ETO é único, complexo e caro, pois as empresas não possuem tempo e nem dinheiro para construir protótipos físicos. De acordo com Weng *et al.* (2014), além de não haver a opção de prototipagem, a pressão da concorrência leva as empresas a formalizar contratos antes mesmo de possuírem todas as especificações necessárias, caso contrário, correm o risco de perder oportunidades de vendas pela demora.

No PDP, esse processo é conduzido na forma de projeto. De acordo com o PMBOK (2013), define-se como um projeto único, ou seja, um esforço temporário para gerar um produto, um serviço ou um resultado exclusivo. Segundo Alfieri *et al.* (2012), ainda que seja único, geralmente se conduzem vários projetos no desenvolvimento das empresas ao mesmo tempo, configurando um ambiente de projetos múltiplos sendo desenvolvidos simultaneamente em vários estágios no PDP, que, por sua vez, tem como consequência a falta de recursos e, conseqüentemente, atrasos, visto que é possível executar apenas uma atividade por vez.

Outra característica comum em ambientes de sistemas ETO é que os clientes tendem a mudar os seus requisitos ao longo do PDP, gerando implicações significativas para as capacidades de recursos necessários, o que gera atrasos, uma vez que outros pedidos podem ter sido aceitos nesse período, reduzindo a capacidade disponível (SAIA, 2013; MATT, 2014). Sendo assim, a capacidade de reagir a essas alterações acaba se tornando um fator de sucesso da empresa.

De acordo com Pandit e Zhu (2007), o processo de decisão no departamento de engenharia, geralmente, é complicado. Essa complexidade ocorre, pois envolve uma combinação de fatores para cada atividade, como desempenho, qualidade, segurança, economia, impacto ambiental, prioridades do fabricante, necessidades do cliente, condições

de mercado, questões de tempo e custo, requisitos de certificação, especificação do produto e requisitos de instalação. Nesse contexto, de acordo com Grabenstetter e Usher (2015), as atividades de engenharia são complexas, intelectuais, onerosas e difíceis de ser substituída.

Já Bremer e Lenza (2000) abordam a tipologia (ETO) ou engenharia sob encomenda como o projeto do produto desenvolvido de forma exclusiva a partir das especificações do cliente. Sendo assim, na Figura 6, apresentam-se os graus de influência do cliente no processo produtivo e seu grau de customização.

Figura 6 – Fases do produto na tipologia ETO



Fonte: Adaptado de Bremer e Lenza (2000).

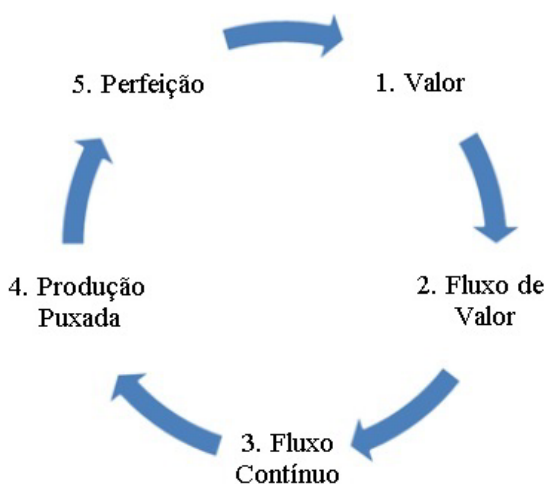
2.2 Desenvolvimento de produtos *lean*: histórico

A história da filosofia *lean*, segundo Machado (2006), iniciou com John Krafcit, um estudante da Sloan School of Management do MIT e um pesquisador do Programa Internacional de Veículo Motor, os primeiros a usarem a expressão “sistema de produção *lean*/enxuta”. Em sua dissertação de mestrado, Krafcit destacou que a produção enxuta utilizava menos recursos quando comparada com a produção em massa – menos recursos humanos na fábrica, menos espaço, menos investimentos em ferramentas e menos horas de engenharia para desenvolver um novo produto. Segundo Bauch (2004), o conceito *lean* foi essencialmente criado pelo estudo de caso descrito anteriormente, que foi o maior e melhor realizado em todos os tempos na indústria automobilística, uma vez que, a partir dele, as pessoas mudaram o modo de pensar sobre a tradicional indústria de carros até então.

2.3 O pensamento *lean*: princípios no PDP

Para Womack e Jones (2004), *lean* é fazer mais com menos. Ou seja, com menor esforço humano, menos equipamentos, tempo e espaço e, conseqüentemente, com a produção do produto que o cliente realmente quer, no momento que ele deseja e no valor que ele quer pagar. Além disso, esses mesmos autores enfatizam a importância da redução ou da eliminação do desperdício. Eles constataram a necessidade de não se tratar isoladamente os elementos envolvidos no desempenho de uma organização, definindo que o pensamento enxuto é constituído por cinco princípios, apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Os cinco princípios do pensamento enxuto



Fonte: Adaptado de Womack e Jones (2004).

De acordo com Hicks (2007), os princípios do pensamento *lean*, em particular a eliminação de desperdício e a procura pela perfeição, podem ser aplicados em qualquer sistema no qual os produtos fluem para satisfazer a procura do cliente, usuário ou consumidor. Para Rauch *et al.* (2017), o desenvolvimento de produtos *lean* (DPL) é a aplicação de princípios enxutos ao PDP, tendo como objetivo descobrir os desperdícios no fluxo de produção, normalmente nos pontos de transferência entre unidades funcionais, contribuindo para o desenvolvimento de produtos novos ou aprimorados no mercado de forma bem sucedida. Portanto, a filosofia *lean* beneficia qualquer área em que os processos possam ser mapeados, os objetivos medidos e os recursos gerenciados (SOARES e TEIXEIRA, 2014).

2.3.1 Valor

É significativo quando o valor se expressa em termos de produto específico, que atenda as necessidades do cliente a um preço e no momento específico (WOMACK e JONES, 2004). Outra forma de especificar valor é através da perspectiva do cliente final, bem como

dos *stakeholders* internos e externos em termos de produtos específicos, informação, serviços com capacidades e aplicações específicas oferecidas a um custo e tempo próprio (HAQUE e JAMES-MOORE, 2004; JOHANSSON e SUNDIN, 2014). Já para Welo e Ringen (2015), a compreensão do valor é o fator mais importante do *lean*.

Contudo, Machado (2006) aborda que, durante o processo de desenvolvimento de produtos, o valor é difícil de ser entendido. A complexidade do processo, a distância do consumidor final, a alternância das condições de mercado, o aparecimento de novas tecnologias e as incertezas de performance técnica, custo e programação tornam a definição de valor, baseada nas necessidades dos clientes, uma tarefa de difícil execução. Zauner *et al.* (2015) afirmam que a construção teórica do valor para o cliente pode ser refletida ou composta por diversas dimensões de nível inferior, já que esse processo valoriza uma gama complexa de atributos tangíveis e intangíveis.

2.3.2 Fluxo de valor

A aplicação deste segundo princípio – fluxo de valor – leva a empresa a identificar três ações principais ao longo do percurso do fluxo de valor, demonstradas por Womack e Jones (2004): (i) muitas atividades certamente criam valor, ou seja, são atividades que tornam o produto/serviço mais valioso e que os clientes realmente estão dispostos a pagar; (ii) outras não criam valor, mas são necessárias para que o produto/serviço seja finalizado, embora os clientes não paguem por essas atividades; (iii) são atividades adicionais que não criam nenhum tipo de valor para o produto/serviço, devendo, portanto, ser eliminadas (desperdício); clientes também não pagam por essas atividades.

Desperdício é especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos, mas que não cria qualquer tipo de valor (WOMACK e JONES, 2004). Taichi Ohno, o “pai” do STP, identificou as sete categorias de desperdícios mais comuns na manufatura: (i) superprodução: produzir antes ou mais do que o necessário; (ii) estoque/inventário: ocorrência de estoque nos processos, ou seja, material que não é necessário naquele momento; (iii) movimentação: movimentação desnecessária ou não orientada, exigindo tempo e energia; (iv) processamento desnecessário: realização de etapas desnecessárias no processo, duração além da necessária ou utilização de métodos ou equipamentos inapropriados para um determinado processo; (v) retrabalho/defeitos: produção de peças defeituosas; (vi) espera: materiais ou recursos aguardando para serem produzidos ou processados, resultando em atraso do fluxo de

produção e/ou ociosidade dos trabalhadores; (vii) transporte: transporte excessivo dos materiais com paradas desnecessárias ou de forma ineficiente, não agregando valor.

Segundo Welo e Ringen (2016), o PDP é muito diferente da manufatura, e as discussões de longa data na literatura produziram pouco progresso para chegar a um entendimento unificado do *lean*. Isso porque é mais difícil separar valor do desperdício no PDP, pois não há objeto físico ao qual o valor possa ser atribuído. Por isso, os desperdícios são normalmente associados à realização de atividades com dados de entrada errados ou atividades desatualizadas, em vez de fazer atividades desnecessárias, como é o caso na fabricação (GUDEM *et al.*, 2013). Através do Quadro 4, é possível verificar que a definição dos desperdícios no PDP se diferencia da manufatura.

Quadro 4 – Comparativo entre os desperdícios na manufatura e no PDP segundo Bauch

| Desperdícios | Manufatura | Desenvolvimento de produtos |
|-------------------------------|--|--|
| 1. Espera | <ul style="list-style-type: none"> • Material e partes de operações procedentes; • Manutenção; • Ferramentas; • Operadores; • Fila para operações adicionais. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade disponível do homem ou máquina; • Informações esperando por pessoas; • Espera por dados, respostas, requisitos, especificações e resultados de testes; • Aprovações, decisões, eventos de revisão e assinaturas. |
| 2. Transporte | <ul style="list-style-type: none"> • Movimento excessivo de peças, matérias 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. |
| 3. Movimentação desnecessária | <ul style="list-style-type: none"> • Movimentos mínimos dos trabalhadores (alcançar, dobrar-se, fazer força). | <ul style="list-style-type: none"> • Locais remotos; • Busca de informações; • Falta de acesso direto. |
| 4. 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. |
| 5. 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. |
| 6. Superprodução | <ul style="list-style-type: none"> • Produzir a mais do que o solicitado pelo cliente. • Produzir antes do solicitado pelo cliente. | <ul style="list-style-type: none"> • Baixo sincronismo do tempo considerado e a capacidade; • Baixo sincronismo dos conteúdos considerados. • Excesso de disseminação de informação. Redundância das tarefas. |

Fonte: Adaptado de Bauch (2004).

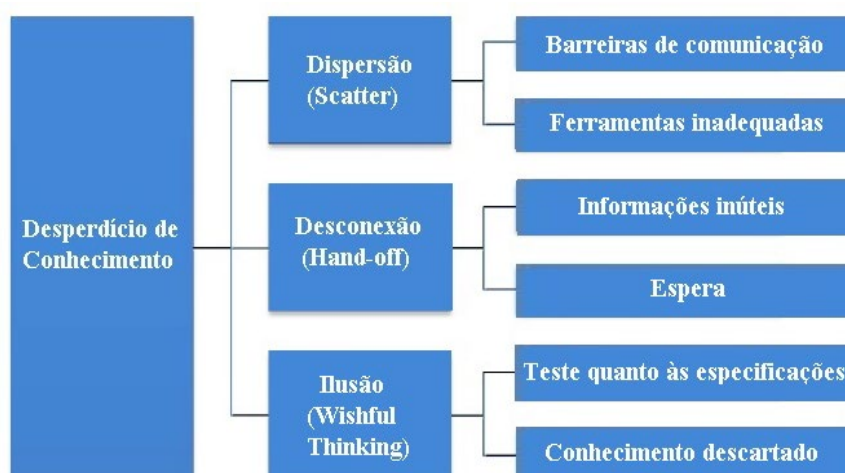
Quadro 4 – Comparativo entre os desperdícios na manufatura e no PDP segundo Bauch (continuação)

| Desperdícios | Manufatura | Desenvolvimento de produtos |
|--------------------------------|---|---|
| 7. 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; • Teste e verificações pobres. |
| 8. Reinvenção | <ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável. | <ul style="list-style-type: none"> • Reutilização pobre de projetos; • Reutilização pobre de conhecimento. |
| 9. Falta de disciplina | <ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável. | <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. |
| 10. Limites nos recursos de TI | <ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável. | <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilidade pobre; • Capabilidade pobre. • Baixa capacidade. |

Fonte: Adaptado de Bauch (2004).

Ward (2007) acredita que a forma convencional de gerir o desenvolvimento de produtos traz também um desperdício muito mais danoso à saúde de uma empresa: o desperdício de conhecimento. Isso se dá pelo fato de ser o principal valor criado pelo desenvolvimento para elaborar processos cada vez mais eficientes, pois consegue mapear as atividades ineficientes, que, à primeira vista, parecem ser bem-sucedidas. A Figura 8 apresenta as variações de desperdício, classificadas pelo autor para facilitar o entendimento sobre o que é desperdício no PDP.

Figura 8 – Desperdícios do PDP segundo Ward



Fonte: Adaptado de Ward (2007).

2.3.3 Fluxo contínuo

Womack e Jones (2004) completam que, uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão, a cadeia de valor de determinado produto é totalmente mapeada pela empresa enxuta. Para tanto, obviamente, as etapas que geram desperdício foram eliminadas, mas o próximo passo, baseado no pensamento enxuto, baseia-se em fazer fluir o restante das etapas que criam valor.

Segundo Liker e Meier (2006), fluxo contínuo significa reduzir a zero a quantidade de tempo que qualquer projeto de trabalho estiver desperdiçando à espera de alguém para realizá-lo. Por outro lado, o objetivo do fluxo não é apenas fazer com que materiais ou informações se desloquem com rapidez, mas ele é fundamental para ligar processos e pessoas de modo que os problemas apareçam imediatamente. Para Welo e Ringen (2015), a entrada, o processamento e o uso das informações devem estar corretos para gerar informações novas e valiosas, as quais aumentam a confiança no processo e, portanto, favorecem a obtenção das informações corretas no lugar certo, na hora certa. Já Macedo (2010) enfoca que a proposta desse princípio é produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo das etapas de processamento para abastecimento, ou seja, somente o que a etapa seguinte está exigindo.

2.3.4 Produção puxada

De acordo com Macedo (2010), a produção puxada consiste em deixar o cliente sinalizar a necessidade do produto no momento em que ele precisar. Ou seja, um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite, no entanto, a partir do momento em que a demanda for solicitada, que seja atendido rapidamente. Complementa destacando a necessidade de se trabalhar com lotes menores para ganhar com a redução dos excessos de produção, estoques intermediários e *lead time*.

Fernandes (2011) destaca que, no desenvolvimento de produtos, o conhecimento e a informação são os materiais que as atividades posteriores requerem para conseguir evoluir ao longo de uma massa de dados. Os responsáveis pelo desenvolvimento de produtos usam informações dos bancos de dados quando as informações são necessárias. Modelar o fluxo de informações das organizações é uma tarefa desafiadora que permite aos analistas e gerentes entender melhor como organizar e coordenar processos, eliminar fluxos e processos redundantes de informações, minimizar a duplicação de informações e gerenciar o compartilhamento de informações intra e interorganizacionais (DURUGBO *et al.*, 2013)

2.3.5 Perfeição

À medida que as organizações começam a especificar valor com precisão, afirmam Womack e Jones (2004), a cadeia de valor é identificada como um todo. E, assim, os passos para a criação de valor fluem continuamente, deixando que os clientes puxem o valor da empresa. Ainda, segundo os autores, nunca se deve parar de melhorar e buscar a perfeição para o fluxo de valor, de tal forma que reduzir tempo, espaço, custo, entre outras métricas, além de identificar todos os desperdícios, deve se tornar a tarefa diária e interminável, cujo objetivo é a perfeição. Mesmo que esses princípios tenham sido identificados e amplamente focados na área de manufatura, aplicam-se a todos os processos, inclusive ao PDP, embora os processos utilizados na manufatura e no PDP sejam diferentes. O Quadro 5 compara a aplicação em ambos os sistemas, conforme as características típicas de cada princípio.

Quadro 5 – Comparação entre a aplicação dos princípios enxutos

| Princípios | Manufatura | Desenvolvimento de Produtos |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| Definir valor | Visível em cada etapa, meta definida | Difícil de se enxergar, metas emergentes |
| Identificando o fluxo do valor | Partes e material | Informação e conhecimento |
| Fazer o processo fluir | As interações são desperdícios | As interações frequentemente são benéficas |
| Sistema puxado | Dirigido pelo tempo <i>takt</i> | Dirigido pelas necessidades da empresa |
| Perfeição | Processos sem erros e repetível | Processo permite a inovação e reduz tempo de ciclo |

Fonte: Machado (2006).

2.4 Elementos no PDP *lean*

Para Manjunath e Bargestock (2011), as organizações, em nível mundial, movem-se rapidamente para adotar sistemas de gestão *lean*, entretanto, há um conflito interno ao adaptarem seus modelos tradicionais de gestão à implementação da filosofia *lean*. Ao desenvolverem um padrão de maturidade, tais organizações conseguem absorver os benefícios intrínsecos desta filosofia.

Murman (2007) conclui que o PDP *lean* não é mais uma metodologia com abordagens que ignoram o corpo de conhecimento de engenharia, nem sequer menos engenheiros necessários para o desenvolvimento, ou seja, a excelência se dá na quantidade certa, no momento certo e para o objetivo certo. Segundo o autor, é uma combinação inteligente da engenharia tradicional, baseada em princípios da ciência e da matemática, com o processo de engenharia baseado nos princípios *lean*.

No entanto, a literatura apresenta diversos fatores inibidores do sucesso do *lean* nas organizações. Por exemplo, Scherer (2012) analisou 161 artigos que tratam da implementação do *lean* e identificou 14 fatores de risco ao sucesso na manufatura. Através de uma análise bidimensional desses fatores, de acordo com a abrangência e a natureza da atividade (Quadro 6), percebeu que 78,57% (11 fatores) estão relacionados a atividades de suporte internas.

Quadro 6 – Análise bidimensional dos fatores de risco quanto à abrangência e natureza da atividade

| | | | | | |
|-------------|---------|---|---|---|---|
| Abrangência | Externa | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Capacidade e qualidade</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Rede de transportes</div> | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Capacidade e qualidade</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Rede de transportes</div> | |
| | Interna | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Configuração do trabalho</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Liderança</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Comprometimento dos colaboradores</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Autonomia dos colaboradores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Comunicação</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Cultura organizacional</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Alinhamento estratégico</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Capacidade financeira</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Cultura organizacional</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Comprometimento da alta diretoria</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Visão holística</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Gestão do projeto</div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Comprometimento dos colaboradores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Liderança</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Treinamento</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Comunicação</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Configuração do trabalho</div> |
| | | Primária | Suporte | | |

Fonte: Scherer (2012).

No entanto, Corrêa (2007) analisou o ponto de vista de diversos autores e sintetizou os principais elementos do PDP da Toyota, os quais são apresentados no Quadro 7. Além disso, o autor também destacou os pontos em comum ou semelhanças entre as abordagens, como mostra o Quadro 8.

Quadro 7 – Elementos do PDP da Toyota segundo vários autores

| Autores | Princípios |
|----------------------|--|
| MORGAN (2002) | <ul style="list-style-type: none"> • Abordagem sistêmica • O cliente em primeiro lugar • Solução antecipada de problemas • Integração entre aprendizagem e melhoria contínua • Processos padronizados para execução simultânea • Padronização com flexibilidade • Engenharia na fonte |
| BALLÉ & BALLÉ (2005) | <ul style="list-style-type: none"> • Foco nas necessidades do cliente e na sua satisfação • Eliminação de mudanças tardias com a solução antecipada de problemas • Domínio sobre a fase de detalhamento do projeto • A ênfase na produção enxuta começa no desenvolvimento |
| KENNEDY (2003) | <ul style="list-style-type: none"> • PDP baseado no conhecimento • Planejamento e controle baseados em responsabilidade • Liderança técnica forte, integrativa e sistêmica • Exploração de múltiplas alternativas de projeto • Times de especialistas responsáveis e com excelência técnica |

Fonte: Corrêa (2007).

Quadro 7 – Elementos do PDP da Toyota segundo vários autores (continuação)

| Autores | Princípios |
|---|---|
| CUSUMANO & NABEOKA (1998) | <ul style="list-style-type: none"> • Gestão de múltiplos projetos de forma coordenada e integrada • Maximização do número de modelos por plataforma • Economia de escala e escopo com o compartilhamento de componentes e tecnologias entre vários projetos |
| WARD <i>et al.</i> (1995; 1995b) e SOBEK <i>et al.</i> (1998; 1999) | <ul style="list-style-type: none"> • Exploração de várias alternativas de projeto de subsistemas aumentando a probabilidade de que a solução final seja otimizada • Alternativas de projeto concebidas com base em padrões ou guias de engenharia • Emprego de mecanismos de integração que permitam especialização funcional e coordenação interfuncional • Estratégia de melhorias incrementais, com inovação nos aspectos visíveis e reaproveitamento dos aspectos não visíveis ao cliente |
| MORGAN & LIKER (2008) | <ul style="list-style-type: none"> • Definição de valor sob a ótica do cliente • Solução antecipada de problemas e ampla exploração das alternativas • Separação entre criação e execução para gerar um fluxo de desenvolvimento nivelado • Padronização para reduzir variabilidade e possibilitar previsibilidade • Liderança forte para conduzir o programa do início ao fim • Balanceamento entre especialização funcional e integração interfuncional • Engenheiros com excelência técnica • Integração dos fornecedores no PDP • Cultura de aprendizagem e melhoria contínua • Cultura de suporte à excelência • Tecnologia adaptada às pessoas e ao processo • Alinhamento pela comunicação simples e visual • Ferramentas de padronização e aprendizagem organizacional |

Fonte: Corrêa (2007).

Quadro 8 – Princípios comuns entre os vários autores

| Princípios | Autores |
|--|---|
| Foco no cliente | MORGAN (2002); BALLÉ & BALLÉ (2005); MORGAN & LIKER (2008) |
| Liderança de projeto forte e sistêmica | MORGAN (2002); KENNEDY (2003); MORGAN & LIKER (2008) |
| Exploração de múltiplas alternativas de projeto e solução antecipada de problemas | MORGAN (2002); KENNEDY (2003); BALLÉ & BALLÉ (2005); WARD <i>et al.</i> (1995; 1995b) e SOBEK <i>et al.</i> (1998; 1999); MORGAN & LIKER (2008) |
| Economia de escala e escopo com o compartilhamento sistemático de tecnologias, subsistemas e componentes | CUSUMANO & NOBEOKA (1998); WARD <i>et al.</i> (1995; 1995b) e SOBEK <i>et al.</i> (1998; 1999) |
| Separação entre criação e execução para permitir a padronização com flexibilidade para inovação | MORGAN (2002); BALLÉ & BALLÉ (2005); MORGAN & LIKER (2008) |
| Equipe com excelência técnica | KENNEDY (2003); MORGAN & LIKER (2008) |
| Balanceamento entre especialização funcional e integração interfuncional | CUSUMANO & NOBEOKA (1998); WARD <i>et al.</i> (1995; 1995b) e SOBEK <i>et al.</i> (1998; 1999); MORGAN & LIKER (2008) |
| Ênfase na manufatura | MORGAN (2002); BALLÉ & BALLÉ (2005); KENNEDY (2003) |
| Cultura de excelência voltada para a aprendizagem e melhoria contínua | MORGAN (2002); KENNEDY (2003); MORGAN & LIKER (2008) |

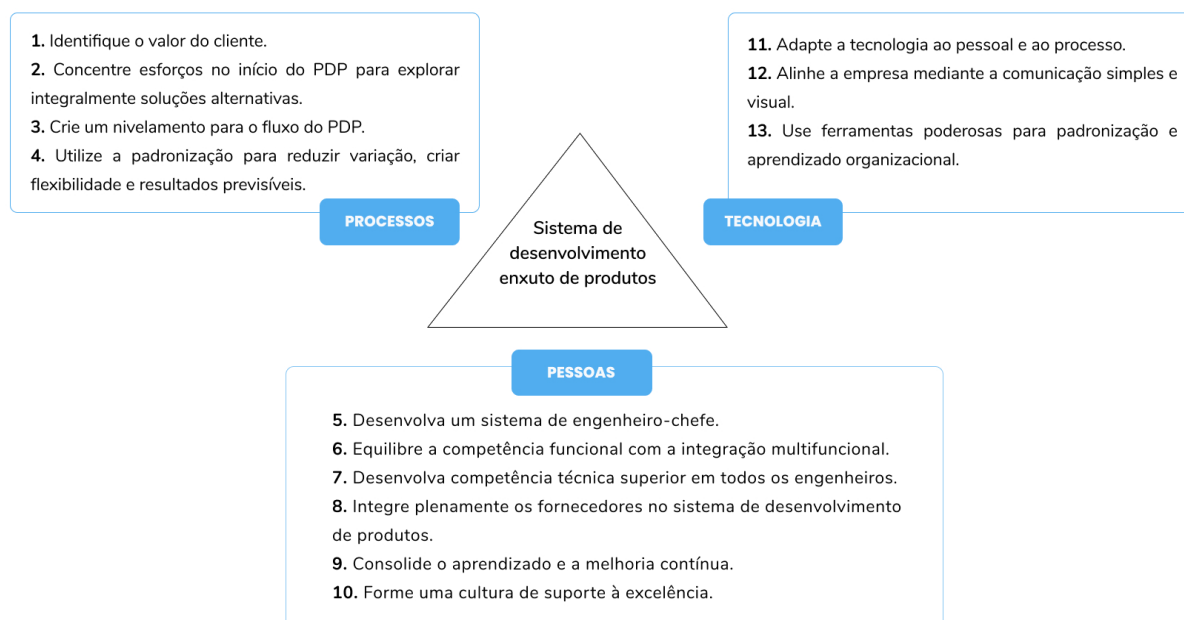
Fonte: Corrêa (2007).

2.5 Modelo de referência

De acordo com Morgan e Liker (2008), a essência de um sistema enxuto está na cultura da equipe, no aperfeiçoamento dos processos e da escolha por ferramentas conceituadas, simples, mas poderosas. Entretanto, grande parte das empresas acaba falhando na implementação de tais iniciativas, basicamente por falta de integração entre as atividades associadas a cada ferramenta proposta no ambiente otimizado da Toyota, uma vez que práticas isoladas, por mais valiosas que sejam, não são capazes de produzir ganhos de eficiência significativos.

Para Morgan e Liker (2008), o equívoco cometido pela maioria dessas empresas consiste em não compreender que o modelo Toyota de desenvolvimento é um sistema sociotécnico (SST) e não apenas um conjunto de ferramentas. Ou seja, para uma organização se tornar bem-sucedida, deve haver uma harmonização entre os subsistemas social e técnico, de tal forma que se adapte aos objetivos organizacionais e ao ambiente externo. Com essa base, o STDP trabalha em um modelo de sistema enxuto através da sincronia de três subsistemas (processos, pessoas e ferramentas), estando inter-relacionados, interdependentes e se apoiando mutuamente. Sendo assim, conforme apresenta a Figura 9, esses três subsistemas dividem-se em 13 princípios.

Figura 9 – Os três pilares do sistema *lean* de desenvolvimento de produtos



Fonte: Adaptado de Morgan e Liker (2008).

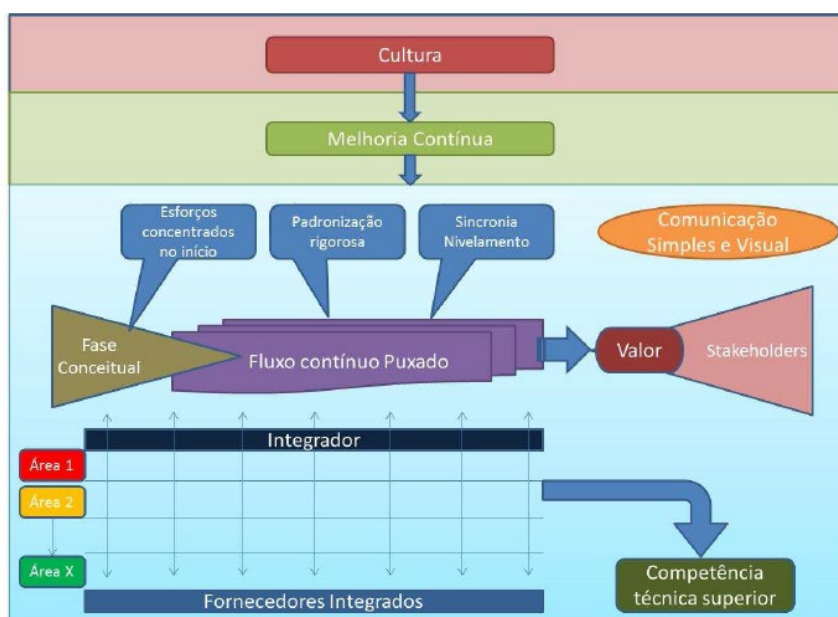
O termo subsistema se refere às múltiplas partes integradas que formam o todo, ou seja, não é possível entender completamente um sistema apenas através de suas partes individuais (MORGAN e LIKER, 2008). O subsistema social compreende os trabalhadores

com suas características fisiológicas e psicológicas, seu nível de qualificação, formação e experiência, suas relações sociais dentro da organização e suas condições organizacionais do trabalho. Já o subsistema técnico compreende as tarefas a serem realizadas e as condições técnicas para a sua realização, envolvendo o ambiente de trabalho, as instalações, as máquinas, os equipamentos, as ferramentas e os procedimentos e as normas operacionais.

Tanto em estudos realizados por Morgan e Liker (2008) como por Ward (2007), percebe-se uma busca muito forte por conhecimento e informação, na qual são estabelecidos momentos de aprendizagem bem definidos e que também façam parte de todos os projetos, a fim de gerar o valor solicitado pelos *stakeholders*. Através da visão desses autores, uma empresa somente conseguirá sobreviver se existir uma conexão íntima entre a organização e seu entorno, importando informações e recursos do ambiente onde está inserida.

Para May (2007), a vantagem competitiva da Toyota tem como referência sua capacidade em aprender mais rápido e de forma mais sistemática que seus concorrentes, uma vez que possui uma base fundamentada e estruturada para o aprendizado. Nesse sentido, o que guia o aprendizado na Toyota não é a necessidade de saber, mas a capacidade de pesquisar e entender. Outro ponto forte é a criação de mecanismos para que exista uma boa comunicação no fluxo e entre as áreas funcionais. A Figura 10 apresenta um esquema para o desenvolvimento *lean* de produtos.

Figura 10 – Esquema do sistema *lean* de desenvolvimento de produtos



Fonte: Womack (2003).

Através da Figura anterior, é possível perceber a necessidade em criar uma cultura e realizar a implantação da melhoria contínua com o objetivo de buscar a excelência em todas

as ações realizadas. Além disso, é imprescindível implantar um fluxo contínuo e puxado, com esforços concentrados na fase conceitual/ou criação, no qual deve haver um forte uso da ESBC e utilizar padronização rigorosa (visando reduzir a variabilidade), com sincronia e nivelamento na fase de execução, a fim de agregar valor para os *stakeholders*. A comunicação deve ser puxada, sendo realizada de maneira simples e visual, tendo como objetivo obter a informação certa, no lugar e no momento certo. Nesse processo, é muito importante a figura do engenheiro-chefe, pois ele atua como integrador do sistema em todos os projetos, sendo a conexão entre todas as áreas funcionais da empresa, inclusive com os fornecedores. E, por fim, a competência técnica superior, como base de sustentação para a geração de valor.

2.5.1 Subsistema processo

O objetivo desse subsistema é avaliar o fluxo do processo, abrangendo todas as tarefas e sequências exigidas para levar um produto, desde o conceito até o começo da produção, através da identificação do valor pelo cliente, utilização da ESBC, do nivelamento do fluxo no PDP e da padronização rigorosa. A seguir, esses princípios são descritos em detalhes para completo entendimento da sua relação com a organização do desenvolvimento enxuto e a associação das práticas provenientes destes princípios com o PDP.

Princípio 1: Identifique valor definido pelo cliente para separar valor agregado de desperdício

Conforme Morgan e Liker (2008), em um sistema enxuto, o cliente sempre é o ponto de partida. Sendo assim, a definição do desperdício começa com a determinação dos valores para o cliente. Além disso, é necessário comunicar e operacionalizar o valor descrito pelo cliente de forma eficiente por meio da organização do desenvolvimento do produto, a fim de alinhar todos os objetivos, focar energia no cliente e eliminar qualquer desperdício no sistema. Além disso, toda atividade que consome tempo e dinheiro, mas não agrega valor pela perspectiva do cliente, é desperdício puro. Sendo assim, existem duas categorias principais para o desperdício no PDP: (i) desperdício causado pela engenharia de produtos com pouca qualificação ou falta de conhecimento, que resulta em produtos com baixa qualidade ou desempenho abaixo do esperado; (ii) desperdício no próprio processo de desenvolvimento de produto, que pode ser combatido com a garantia de fluxo de valor e a utilização de ferramentas enxutas, como o mapeamento de fluxo de valor.

Princípio 2: Concentre esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar integralmente soluções alternativas enquanto existe máxima flexibilidade

Para Morgan e Liker (2008), o início do processo de desenvolvimento de produtos oferece uma grande oportunidade para explorar múltiplas alternativas, visto que é nesse momento que os projetos possuem menos restrições. Dessa forma, possibilita que a empresa explore soluções potenciais no desenvolvimento de produtos, sem prejudicar ou alterar outras características ou partes do produto, reduzindo o alto custo de modificações ao longo do andamento do PDP.

Ward (2007) destaca que utilizar a combinação certa de tipos de projetos permite às empresas satisfazer mais clientes e, ao mesmo tempo, reduzir o número de sistemas de manufatura diferentes, uma vez que o conhecimento do tipo de projeto orienta os desenvolvedores como agir. Além disso, a disciplina de classificação rigorosa evita a causa clássica de excedentes de custo, que é assumir mais inovação do que o tempo e o orçamento permitem. Sendo assim, os projetos de desenvolvimento são divididos em quatro categorias. Entretanto, para o presente estudo, são adotadas as de adaptação e inovação limitada e reintegração, em destaque no Quadro 9.

Quadro 9 – Categorias de projetos *lean*

| | Adaptação | Inovação estratégica | Inovação limitada e reintegração | Pesquisa |
|---|---|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Curvas de <i>trade-off</i> e limites | Usar as existentes | Criar novas ou mudar as existentes | Usar as existentes | Criar novas ou mudar as existentes |
| Rentabilidade do produto | Necessária | Necessária | Necessária | Não é um critério |
| Abordagem da manufatura | Usar tecnologia existente | Inovações esperadas de processo | Usar tecnologia existente | Varia por projeto |
| Tempo para inovação de componente | Precede desenvolvimento com um pouco de adaptação | Simultâneo | Precede desenvolvimento | Segue desenvolvimento |
| Família de produto | Dentro da existente | Cria nova | Dentro da existente | Atravessa fronteiras de família |
| Amplitude do conjunto | Muito pequena | Muito ampla | Moderadamente ampla | Acionada por necessidade de dados |
| Foco | Inovação de mercado como alvo | Inovação vigorosa de produto/processo | Velocidade; alavancar dos fornecedores antes de trabalhar | Boas curvas de trade off |

Fonte: Adaptado de Ward (2007).

Princípio 3: Crie um nivelamento de fluxo de processo de desenvolvimento de produto

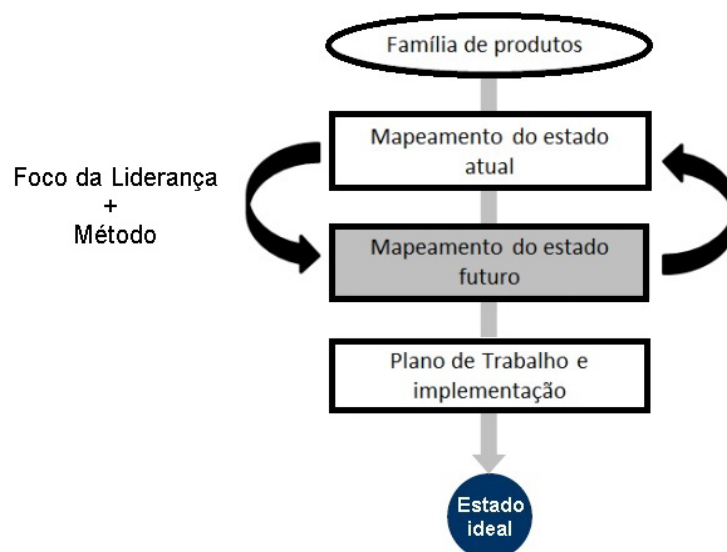
Para obter-se um bom nivelamento de fluxo no processo de desenvolvimento de produtos, é necessário que seu processo seja livre de desperdícios, a fim de acelerar a entrega

do produto ao mercado. Morgan e Liker (2008) destacam que o foco mais comum das implementações de ferramentas enxutas está na identificação e eliminação das perdas, através da utilização de ferramenta de MFV, que tem por objetivo mapear o fluxo atual no PDP e a encontrar os desperdícios que interrompem o fluxo de desenvolvimento. Sendo assim, para que esse nivelamento seja possível, é necessária a eliminação do desnivelamento (*mura*), cuja existência não permite que sejam evitados os desperdícios (*muda*) e as sobrecargas (*muri*) no sistema.

Para Sculze *et al.* (2013), o MFV ajuda a desenvolver um roteiro, melhora a compreensão global e permite uma melhor tomada de decisão. Entre muitas ferramentas e métodos de pensamento enxuto, o MFV tem sido muito bem-sucedido em identificar os desperdícios e melhorar os processos devido à natureza reveladora das métricas e fluxos usados (TYAGI *et al.*, 2015). Já para Librelato *et al.* (2014), a importância dessa ferramenta se dá na contribuição que ela possui em identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor, conseguindo formar um projeto de implantação para um fluxo enxuto, considerando sua capacidade de identificar gargalos no processo. Para Jeong e Yoon (2016), o MFV é uma ferramenta que identifica os desperdícios e suporta a implantação das melhorias.

Segundo Rother e Shook (2012), o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta que deve ser confeccionada sem o auxílio de softwares especializados, utilizando somente lápis em uma folha de papel. Isso porque o objetivo não é o mapa em si, mas aprender a enxergar e entender o fluxo de materiais e informações na medida em que o produto segue o fluxo de valor. Na Figura 11, apresentam-se as quatro etapas sugeridas pelos autores para a utilização do MFV.

Figura 11 – Etapas para o MFV



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012).

Prioul (2008), em seu estudo, estabeleceu algumas características para a produção desnivelada, levando em consideração os recursos, o fluxo de materiais e a programação, entendendo que, em praticamente todos os aspectos considerados, percebe-se o problema da variabilidade. Já para Sum (2016), dentre as diversas ferramentas *lean*, a gestão diária parece ser a mais adequada para se iniciar a implantação da metodologia em casos em que há processos instáveis.

Princípio 4: Utilize a padronização rigorosa para reduzir a variação e criar flexibilidade e resultados previsíveis

Segundo Morgan e Liker (2008), o grande desafio do PDP é limitar a variação, criar flexibilidade e preservar a criatividade ao mesmo tempo, uma vez que o princípio *lean* da perfeição tem como um dos objetivos padronizar as tarefas de baixo nível. Entretanto, os padrões não devem ser enfrentados como limites, mas como o que há de melhor no momento e que deverá ser melhorado amanhã, ou seja, até que melhores soluções sejam encontradas. Ainda, segundo os autores, além da padronização do projeto, a Toyota busca a padronização de processos e de habilidades técnicas na engenharia.

2.5.2 Subsistema pessoal habilitado

No subsistema pessoal habilitado, abordam-se os princípios que dedicam maior ênfase para a estrutura organizacional, as práticas para aprendizado, a retenção de conhecimento e as práticas relacionadas à cultura da Toyota. Para Morgan e Liker (2008), uma ferramenta *lean* só é eficaz se os colaboradores compreenderem a cultura que está por trás do sistema, uma vez que são as pessoas que dão vida ao método, através do seu trabalho, da comunicação, resolvendo problemas e crescendo juntas. No entanto, para o sucesso do sistema, é necessária a integração de todos os departamentos da empresa, tendo como requisito uma liderança totalmente comprometida, treinamento adequado e uma cultura que torne a disciplina um comportamento habitual.

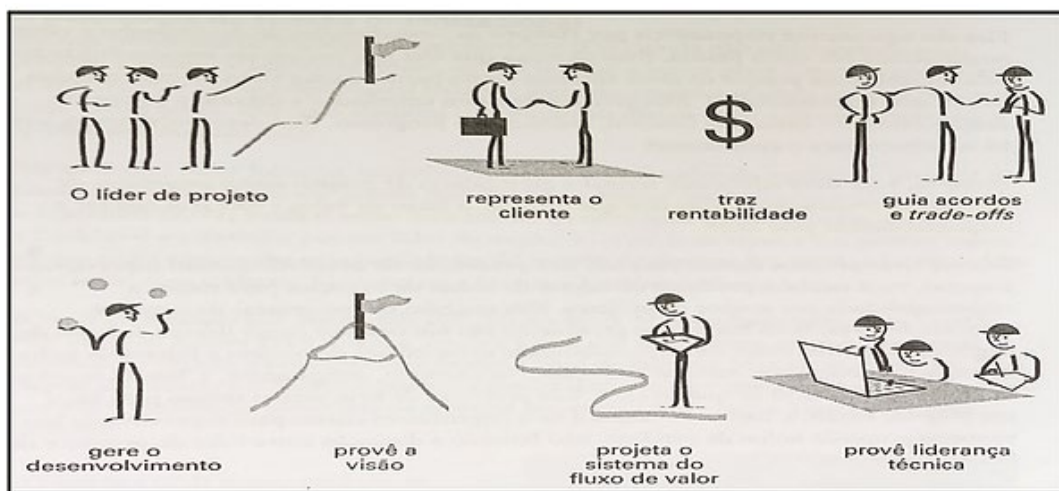
Princípio 5: Desenvolva um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim

Segundo Morgan e Liker (2008), o engenheiro-chefe é o responsável pelo programa do veículo e pelos resultados, no entanto, em virtude de possuir uma organização matricial, não controla as pessoas que trabalham no projeto, visto que são subordinadas aos gerentes dos

grupos funcionais as quais pertencem. Trata-se, conforme Shook (2009), de um sistema de responsabilidade clara, sem que a autoridade seja baseada apenas na posição hierárquica. Essa falta de autoridade exige do engenheiro-chefe habilidade em apresentar suas ideias de modo a influenciar tanto os executivos da empresa quanto os grupos funcionais de apoio, a fim de que obtenha o poder necessário para liderar o programa de desenvolvimento.

Para Ward (2007), além de ser o líder do projeto, o engenheiro-chefe possui inúmeras atribuições, dentre as quais: representar o cliente, determinando quais funções devem ser contempladas no produto para satisfazer os desejos e as necessidades dos clientes; responsabilizar-se pela rentabilidade do projeto, trabalhando muito forte nas fases iniciais do desenvolvimento do produto (utilizando a ESBC e análise das curvas de *trade-offs*); responsabilizar-se em gerir o desenvolvimento através da integração entre as áreas; prover a visão para a equipe; criar sistema de fluxo de valor do produto rentáveis; e, por fim, possuir alto conhecimento técnico, o que o torna capaz de liderar e integrar todo o trabalho dos engenheiros, projetistas e demais desenvolvedores que fazem parte do projeto (Figura 12).

Figura 12 – Atribuições do engenheiro-chefe



Fonte: Ward (2007).

Princípio 6: Organize para balancear a competência funcional com a integração multifuncional

Segundo Morgan e Liker (2008), uma das tarefas mais difíceis no PDP de alto desempenho é conseguir um balanceamento entre a excelência funcional no âmbito das áreas específicas e, ao mesmo tempo, realizar uma integração equilibrada entre os departamentos. No caso da Toyota, foram integradas as tradicionais funções isoladas com o engenheiro-chefe, ou seja, complementando engenheiros funcionais de produção que possuem muita experiência com equipes de desenvolvimento, os quais têm como objetivo orientar o trabalho dos

desenvolvedores sob os aspectos de fabricação de sua especialidade. Isso, por sua vez, contribuiu para a integração multifuncional e propiciou um foco para o programa de desenvolvimento do produto, de tal forma que se realiza a sincronização das atividades, a redução de erros, os retrabalhos e, principalmente, a cooperação entre as áreas. Outra prática que auxilia o balanceamento entre as áreas funcionais e promove a integração entre o EC e os demais especialistas de várias áreas do projeto é o uso de uma “sala de guerra” ou “*obeya*”. Essa sala tem como objetivo principal tomar decisões imediatas e endereçar tarefas urgentes, permitindo que as informações sejam compartilhadas imediatamente e de modo eficaz entre as pessoas-chave do projeto.

Princípio 7: Desenvolva competência técnica superior em todos os engenheiros

De acordo com Morgan e Liker (2008), a excelência em recursos de engenharia e projeto é fundamental para o desenvolvimento do produto enxuto. A Toyota começa com um rigoroso processo de seleção de admissão e depois define um plano de carreira que destaca a aquisição de especialização técnica em uma disciplina específica, utilizando mentores para orientá-los, treiná-los e avaliá-los periodicamente, a fim de se obter a excelência em engenharia. Além disso, a Toyota pratica o princípio de pôr a “mão na massa”, ou seja, ir para o chão de fábrica entender com profundidade a realidade, percebendo o que é valor para o cliente.

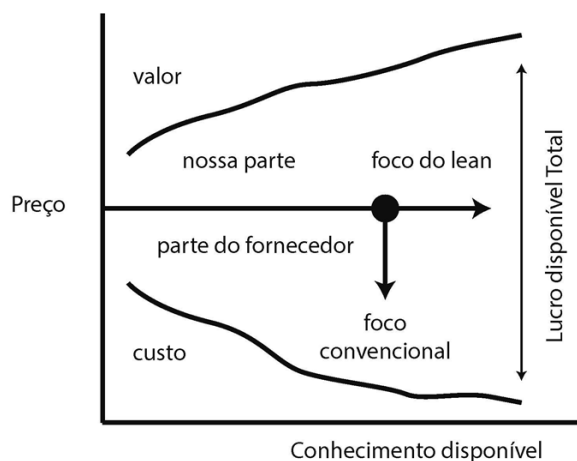
Princípio 8: Integre plenamente os fornecedores ao sistema de desenvolvimento de produto

Segundo Morgan e Liker (2008), no Sistema Toyota de PDP, os fornecedores são avaliados tecnicamente em função do seu conhecimento, da experiência e capacidade de fornecimento, através da busca de sua integração plena ao sistema de desenvolvimento de produto. Além disso, os fornecedores-chave são envolvidos desde os estágios iniciais do desenvolvimento, permitindo que os engenheiros dos fornecedores parceiros e maduros (primeiro e segundo nível) realizem parte significativa das atividades dentro da engenharia da Toyota (ESBC), contribuindo para transferência de tecnologia, conhecimento e melhoria da competência técnica no longo prazo. Os demais fornecedores, caracterizados como filho e contratual (terceiro e quarto nível), limitam-se apenas a sugerir melhorias de projetos já concebidos.

Segundo Ward (2007), a grande maioria das organizações tradicionais paga mais por peças compradas do que por trabalho, de tal forma que suas maiores oportunidades para

aumentar o lucro estão em diminuir o custo das peças, ou seja, o foco está na disputa vertical, como se apresenta na Figura 13. Entretanto, esses esforços, geralmente, dão errado, pois a qualidade cai ou os fornecedores vão à falência. Já as empresas *lean* utilizam o preço como referência (custo alvo e preço justo), mas focam em aumentar o conhecimento e a integração de ambas as empresas (na horizontal), aumentando assim o lucro disponível total.

Figura 13 – Preço versus conhecimento crescente



Fonte: Ward (2007).

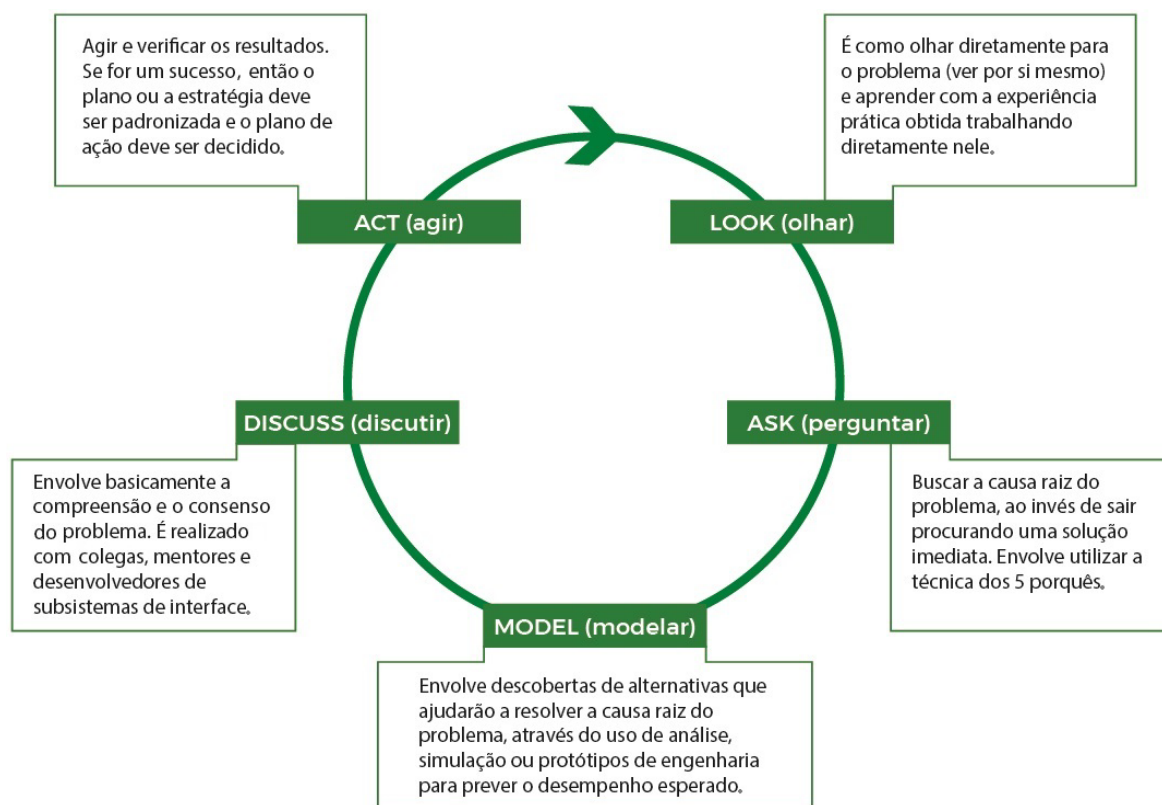
Princípio 9: Consolide o aprendizado e a melhoria contínua

De acordo com Morgan e Liker (2008), o aprendizado e a melhoria contínua deveriam ser componentes inseparáveis da cultura de uma organização, visto que a capacidade de aprender e de melhorar pode ser a vantagem competitiva mais sólida de uma empresa. Na Toyota, ambos compõem a parte fundamental das operações do dia a dia, a fim de que a busca, disseminação e aplicação das informações ocorram. A melhoria contínua é uma parte importante de qualquer estratégia *lean*, tanto na manufatura quanto no PDP, no entanto, qualquer alteração ou esforço de melhoria pressupõe conhecer a condição atual, indicadores e o caminho a seguir para chegar a um estado futuro mais desejável (WELO e RINGEN, 2015).

Para Morgan e Liker (2008), em ambientes técnicos, como o PDP, a vantagem competitiva reside em tirar proveito do conhecimento tácito e da capacidade dos engenheiros em resolver problemas, visto que o conhecimento explícito pode ser facilmente copiado. Entretanto, os conhecimentos tácitos e explícitos não são isolados entre si, ou seja, se complementam, pois as pessoas utilizam o conhecimento tácito e sua experiência para gerar um novo conhecimento explícito. Sem o aprendizado organizacional, apenas uma cadeia de valor competitiva não garante que a empresa se mantenha competitiva à medida que mercados, concorrentes e tecnologias mudam (WELO e RINGEN, 2015).

Para que a melhoria contínua tenha resultado, a organização deve ser capaz de adaptar seus processos e seus colaboradores para as mudanças (SOLTERO, 2011). A ideia por trás da abordagem *lean* é que, através da prática das suas rotinas, a melhoria contínua e o pensamento científico farão parte do comportamento natural das pessoas na organização (TOVOINEN, 2015). Já para Ward (2007), o processo de aprendizado e melhoria contínua, ilustrado na Figura 14, segue um método padronizado de solução de problemas, chamado de LAMDA, que é o acrônimo de *look* (olhar), *ask* (perguntar), *model* (modelar), *discuss* (discutir) e *act* (agir). Esse método tem como foco o aprendizado por meio da observação direta e do compartilhamento do conhecimento. Na sequência, são apresentados os princípios propostos pelo autor.

Figura 14 – Processo de aprendizado e melhoria contínua (LAMDA)



Fonte: Adaptado de Ward (2007).

De acordo com Blanchard (2007), para a organização conquistar alto desempenho, deve focar energia no cliente, cuidar bem dele, zelar bem de sua equipe e cultivar um ambiente motivador que permita girar e utilizar o conhecimento tácito das pessoas. Dessa maneira, o autor sugere que a hierarquia tradicional deve ser invertida, a fim de que o pessoal que está mais próximo do cliente esteja no topo. Nessa configuração, em vez de a liderança somente distribuir as tarefas para seus colaboradores, se converte em uma organização de apoio, gerenciada pelo conhecimento e tomando como base o trabalho em equipe. Ou seja,

servem e são sensíveis às necessidades dos colaboradores, capacitando-as através do princípio de mentoria, a fim de que possam chegar aos objetivos traçados pela organização e produzir segundo a visão do cliente.

Princípio 10: Construa uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta

A cultura da Toyota apoia a excelência com crenças e valores explicitamente definidos, sendo compartilhados por sucessivas gerações através dos gestores e todos os membros de suas equipes, contribuindo para ajudar a organização a trabalhar em harmonia para se atingir os objetivos comuns (MORGAN e LIKER, 2008). Sendo assim, entende-se que, para a obtenção do êxito no desenvolvimento de produtos *lean*, não basta somente aplicar as ferramentas e ter algumas pessoas tentando implementá-las; deve ocorrer uma mudança cultural, iniciando pelos líderes, a fim de que esses valores sejam difundidos e seguidos, através de disciplina e consistência na aplicação dos princípios.

2.5.3 Subsistema ferramentas e tecnologias

Esse subsistema e seus princípios descrevem os fatores que motivam a utilização de *softwares* e ferramentas que dão suporte ao trabalho do pessoal envolvido no projeto de desenvolvimento até tecnologias de teste que tenham como finalidade a resolução de problemas, aprendizagem ou padronização das melhores práticas (MORGAN e LIKER, 2008).

Princípio 11: Adapte a tecnologia ao pessoal e ao processo

Para Morgan e Liker (2008), muitas empresas tomam o caminho errado quando tentam utilizar tecnologias tidas como milagrosas, a fim de atingir altos níveis de desempenho no desenvolvimento de produto. Isso ocorre, especialmente, quando tomam decisões sem levar em consideração o impacto que essa tecnologia terá em relação aos métodos existentes ou ao pessoal que com eles trabalha. Dessa forma, tal princípio trata sobre a adaptação da tecnologia para apoiar as pessoas e os processos na agregação de valor, ou seja, toda e qualquer nova tecnologia só deve ser implementada após passar por uma avaliação severa, uma vez que sua aplicação deve ocorrer somente em processos estáveis, caso contrário aumentará a instabilidade. Sendo assim, os autores apresentam cinco princípios seguidos pela Toyota relativos à escolha e ao uso da tecnologia: precisam ser integradas de forma orgânica; devem dar sustentação ao processo, jamais conduzi-lo; devem valorizar as pessoas, nunca substituí-

las; orientar-se para soluções específicas, jamais para uma solução milagrosa e, ser do tamanho exato, sem exageros.

Princípio 12: Alinhe a organização mediante comunicação simples e visual

De acordo com Morgan e Liker (2008), embora a cultura e o foco no cliente constituam a “cola” que mantém a coesão da Toyota, existem inúmeras ferramentas simples e visuais que contribuem para o processo de comunicação na organização. Isso porque a comunicação eficaz no PDP é muito importante, enquanto o excesso é um desperdício a ser combatido. Além disso, a Toyota utiliza métodos visuais muito simples na comunicação dessa informação, quase sempre limitados a uma simples folha de papel, relatório A3. Esse documento segue uma técnica padronizada de preenchimento e tem a função de guiar a solução de um problema ou estabelecer uma comunicação clara entre vários especialistas funcionais através do consenso, com o objetivo de que os problemas sejam compartilhados entre os participantes, buscando melhorar as soluções encontradas. Para Sum (2016), uma empresa *lean* é uma empresa “visual” em que é possível encontrar quadros, os quais mantêm todo o time informado sobre os principais indicadores da área através de tabelas e gráficos que comparam os resultados obtidos com a meta.

Princípio 13: Use ferramentas poderosas para a padronização e aprendizado organizacional

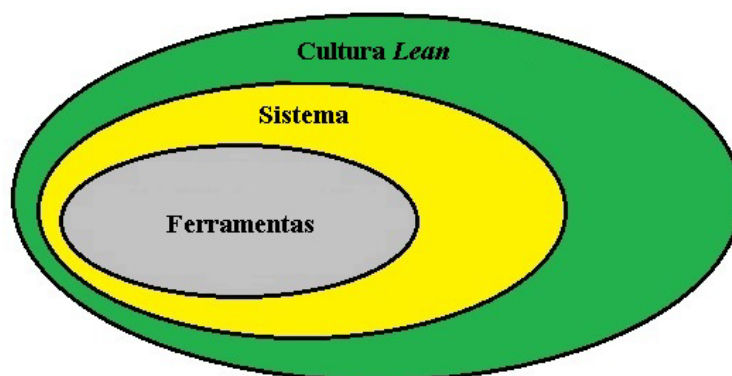
Para Morgan e Liker (2008), não existe melhoria contínua sem padronização. O conhecimento deve ser transmitido de um projeto para outro, entretanto, para que isso aconteça, é necessária a utilização de ferramentas para a padronização e o aprendizado organizacional. A Toyota criou algumas ferramentas que padronizam a aprendizagem, partindo de simples listas de verificação que servem para se evitar enganos ou omissão de conceitos no projeto de produtos, para ferramentas que buscam captar a evolução das concepções e notas técnicas ao longo do desenvolvimento. Dessa maneira, os envolvidos no processo podem equalizar o conhecimento sobre o projeto de produtos, através das informações colhidas e geradas ao longo do PDP e pela equipe de desenvolvimento, sendo que o documento gerado servirá para a transmissão de lições aprendidas ao próximo desenvolvimento.

2.6 Ferramentas

Para Morgan e Liker (2008), o foco precisa estar concentrado em ferramentas que ajudem a organização a mudar a maneira de fazer as coisas, capazes de captar o conhecimento tácito e transformá-lo em padrões que todos possam aprender e transmitir a outras pessoas. Para Cottyn *et al.* (2011), diversas ferramentas e técnicas podem apoiar a transformação *lean*, através da identificação, medição e remoção dos desperdícios, proporcionando melhorias; no entanto, o *lean* não pode ser tratado como uma ferramenta em si, pelo fato de se tratar de uma filosofia.

Já para Pinto (2009), o sucesso da implementação da filosofia *lean* de gestão não está nas soluções que as ferramentas propõem, mas nos aspectos menos tangíveis, como a cultura, a liderança das pessoas e a gestão dos processos. Entretanto, conforme já descrito anteriormente, a grande parte das empresas acaba falhando na implementação em virtude de aplicar práticas isoladas em vez de optar pela integração entre as atividades associadas a cada ferramenta proposta. Quando as ferramentas trabalham integradas umas com as outras, se tem o sistema; em contrapartida, quando o sistema for praticado e defendido por todas as pessoas da organização, se tem a cultura (Figura 15).

Figura 15 – Ferramentas, sistema e cultura *lean*



Fonte: Autor (2020).

Através da pesquisa realizada, identificaram-se diversas ferramentas que contribuem para a gestão do PDP. No entanto, para o presente estudo, trabalha-se com um conjunto limitado de ferramentas, de tal forma que atendam aos seguintes critérios:

- Sejam simples e fáceis de usar, atendendo aos fundamentos básicos;
- Atendam aos princípios do pensamento *lean*;
- Sejam capazes de propiciar melhorias em um curto prazo e de forma consistente nas áreas onde serão implementadas.

2.7 Síntese do capítulo

Este capítulo apresentou inicialmente assuntos referentes aos conceitos e à importância do PDP. Rozenfeld *et al.* (2006) abordam que os modelos de referência contribuem para que tanto empresas quanto profissionais possam desenvolver produtos através da utilização de padrões que propiciem um ponto de vista comum. Através de seu modelo, os autores propõem uma divisão em três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Através do mapeamento realizado por El Marghani (2010) acerca dos modelos propostos por alguns dos principais autores para representar as etapas do PDP, observa-se que eles são organizados de forma a se tornar uma sequência de passos que transforma determinadas entradas em determinadas saídas. E cada autor interpreta o processo de desenvolvimento de produtos por uma diferente ótica. Muitos modelos do processo do desenvolvimento de produtos são similares, entretanto, diferenciam-se na quantidade de etapas ou estágios, de tal forma que muitas fases são encontradas em vários modelos, porém com denominações diferentes.

Para a compreensão das práticas *lean* e visualização dos benefícios que podem ser obtidos através da agregação de valor (reduzindo e conseqüentemente eliminando os desperdícios) e com foco no cliente, essa filosofia é suportada pelos cinco princípios que são a base para a aplicação dos conceitos enxutos no PDP: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. É de extrema importância entender os tipos de desperdícios no PDP, uma vez que eles são o ponto de partida para o entendimento e desenvolvimento *lean*.

Além disso, outro fator importante é o fato de que o modelo tradicional de PDP associado aos conceitos da abordagem *lean* permite que o processo de desenvolvimento de produtos possa ser elaborado mais rapidamente, com menores custos e com melhor qualidade. Isso se dá pelo fato de o sistema trabalhar em um modelo, proposto por Morgan e Liker (2008), que associa conceitos através da sincronia de três subsistemas: pessoas, processos e tecnologia. Estes, por sua vez, estão inter-relacionados e interdependentes, influenciando a capacidade da organização de atingir seus objetivos externos, além de se apoiarem mutuamente.

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo realiza-se o desenvolvimento da pesquisa propriamente dita, começando com a metodologia, seguindo com a contextualização do objeto de estudo, características gerais do PDP, relato da situação atual e, conseqüentemente, o MFV atual no PDP. Nele são identificados os principais problemas, que servem de referência para a formatação das propostas de melhoria. Posteriormente, realiza-se o MFV do estado futuro e, por fim, o plano de ação para sua implementação.

3.1 Metodologia da Pesquisa

De acordo com Silva e Menezes (2005), existem várias maneiras de classificar a pesquisa, no entanto, seguem as formas clássicas consideradas neste estudo:

- **Do ponto de vista de sua natureza:** aborda a pesquisa aplicada, visto que tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.
- **Do ponto de vista da forma de sua abordagem:** aborda a pesquisa qualitativa, pois considera que o pesquisador é o instrumento-chave para coleta de dados e que há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.
- **Do ponto de vista dos seus objetivos:** aborda a pesquisa exploratória, visto que proporciona maior contato com o problema, tornando-o explícito. Assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. O primeiro, pelo fato de envolver levantamentos bibliográficos; o segundo, em virtude de entrevistas com pessoas que interagem com o problema analisado.
- **Do ponto de vista dos procedimentos técnicos:** aborda a pesquisa bibliográfica e a pesquisa-ação. A primeira, pelo fato de ser elaborada a partir de materiais já publicados; a segunda, em virtude de os pesquisadores e participantes representativos da situação estar envolvidos de modo cooperativo com a resolução de um problema.

O esquema descrito na Figura 16 apresenta a metodologia da pesquisa proposta.

Figura 16 – Metodologia da pesquisa

| | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------|----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Natureza | Pesquisa Básica | Pesquisa Aplicada | | | | | | |
| Abordagem do Problema | Pesquisa Quantitativa | Pesquisa Qualitativa | | | | | | |
| Objetivos | Pesquisa Exploratória | Pesquisa Descritiva | Pesquisa Explicativa | | | | | |
| Procedimentos Técnicos | Pesquisa Bibliográfica | Pesquisa Documental | Pesquisa Experimental | Levantamento | Estudo de Caso | Pesquisa Expost-Facto | Pesquisa-Ação | Pesquisa Participante |

Fonte: Autor (2020).

No decorrer desta pesquisa, o conhecimento adquirido pelo pesquisador foi compartilhado com os participantes através de exposições práticas, com o apoio de material didático, por meio de reuniões e apresentações diretamente no local de trabalho. Em virtude do aprendizado ser um caminho de duas vias, o conhecimento informal dos participantes da pesquisa foi compartilhado com o pesquisador através de suas experiências e pelos padrões e procedimentos existentes na empresa Alfa.

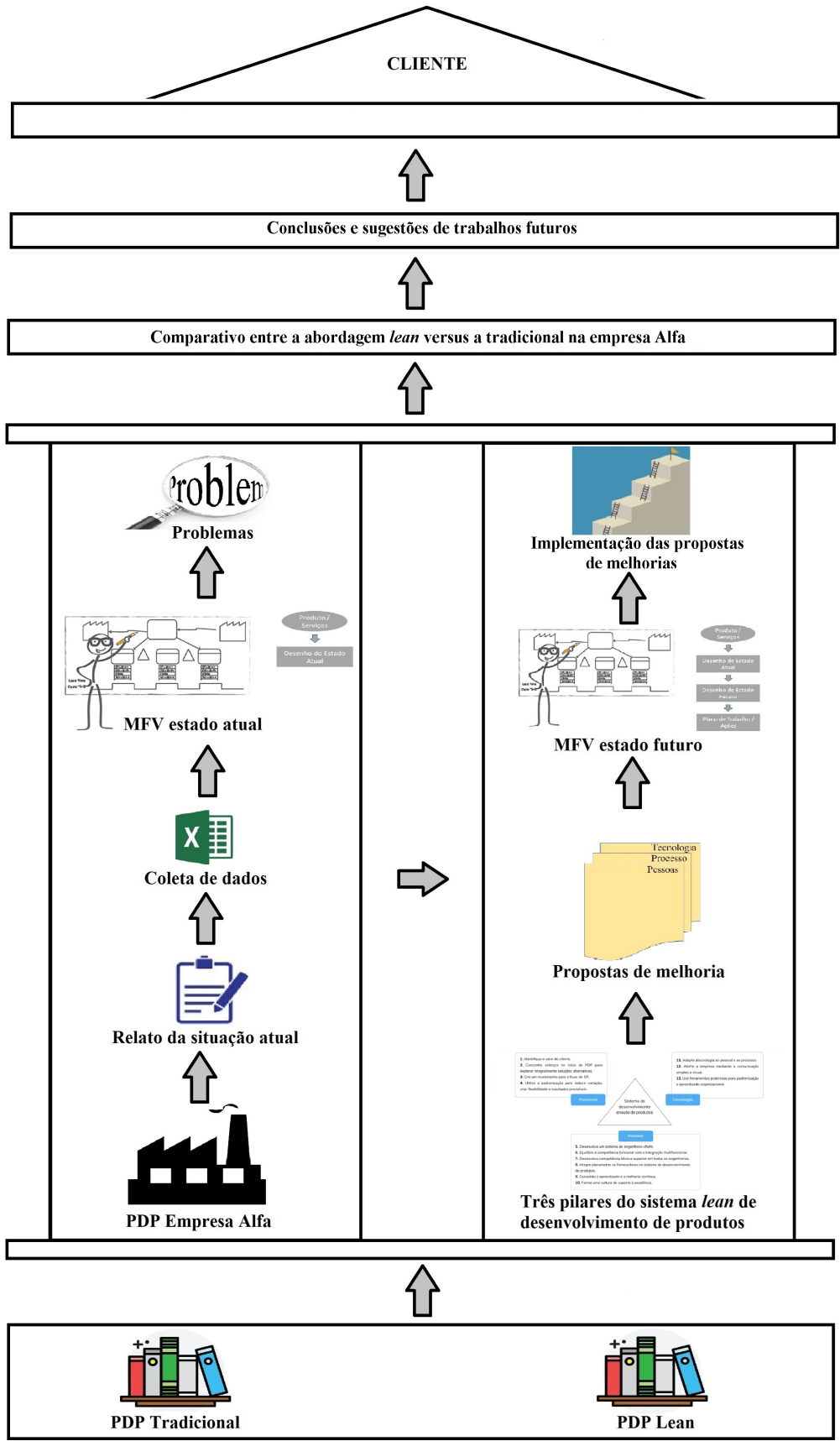
Além disso, procedeu-se a análise da situação atual, a fim de entender como funciona a rotina e quais são as práticas adotadas no PDP da empresa Alfa. Posteriormente, realizou-se a coleta de dados e o MFV do estado atual, sem o intermédio de entrevistas formais e questionários estruturados, em que, através das discussões com o grupo de participantes, foi possível desenhar a situação atual e entender seus principais problemas.

Baseada no referencial teórico, no relato da situação atual, na coleta de dados realizada, no MFV do estado atual e nos principais problemas/desperdícios presentes no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, a próxima etapa foi a elaboração de um conjunto de propostas para melhoria do PDP da empresa Alfa. Isso resultou em um MFV do estado futuro e na implementação das propostas descritas anteriormente.

Por fim, foi realizada uma análise dos resultados obtidos pela aplicação da abordagem *lean* e sua comparação com a abordagem tradicional, para chegar às conclusões e considerações finais.

Através da Figura 17, pode-se observar o esquema para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 17 – Esquema da pesquisa



Fonte: Autor (2020).

3.2 Contextualização do objeto de estudo

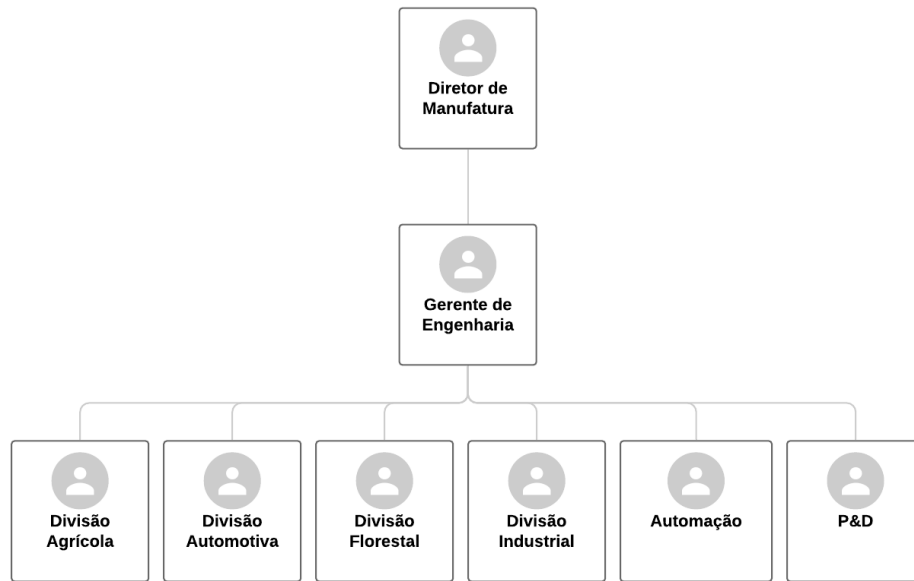
A empresa de objeto deste estudo, de capital nacional e localizada no Estado do Rio Grande do Sul, foi fundada na década de 1920. Atualmente, conta com aproximadamente 650 funcionários em seu quadro funcional, podendo ser caracterizada como de grande porte. Possui uma boa estrutura industrial, em termos de espaço físico e equipamentos. Encontra-se na terceira geração de administradores, sempre sob controle familiar. Considera que o sistema de garantia da qualidade são os critérios qualificadores no mercado de sua atuação, de tal forma que, a partir de 1996, obteve a certificação NBR-ISO 9001 e, desde então, tem sido recertificada, atualmente pela versão ISO 9001:2015. É líder no seu mercado de atuação e, ao mesmo tempo, através da demanda percebida pelo mercado, sempre se articula buscando inovações e novas oportunidades em seus produtos.

Fabrica equipamentos para movimentação de cargas, caracterizando-se pela atuação em quatro mercados diferentes: agrícola, automotivo, florestal e industrial. Adota as seguintes categorias de projetos: padrão, customizados e especiais. Os dois últimos adotam sistemas de fabricação sob encomenda, ou seja, tanto o desenvolvimento de produtos quanto a manufatura assumem essa característica.

3.3 Características gerais do PDP

Na estrutura organizacional (Figura 18), o departamento de desenvolvimento de produtos é representado pela gerência de engenharia. Esta, por sua vez, é formada pela engenharia de produto, que está segmentada conforme o tipo e a aplicação dos produtos no mercado (divisões agrícola, automotiva, florestal e industrial), pela automação e P&D, que se reportam diretamente à diretoria de manufatura. Percebe-se que a diversificação dos segmentos em que a empresa Alfa atua é uma alternativa para a ampliação da participação no mercado de máquinas e equipamentos, a fim de não ficar dependente de apenas um segmento. Quanto à organização das equipes no desenvolvimento dos projetos, a empresa Alfa emprega uma estrutura funcional para todos os tipos de projetos, trabalhando de forma sequencial. Com relação ao tipo de layout, a classificação atribuída foi a de grupo/celular, uma vez que é dividida por famílias de produtos.

Figura 18 – Organograma de engenharia



Fonte: Autor (2020).

Sendo assim, pode-se concluir que a empresa Alfa atua nas seguintes subdivisões e categorias de projetos:

- **Engenharia de produto:** responsável pelo projeto dos equipamentos para atendimento aos pedidos de venda para as Divisões Agrícola, Automotiva, Florestal e Industrial. Atua em: alterações de equipamentos padrões/seriados, podendo ser do tipo corretiva ou oportunidade de melhoria (do produto, processo ou redução de custos); no desenvolvimento de equipamentos customizados, derivados de produtos já existentes; no desenvolvimento de equipamentos especiais, que geralmente visam um segmento de mercado específico e produzem um único produto ao invés de uma família de produtos.
- **Engenharia de automação:** responsável por dar suporte na automação dos equipamentos.
- **Departamento de P&D:** responsável por desenvolver projetos de novas famílias de produtos, de novas tecnologias a serem empregadas em projetos futuros e inovação das existentes. São conduzidos de forma separada dos pedidos de venda, abrangendo desde a pesquisa até a aprovação do protótipo.

Além disso, apresentam-se, na sequência, mais algumas características referentes ao PDP da empresa Alfa:

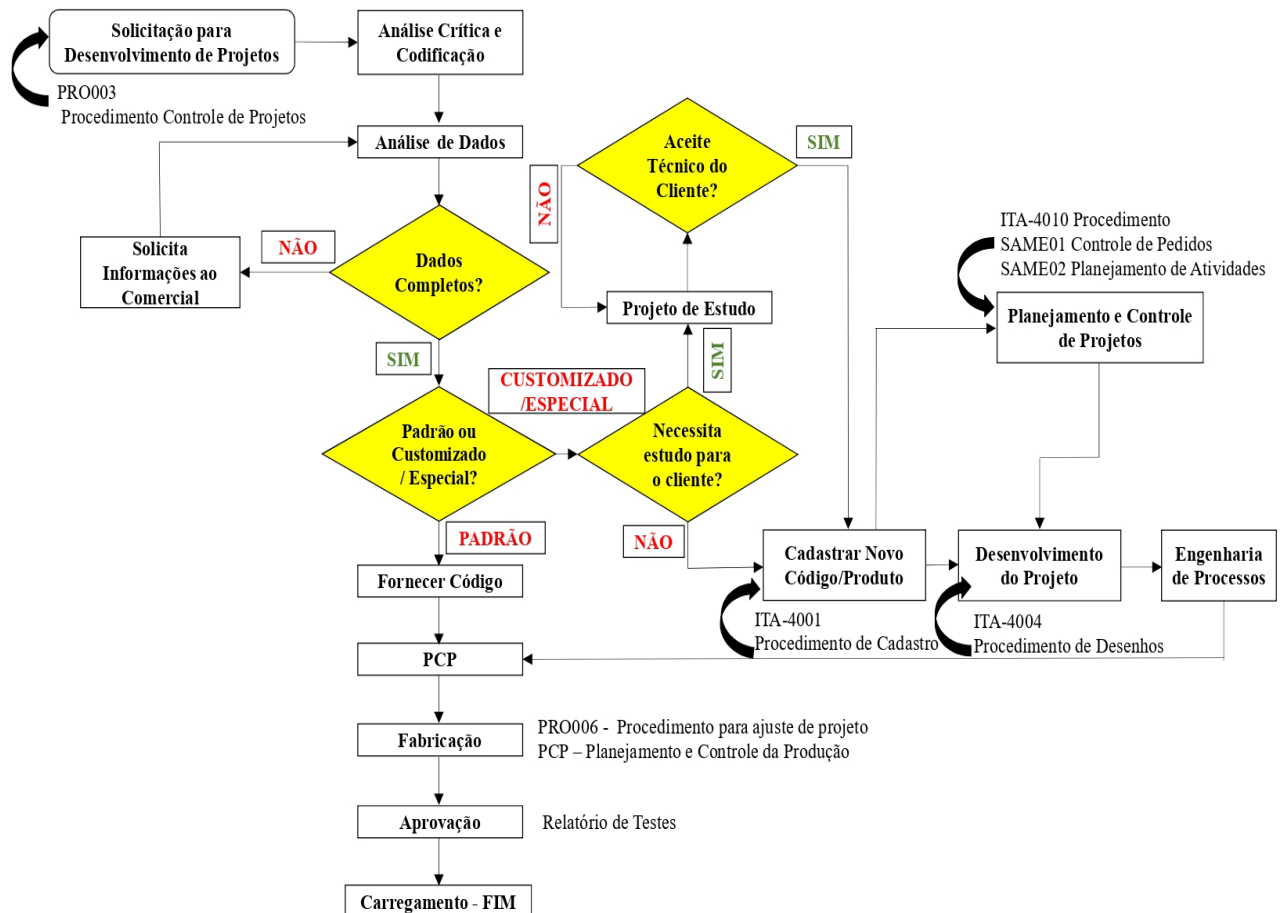
- O percentual de funcionários alocados na função de desenvolvimento de produtos em relação ao total de funcionários da empresa é de 4%;

- A empresa investe aproximadamente 1,5% do faturamento anual em P&D;
- Do total de funcionários alocados no PDP, 30% são engenheiros mecânicos;
- Não possui planejamento estratégico para desenvolvimento de novos produtos;
- Não há um controle sistematizado, uma vez que o único indicador utilizado na engenharia se refere à porcentagem de projetos produzidos dentro do tempo planejado;
- Aproximadamente 35% do faturamento referem-se a equipamentos fornecidos com a característica de tipologia ETO.

3.4 Relato da situação atual

O relato da situação atual foi realizado através de pesquisa documental e com a contribuição dos colaboradores que atuam no processo, sem a utilização de uma ferramenta formal de diagnóstico. A Figura 19 ilustra o fluxograma no departamento de engenharia (situação atual) no PDP da empresa estudada.

Figura 19 – Fluxograma no departamento de engenharia - situação atual



Fonte: Autor (2020).

Pela Figura 19, pode-se observar que a empresa Alfa emprega procedimentos formalizados e documentados tanto para as atividades operacionais quanto no nível de gestão do PDP, baseados nos requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001. Assim que há uma solicitação para desenvolvimento de projetos, imediatamente é encaminhado um pedido de venda pelo departamento comercial para análise crítica e codificação na engenharia. Com posse desse documento, realiza-se a análise dos dados, a fim de verificar as informações e os requisitos do cliente. Se as informações estiverem completas, define-se o tipo de projeto – um equipamento padrão, customizado ou especial. Caso contrário, retorna para o comercial, solicitando-se mais informações até que estejam completas.

Se o equipamento for classificado como padrão, o departamento de engenharia fornece o código ao departamento comercial e, posteriormente, o pedido segue o fluxo diretamente para o PCP, uma vez que não há necessidade em desenvolver o projeto. Se ele for classificado como customizado ou especial, o departamento de engenharia avalia se há necessidade de um estudo para o cliente. Em caso afirmativo, desenvolve o projeto de estudo, submete para o aceite técnico e, somente após a aprovação, esse processo se converte em pedido. Caso contrário, a demanda já pode chegar através de um pedido, de tal forma que o departamento de engenharia efetua o cadastro de um novo código e, na sequência, se realiza o desenvolvimento do projeto.

Munidos das informações coletadas com os clientes, o próximo passo é o estabelecimento dos seus atributos, sendo que, a partir da sua caracterização, efetua-se a tradução dessas informações em requisitos de projeto, ou seja, em metas. Com essas etapas concluídas e os documentos aprovados, a equipe de desenvolvimento pode dar seguimento ao processo e avançar na próxima fase.

Posteriormente, é realizado o planejamento do projeto, que consiste na alocação de recursos e elaboração de um cronograma macro, com as principais atividades de cada fase. Com base nas informações e requisitos coletados, inicia-se o projeto conceitual, com o auxílio de uma ferramenta CAD, visto que todos os projetos na empresa Alfa são desenvolvidos na forma tridimensional (3D). Nessa fase, realiza-se a avaliação dos componentes que serão comprados, desenvolvidos e os que serão reutilizados. Tanto os componentes quanto os conjuntos são dimensionados através de cálculos manuais, emprego de planilhas eletrônicas e também através de modelo computacional pelo método de elementos finitos (CAE). Por fim, ocorre uma análise crítica do projeto, coordenada pelo supervisor de engenharia, a fim de verificar se todos os requisitos técnicos, a forma de fabricação e a montagem estão sendo atendidas. Após a sua aprovação, o projeto passa para a fase de detalhamento.

Nessa fase, são elaborados os desenhos detalhados para a produção, seguindo normas internas da empresa, nacionais e internacionais, contemplando as seguintes informações: definição completa da forma dos componentes do produto; especificação dos materiais; especificação de tolerâncias; especificação de todos os componentes com a lista de peças do produto; e processo de montagem dos conjuntos. Cada desenho recebe um código identificador único que contém todas as informações necessárias para sua fabricação ou aquisição, o qual é mantido em um banco de dados e gerenciado por sistema PDM.

Finalizada essa etapa, os desenhos são cadastrados no sistema ERP (Datasul), a fim de que seja elaborada a estrutura do produto, contemplando a quantidade de cada componente e conjunto. Assim que esse processo for concluído, os desenhos são liberados à engenharia de processos, para a determinação dos roteiros de fabricação e elaboração da sequência de operações. A Figura 20 resume as etapas de projeto adotadas pela empresa Alfa.

Figura 20 – Etapas do projeto na empresa Alfa



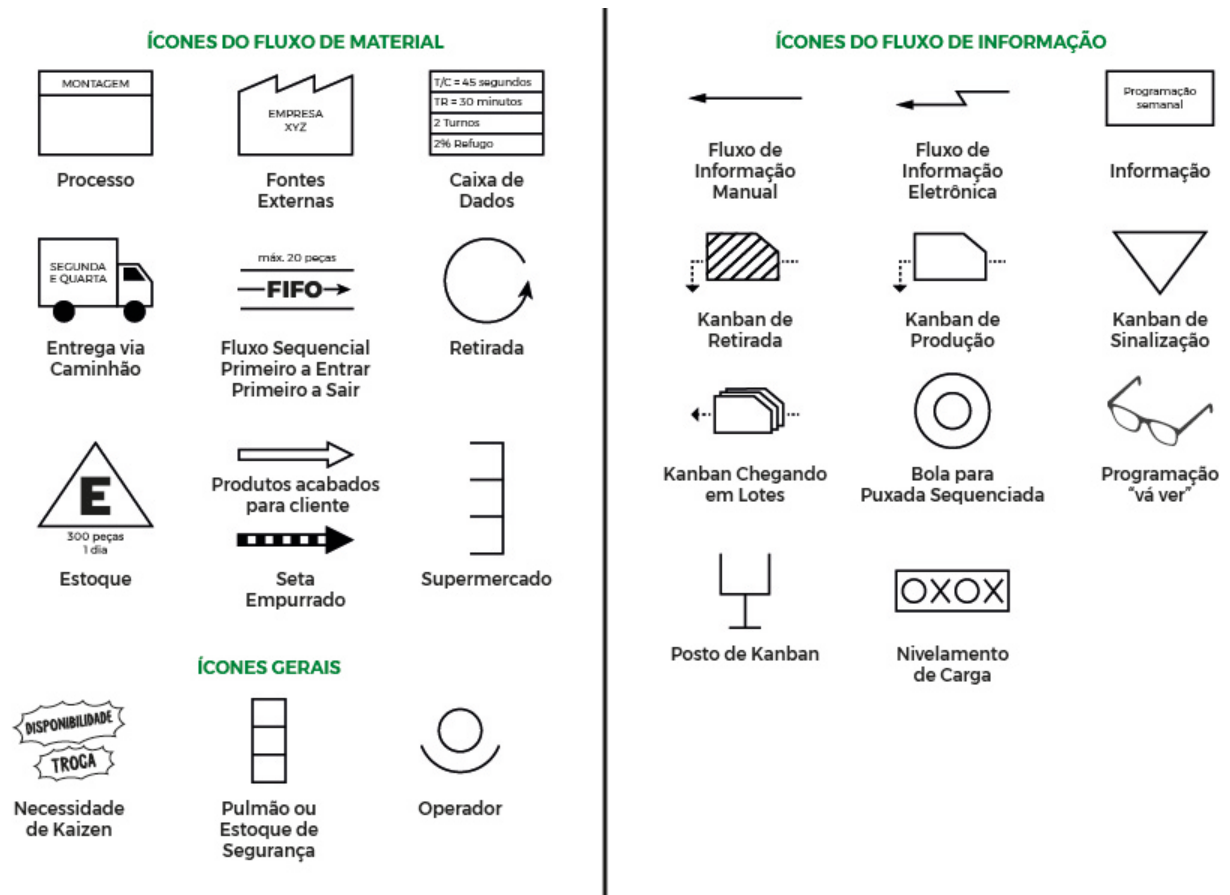
Fonte: Autor (2020).

3.5 Mapeamento do fluxo de valor do estado atual

Através da elaboração do MFV do estado atual, realizado por meio de levantamento dos dados juntamente com os engenheiros e projetistas responsáveis pelo desenvolvimento do

produto, é possível diagnosticar a situação atual e analisá-la, a fim de elaborar um estado futuro. Esse mapa concentra todas as informações do fluxo de valor que ocorre no PDP da Divisão Industrial para a família de produtos estudada, identificando os focos de desperdícios, visualizando os processos gargalos e os problemas existentes. Conforme apresentado na Figura 21, o procedimento de MFV utiliza uma simbologia própria, a qual, por sua vez, não segue padrões rígidos de aplicação, sendo adaptadas conforme a necessidade.

Figura 21 – Ícones utilizados no MFV



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012).

3.5.1 Planejamento

A pesquisa foi conduzida pelo autor do trabalho, sendo nomeado o líder da equipe, juntamente com os colaboradores da engenharia de produto da Divisão Industrial da empresa Alfa, os quais contemplam a população diretamente envolvida com o PDP (Quadro 10).

Quadro 10 – Características da população entrevistada

| Entrevistados | Função | Tempo na função (anos) | Tempo na empresa (anos) | Idade (anos) | Formação acadêmica |
|---------------|------------|------------------------|-------------------------|--------------|--|
| Colaborador A | Supervisor | 2 | 15 | 38 | Graduado em engenharia mecânica com curso de pós-graduação |
| Colaborador B | Engenheiro | 4 | 4 | 34 | Graduado em engenharia mecânica com formação técnica em mecânica |
| Colaborador C | Engenheiro | 2,5 | 6 | 28 | Graduado em engenharia mecânica |
| Colaborador D | Projetista | 6 | 8 | 28 | Cursando engenharia mecânica com formação técnica em mecânica |
| Colaborador E | Projetista | 10 | 13 | 34 | Graduado em arquitetura com formação técnica em mecânica |
| Colaborador F | Projetista | 2 | 5 | 21 | Cursando engenharia mecânica com formação técnica em mecânica |
| Colaborador G | Estagiário | 1,5 | 1,5 | 20 | Cursando engenharia mecânica com formação técnica em mecatrônica |
| Colaborador H | Projetista | 1 | 3 | 23 | Cursando engenharia mecânica com formação técnica em mecânica |
| Colaborador I | Projetista | 5 | 5 | 26 | Cursando engenharia elétrica com formação técnica em eletrotécnica |

Fonte: Autor (2020).

A ferramenta de MFV aplicada neste estudo mostra-se como uma nova forma de trabalho para a equipe envolvida na pesquisa, haja vista que nenhum dos participantes efetivamente havia trabalhado com ela. Nesse sentido, foi elaborado um treinamento de capacitação abordando o MFV e os princípios básicos da filosofia *lean*, a fim de nivelar o conhecimento e contribuir para o envolvimento da equipe.

3.5.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada à luz dos autores Rother e Shook (2012), sendo utilizado o MFV para a realização dessa etapa. Em virtude de o presente estudo tratar sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos de uma pesquisa-ação, o pesquisador envolveu-se ativamente nesse processo, de tal forma que a coleta dos dados ocorreu por meio de entrevistas, análise documental e observação direta no fluxo de atividades. Dessa forma, essa fase contribuiu para a elaboração do mapa de fluxo de valor do estado atual no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa e na identificação dos problemas existentes no fluxo de materiais e informações.

Pelo fato da abordagem adotada ser qualitativa, ou seja, considera que o pesquisador é o instrumento-chave para coleta de dados e que há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, um aspecto a ser destacado na validação da pesquisa proposta foi a possibilidade de implementar o plano de ação e avaliar os resultados, característica fundamental do método de pesquisa adotado.

3.5.3 Escolha da família de produtos

Em virtude do tipo de projeto abordado neste estudo visar um segmento de mercado específico, ou seja, são desenvolvidos sob encomenda e possuem uma característica de itens customizados, o produto a ser mapeado será um equipamento para movimentação de bobinas de aço (destacado na cor amarelo – Figura 22), com capacidade de 30 toneladas, acoplado em uma Reach Stacker, para ser aplicado em uma região portuária.

Figura 22 – Equipamento instalado em uma Reach Stacker



Fonte: Empresa Alfa (2018).

3.5.4 Desenho do estado atual

Uma vez definida qual a família de produtos deve ser estudada, o próximo passo foi a elaboração do MFV atual da fase de desenvolvimento de produto, identificando os principais macroprocessos e, conseqüentemente, a coleta de dados, conforme orientações prescritas por Rother e Shook (2012). No decorrer da atividade, identificou-se um total de dez macroprocessos para essa fase, os quais são citados a seguir:

- 1. Codificação de pedido:** Todas as vendas efetuadas para a Divisão Industrial são enviadas pelo departamento comercial ao departamento de engenharia através de informação eletrônica (*workflow*), com o objetivo de que, através da especificação descrita no escopo, possa ser definido o código do equipamento a ser fabricado. A atribuição na definição dessa tarefa fica sob responsabilidade do supervisor da área, que efetua a pesquisa no sistema ERP Datasul e no histórico do cliente, a fim de definir se trata-se de um equipamento padrão, customizado ou especial.

2. **Departamento comercial implanta o pedido e retorna a ficha:** Conforme apresentado na Figura 19, se o equipamento for classificado como padrão, segue o fluxo diretamente para o PCP. No entanto, se for classificado como customizado ou especial, o próprio sistema ERP Datasul reconhece que o código está bloqueado/obsoleto e, através de uma informação eletrônica (*workflow*), gera a necessidade de projeto para o departamento de engenharia.
3. **Planejamento:** Essa informação é direcionada diretamente para o supervisor do departamento de engenharia, seja através do *workflow* ou por e-mail. A partir desse momento, o supervisor avalia a carga de trabalho e direciona o pedido para o colaborador que será o responsável em atender a demanda, levando em consideração a experiência do projetista na família de produtos e a complexidade do projeto.
4. **3D:** Definido o projetista responsável e com posse das informações necessárias para o início da atividade, inicia-se o modelamento na forma tridimensional (3D) do equipamento. O objetivo principal dessa fase é gerar soluções capazes de satisfazer as necessidades dos clientes e proporcionar base para o projeto detalhado do produto, através da busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto.
5. **Projeto elétrico/hidráulico:** Todos os projetos desenvolvidos pela empresa Alfa possuem funções elétricas, hidráulicas ou ambas. Assim, essas atividades são direcionadas para uma pessoa específica realizar o trabalho.
6. **Cálculo estrutural:** A empresa Alfa possui um engenheiro calculista, que atua na forma de recurso compartilhado para as quatro divisões que constituem o portfólio de produtos da empresa. Para projetos customizados, geralmente os equipamentos são calculados manualmente e com planilhas eletrônicas; no entanto, para projetos tratados como especiais, os projetos são calculados através de modelo computacional pelo método de elementos finitos (CAE).
7. **Detalhamento:** Nessa fase, realiza-se a definição completa da forma dos componentes do produto, levando em consideração a especificação dos materiais e das tolerâncias, a documentação em geral, principalmente os desenhos de componentes, de conjunto e de montagem, ou seja, as informações necessárias para a sua fabricação.
8. **Aprovação de Projeto:** Após definida a configuração final de solução para o atendimento das necessidades do cliente, gera-se um desenho descrevendo as principais dimensões do equipamento e suas características técnicas. Esse desenho é encaminhado ao cliente, a fim de que ele valide se atende suas expectativas, ou seja,

somente é dado seguimento no processo após o posicionamento do cliente, seja com proposta de melhoria ou com o aceite.

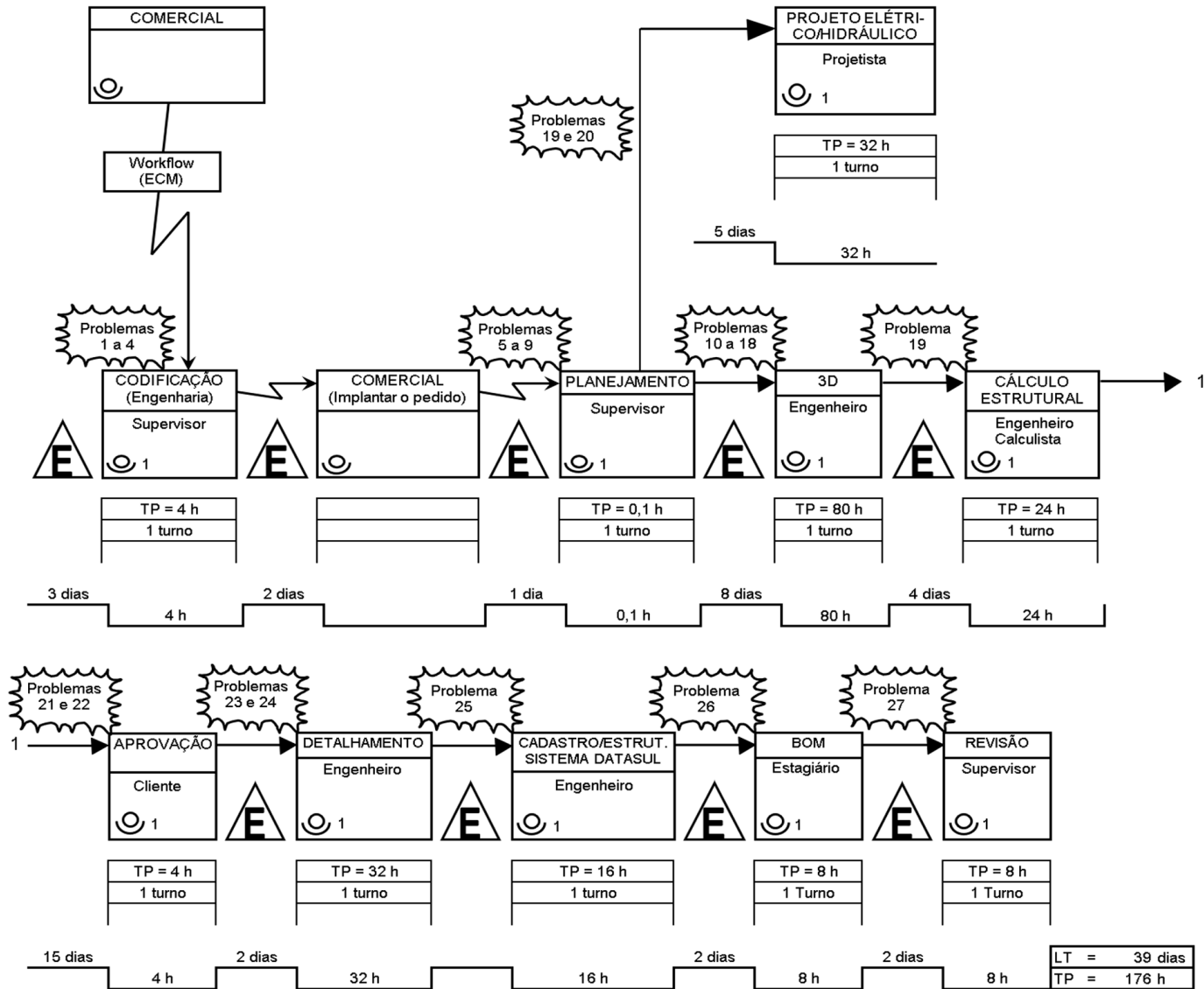
9. Cadastro/estrutura no sistema Datasul: Após a finalização do detalhamento, os desenhos são cadastrados no sistema ERP Datasul e elabora-se a estrutura do produto, considerando a quantidade de cada equipamento que deverá ser fabricada.

10. Revisão de projetos: Em virtude de não existir um método para que os projetos sejam à prova de falhas, uma vez que, por mais cuidadoso que se seja, ainda há a possibilidade de algo passar despercebido e comprometer o funcionamento do equipamento, todos os projetos passam por uma revisão antes de ser entregues para a engenharia de processos. A responsabilidade dessa revisão é do supervisor da área, por ser a pessoa com mais experiência.

Com o auxílio dos ícones apresentados na Figura 21, iniciou-se a construção do mapa propriamente dito (Figura 23), indicando na parte superior o fluxo de material e informações de origem. Já na parte inferior, o fluxo é desenhado da esquerda para a direita, denotando a sequência das etapas dos macroprocessos (não o layout físico da planta) e as métricas utilizadas no mapeamento (o tempo de processamento, a quantidade de turnos e o *lead time*). Os dados foram levantados através de acompanhamento da rotina de trabalho e colaboração da equipe diretamente envolvida no projeto.

Sendo assim, através da identificação das métricas e por meio de sua coleta de dados no local de trabalho, foi possível observar no MFV do estado atual um *lead time* (LT) de 39 dias, dos quais apenas 176,1 horas correspondem ao tempo de processamento (TP), ou seja, às atividades que agregam valor. Além disso, foi possível identificar os desperdícios/problemas que afetam o desempenho do PDP, sendo representados pela simbologia da necessidade de *kaizen*. Na Seção 3.6, é realizada a descrição dos problemas encontrados.

Figura 23 – Mapeamento do fluxo de valor do estado atual



Fonte: Autor (2020).

3.6 Descrição dos problemas encontrados

Baseado tanto nas informações coletadas pelo pesquisador quanto pela contribuição dos colaboradores participantes do processo, no Quadro 11 são apresentados os principais problemas/desperdícios presentes no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa.

Quadro 11 – Problemas presentes no PDP da Divisão Industrial

| Macro Processo | Problemas |
|----------------|---|
| Codificação | <p>1. Processamento desnecessário no momento da codificação dos equipamentos, uma vez que todas as vendas realizadas para a Divisão Industrial são enviadas ao departamento de engenharia, inclusive os equipamentos padrões, que correspondem a 65% do faturamento da empresa. Além disso, atualmente quem desenvolve essa atividade é o supervisor do departamento, ou seja, trata-se de um recurso muito caro para realizar esse tipo de atividade;</p> <p>2. Há um número significativo de dados de entrada com defeitos, informação sem qualidade e faltantes. No entanto, o pedido é aceito e busca-se, no decorrer do desenvolvimento do projeto, esclarecer essas dúvidas, gerando como consequência atrasos, distorções, retrabalhos, duplicidade de informações, o que se caracteriza como um desperdício de movimentação;</p> <p>3. Outro desperdício verificado é a espera, seja por pessoas aguardando algo ou informações esperando pessoas. No primeiro caso, acontece geralmente quando a ficha de codificação é recebida com dados de entrada errados e é retornada ao departamento comercial para o ajuste do escopo, sendo necessário entrar em contato com o vendedor para o entendimento e ajuste da situação. Já no segundo, em virtude do processo estar direcionado somente para o supervisor, que possui inúmeras outras responsabilidades, ele não consegue responder todas as demandas na expectativa que os demais departamentos esperam;</p> <p>4. A espera resulta em filas no processo de codificação, ou seja, armazenamento excessivo de dados, caracterizando-se como desperdício de estoque.</p> |
| Planejamento | <p>5. Em virtude do número de projetos com necessidade de desenvolvimento ser maior que a capacidade da equipe de engenharia, percebe-se que o fluxo não é contínuo, gerando, nesse caso, tanto os desperdícios de espera quanto de estoque. Como consequência, tem-se uma taxa de conclusão de projetos abaixo da meta definida;</p> <p>6. Não há uma gestão visual e, conseqüentemente, inexistência de carga de engenharia, a fim de nivelar, sequenciar as atividades e, ao mesmo tempo, verificar o andamento/performance dos projetos. Como consequência, ocorre um desnivelamento do processo e uma sobrecarga, caracterizando-se um desperdício de espera e estoque. Além disso, a falta de sincronização de prazos entre engenharia de produto, de processos, compras e fábrica resulta em não atender os prazos de entrega estabelecidos;</p> <p>7. Não se percebe a utilização de indicadores, uma vez que o único indicador disponível se refere à porcentagem de projetos produzidos dentro do tempo planejado;</p> |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 11 – Propostas para o subsistema processos agrupados por problemas (continuação)

| Macro Processo | Problemas |
|----------------|--|
| Planejamento | <p>8. Reuniões não são frequentes e quando acontecem possuem longas durações, gerando inúmeros problemas relativos à comunicação e integração, tanto no desenvolvimento de produto quanto em outras áreas, caracterizando-se como um desperdício de falta de disciplina;</p> <p>9. Para projetos classificados como especiais, que são constituídos por equipamentos mais complexos e com maior prazo de fabricação, observa-se o desperdício de desconexão. Isso pode ser percebido pelo fato de que, na estrutura funcional existente, não há um responsável pelo sucesso do projeto, ou seja, é transferida de um departamento para outro. A responsabilidade da engenharia fica restrita somente aos desenhos, explicação para os demais departamentos envolvidos no processo de como o equipamento foi projetado e funcionará, além de acompanhamento na fábrica quando a manufatura tiver alguma dúvida.</p> |
| 3D | <p>10. Não há uma forma estruturada de garantir a reutilização de componentes já existentes, caracterizando-se como um desperdício de conhecimento e reinvenção. Isso se dá tanto pelo fato de o sistema de informação não ser muito eficiente, seja em virtude do banco de dados possuir limitações na pesquisa, pelas descrições não serem padronizadas ou em virtude do não comprometimento das pessoas. Percebe-se também a existência de componentes duplicados com códigos diferentes;</p> <p>11. Não há um compartilhamento significativo de componentes entre projetos, ou seja, falta de padronização e caracterizando-se como um desperdício de reinvenção. Como consequência, há um grande esforço na geração de novos componentes (sendo muitas vezes semelhante ao já existente), de maneira geral, aumentando o tempo de desenvolvimento e o custo de fabricação dos equipamentos;</p> <p>12. Não há um manual que oriente os projetistas com relação às limitações de fabricação e à definição das melhores práticas no desenvolvimento de projetos para a empresa Alfa. Em virtude disto, percebe-se que ocorrem inúmeros retrabalhos no processo, seja pela análise crítica da engenharia de processos ou até mesmo quando o equipamento já está em fabricação, observando-se o desperdício de reinvenção;</p> <p>13. A integração da engenharia de produto com a de processos ocorre com baixa frequência, principalmente na fase de definição do conceito, quando surgem inúmeras dúvidas sobre o processo de fabricação. Essa interação somente acontece quando os projetistas possuem dúvidas que inviabilizem o seguimento no projeto ou na forma de retrabalho, pelo fato de componentes ou conjuntos propostos pela engenharia de produto não possibilitar sua fabricação, resultando em retrabalhos e uma comunicação insatisfatória entre os setores. Esse método de trabalho permite a criação de componentes que sejam de difícil fabricação e, ao mesmo tempo, contribui para o aumento no ciclo de desenvolvimento, caracterizando-se como um desperdício de reinvenção;</p> |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 11 – Propostas para o subsistema processos agrupados por problemas (continuação)

| Macro Processo | Problemas |
|---|--|
| 3D | <p>14. As experiências não são devidamente documentadas e facilmente reutilizadas em futuros projetos, levando à recorrência de falhas que já aconteceram em outras oportunidades, uma vez que o conhecimento está nas pessoas (tácito) e não documentado (explícito). Além disso, percebe-se que muitas oportunidades de melhorias ficam esquecidas nas gavetas de armários dos colaboradores, caracterizando-se como um desperdício de reinvenção;</p> <p>15. Especialização de projetistas em determinadas famílias de produtos, tendo como consequência o desperdício de estoque dos pedidos, pelo fato de somente aquele colaborador ter conhecimento suficiente para dar seguimento no processo;</p> <p>16. Pouca participação dos fornecedores no PDP, uma vez que, em vez de envolver esse especialista no desenvolvimento em conjunto, a estratégia adotada é de o próprio projetista projetar de acordo com as diretrizes informadas pela engenharia de produto. Há, portanto, uma grande probabilidade em tornar o componente mais complexo e com custo maior, caracterizando-se com um desperdício de conhecimento;</p> <p>17. Com frequência ocorrem alterações de projeto no decorrer do desenvolvimento em virtude da mudança de escopo solicitada pelo cliente, gerando desperdício de retrabalho, problemas de custos, atrasos e redução de capacidades disponível para outros pedidos;</p> <p>18. Problemas não são conhecidos em sua profundidade, de tal forma que os desvios no decorrer do processo de desenvolvimento não são identificados de forma rápida, contribuindo para atrasos, retrabalhos e soluções emergenciais. Isso, por sua vez, acaba desenvolvendo a síndrome mais conhecida nas empresas como “apagar incêndios”, que somente manterá o processo em funcionamento, mas sem direção e com uma alta dose de esforços, desgaste humano e financeiro, caracterizando-se como desperdício de falta de disciplina;</p> |
| Projeto elétrico/ hidráulico e Cálculo estrutural | <p>19. Pelo fato de se tratar de um recurso compartilhado com outras áreas/divisões e ser limitada na quantidade de pessoal, há desperdícios tanto de espera (informações esperando pessoas) quanto de estoque (filas no caminho crítico);</p> |
| Projeto elétrico/ hidráulico | <p>20. Retrabalhos são a consequência do problema descrito anteriormente, visto que, com certa frequência (em virtude de o prazo de entrega estar próximo ou já estar comprometido), o projeto mecânico é liberado para a fábrica antes de ser iniciado o projeto elétrico/hidráulico, havendo a necessidade de ajustes no equipamento;</p> |
| Aprovação | <p>21. Não se percebe uma participação ativa do cliente no processo de desenvolvimento do produto, entretanto, quando isso acontece, já está numa fase bastante avançada do projeto, gerando o desperdício de retrabalho. Além disso, não há um <i>gate</i> de formalização sistemática com relação ao aceite do cliente para a proposta de projeto definida pelo departamento de engenharia, podendo gerar problemas futuros de garantias pelo fato de o cliente possuir outra percepção de equipamento para a sua necessidade;</p> |

Quadro 11 – Propostas para o subsistema processos agrupados por problemas (continuação)

| Macro Processo | Problemas |
|--|--|
| Aprovação | 22. Quando ocorre a participação do cliente, através do processo de aprovação do projeto, percebe-se que há um desperdício muito significativo de espera, implicando diretamente o prazo de entrega; |
| Detalhamento | 23. Com frequência, observam-se desenhos de componentes e conjuntos similares serem detalhados para a fábrica de modo distinto, com falta de informações, erros de especificações e tolerâncias, demonstrando a falta de padronização nos desenhos e ao mesmo tempo caracterizando-se como desperdício de reinvenção; 24. Os próprios engenheiros são os responsáveis pela elaboração dos desenhos detalhados. Nessa configuração, trata-se de um recurso muito caro para o desenvolvimento dessa atividade, uma vez que ela poderia ser realizada por desenhistas. Além disso, nesse período, os projetistas poderiam estar desenvolvendo atividades que agregam mais valor para a organização, caracterizando-se como desperdício de processo inadequado; |
| Cadastro/ estrutura no Sistema Datasul | 25. Os próprios projetistas também são os responsáveis pelo cadastro/estrutura no sistema ERP Datasul, caracterizando-se como desperdício de processo inadequado, pois é um recurso muito caro para o desenvolvimento dessa atividade. Atualmente, a transferência de informações do sistema CAD para o ERP, é realizada de forma manual, sendo configurado como um processo lento e propício a erros; |
| BOM (Bill of materials) | 26. Em virtude da falta de recursos para o desenvolvimento dessa etapa, percebe-se o desperdício de estoque nas demandas em virtude das filas no caminho crítico; |
| Revisão | 27. Antes dos projetos serem liberados para a engenharia de processos, obrigatoriamente, pelo fluxo do PDM, devem passar por uma análise crítica do revisor (supervisor do departamento), com o objetivo de verificar se ele atende aos requisitos de fabricação e também evitar que seja liberado com falha. No entanto, em virtude da carga de trabalho do supervisor e o número excessivo de pedidos com necessidade de desenvolvimento, as revisões normalmente acabam sendo superficiais, não conseguem filtrar os problemas e evitar que sigam para as próximas fases, caracterizando-se como desperdício de falta de disciplina. |

Fonte: Autor (2020).

3.7 Propostas de melhorias para o PDP da empresa Alfa

O presente capítulo apresenta as propostas de melhorias no PDP da empresa Alfa, com base nas práticas adotadas pela filosofia *lean*, desde o processo de codificação dos pedidos até a liberação do projeto para a engenharia de processos. Para alcançar esse propósito, utiliza-se como base o referencial teórico e o modelo de referência abordado no capítulo 2, adaptando-o

para a empresa Alfa, a fim de solucionar os problemas apresentados na Seção 3.6 e, ao mesmo tempo, desenvolver uma nova cultura no processo de desenvolvimento de novos produtos.

3.7.1 Implementação para a mudança

De acordo com Chiavenato (2004), a mudança pode ocorrer de duas formas: participativa ou impositiva. A primeira consiste na participação dos funcionários no processo decisório, através da qual o colaborador possui uma expressiva condição de poder na tomada de decisão com seus superiores imediatos, a fim de alcançar os objetivos e atingir desempenho excepcional. Já a segunda consiste em um sistema administrativo que controla rigidamente tudo o que ocorre dentro da organização, cujos subordinados apenas cumprem as ordens recebidas, sem exercer criatividade ou inovação.

Para o seguimento deste estudo, adota-se o método para implementação de mudança participativa, uma vez que, no ambiente competitivo em que as organizações estão inseridas, é de fundamental importância integrar todos os funcionários no processo de aprendizagem e na tomada de decisões. Sendo assim, a técnica utilizada tanto para a identificação dos desperdícios quanto para as sugestões de melhorias foi a de *brainstorming*.

A partir desse momento, são abordadas as propostas de melhorias, levando-se em consideração o modelo de referência proposto por Morgan e Liker (2008), adaptado para a empresa Alfa. Objetiva-se, assim, solucionar os problemas abordados na Seção 3.6, buscando formas de solução que garantam a redução de desperdícios e a criação de processos mais robustos na geração de valor ao cliente, tendo como critério a busca de ideias e soluções simples, de fácil efetivação e de baixo ou nenhum custo. Dessa forma, todas as soluções para os problemas são agrupados nos três subsistemas propostos pelos autores: processos, pessoas e tecnologias/ferramentas.

3.7.2 Apresentação das propostas de melhoria

Nesta seção apresentam-se as propostas de melhoria referentes aos subsistemas processos, pessoas e ferramentas/tecnologia. Vale ressaltar que foram desenvolvidas 41 propostas de melhoria como contramedidas para os problemas apresentados no MFV do estado atual. Entretanto, em consenso com a gerência e a equipe do PDP da Divisão Industrial, decidiu-se trabalhar com um número menor, seguindo os critérios estabelecidos na

Seção 3.7.1. No Quadro 12, é possível observar a relação entre cada princípio proposto por Morgan e Liker (2008) com o problema a ser abordado.

Quadro 12 – Propostas de melhoria

| Subsistema | Princípio | Propostas | Problema abordado |
|------------|------------------|---|--|
| Processos | Princípio 1 | 1. Para equipamentos que possuem a denominação customizados, a fim de preencher a lacuna para os dados de entrada com defeitos, informações sem qualidade, faltantes e tornar a participação do cliente ativa no PDP, foi proposta a elaboração de questionários por meio de perguntas diretas; 2. Realizar a estruturação/revisão para que o <i>gate</i> de aprovação no fluxo seja atendido e, ao mesmo tempo, o período de, no mínimo, 5 dias seja agregado no prazo. Incluindo o cliente no processo. | 2, 3, 17, 19, 20, 21,23, 24 |
| | Princípio 2 | 3. Desenvolver indicador para avaliar a quantidade de retrabalhos que são realizados no PDP, com objetivo de avaliar/tomar ações nos principais motivos; 4. Integrar um engenheiro sênior da engenharia de processos ao corpo técnico da engenharia de produto, a fim de contribuir para uma participação ativa e de forma paralela nas fases de PDP. Além disso, desenvolver manual com informações referentes às melhores práticas para os processos de fabricação. | 2, 6, 7, 12, 13, 17, 18, 20 |
| | Princípio 3 | 5. Implementar rotinas de reuniões diárias e distribuição nivelada das tarefas através do reconhecimento e da antecipação de possíveis gargalos em recursos críticos; 6. Implementar uma rotina de comunicação clara e consistente entre os distintos níveis hierárquicos, através de informações sobre o desempenho atualizado da empresa e do departamento (indicadores); 7. Implementar rotinas de reuniões diárias com foco no tratamento de problemas/desvios, através do seu reconhecimento, priorização e consequente eliminação de sua causa raiz; 8. Implementar o sistema puxado com atribuição de responsabilidades pelos resultados através de quadros de situação em cada área funcional. | 3, 5, 6, 7, 8, 17 |
| | Princípio 4 | 9. Desenvolver sistema de automatização para a codificação de pedidos comerciais em equipamentos padrões; 10. Desenvolver descrições padronizadas para os componentes; 11. Desenvolver formulários como forma de padronizar os processos rotineiros de trabalho de forma sistemática. | 1, 3, 10, 11, 15, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 27 |
| Pessoas | Princípios 5 e 6 | 12. Implantar método de gerenciamento de projetos especiais que seja adaptado à realidade da empresa; 13. Desenvolver sistemática de engenheiro-chefe e estrutura matricial para projetos especiais. Para projetos customizados, o supervisor desempenhará esse papel. | 9 |
| | Princípio 7 | 14. Mapear a matriz de competência dos colaboradores, com o objetivo de desenvolver uma proposta estruturada de acompanhamento progressivo e desenvolvimento das habilidades técnicas específicas. | 15, 19 |
| | Princípio 8 | 15. Envolver os principais fornecedores nos primeiros estágios do desenvolvimento dos produtos. | 16 |
| | Princípio 9 | 16. Desenvolver metodologia para resolução de problemas, a fim de que seja tratada na fonte e focada no aprendizado. | 18 |
| | Princípio 10 | 17. Implementar metodologia para a tratativa de melhoria tanto de cunho interno (fábrica) quanto de cunho externo (comercial e pós-vendas). | 14 |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 12 – Propostas de melhoria (continuação)

| Subsistema | Princípio | Propostas | Problema abordado |
|--------------------------|--------------|---|----------------------------|
| Ferramentas e Tecnologia | Princípio 11 | 18. Automatizar a atividade de cadastro de estruturas através da vinculação com o software de projeto; | 25 |
| | Princípio 12 | 19. Disponibilizar as informações referentes às atividades no PDP através de painéis informativos, nos quais seja possível realizar o desenvolvimento de produtos via alinhamento e comunicação visual; 20. Desenvolver a liderança através de métodos, como requisito fundamental para que o desempenho se torne sustentável; 21. Definir principais indicadores da área através gráficos. | 5, 6, 7, 8, 18, 19, 20 |
| | Princípio 13 | 22. Criar um banco de dados que possibilite fácil acesso a todos os envolvidos no desenvolvimento de produtos, através de única fonte para arquivamento de informações referente aos projetos. | 10, 11, 12, 14, 15, 21, 22 |

Fonte: Autor (2020).

3.8 Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro

Com a finalização do diagnóstico do fluxo de valor da situação atual, a equipe obteve o fluxo base para estudo das melhorias. Os mesmos moldes de mapeamento devem estar presentes no MFV do estado futuro, no entanto, utilizam-se os conceitos da filosofia *lean* e da ferramenta MFV para atacar as atividades que provocam os desperdícios mais evidentes e que contribuem significativamente para influenciar o *lead time*. Sendo assim, primeiramente o foco foi ao combate de estoques intermediários, em um segundo momento, os fluxos que consomem muito tempo ou que agregam pouco valor.

3.8.1 Desenho do estado futuro

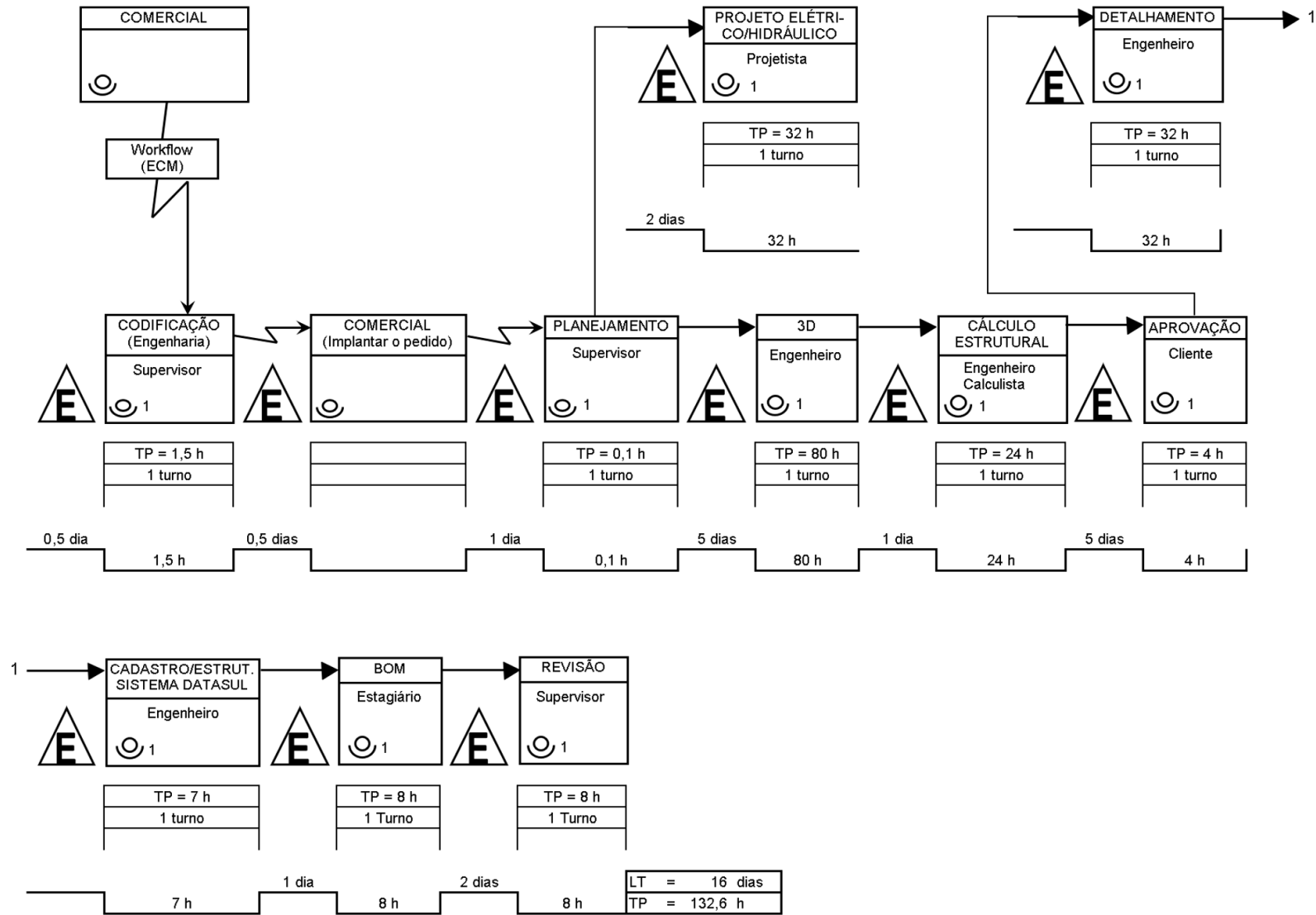
Com base nos princípios enxutos, foi proposta a eliminação dos desperdícios identificados no estado atual, através da elaboração de um mapa do estado futuro (Figura 24) por meio da implantação das melhorias sugeridas anteriormente. As diferenças entre o estado atual e o estado futuro (ou ideal) do fluxo de valor definem as ações necessárias para a implementação, visto que uma melhoria isolada de um processo não necessariamente suporta o fluxo dentro de uma cadeia de valor, sendo necessária uma coordenação de todas as melhorias individuais para uma melhoria geral do sistema.

Referente aos dados gerados tanto através do MFV atual (Figura 23) quanto pelo MFV futuro (Figura 24), pode-se observar que, ao se comparar o primeiro ao segundo, o tempo de espera/*lead time* (LT) reduziu significativamente (aproximadamente 59%), passando de 39

para 16 dias. Entende-se que o objetivo é sua total eliminação, no entanto, na prática, esse tempo dificilmente será zero, principalmente pelo fato de que vários projetos são desenvolvidos ao mesmo tempo e com os mesmos recursos. Outro fator que influencia de maneira significativa é o *gate* de aprovação do projeto, atividade realizada pelo cliente. Como é de interesse do cliente que o PDP seja realizado de maneira mais rápida possível, a redução no tempo de espera pode ser reduzida através da premissa de negociação com o cliente, por meio do processo de cooperação.

Já com relação ao tempo de processamento (TP), a redução foi menos significativa (aproximadamente 25%), o que pode ser justificado pelo fato de este estudo ter um foco maior nos desperdícios mais evidentes, ou seja, na integração dos processos. Sua contribuição se dá através do processo de otimização do macroprocesso cadastro/estrutura no sistema ERP Datasul, por meio de um sistema de preenchimento de cartão via integrador. Além disso, a sobreposição do macroprocesso detalhamento, de tal forma que seu desenvolvimento se realiza de forma paralela com a aprovação do cliente.

Figura 24 – Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro



Fonte: Autor (2020).

3.9 Plano de ação para a implementação

Com a definição do estado futuro, o próximo passo consistiu em iniciar sua materialização para a construção e implementação das melhorias propostas no PDP, através da divulgação do plano para as partes interessadas, seu acompanhamento e monitoramento. Esse plano, por sua vez, desenvolveu-se à luz da filosofia *lean*, com a utilização da ferramenta A3, muito utilizada pela Toyota no processo de melhoria contínua e na solução de problemas.

Como forma de representar o início do processo de solução do problema, a primeira informação incluída no relatório A3 foi o título, sendo designado por “Efetuar e implementar melhorias no PDP da Divisão Industrial”. Posteriormente, como forma de permitir que o processo seja eficaz e sustentável, definiu-se a responsabilidade e a data para a implementação, sendo declarado o autor deste estudo como responsável e o prazo para o dia 21/12/2018. Além disso, foram definidos os objetivos a serem alcançados. O próximo passo foi a elaboração do MFV atual da fase de desenvolvimento de produto, identificando os principais macros processos, os desperdícios que afetam o seu desempenho e a definição das métricas coletadas diretamente no local onde é realizado o PDP da Divisão Industrial. Conseqüentemente, definiu-se a condição-alvo, ou seja, o estado futuro que se pretende atingir através da implementação das propostas. Após a aprovação das propostas, o plano foi desenvolvido com a definição das ações em consenso, seus responsáveis e o prazo para sua implementação, além do monitoramento para comprovação de sua eficácia, que se realizava através de agendas predefinidas entre o líder do projeto e os responsáveis por cada proposta. E, por fim, definiram-se os indicadores classificados como mais importantes para o controle dos processos, a fim de mensurar e avaliar a efetividade da mudança, tendo como referência a situação atual.

Em virtude de o tema proposto neste estudo ser focado no desenvolvimento de produtos customizados, ou seja, que apresenta como característica a produção de lote pequeno ou unitário, a efetividade das propostas não se comprova utilizando-se o mesmo produto analisado anteriormente. Embora esses desenvolvimentos não possuam exatamente o mesmo *lead time*, ressalta-se que as etapas de desenvolvimento são as mesmas, pois a equipe utilizou como aprendizado o MFV do estado atual para ajustar as etapas da visão futura, contribuindo para a empresa obter resultados expressivos em um curto período de tempo. Além disso, a implementação do plano ocorreu dentro de um período de oito meses (Figura 25), sendo estruturada por ciclos curtos de PDCA.

Figura 25 – Plano de implementação

| PLANO DE AÇÃO - MELHORIA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|--|------|-------------|-------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--|--|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---|---|---|
| Projeto Nº | Título do Projeto: | PRAZO PARA IMPLEMENTAÇÃO: | 21/12/18 | 4. Plano de Implementação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Nº | Ação | Responsável | Prazo | Status | POCA | Mar 19 | Jun 19 | Set 19 | Dez 19 | Jan 20 | Fev 20 | Mar 20 | Apr 20 | Maio 20 | Jun 20 | | | | | | | | | | |
| 1 | Efetuar e Implementar propostas de melhoria no PDP da Divisão Industrial | Marcelo Rakoski | | SOLUÇÃO PARA O PLANO DE TREINAMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Objetivos: | | | | <p>* Efetuar e implementar propostas de melhorias no PDP da empresa Alfa com base nas práticas adotadas pela filosofia lean, desde seu planejamento, concepção, até o detalhamento final e comparar os resultados com a abordagem tradicional.</p> <p>* Realizar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual no desenvolvimento de produtos da empresa Alfa</p> <p>* Realizar o levantamento da situação atual por meio de pesquisa documental e entrevista dos colaboradores e a coleta de dados através de um questionário semiestruturado</p> <p>* Identificar e aplicar os conceitos, técnicas e ferramentas da filosofia lean</p> <p>* Propor um estado futuro através de um conjunto de ações, tendo como referência as práticas adotadas pela filosofia lean e na redução de desperdícios dentro do processo de desenvolvimento de produtos.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Mapa do Estado Atual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Mapa do Estado Futuro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Indicadores | | | | <table border="1"> <tr> <th>INDICADOR 1</th> <th>INDICADOR 2</th> <th>INDICADOR 3</th> <th>INDICADOR 4</th> </tr> <tr> <td>120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</td> <td>120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</td> <td>120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</td> <td>120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | INDICADOR 1 | INDICADOR 2 | INDICADOR 3 | INDICADOR 4 | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% |
| INDICADOR 1 | INDICADOR 2 | INDICADOR 3 | INDICADOR 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | 120,00% 100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

3.10 Síntese do capítulo

Este capítulo inicialmente abordou a metodologia da pesquisa adotada e a contextualização do objeto de estudo, em que foi descrito de maneira resumida o ambiente onde a empresa está inserida. Também foram apresentadas as características gerais do PDP da empresa Alfa, sendo detalhada a sua estrutura organizacional e destacando que a segmentação é realizada de acordo com o tipo mercado em que atua. Além disso, apresentou-se o relato da situação atual, sendo possível identificar que a empresa Alfa não possui um PDP altamente estruturado, ou seja, com fases, entregas e atividades bem definidas. No entanto, emprega procedimentos formalizados e documentados tanto para as atividades operacionais quanto ao nível de gestão do PDP, sendo baseados nos requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001.

Posteriormente, elaborou-se o MFV atual do PDP, em que, no primeiro momento, efetuou-se a capacitação da equipe, abordando os conceitos do mapeamento e os ícones padrões utilizados. Também, realizou-se o levantamento de dados em conjunto com a equipe responsável pelo desenvolvimento do produto na Divisão Industrial, utilizando-se como referência a metodologia proposta por Rother e Shook (2012).

Além disso, foi abordado o método para implementação a ser utilizado no decorrer deste estudo no PDP da empresa Alfa, através da mudança participativa, uma vez que parte do princípio de que é necessário sensibilizar e integrar as pessoas para depois modificar os processos. Posteriormente, foram abordadas as propostas de melhorias, tomando-se como referência o modelo proposto por Morgan e Liker (2008), agrupados nos três subsistemas propostos pelos autores: processos, pessoas e tecnologias/ferramentas. Tais propostas, por sua vez, objetivam buscar formas de solução que visem garantir a eliminação de desperdícios e a criação de processos mais robustos na geração de valor para o cliente, tendo como critério a busca de ideias e soluções simples, de fácil efetivação e de baixo ou nenhum custo.

Além disso, elaborou-se o MFV futuro, atacando as atividades que provocam os desperdícios mais evidentes, principalmente o combate aos estoques intermediários, mas não deixando de analisar os fluxos que consomem muito tempo e agregam pouco valor. Quando alcançado esse mapa, observa-se que trará significativa redução no prazo de entrega dos projetos, aumentando a competitividade da empresa e, conseqüentemente, a possibilidade de realizar novos contratos, visto que o prazo de entrega é um dos fatores determinantes para o fechamento de negócios. Também foi apresentado o plano de implementação para a mudança,

que se constitui o guia para o desenvolvimento deste estudo. Utilizou-se a ferramenta A3 para o desenvolvimento deste plano, uma vez que é amplamente utilizado no processo de melhoria contínua e na solução de problemas, além de fornecer espaço suficiente para documentar o processo de solução de problemas de forma resumida.

4 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS E COMPARATIVO COM A ABORDAGEM TRADICIONAL

Este capítulo aborda a implementação e validação das propostas de melhorias no PDP da empresa Alfa, desde a fase de codificação dos pedidos até a liberação do projeto para a engenharia de processos. Sua aplicação estrutura-se em ciclos curtos de PDCA, com a organização de equipes e colaboradores que atuem como líderes para a condução do processo de mudança. Em todas as propostas, o estabelecimento das melhorias foi precedido por uma fase-piloto antes de sua implementação, iniciando com os planos de treinamento e comunicação para a equipe, a fim de garantir um entendimento claro, além de permitir sua validação e os ajustes após a revisão dos resultados.

4.1 Treinamento e sensibilização da equipe

Com o objetivo de efetuar uma mudança de forma gradual do modelo tradicional para a filosofia *lean*, apresentam-se, como demonstra a Figura 26, as ações executadas referentes ao treinamento e à sensibilização dos colaboradores do PDP da Divisão Industrial. Com essa ação, pretende-se reduzir o risco de o projeto não ter o apoio e comprometimento da equipe, uma vez que diversos estudos apresentam uma resistência natural do ser humano aos processos de mudança. Isso se deve ao fato de se sentirem ameaçados diante de uma nova proposta a qual não estão habituados e, ao mesmo tempo, devido a não participarem de decisões importantes com as quais serão afetados.

Figura 26 – Plano de implementação ao plano de treinamento

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------|-----------------------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---|--------------------|---|--------------------------------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|---|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | | | | | | | |
| PLANO DE TREINAMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Treinar equipe referente aos princípios básicos da filosofia lean. | Autor | 11/05/18 | ☺ | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Treinar equipe referente ao MFV. | Autor | 18/05/18 | ☺ | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Legenda: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>☺</td> <td>Concluído</td> <td>☹</td> <td>Planejar Concluído</td> <td>●</td> <td>Planejar / Fazer / Checar Concluídos</td> </tr> <tr> <td>☹</td> <td>Não Concluído</td> <td>●</td> <td>Planejar / Fazer Concluídos</td> <td>●</td> <td>Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | ☺ | Concluído | ☹ | Planejar Concluído | ● | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | ☹ | Não Concluído | ● | Planejar / Fazer Concluídos | ● | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos |
| ☺ | Concluído | ☹ | Planejar Concluído | ● | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ☹ | Não Concluído | ● | Planejar / Fazer Concluídos | ● | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Depois de planejada a ação referente ao treinamento e à sensibilização da equipe, partiu-se para sua execução, realizada em duas etapas: a primeira contemplou o treinamento referente aos princípios básicos da filosofia *lean*; a segunda, referente ao MFV. Essa capacitação foi realizada sob a forma de *workshop* e consistiu em sensibilizar os

colaboradores com relação aos benefícios da utilização da filosofia *lean* no desenvolvimento de produtos e suas ferramentas, comparando-a com a abordagem tradicional. Além disso, permitiu que os temas fossem abordados através de uma reflexão mais profunda e com uma interação próxima dos participantes, permitindo troca de experiências mais efetiva no grupo. Percebeu-se que houve uma compreensão dos conceitos de maneira significativa no decorrer do treinamento, uma vez que, além das dúvidas, houve bastantes contribuições sob a forma como esse processo seria aplicado no departamento. A aplicação desse conhecimento se deu através de dinâmicas simulando casos práticos. Por fim, realizou-se uma explanação da linha de pesquisa a ser adotada para a condução do trabalho, a fim de realizar o alinhamento com a equipe.

4.2 Implementação das melhorias para o subsistema processos

Nesta seção, apresentam-se a implementação das melhorias referentes ao subsistema processos e os resultados obtidos.

4.2.1 Implementação das propostas para o princípio 1

Com o objetivo de atender ao princípio de identificação do valor do cliente para separar valor agregado do desperdício, foram implementadas as ações descritas no plano apresentado na Figura 27 e, posteriormente, realizada a análise dos resultados.

Figura 27 – Plano de implementação referente ao princípio 1

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Elaborar questionários por meio de perguntas diretas para os principais equipamentos customizados. | Marketing | 21/09/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 2 | Realizar a estruturação/revisão para que o gate de aprovação no fluxo seja atendido e ao mesmo tempo o período de no mínimo 5 dias seja agregado no prazo. | Colaborador A | 06/08/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: 😊 Concluído 🕒 Planejar Concluído 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos 😞 Não Concluído 🕒 Planejar / Fazer Concluídos ● Planejar / Fazer / Checar/ Agir Concluídos | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Ação nº. 1

Com o objetivo de eliminar um número significativo de dados de entrada com defeitos, informação sem qualidade e faltantes, tendo como consequência atrasos, retrabalhos, duplicidade de informações e esperas, foi realizado o planejamento para elaborar

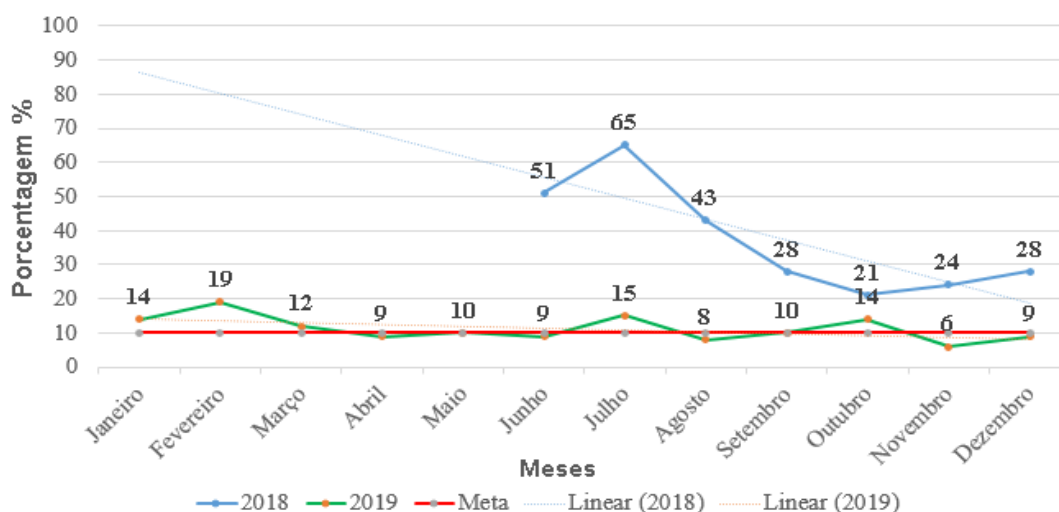
questionários com perguntas diretas a respeito dos principais equipamentos customizados. Iniciou-se com uma reunião entre o supervisor do PDP da Divisão Industrial, do comercial e do marketing, com o objetivo de definir os requisitos, suas fases e o prazo de implantação.

Esse processo consistiu em inúmeras reuniões e discussões para sua definição, tendo como premissa a elaboração de um documento objetivo, claro em relação aos requisitos do cliente, alinhando a equipe em torno desse valor e, ao mesmo tempo, que fosse preenchido de maneira fácil e rápida. Sendo assim, ficou definida a elaboração do questionário para as vinte principais famílias de produtos. Na Figura A.1 (Apêndice), é possível visualizar o documento elaborado para a família de produtos de “Tenazes para Tijolos”.

No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade de melhorar a forma de preenchimento do documento, pois a primeira proposta na extensão DOC foi classificada como difícil e demorada. Diante disso, desenvolveu-se um formulário na extensão PDF, no qual somente os campos destinados ao preenchimento ficaram disponíveis para edição. Realizou-se outra rodada, com aprovação e padronização do documento. Como forma de validar a efetividade desse documento, o grupo concluiu que deveria ser implementado um indicador através da coleta de dados diária, medindo de forma porcentual o número de pedidos recebidos com problemas sobre o número total de pedidos.

Com a implementação dessa ação, além do alinhamento da equipe com relação aos requisitos do cliente, outro fator fundamental foi a redução dos dados de entrada com defeitos, informação sem qualidade e faltantes. Por meio da Figura 28, é possível visualizar o indicador de pedidos com problemas para os dados coletados na empresa Alfa no período de junho de 2018 a dezembro de 2019.

Figura 28 – Indicador de pedidos recebidos com problemas sobre o número total de pedidos



Fonte: Autor (2020).

Com base nos dados apresentados na Figura 28, é possível afirmar que houve uma redução significativa de retrabalhos a partir do momento em que o departamento comercial começou a utilizar os formulários. Entretanto, no período em que foi realizada a coleta no ano de 2018, percebe-se que a média (37,14%) está acima da meta de 10% definida para esse indicador. Isso pode ser justificado pelo fato de não haver formulários disponíveis para todas as famílias de produtos, ou seja, estavam sendo desenvolvidos em paralelo ao período de coleta de dados. Já no ano de 2019, embora a média mensal ainda tenha ficado acima da meta (11,25%), percebe-se uma melhoria significativa, uma vez que, além de reduzir o número de entrada de pedidos com problemas, há uma tendência para o atingimento da meta. Essa melhoria é atribuída ao fato de se disponibilizar o documento para as principais famílias de produtos, além do treinamento e da obrigatoriedade na sua utilização, ou seja, pedidos recebidos sem seu preenchimento são devolvidos para o departamento comercial, até que seja atendida essa demanda.

Ação nº. 2

A ação nº. 2 iniciou com o planejamento da estruturação/revisão do procedimento existente, para que o *gate* de aprovação no fluxo seja atendido e o período de 5 dias seja agregado no prazo de entrega do produto, a fim de contemplar o aceite técnico e a participação ativa do cliente no processo, evitando retrabalhos significativos. Esse processo foi conduzido por meio de reuniões entre o gerente e as lideranças da engenharia de produto, com o objetivo de revisar os procedimentos existentes e definir o prazo para sua implantação.

Entende-se que, apesar da identificação das necessidades estar limitada à interpretação das informações recebidas pelo departamento comercial, essa ação possibilita uma interação com o cliente e, conseqüentemente, sua influência no processo decisório para a definição do conceito. Dessa forma, inicialmente foi consultado o procedimento de engenharia PRO 003 (Controle de Projetos), com o objetivo de realizar um alinhamento com a proposta. O documento, embora já solicite o aceite técnico do cliente ou do consultor de vendas, não apresenta clareza com relação ao local onde devem ser arquivados os documentos necessários para o desenvolvimento e histórico do projeto, pois podem ser armazenados tanto eletronicamente quanto em pastas físicas, com a respectiva numeração do processo, gerando cópia dupla e inclusive versões desatualizadas.

Posteriormente, iniciou-se, juntamente com a equipe da engenharia de produtos da Divisão Industrial, a avaliação do que realmente deveria ser mantido e até mesmo alterado. Em consenso, decidiu-se que a organização dos documentos em cópias físicas deveria ser

obsoletado e somente manter o arquivamento eletrônico, no qual deveriam ser arquivados os documentos de origem externa e interna necessários para desenvolvimento do projeto, que, por sua vez, devem ser salvos em pastas com o nome do cliente e seu respectivo pedido, no seguinte endereço: N:\Processos_Datasul\Nome do Cliente – Pedido XXXXX.

Além disso, outra prática adotada foi a de manter o processo atualizado através do controle de pedidos, na tela SAME01 do sistema ERP Datasul (Figura 29). Conforme descrito anteriormente, não foi possível visualizar a realização de forma disciplinada e sistemática desse processo, embora a empresa possua uma instrução de trabalho (ITA 4010) que oriente como ele deve ser realizado. A fim de dar robustez ao sistema, realizou-se um treinamento específico sobre os procedimentos e as instruções de trabalho, deixando clara a importância desse processo na estratégia de crescimento da empresa.

Figura 29 – Controle de pedidos

| Dados do Pedido | |
|---------------------------------|---|
| Pedido: | 181185 |
| Tipo de Pedido: | AHE |
| Cliente: | ABC Logística |
| Data de Implantação: | 22/06/2018 |
| Data de Entrega: | 22/09/2018 |
| Data de Engenharia: | 25/06/2018 |
| Código do Item: | PE 6544 |
| Descrição: | Equipamento p/ Transporte de Bobinas |
| Quantidade: | 1.0 |
| Tipo do Item: | Especial |
| Projetista: | Colaborador B |
| Dias para Executar: | 30 |
| Prazo: | 22/07/2018 |
| Data de Liberação: | 23/08/2018 |
| Necessário Reunião Fábrica/MEP? | <input checked="" type="checkbox"/> Sim |
| Data da Reunião: | 14/07/2018 |
| Participant. da Reunião: | Colaborador B; Representante do MEP e Lideranças dos setores produtivos |
| Observações Reunião: | <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do projeto, seu objetivo e como funcionará; - Apresentação da proposta para padronização do corte de matéria-prima e alinhamento com o processista e liderança do corte; - Alinhamento juntamente com as lideranças de solda, usinagem e processista, para a determinação dos limites e dimensional para os conjuntos/subconjuntos; - Determinação dos pontos de içamento, capacidade e limites dimensionais para jato de granalha e pintura, juntamente com processista e liderança de pintura; - Definição e alinhamento da maneira proposta e consequentemente a sequência da montagem, juntamente com processista e liderança da montagem. |
| Observações: | <p>07/07/2018 - Início do projeto 3D; 14/07/2018 - Finalização do projeto 3D e envio para análise estrutural; 23/07/2018 - Retorno da análise estrutural; 25/07/2018 - Ajustes/finalização do projeto 3D/Enviado desenho para aprovação; 09/08/2018 - Retorno da aprovação/início do detalhamento(11/08/2018); 14/08/2018 - Finalização do detalhamento; 16/08/2018 - Cadastro e estrutura no Sistema Datasul; 18/08/2018 - Desenvolver BOM; 22/08/2018 - Revisão do projeto / ajustes de desenho e envio para o MEP. Para maiores informações referente a documentação específica do projeto, ir para a seguinte pasta: N:\Processos_Datasul\Cliente ABC Logística - Pedido 181185</p> |
| | <input type="button" value="Gravar"/> |

A partir da finalização do treinamento, ficou definido que todos os projetos caracterizados como customizados ou especial deveriam ser desenvolvidos de acordo com os procedimentos e as instruções de trabalho disponíveis no departamento e que o supervisor direto seria a pessoa responsável em auditar esse processo. O pedido descrito na Figura 29 tornou-se o projeto-piloto para essa ação, o qual foi documentado de acordo com os procedimentos revisados, tornando-se o modelo de referência para os demais processos. No período de acompanhamento e coleta de dados, junho/2018 a dezembro/2019, percebeu-se que houve um comprometimento da equipe com a normativa determinada, uma vez que transmitiu segurança e robustez tanto para a organização quanto para os colaboradores.

4.2.2 Implementação das propostas para o princípio 2

Com o objetivo de atender ao princípio em concentrar esforços no início do processo de desenvolvimento de produto para explorar as alternativas, foram implementadas as ações descritas no plano apresentado na Figura 30 e realizada a análise dos resultados.

Figura 30 – Plano de implementação referente ao princípio 2

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------------|---|--------------------------------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|---|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | | | | | | |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Desenvolver indicador para avaliar a quantidade de retrabalhos que são realizados no PDP, com objetivo de avaliar/tomar ações nos principais motivos. | Supervisor MEP/Supervisor Engenharia | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Integrar um engenheiro sênior do MEP ao corpo técnico da engenharia de produto, a fim de contribuir para uma participação ativa e de forma paralela nas fases de PDP. Desenvolver manual com informações referentes as melhores práticas para os processos de fabricação. | Supervisor MEP | 21/12/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Legenda: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>😊</td><td>Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar Concluídos</td> </tr> <tr> <td>😞</td><td>Não Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer Concluídos</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos |
| 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Ação n^o. 1

O desenvolvimento de indicador para medir a quantidade de retrabalhos que são realizados no PDP, iniciou com o planejamento do que deveria ser medido, suas causas e origens. Para sua definição, foram envolvidas as lideranças do PDP da Divisão Industrial, da engenharia de processos e consequentemente suas equipes, a fim de se obter um consenso e diminuir o risco em medir algo que não trará nenhum benefício para a organização.

A partir dos encontros realizados entre os departamentos, chegou-se à conclusão de que este indicador seria medido diariamente por quantidade de revisões, e o acumulado mensal

utilizaria como métrica o percentual do número de desenhos retrabalhados pelo número de desenhos liberados. Entretanto, o grupo entendeu que somente medir este indicador não seria suficiente, ou seja, também deveria funcionar como um instrumento de diagnóstico, fornecendo informações concretas para a promoção de melhorias na empresa. Nesse sentido, para seu controle, desenvolveu-se uma planilha (Figura 31) na qual é possível utilizar as medições para localizar as principais causas que contribuem para esse cenário e sua origem, tendo como premissa o preenchimento diário. Contudo, seu controle restringia-se ao revisor de projeto no PDP da Divisão Industrial e os engenheiros de processos.

Figura 31 – Planilha diária de revisões

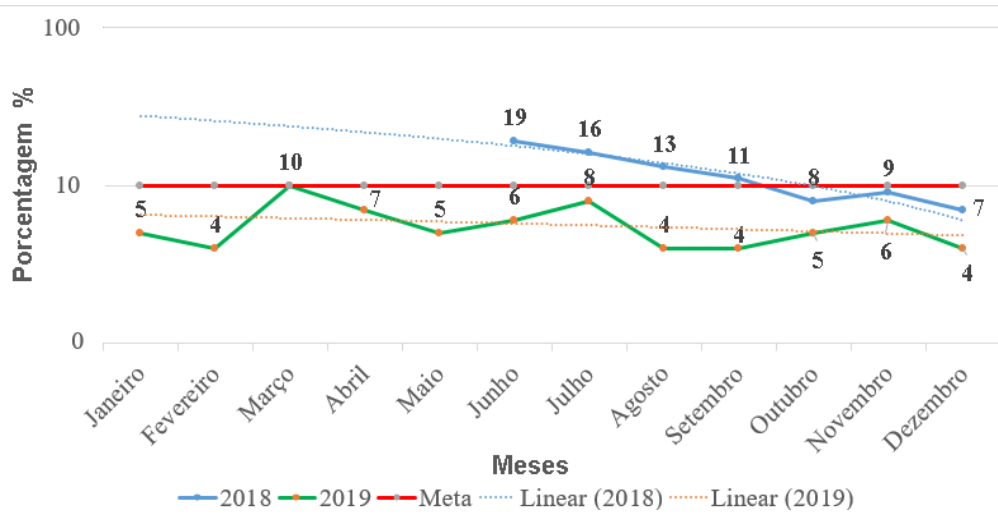
| PLANILHA DIÁRIA DE REVISÕES | | | | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|--------------------------------------|
| PROJETISTA | DATA | CÓD. DO DESENHO | QTDE. REVISÕES | ORIGEM | CÓDIGO CAUSA | DESCRIÇÃO CAUSA |
| COLABORADOR C | 04/jun | P0053844 | 1 | MEP | 10 | Oxicorte (raioxespessura / furos) |
| COLABORADOR C | 04/jun | P0243111 | 1 | MELHORIA ENGENHARIA | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR D | 04/jun | P0222271 | 1 | REVISOR | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR D | 04/jun | C1111379 | 1 | REVISOR | 3 | Falta de cotas / Cota perdida |
| COLABORADOR D | 04/jun | C0030439 | 1 | REVISOR | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR D | 04/jun | I1800003 | 1 | REVISOR | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR C | 05/jun | PE 3197/21 | 1 | MELHORIA ENGENHARIA | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR D | 05/jun | C0030439 | 2 | REVISOR | 10 | Oxicorte (raioxespessura / furos) |
| COLABORADOR D | 05/jun | I1800003 | 2 | REVISOR | 5 | Fabricação / montagem não é possível |
| COLABORADOR B | 07/jun | P0020536 | 1 | MEP | 4 | Raio de dobra / aba de dobra |
| COLABORADOR B | 07/jun | P0038053 | 1 | MEP | 6 | Melhoria para fabricação / montagem |
| COLABORADOR B | 07/jun | C0090154 | 1 | MEP | 4 | Raio de dobra / aba de dobra |
| COLABORADOR B | 07/jun | P0720586 | 1 | MEP | 4 | Raio de dobra / aba de dobra |

| CÓDIGO CAUSA | CAUSAS | ORIGEM |
|--------------|--|---------------------|
| 1 | Processo / Simbologia Usinagem | MEP |
| 2 | Processo / Simbologia solda / EPS | SAE |
| 3 | Falta de cotas / Cota perdida | FICHA DE RETRABALHO |
| 4 | Raio de dobra / aba de dobra | REVISOR |
| 5 | Fabricação / montagem não é possível | COMERCIAL |
| 6 | Melhoria para fabricação / montagem | MELHORIA ENGENHARIA |
| 7 | Erro na legenda (balão, matéria-prima) | |
| 8 | Falta informação (forno, processo externo) | |
| 9 | Falta de ponto de içamento | |
| 10 | Oxicorte (raioxespessura / furos) | |

Fonte: Autor (2020).

No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade da inclusão de algumas causas e origens consideradas fundamentais para o diagnóstico deste indicador, contempladas na Figura 31. Na Figura 32, apresenta-se o indicador com a porcentagem de retrabalho do número de desenhos com erros sobre o número de desenhos liberados. Os dados foram coletados na empresa Alfa no período de junho de 2018 a dezembro de 2019, resultando em 5388 desenhos liberados e 479 retornados aos engenheiros/projetistas com oportunidades de melhorias.

Figura 32 – Indicador de retrabalho em desenhos



Fonte: Autor (2020).

Com base na Figura 32, é possível afirmar que houve uma redução significativa de retrabalhos a partir do momento em que esse indicador passou a ser mensurado. No período em que foi realizada a coleta, no ano de 2018, percebe-se que a média (11,85%) está acima da meta de 10% definida. Isso pode ser justificado pelo fato de não haver um manual de engenharia que tenha como objetivo orientar os projetistas com relação às limitações de fabricação e à definição das melhores práticas para o desenvolvimento de projetos. Já no ano de 2019, percebe-se uma melhoria significativa, visto que a média (5,66%) ficou abaixo da meta estabelecida. Essa melhoria é atribuída à utilização do manual de engenharia e, ao mesmo tempo, à integração de um engenheiro senior de processos ao corpo técnico da engenharia de produto, conforme se descreve na próxima ação.

Ação n.º 2

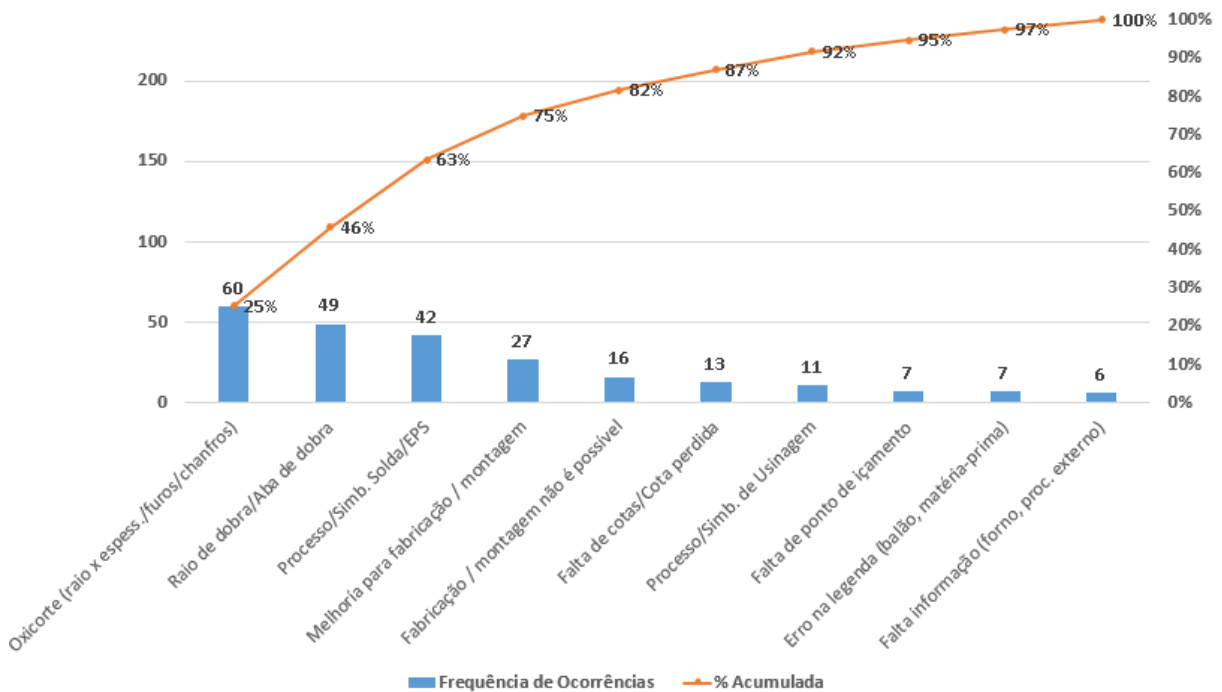
Para garantir que o processo de retrabalhos migre de uma situação instável para uma direção mais previsível, robusta e formalizada, desenvolveu-se um planejamento para a seguinte ação: elaboração de um manual com informações referentes às melhores práticas para os processos de fabricação e a integração de um engenheiro sênior de processos ao corpo técnico da engenharia de produto, a fim de contribuir para uma participação ativa e de forma paralela nas fases de PDP.

Esse planejamento iniciou-se com uma reunião entre as lideranças do PDP da Divisão Industrial e da engenharia de processos, com o objetivo de definir como seria realizada a integração entre a engenharia de produto com a de processos, além da definição do papel e da responsabilidade do engenheiro sênior nesse contexto. Posteriormente, estabeleceu-se a forma

como seria consolidado o indicador de causas dos retrabalhos e a frequência, sendo definida a primeira semana posterior ao mês avaliado, com o objetivo de focar nas ações de melhorias.

Uma vez alinhado o planejamento, partiu-se para a elaboração do manual de engenharia, que teve como premissa a identificação das principais causas que contribuíram para os retrabalhos no departamento de PDP da Divisão Industrial. Essa verificação foi baseada nos dados coletados diariamente através da planilha de revisões diárias (Figura 31), no período de junho a setembro de 2018, conforme apresentado na Figura 33, resultando em 1612 desenhos liberados e 238 retornados aos engenheiros/projetistas com oportunidades de melhorias.

Figura 33 – Pareto das principais causas de retrabalho



Fonte: Autor (2020).

Através da análise do gráfico apresentado na Figura 33, é possível verificar que os principais retrabalhos de desenhos estão concentrados em um número pequeno de causas, entre as quais: oxicorte, raio de dobra/aba de dobra e processo/simbologia de solda/EPS, representando juntas 63% do total.

Com base nas principais causas apresentadas, iniciou-se o processo de elaboração do manual de engenharia para processos de fabricação, a fim de disseminar o conhecimento de forma estruturada entre as engenharias de produtos e processos. Percebeu-se que uma parte bastante significativa de documentos já estava desenvolvida e de conhecimento dos engenheiros de processo, entretanto, eram de uso e conhecimento exclusivo deles. Sendo assim, toda a base de informações referente aos processos praticados na empresa foi

compilada em uma central de informações sob a forma de *hiperlinks* em planilhas excel, de tal forma que, ao serem selecionados, direcionam para a pasta de sua respectiva documentação. Isso, conforme apresentado na Figura 34, contribuiu para um trabalho de transferência de conhecimento para o PDP da Divisão Industrial.

Figura 34 – Manual de engenharia para processos de fabricação



Fonte: Autor (2020).

Nas Figuras A.2, A.3 e A.4 do Apêndice, são apresentados os documentos referente aos três primeiros índices com maior frequência de ocorrências, os quais contemplam informações importantes para a garantia de processos padronizados, o que, por sua vez, contribui para aumentar a velocidade e a confiabilidade dos projetos, visto que a utilização de tal conhecimento reduzirá o desenvolvimento de componentes de difícil fabricação e, conseqüentemente, seu retrabalho.

Após a finalização do manual e por um período limitado de dois meses, em virtude do da engenharia de processos possuir recursos limitados e sobrecarga em suas demandas, realizou-se a integração do engenheiro sênior de processos à engenharia de produtos nas fases iniciais do desenvolvimento. Inicialmente, seu trabalho foi a definição das ações de melhorias com base na consolidação das causas, ou seja, treinar a equipe do PDP da Divisão Industrial de acordo com o manual desenvolvido, a fim de nivelar o conhecimento e evitar o desenvolvimento de componentes caracterizados como de difícil fabricação. Além disso, realizou-se o acompanhamento dos projetistas e engenheiros com foco na identificação e solução antecipada de problemas através do consenso, visto que uma parte bastante significativa dos desperdícios existentes na manufatura são oriundos das engenharias de produtos e processos.

4.2.3 Implementação das propostas para o princípio 3

Para atender o princípio de criar um nivelamento de fluxo do processo de desenvolvimento de produto, implementaram-se as ações descritas no plano apresentado na Figura 35 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 35 – Plano de implementação referente ao princípio 3

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 3 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Implementar rotinas de reuniões diárias e distribuição nivelada das tarefas através do reconhecimento e antecipação de possíveis gargalos em recursos críticos. | Colaborador A | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 2 | Implementar uma rotina de comunicação clara e consistente entre os distintos níveis hierárquicos, através de informações sobre o desempenho atualizado da empresa e do departamento (indicadores). | Colaborador A | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 3 | Implementar rotinas de reuniões diárias com foco no tratamento de problemas/desvios, através do seu reconhecimento, priorização e consequente eliminação de sua causa raiz. | Colaborador A | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 4 | Implementação do sistema puxado com atribuição de responsabilidades pelos resultados através de quadros de situação em cada área funcional. | PCP | 21/09/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: 😊 Concluído 🕒 Planejar Concluído 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos 😞 Não Concluído 🕒 Planejar / Fazer Concluídos 🕒 Planejar / Fazer / Checar/ Agir Concluídos | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Ações nº. 1, 2, 3 e 4

Em virtude das ações se complementarem, o planejamento as contemplou em conjunto e de forma integrada, a fim de transformá-las em uma ação consistente. Para a elaboração de uma proposta, foram envolvidos nesse processo o gerente da engenharia de produto, o supervisor e a equipe de colaboradores do PDP da Divisão Industrial, com o objetivo de definir o modelo que seria introduzido para as reuniões diárias com o auxílio da gestão visual.

Inicialmente, foi realizado um *benchmarking* em duas empresas da mesma cidade que já haviam implantado essa ferramenta, com o objetivo de entender como foi efetuado o seu processo de implantação, realizando o acompanhamento de uma reunião diária e suas lições aprendidas. Na Seção 4.4.2, aborda-se com maior profundidade o processo de construção do quadro de gestão visual, uma vez que, neste momento, se prioriza o processo de implementação do plano de cargas através de seu nivelamento e o sistema de produção puxada.

Definiu-se, primeiramente, que o dia seria iniciado por meio de uma reunião com duração de 20 minutos, contemplando a participação de toda a equipe do PDP da Divisão Industrial, com o objetivo de verificar seu desempenho no dia anterior e definir as prioridades do atual. O horário ficou estabelecido para as 8h15 da manhã, devendo ser iniciada mesmo com a ausência de colaboradores. A abordagem utilizada possui uma ordem de apresentação previamente definida por meio de uma agenda, em que estão descritas as etapas constitutivas da reunião, suas regras, o responsável por conduzir esse processo e sua duração. Cada colaborador deverá ser objetivo na explanação dos problemas ocorridos no dia anterior, informando se a atividade planejada foi cumprida, evitando discussões e explicações prolongadas. Esse processo deve ser guiado pela liderança, com foco na interação com o

colaborador e no desenvolvimento de suas competências, conduzindo a solução dos problemas por meio de perguntas. Com a utilização dessa abordagem e com o auxílio dos indicadores de performance através dos faróis, é possível manter os processos estáveis e dentro do planejado, pois quando um desvio é identificado, através da solução estruturada de problemas (ver Seção 4.3.4) e por consenso, rapidamente toma-se uma decisão, que é comunicada. Outro fator de suma importância é o compartilhamento de informações, pois o acompanhamento dos indicadores permite que a equipe enxergue os resultados gerados por suas ações.

O planejamento (Figura 50) constitui-se de um cronograma de atividades (indicação K), possibilitando o gerenciamento da carga de trabalho e a ocupação do departamento através do seu detalhamento em um período de duas semanas, no qual uma seta indica o dia da reunião na semana atual. Conforme proposto por Morgan e Liker (2008), seu sequenciamento é realizado levando em consideração que as tarefas são executadas com utilização de capacidade inferior a 80%, visto que, depois de ultrapassar esse limite, qualquer pequena mudança na carga do sistema tem um grande efeito sobre o tempo total de processamento. Além disso, está contido um cronograma macro (indicação L), no qual são definidos os marcos e as principais entregas dos pedidos em uma linha de tempo de até seis semanas, sendo a semana atual representada pela seta.

Nessa configuração, o PCP é o departamento responsável em informar os prazos de entrega dos equipamentos, baseado na análise de cada pedido individual, uma vez que os requisitos geralmente são bastante diferentes. Uma alteração solicitada e implementada pelo departamento comercial é que, em sua proposta de orçamento, seja especificada, além de sua validade, uma observação de que o prazo de entrega deve ser consultado no momento de fechamento do pedido, ou seja, com data de entrega negociável. Isso se faz necessário para a determinação do *lead time* em função da carga de trabalho e da capacidade existente. Sendo assim, através do fluxo de codificação, o departamento de PDP da Divisão Industrial informa o prazo de desenvolvimento necessário para atender a demanda, levando em consideração a carga total existente, e o departamento de PCP agrega ao prazo de manufatura e informa a data de entrega final ao departamento comercial. Além disso, são realizadas reuniões diárias lideradas pelo departamento de PCP, com o objetivo de acompanhar as entregas do departamento comercial, de engenharia do produto e de processos, a fim de garantir o fluxo contínuo no processo.

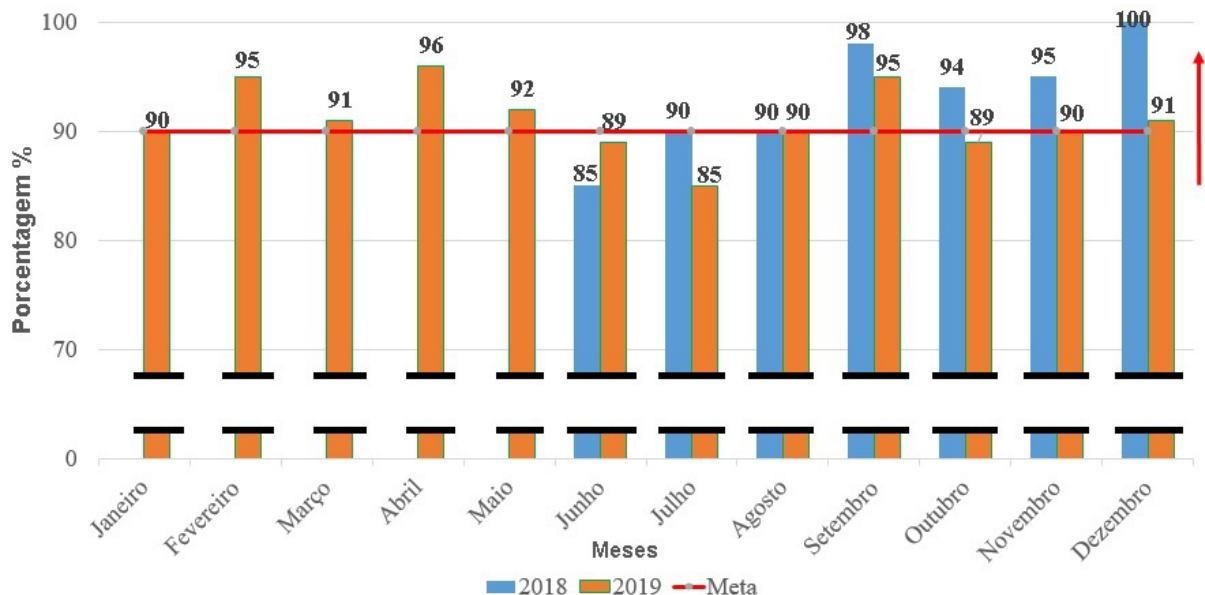
No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade de alguns ajustes. O primeiro era referente à disciplina no horário de início da reunião, pois surgiam demandas

conflitantes com essa agenda que culminavam no seu atraso. Dessa forma, o supervisor foi orientado de que a prioridade naquele horário específico era sua reunião e que as demais necessidades deveriam ser replanejadas ou adiadas. Além disso, nos primeiros dias, a equipe teve dificuldade em administrar o tempo-limite da reunião em 20 minutos, pois os primeiros colaboradores consumiam mais tempo e deixavam os últimos sem tempo disponível para suas explicações. Isso foi percebido, e a orientação foi para eles serem mais objetivos nas suas explicações e, se houvesse a necessidade de mais esclarecimentos, o supervisor se comprometia em ir ao local de trabalho para entender a situação, através do *Go & See*.

Como forma de validar a efetividade dessa proposta, o grupo concluiu que deveriam ser implementados dois indicadores através da coleta de dados diária. O primeiro, medir de forma porcentual o número de atividades realizadas sobre o número de atividades planejadas. Já o segundo, medir de forma porcentual o número de pedidos realizados no prazo sobre o número de pedidos planejados.

Na Figura 36, apresenta-se o indicador com a porcentagem de entrega de atividades realizadas sobre o número de atividades planejadas. Os dados foram coletados na empresa Alfa no período de junho de 2018 a dezembro de 2019, resultando em 5934 atividades planejadas e 5466 atividades realizadas.

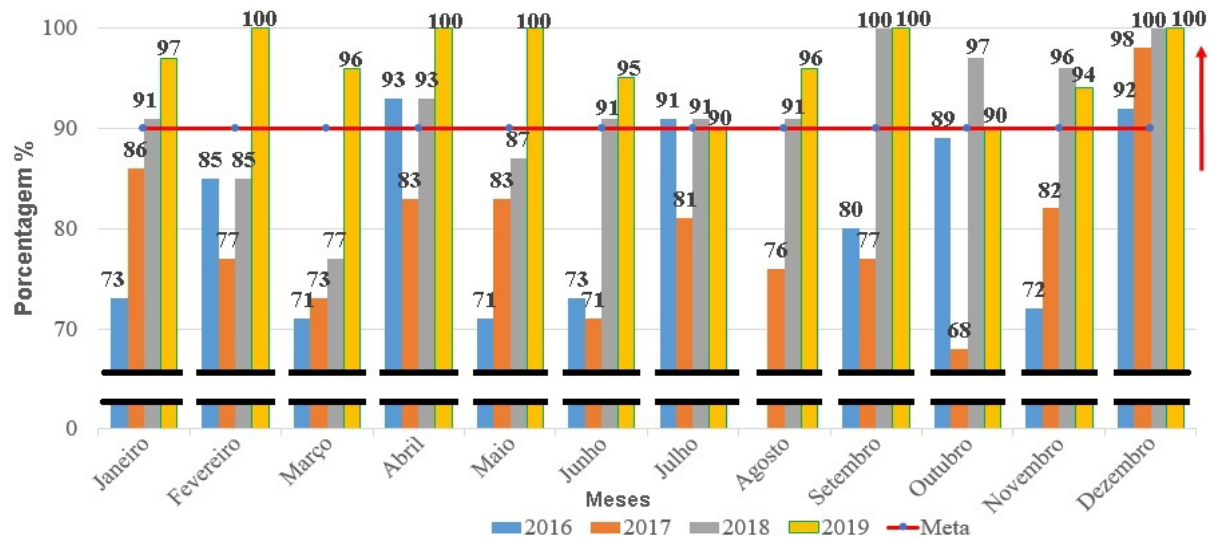
Figura 36 – Indicador de atividades entregues no prazo



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 37, apresenta-se o indicador com a porcentagem da entrega de pedidos realizados no prazo sobre o número de pedidos planejados. Os dados foram coletados na empresa Alfa no período de junho de 2018 a dezembro de 2019, resultando em 493 pedidos planejados e 474 pedidos realizados no prazo.

Figura 37 – Indicador de pedidos entregues no prazo



Fonte: Autor (2020).

Pelos gráficos apresentados (Figuras 36 e 37), é possível afirmar que as ações de planejamento e sequenciamento dos projetos, aliadas ao processo estruturado de solução de problemas e ao sistema de planejamento de capacidade flexível para antecipar-se aos períodos específicos com alta carga de trabalho, trouxe estabilidade ao PDP da Divisão Industrial. E, conseqüentemente, houve melhorias no seu desempenho, atendendo às expectativas do negócio. Isso pode ser justificado pelo fato de a média de pedidos (96%) entregues no prazo (no período de junho de 2018 a dezembro de 2019) estar acima da meta definida e das entregas realizadas nos anos de 2016 (79%) e 2017 (80%) pela empresa Alfa.

4.2.4 Implementação das propostas para o princípio 4

Para atender o princípio de utilizar a padronização rigorosa a fim de reduzir a variação criando flexibilidade e resultados previsíveis, foram implementadas as ações descritas no plano apresentado na Figura 38 e realizada a análise dos resultados.

Figura 38 – Plano de implementação referente ao princípio 4

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Ma.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 4 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Desenvolver sistema de automatização para a codificação de pedidos comerciais em equipamentos padrões. | TI | 30/11/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 2 | Desenvolver descrições padronizadas para componentes. | Fiscal | 28/09/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 3 | Desenvolver formulários como forma de padronizar os processos rotineiros de trabalho de forma sistemática. | Colaborador F | 06/08/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: 😊 Concluído 🕒 Planejar Concluído 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos 😞 Não Concluído 🕒 Planejar / Fazer Concluídos 🕒 Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | |

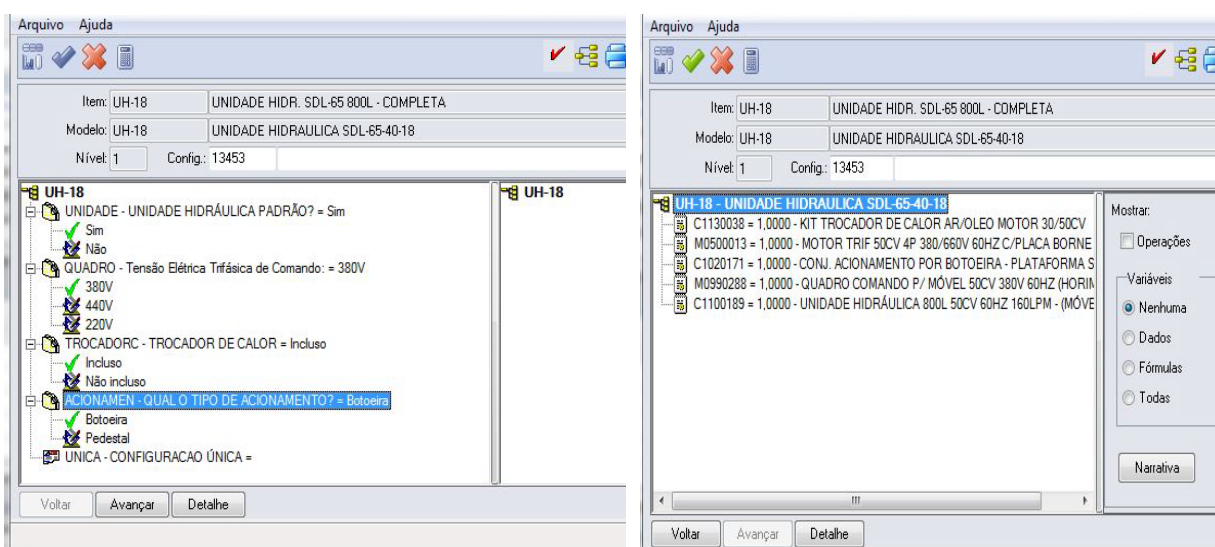
Fonte: Autor (2020).

Ação nº. 1

Com o objetivo de eliminar o processo manual para a codificação de pedidos comerciais em equipamentos padrões (disponíveis na lista de preços), realizou-se o planejamento para desenvolvimento de um sistema de automatização para a realização dessa tarefa. Iniciou-se com uma reunião entre as lideranças do PDP da Divisão Industrial, do comercial e da TI, com o objetivo de definir o processo de construção no sistema ERP Datasul, suas fases e o prazo de implantação.

Esse processo teve como requisito configurar produtos de acordo com as opções e regras definidas na concepção de estrutura de modelo. Nessa condição, foram desenvolvidas as configurações para atender os produtos e também foram inseridos todos os atributos necessários, considerando as variáveis que definem os detalhes a serem configurados através do modo de seleção. Como forma de validar o processo, foi rodado um piloto e constatado que a proposta demonstrou ser bem sucedida. Na Figura 39a, é possível verificar a interface do sistema, ou seja, ao clicar na aba configurador, automaticamente direciona-se para a tela de configuração do item, de tal forma que sua busca pode ser realizada tanto pela descrição do produto quanto pelo modelo. Posteriormente, através do modo de seleção, são especificadas as características do produto, se ele possui base de dados cadastrados, através da narrativa são apresentados os códigos (Figura 39b), caso contrário, cria-se um código genérico e pelo fluxo do processo se encaminha para a engenharia realizar o cadastro de novos itens.

Figura 39 – Configurador de produtos



a) Interface do configurador

b) Códigos configurados

Fonte: Autor (2020).

A partir de sua implantação, o configurador já apresentou bons resultados, visto que possibilitou mais tempo para o desenvolvimento de outras atividades, em virtude da redução significativa de tarefas manuais e, ao mesmo tempo, a eliminação de manutenção de estruturas para cada nova variação de produto solicitado.

Ação nº. 2

Com o objetivo de contribuir para a garantia de reutilização de componentes existentes, além de eliminar a possibilidade de componentes duplicados e que possuem códigos diferentes, realizou-se o planejamento para desenvolvimento de descrições padronizadas para componentes. Inicialmente, ocorreu uma reunião entre as lideranças do PDP da empresa Alfa e o colaborador E, a fim de definir os critérios de organização do cadastro para garantir sua identificação por meio de uma forma estruturada, suas fases e o plano de implementação.

Esse processo analisou a descrição original dos componentes, com o objetivo tanto de identificá-la quanto de classicá-la. Posteriormente, realizou-se uma categorização existente a partir de uma ordenação estruturada, conforme as especialidades de cada elemento. Por fim, a descrição dos componentes foi complementada de acordo com normas, *benchmarking* de outras empresas e catálogos de fabricantes especializados. A fim de validar a proposta, implementou-se um piloto, a partir do qual a proposta demonstrou ser bem-sucedida. Através da Figura A.5 (Apêndice), é possível visualizar o documento elaborado para a descrição padronizada de buchas.

No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade de alguns ajustes. Dentre as mais importantes, pode-se citar a falta de disciplina de alguns colaboradores em virtude da insuficiente predisposição para cooperar. Isso pode ser afirmado pelo fato de o processo ser conduzido de maneira clara, com os papéis e as responsabilidades bem definidos e efetuada a realização de treinamento. Entretanto, com uma nova sensibilização e acompanhamento através da confirmação de processos, foi possível obter engajamento e adesão ao processo.

Por meio dessa proposta, percebeu-se uma eliminação de itens duplicados e redução significativa de cadastros com descrições genéricas, permitindo a consulta rápida dos itens cadastrados. Além disso, constitui-se em um instrumento eficiente para garantir a qualidade e estimular a produtividade através da eliminação dos desperdícios, aumentando, portanto, a competitividade.

Ação n^o. 3

A fim de desenvolver critérios e padronizar os processos rotineiros de trabalho de forma estruturada, uma vez que frequentemente projetos são liberados sem que todas suas etapas estejam concluídas, além de mudanças de escopo na fase de execução, realizou-se o planejamento para elaboração de formulários. Trata-se de uma forma de padronizar os processos rotineiros de trabalho de maneira sistemática. Inicialmente, ocorreu uma reunião entre a liderança do PDP da Divisão Industrial e sua equipe, a fim de definir quais documentos seriam priorizados, suas fases e o plano de implementação.

Para que esse processo seja realizado de maneira sistematizada, elaborou-se um documento chamado de pedido de mudança (Figura A.6 do Apêndice), no qual se deve analisar o impacto (quanto a escopo, riscos, RH, qualidade, cronograma e custo), submetendo-o à aprovação do departamento de origem, nesse caso, o comercial. Além disso, também se elaborou um formulário na forma de checklist para as principais etapas de projeto (Figura A.7 do Apêndice), o qual, após a finalização do projeto, deve ser salvo na pasta respectiva de seu processo, conforme apresentado na ação n^o. 2 da Seção 4.2.1.

No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade de alguns ajustes. Para o formulário relativo ao pedido de mudança, percebeu-se que não houve negociação do departamento comercial com o cliente, tanto do ponto de vista do prazo de entrega quanto do custo que seria agregado pela alteração do escopo, comprometendo o CPV. Como contramedida, foi realizada uma reunião juntamente com as lideranças do PDP e do departamento comercial da Divisão Industrial, a fim de realizar o alinhamento e apresentar o impacto para a empresa. Já para o formulário referente às principais etapas do projeto, pode-se citar a falta de disciplina de alguns colaboradores em virtude da insuficiente predisposição para cooperar, sendo utilizada a mesma contramedida da ação n^o. 2 desta Seção.

Com a implementação dos formulários, os resultados foram bastante satisfatórios, pois suas aplicações garantiram que todas as etapas dos processos fossem cumpridas, evitando que permaneçam paradas por eventuais descuidos ou esquecimentos dos colaboradores e contribuindo diretamente para a garantia de um fluxo contínuo.

4.3 Implementação das melhorias para o subsistema pessoas

Nesta seção, trata-se da implementação das melhorias referentes ao subsistema pessoas e da apresentação dos resultados obtidos.

4.3.1 Implementação das propostas para os princípios 5 e 6

Com o objetivo de atender aos princípios em desenvolver um sistema de engenheiro-chefe para integrar o desenvolvimento de produto do início ao fim do processo, foram implementadas as ações descritas no plano apresentado na Figura 40 e, conseqüentemente, realizou-se a análise dos resultados.

Figura 40 – Plano de implementação referente aos princípios 5 e 6

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------|-------------------------------|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 |
| SOLUÇÕES PARA OS PRINCÍPIOS 5 e 6 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Implantar método de gerenciamento de projetos especiais que seja adaptado à realidade da empresa. | Colaborador A | 30/11/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| 2 | Desenvolver sistemática de engenheiro chefe e estrutura matricial para projetos especiais. Para projetos customizados, supervisor irá desempenhar esse papel. | Colaborador A | 21/12/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: | | 😊 Concluído | 🕒 Planejar Concluído | 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | |
| | | 😞 Não Concluído | 🕒 Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | |

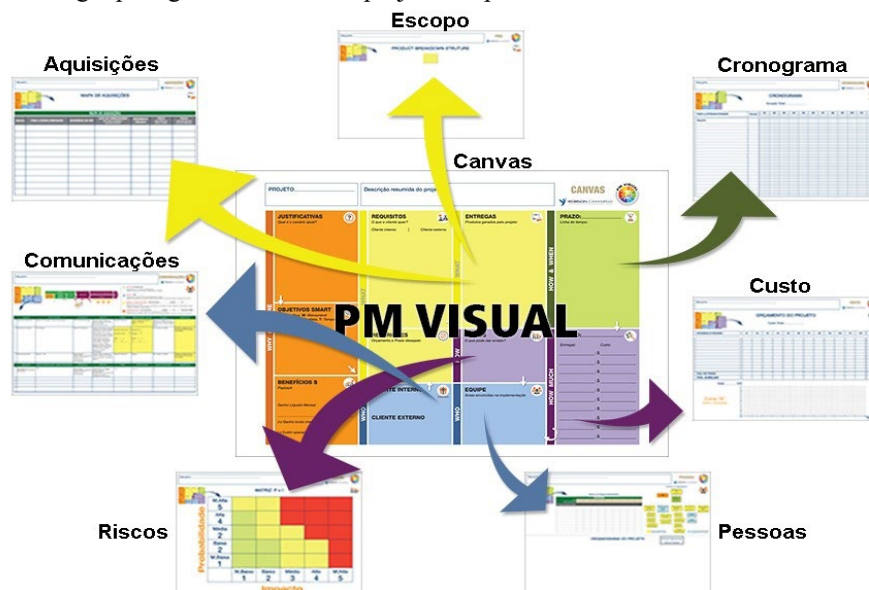
Fonte: Autor (2020).

Ação n^o. 1

Com o objetivo de estruturar e sistematizar o processo para a gestão de projetos classificados como especial, foi realizado o planejamento para implantação de um método de gerenciamento de projetos que seja adaptado à realidade da empresa. Inicialmente, realizou-se uma reunião entre o gerente e as lideranças da engenharia de produto, a fim de definir a metodologia a ser utilizada, suas fases e o plano de implementação.

Através da reunião para alinhamento desse processo, definiu-se que o requisito seria a escolha de uma metodologia de estruturação simples, minimizando os processos extensos e burocráticos. Sendo assim, a partir de inúmeras pesquisas realizadas, optou-se pelo *Project Model Visual*, metodologia proposta por Camargo (2016). Sua escolha ocorreu pelo fato de ser uma forma diferente, prática e eficiente para o gerenciamento de projetos, uma vez que o plano de projeto utiliza como base os conceitos colaborativos e visual, sendo elaborado através de telas de papel em formato A1 e *post-its* – sem a utilização de *software* ou ferramentas tecnológicas – em no máximo oito horas. É caracterizado pelo ponto intermediário entre o Canvas e o plano detalhado tradicional, sendo composto por uma explosão do Canvas em oito componentes (telas) de planejamento, conforme apresentado na Figura 41.

Figura 41 – Metodologia para gerenciamento de projetos implantada



Fonte: Adaptado de Camargo (2016).

No período de validação da fase-piloto, percebeu-se a necessidade de alguns ajustes. A primeira dificuldade encontrada foi em reunir a equipe no período total do planejamento, que levou aproximadamente oito horas, visto que a justificativa era de que possuíam prioridades urgentes em sua área funcional. A contramedida encontrada para esse caso foi a de conversar diretamente com a liderança imediata destes *stakeholders* ou até mesmo envolver o *sponsor* do projeto para conseguir o envolvimento total nessa fase. Além disso, outro problema encontrado foi a de manter os participantes focados na elaboração do plano do projeto, pois com frequência recebiam ligações ou até mesmo ficavam navegando em redes sociais. Como contramedida, ficou definido que, antes de iniciar as atividades, desligassem seus aparelhos telefônicos e fossem mantidos nesta condição até sua conclusão.

Em virtude de sua simplicidade, como resultado pode-se citar que houve uma facilidade no entendimento da metodologia proposta, comprometimento da equipe na sua elaboração e uma redução de tempo no planejamento do projeto, uma vez que foi finalizado em menos de oito horas.

Ação nº. 2

Em virtude da empresa Alfa não possuir um gerenciamento global de seus projetos, resultando em uma interação de forma rotineira e pontual quando há conflitos ou problemas, foi realizado o planejamento para desenvolver a sistemática de engenheiro-chefe e estrutura matricial para projetos especiais. Realizaram-se reuniões entre o gerente e as lideranças da

engenharia de produto, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Após inúmeras discussões, estabeleceu-se que o gerenciamento de projetos especiais seria realizado por um escritório de projetos adaptado à estrutura da empresa (Figura 42). O gerenciamento compõe-se pela integração das seguintes fases:

- **Critérios:** Definiu-se que os seguintes critérios devem ser atendidos para os projetos serem gerenciados através do escritório de projetos: (i) ter no mínimo seis meses de duração; (ii) valor de venda superior a R\$ 300.000,00.
- **Equipe de líderes:** Em virtude de não haver muitos projetos com esta característica, a empresa Alfa definiu que serão capacitados três GPs para atender essas demandas. Dessa forma, cada GP vai liderar, no máximo, um projeto por vez, pois trabalharão um turno em suas atribuições funcionais e o outro no gerenciamento dos seus respectivos projetos.
- **Equipe temporária:** A escolha da equipe temporária será realizada de acordo com a família de produtos, a partir do momento em que o GP assumir o projeto.
- **Metodologia:** A metodologia escolhida foi o modelo *Project Model Visual*, conforme apresentada na ação nº. 1 desta Seção.
- **Padronização dos documentos:** Para a padronização dos documentos, ficou definido que eles serão controlados e salvos da mesma forma que os projetos customizados, entretanto, sua abordagem será ordenada da seguinte forma: aprovações, atas de reunião, dados de entrada, documentos enviados, lições aprendidas, pedidos de mudanças, PM Virtual em planilha eletrônica, *status report* e termo de abertura.
- **Indicadores:** As seguintes métricas foram estabelecidas para controlar o desempenho do projeto: entrega no prazo e margem de lucro.

Figura 42 – Escritório de gerenciamento de projetos



Após a definição das fases propostas para o escritório de gerenciamento de projetos, o modelo foi validado através de um piloto, sendo necessários ajustes. Inicialmente, foi percebido que o escopo não estava muito claro, sendo construído e inclusive alterado no decorrer do processo. A contramedida adotada foi o preenchimento do documento chamado pedido de mudança (Figura A.6 do Apêndice), no qual foram descritos os impactos, tanto em prazo quanto financeiro, sendo negociado um aditivo no pedido. Outra oportunidade de melhoria verificada foi com relação à comunicação, em que se pode destacar a necessidade de antecipação de pagamento por um fornecedor, entretanto, para atender essas demandas, o departamento financeiro exige um contrato, que não era de conhecimento do GP. Em virtude do prazo de entrega do item comprado possuir folga no cronograma, não houve impacto, uma vez que o contrato demorou aproximadamente sete dias úteis para ser autenticado. A contramedida adotada foi a de treinar todos os GPs para conhecimento de todos os processos internos da empresa Alfa.

Como resultado, observou-se que a simplicidade da metodologia proposta contribuiu para seu entendimento e organização no decorrer do desenvolvimento, visto que os desvios encontrados foram rapidamente solucionados, assegurando que o projeto fosse concluído dentro do prazo, atendendo ao custo previsto e garantindo a satisfação do cliente. Entende-se que esse padrão estruturado para o cenário da empresa poderá ser seguido para outros projetos, uma vez que o projeto-piloto atendeu as expectativas.

4.3.2 Implementação da proposta para o princípio 7

Para atender ao princípio de desenvolver a competência técnica superior em todos os engenheiros, implementou-se a ação descrita no plano apresentado na Figura 43 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 43 – Plano de implementação referente ao princípio 7

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|-----------------|-------------------------------|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 |
| | SOLUÇÃO PARA O PRINCÍPIO 7 | | | | | | | | | | |
| 1 | Mapear a matriz de competência dos colaboradores, a fim de desenvolver uma proposta estruturada de acompanhamento progressivo e desenvolvimento das habilidades técnicas específicas. | Colaborador A | 14/12/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: | | 😊 Concluído | 🕒 Planejar Concluído | 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | |
| | | 😞 Não Concluído | 🕒 Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Em virtude da empresa Alfa possuir recursos compartilhados, limitados para atender as demandas existentes e possuírem especialização em algumas famílias específicas de produtos, resultando em esperas no processo, foi realizado o planejamento para mapear a matriz de competência dos colaboradores, a fim de desenvolver uma proposta estruturada de acompanhamento progressivo e desenvolvimento das habilidades técnicas específicas. Foram realizadas reuniões entre o RH, o gerente e as lideranças da engenharia de produto, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Conforme proposto por Fernandes *et al.* (2011), inicialmente foi realizada a lista das atribuições necessárias para que as funções dos colaboradores do PDP da Divisão Industrial sejam executadas com excelência, contemplando também as pessoas e suas funções. Levando em consideração que o gestor é conhecedor do papel de cada colaborador na organização, será efetuado o processo de avaliação das competências e de que forma contribuem para o atingimento dos resultados esperados. Dessa forma, cada atribuição especificada foi avaliada de acordo com os seguintes critérios: (i) nível 1: não conhece ou conhece o insuficiente; (ii) nível 2: conhece bem, mas tem dificuldades em aplicar; (iii) nível 3: aplica o suficiente, mas poderia ser melhor; (iv) nível 4: aplica perfeitamente, mas pouca habilidade em multiplicar; (v) nível 5: multiplicador eficiente. O próximo passo foi a execução do mapeamento das competências de cada colaborador (Figura A.8 do Apêndice), de tal forma que sua validação é realizada em três etapas: (i) consenso entre supervisor e colaborador; (ii) consenso entre supervisor e gerência; (iii) validação com o RH. Posteriormente, houve a comparação das competências mapeadas no grupo para cada atribuição com a ideal, a fim de determinar as lacunas entre a expectativa que a organização deseja como excelência e como ela se encontra no momento.

Definida a etapa de planejamento, o modelo foi validado através de um piloto, sendo necessários alguns ajustes. A primeira refere-se ao alinhamento de percepções na validação das competências entre supervisor e colaborador. Em casos pontuais, havia pontos de vista diferentes, os quais foram solucionados através de uma abordagem menos imperativa do gestor. Outro fator foi com relação à implementação dos treinamentos em virtude da falta de tempo, pois houve dificuldade em compatibilizar agenda com a equipe, que possuía uma carga alta de pedidos.

Não foi possível demonstrar qualitativa e quantitativamente os benefícios da aplicação da proposta, pois, em virtude da incompatibilidade de agenda e de recursos, os treinamentos não foram realizados. Entretanto, entende-se que conhecer e desenvolver os pontos fortes de

cada colaborador contribui para a geração de conhecimento e agrega valor ao produto, tornando as organizações mais competitivas.

4.3.3 Implementação da proposta para o princípio 8

Para atender ao princípio de integrar plenamente os fornecedores no sistema de desenvolvimento de produtos, implementou-se a ação descrita no plano apresentado na Figura 44 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 44 – Plano de implementação referente ao princípio 8

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mar.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | | | | | | | | | | |
| SOLUÇÃO PARA O PRINCÍPIO 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Envolver os principais fornecedores nos primeiros estágios do desenvolvimento dos produtos. | Colaborador I | 27/07/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Legenda: | | | | | | | | | | | 😊 | Concluído | ☾ | Planejar Concluído | ☐ | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | ☐ | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | ☹ | Não Concluído | ☾ | Planejar / Fazer Concluídos | ● | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Em virtude dos fornecedores possuírem pouca participação no processo de desenvolvimento de produtos, contribuindo para tornar os componentes mais complexos e, conseqüentemente, com custo maior, realizou-se o planejamento de envolver os principais fornecedores nos primeiros estágios do desenvolvimento dos produtos, colaborando para a melhoria da qualidade tanto em projeto quanto em desempenho e, conseqüentemente, a redução de custos. Foram realizadas reuniões entre o departamento de compras, o gerente e as lideranças da engenharia de produto, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Embora não seja um processo novo e formal, percebe-se que ainda há obstáculos a serem superados no processo de integração de fornecedores no desenvolvimento de produtos. Nesse sentido, inicialmente foram alinhados os critérios a serem adotados, principalmente com relação ao compartilhamento e acesso às informações entre as empresas. Decidiu-se que esse processo de integração seria realizado em subsistemas que não fazem parte da competência essencial da empresa Alfa e que o sistema a ser adotado seria baseado na classificação de parceiro, proposto por Morgan e Liker (2008): a responsabilidade do projeto e dos testes dos componentes é do fornecedor (apenas revisões e validações são realizadas pela empresa Alfa); o critério de fornecimento é de subsistema completo, a influência do fornecedor nas especificações ocorre por meio de colaboração; e o envolvimento do

fornecedor ocorre no momento de pré-conceito do produto. Além disso, definiu-se que essa proposta somente seria utilizada com fornecedores cuja relação é de longo prazo (confiança), que possuam competência, abertura para troca de conhecimentos e com condições financeiras estáveis.

Definida a etapa de planejamento, o modelo foi validado através de um piloto para o fornecimento de uma unidade hidráulica especial, sendo percebida a necessidade de ajustes. A oportunidade de melhoria apresentada refere-se ao fato de a variedade de produtos ser elevada e possuir baixos volumes de aquisições, tornando-se uma condição menos atraente para os fornecedores e, portanto, limitando as possibilidades de redução de custos. A contramedida utilizada nesses casos foi adotar como critério o orçamento com os dois principais fornecedores homologados, a fim de definir qual possui o melhor custo-benefício, desenvolvendo a sua capacidade em pensar por conta própria, contestando exigências e proporcionando ideias que agreguem valor.

Os resultados obtidos foram excelentes, pois além de permitir a redução dos riscos, houve uma otimização de recursos e investimentos, já que essa etapa ocorreu com uma utilização plena de recursos externos, contribuindo para a constituição de um ambiente mais ágil para atender as demandas de mercado. Além disso, permitiu elevar o nível de conhecimento da equipe do PDP da Divisão Industrial e, ao mesmo tempo, focar em seu negócio, que é a fabricação de equipamentos.

4.3.4 Implementação da proposta para o princípio 9

Para atender ao princípio de consolidar o aprendizado e a melhoria contínua, foi implementada a ação descrita no plano apresentado na Figura 45 e realizada a análise dos resultados.

Figura 45 – Plano de implementação referente ao princípio 9

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|-----------------------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---|--------------------|---|--------------------------------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|---|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | | | | | | | |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Desenvolver metodologia para resolução de problemas, a fim de que seja tratada na fonte e focada no aprendizado. | Colaborador A | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Legenda: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>😊</td><td>Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar Concluídos</td> </tr> <tr> <td>😞</td><td>Não Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer Concluídos</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos |
| 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Em virtude dos problemas não serem conhecidos em sua profundidade, de tal forma que os desvios no decorrer do processo de desenvolvimento não são identificados de forma rápida, contribuindo para atrasos, retrabalhos e soluções emergenciais, realizou-se o planejamento para desenvolvimento de uma metodologia para resolução de problemas, a fim de que seja tratada na fonte e focada no aprendizado. Foram realizadas reuniões entre o gerente e as lideranças da engenharia de produto, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Visando aplicar uma metodologia de forma sistêmica e estruturada, em consenso entre o gerente e as lideranças da engenharia de produto, definiu-se que o processo de solução de problemas será tratado através da ferramenta *Go & See*, proposta por Staufen-Taktica (20--). Esse processo está estruturado em reuniões diárias conduzidas pelo supervisor com os colaboradores da Divisão Industrial. Com essa proposta, toda vez que ocorrer um desvio, cada colaborador deverá preencher, nas ações referentes aos problemas do dia anterior (indicação N da Figura 50), o motivo que contribuiu para o resultado esperado não ser atingido. Nesse momento, uma boa comunicação é o alicerce para uma definição concreta e precisa, visto que, através da escuta ativa (estimulando a conversa através de perguntas abertas) e da percepção neutra da liderança (evitando pré-julgamentos), permite-se uma visão mais completa da situação e, ao mesmo tempo, se constrói um nível de confiança, contribuindo para ter maior clareza sobre o problema e, assim, encontrar a causa-raiz.

Após todos os colaboradores finalizarem suas explicações, o supervisor prioriza três problemas (no mínimo dois problemas) mais impactantes para serem tratados através do quadro *Top 3* (indicação O da Figura 50) pelo método DICS (D – Descrição do problema, I – Impacto no processo, C – Contenção adotada, S – Solução do problema). O preenchimento deve ser realizado juntamente com a equipe e adota a seguinte abordagem relacionada aos problemas: (i) OK, quando o problema foi resolvido, sendo abordado o que se pode aprender com essa experiência; (ii) *Feedback*, quando a solução foi encontrada, mas precisa dar um retorno do status dos problemas aos colaboradores; (iii) *Go & See*, quando o entendimento não ficou claro, deve-se ir ao local onde o problema ocorre e observar precisamente o que acontece, identificando o problema real; (iv) Solução estruturada, quando o problema é complexo de ser resolvido, sendo necessária a abertura de um A3 ou plano de ação para sua solução. Com essa abordagem, os colaboradores são responsáveis por buscar informações e atualizar o quadro das ações diariamente antes da realização da reunião. Na Figura 50,

apresenta-se a proposta adotada para a dimensão ações por meio da abordagem dos problemas na empresa Alfa.

Definida a etapa de planejamento, o modelo foi validado através de um piloto, sendo identificada a necessidade de ajustes. Percebeu-se que, em geral, poucos problemas estavam sendo reportados; em algumas situações, os problemas que afetavam a entrega do processo não foram registrados, além de baixa utilização dos instrumentos de ação da gestão (*top 3, go & see, feedback, A3* e plano de ação). Como contramedida, o supervisor foi orientado quanto ao registro e à importância da tratativa dos problemas que afetam diretamente as entregas do setor.

Foram obtidos resultados bastante expressivos e sólidos com a implantação da metodologia para resolução de problemas, pois, além de identificar a causa-raiz, possibilita o desenvolvimento de ações sustentáveis, resultando na melhoria do desempenho. Dessa forma, há uma garantia de que os desvios são evidenciados e que todos colaboradores são responsáveis em tomar as devidas ações para atacá-los o mais rapidamente possível, gerando engajamento e envolvimento das pessoas com as metas estabelecidas. Além disso, contribui para a melhoria contínua, visto que a solução sistemática de problemas também é um meio para desenvolver as pessoas e gerar aprendizado. Isso pode ser evidenciado através do modo como os colaboradores reconhecem, entendem e resolvem os problemas, por meio do trabalho e cooperação em equipe, além da aplicação de métodos e modo de apresentação dos problemas.

4.3.5 Implementação da proposta para o princípio 10

Para atender ao princípio de construir uma cultura de suporte à excelência e à melhoria ininterrupta, implementou-se a ação descrita no plano apresentado na Figura 46 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 46 – Plano de implementação referente ao princípio 10

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------|-----------------------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------------|---|--------------------------------------|---|---------------|---|-----------------------------|---|---|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Ma.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | | | | | | |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Implementar metodologia para a tratativa de melhorias tanto de cunho interno (fábrica) quanto de cunho externo (comercial e pós vendas). | Qualidade | 28/09/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Legenda: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>😊</td><td>Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar Concluídos</td> </tr> <tr> <td>😞</td><td>Não Concluído</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer Concluídos</td> <td>🕒</td><td>Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos |
| 😊 | Concluído | 🕒 | Planejar Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 😞 | Não Concluído | 🕒 | Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 | Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Em virtude de não haver uma metodologia estruturada para o processo de melhoria contínua, levando à recorrência de falhas que já aconteceram em outras oportunidades, foi realizado o planejamento para a implantação de uma metodologia, buscando a melhoria tanto de cunho interno (fábrica) quanto de cunho externo (comercial e pós vendas). Foram realizadas reuniões entre o gerente, as lideranças da engenharia de produto e o departamento de qualidade, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Atualmente, a empresa Alfa possui um fluxo automatizado para a tratativa de solicitações de alteração de engenharia através de uma instrução de trabalho (ITA 4008), possuindo duas formas distintas para sua abertura. Entretanto, percebe-se que há uma certa resistência em sua utilização até mesmo pelo fato de estar relacionado à falta de adesão da empresa, devido à ausência de uma visão estruturada por processos. Sendo assim, definiu-se que a abordagem para implementação da metodologia proposta deve basear-se em ações efetivadas para realização de tarefas que tenham como foco as melhorias incrementais e que sejam realizadas de modo contínuo, ou seja, equipamentos que necessitam pequenas modificações em seus projetos ou processos de fabricação. Além disso, deve demandar quantidade limitada de recursos e a utilização de equipes multifuncionais.

Em consenso, definiu-se que a metodologia para tratativa das melhorias será realizada tanto por meio do processo de análise de causa-raiz (Figura A.9 do Apêndice) – diagrama de Ishikawa, do método de investigação dos 5 porquês e pela elaboração do plano de ação – quanto pelo planejamento através do quadro de gestão diária. O primeiro tem como objetivo tratar oportunidades de melhorias de maior impacto na fábrica ou através de reclamações de clientes, trabalhando de maneira integrada com equipes multifuncionais. Com essa proposta, sempre que ocorrer algum desvio, o departamento de qualidade contatará o gestor do PDP da Divisão Industrial e solicitará a tratativa através da metodologia de análise de causa-raiz, cabendo-lhe reunir as pessoas que achar conveniente. Esse processo deve ser controlado pelo departamento de qualidade, inclusive os prazos para execução das ações, entretanto, para fins de conhecimento, uma cópia do documento será salvo no banco de dados respectivo a cada família de produtos.

Já o segundo tem como objetivo realizar melhorias de projeto observadas no decorrer do processo produtivo e será conduzido através da rotina de cadeia de ajuda na manufatura e no PDP (CAMPOS *et al.*, 2010), que tem como premissa restabelecer rapidamente o fluxo produtivo com o envolvimento de vários níveis da organização. Após a identificação do problema e avaliada a oportunidade de melhoria, o supervisor do PDP efetua o plano de ação

e se compromete com um prazo para sua efetivação. A fim de que esse processo não fique parado, efetua-se seu planejamento macro através do quadro de melhorias da Divisão Industrial (indicação M da Figura 50) e suas atividades sequenciadas através do cronograma de atividades diárias.

Finalizada a etapa de planejamento, o modelo foi validado através de um piloto, sendo identificadas algumas oportunidades de melhoria. Percebeu-se a dificuldade em medir os resultados da implementação das melhorias, uma vez que a empresa Alfa não possui um indicador na manufatura para retrabalhos. Além disso, pelo fato de o PDP possuir uma característica diferente da manufatura, outro ponto a ser destacado é o fato dos resultados não serem identificados rapidamente, tornando-se, em algumas vezes, obstáculos para sua implementação de maneira sistêmica.

Embora não seja possível medir de maneira tangível os resultados da implementação da melhoria contínua, é possível compreender que, através da abordagem de trabalho coletivo e troca de experiências, há uma melhoria no desempenho por meio do cumprimento dos prazos, redução de retrabalhos e maior robustez nas soluções adotadas. Além disso, contribui para o crescimento da organização, pois estimula a mudança de comportamento dos colaboradores e, conseqüentemente, sua colaboração nesse processo.

4.4 Implementação das melhorias para o subsistema ferramentas e tecnologia

Nesta seção, apresentam-se a implementação das melhorias referente ao subsistema ferramentas e tecnologias e os resultados obtidos.

4.4.1 Implementação da proposta para o princípio 11

Para atender ao princípio de adaptar a tecnologia ao pessoal e ao processo, realizou-se a ação descrita no plano apresentado na Figura 47 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 47 – Plano de implementação referente ao princípio 11

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Set.18 | Out.18 |
| SOLUÇÃO PARA O PRINCÍPIO 11 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Automatizar a atividade de cadastro de estruturas através da vinculação com o software de projeto. | TI | 30/11/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: | | 😊 Concluído | 🕒 Planejar Concluído | 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos | | | | | | | |
| | | 🕒 Não Concluído | 🕒 Planejar / Fazer Concluídos | 🕒 Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | |

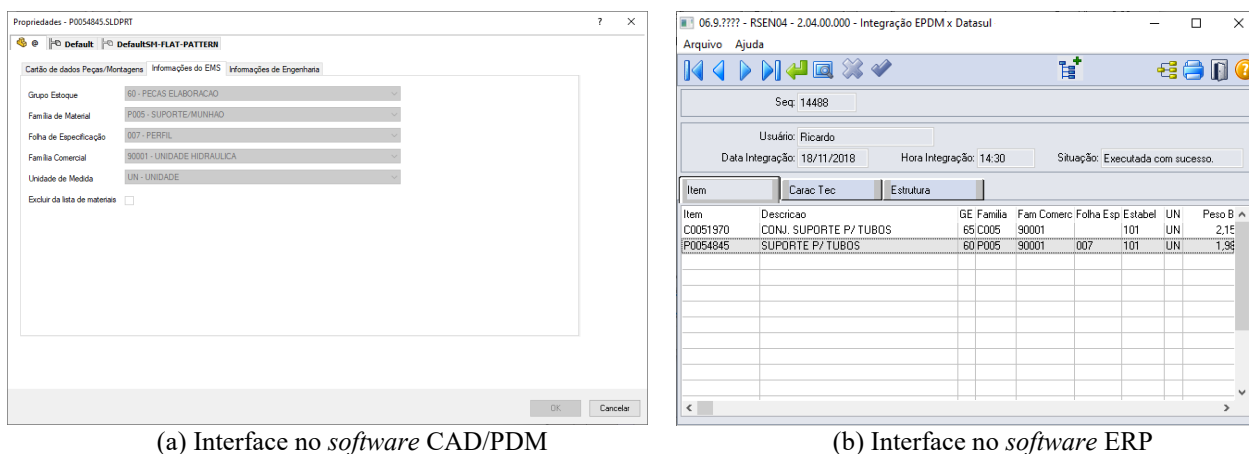
Fonte: Autor (2020).

Em virtude de tanto o cadastro do código quanto a estrutura de materiais no sistema ERP Datasul serem realizados de forma manual, através da utilização de recursos caros (engenheiros) e com grande risco de erros humanos, foi realizado o planejamento para automatizar a atividade de cadastro de estrutura através da vinculação com o *software* de projeto. Foram realizadas reuniões entre o gerente, as lideranças da engenharia de produto e o departamento de TI, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Em consenso entre as partes interessadas, definiu-se que o modo de transferência para o fluxo de dados no departamento de PDP se realizaria através da seguinte sequência: CAD (SolidWorks®), SolidWorks Enterprise PDM (SolidWorks®) e ERP Datasul (Totvs®), pois o último não dispõe de integração direta com o primeiro. Dentre as formas de integração propostas por Simonetti (2002) e Fernandes *et al.* (2016), este estudo adotou a abordagem de integração utilizando aplicação de programas de interface (API) de modo unidirecional e de baixa complexidade, ou seja, permitindo transmitir a estrutura do produto somente do sistema PDM para o ERP. Isso se dá pelo fato de a criação de itens ser realizada pelo primeiro, uma vez que o segundo será uma resposta para as ações provocadas pelo primeiro, relação conhecida como mestre-escravo.

Através desse processo de integração, realiza-se a leitura da estrutura do desenho (BOM) e efetua-se a importação dos dados (propriedades) de conjunto, subconjunto, componentes e matérias-primas para dentro da estrutura de produto do ERP, que, por sua vez, são armazenados em sistemas gerenciadores de banco de dados. De acordo com Simonetti (2002), a empresa Alfa pode ser classificada com fortes características tanto de manufatura como de projeto, necessitando a utilização de sistemas PDM e ERP. Na Figura 48, são apresentados fragmentos de tela mostrando as interfaces nos *softwares* CAD/PDM e ERP.

Figura 48 – Integrador de estruturas



Fonte: Autor (2020).







Finalizada a etapa de planejamento, o modelo foi validado através de um piloto, sendo identificadas algumas oportunidades de melhoria. No processo de implementação, foram percebidas dificuldades de comunicação, pois em virtude da empresa Alfa trabalhar com *softwares* comerciais, foi necessário contratar mão de obra especializada para desenvolver os programas de integração. Além disso, identificou-se uma certa resistência de alguns colaboradores na utilização dessa interface. Entretanto, com alinhamento no processo de comunicação em ambos os casos, com uma nova sensibilização e acompanhamento através da confirmação de processos, foi possível obter engajamento e adesão ao processo.

Ao comparar o processo manual com a utilização do integrador no projeto-piloto, percebeu-se uma redução de aproximadamente 56% no tempo de cadastro/estrutura, pois essa etapa realiza-se com as informações predefinidas e dentro do ambiente CAD. Entende-se que, por meio de sua utilização sistemática, esse tempo tende a diminuir ainda mais. Entretanto, percebe-se que a aplicação dessa proposta contribui de maneira significativa para a redução do índice de retrabalhos, que atualmente não é medido na empresa Alfa.

4.4.2 Implementação das propostas para o princípio 12

Para atender ao princípio de alinhar a organização mediante comunicação simples e visual, foram implementadas as ações descritas no plano apresentado na Figura 49 e realizada a análise dos resultados.

Figura 49 – Plano de implementação referente ao princípio 12

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mai.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 | Nov.18 | Dez.18 | | | | |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Disponibilizar as informações referente as atividades no PDP através de painéis informativos, onde seja possível realizar o desenvolvimento de produtos via alinhamento e comunicação visual. | Colaborador B | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Desenvolver a liderança através de métodos, como requisito fundamental para que o desempenho se torne sustentável. | RH | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Definir principais indicadores da área através de gráficos. | Colaborador A | 01/06/18 | 😊 | ● | | | | | | | | | | | | |
| Legenda:  Concluído  Planejar Concluído  Planejar / Fazer / Checar Concluídos  Não Concluído  Planejar / Fazer Concluídos  Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

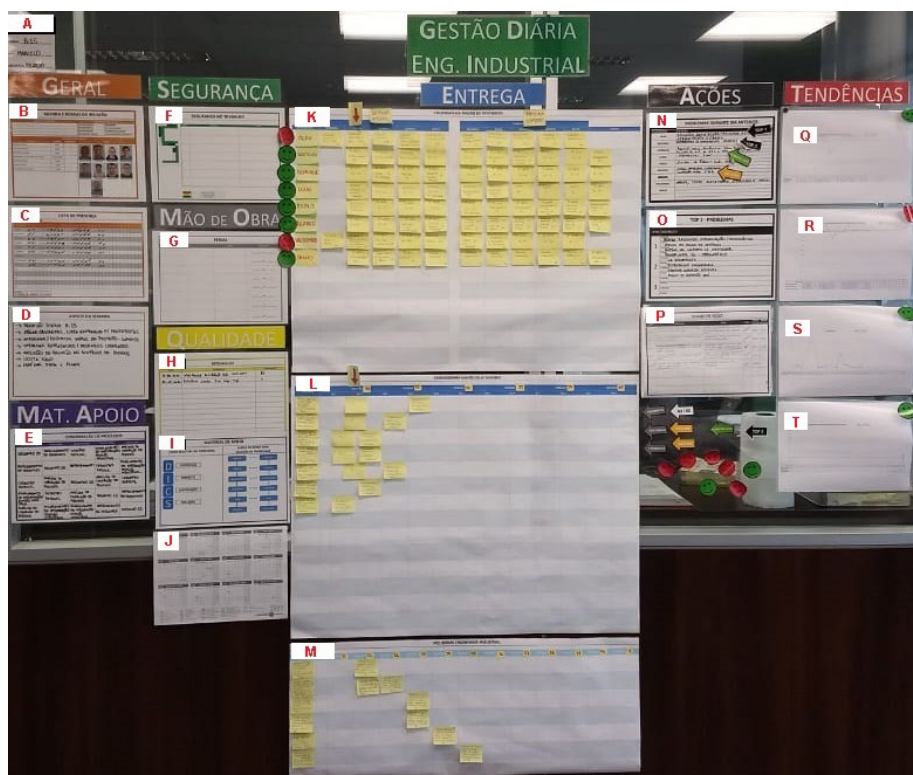
Pelo fato das ações descritas na Figura 49 se complementarem, o planejamento levou em consideração sua abordagem de forma integrada. Foram realizadas reuniões entre o gerente, as lideranças da engenharia de produto e o departamento de RH, a fim de identificar e

analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Em virtude de a ação implementada na Seção 4.2.3 estar inclusa no quadro de gestão diária, o critério de *benchmarking* adotado para o seu desenvolvimento atendeu ambas as propostas. Juntamente com a liderança do PDP da Divisão Industrial e sua equipe, a próxima etapa foi constituída pela elaboração conjunta e colaborativa do quadro, definindo o que deveria ser medido e acompanhado. Seu principal objetivo constitui-se em engajar a equipe e construir uma metodologia fundamentada na realidade do departamento.

Sendo assim, a construção do quadro (Figura 50) se iniciou com a definição do horário em que se deveria iniciar a reunião, além da definição do líder que a conduziria, assim como seu substituto (indicação A), pois o requisito fundamental é de que ela mesma se realize diariamente, mesmo com a ausência de colaboradores. Posteriormente, definiu-se a dimensão geral, em que se descrevem a agenda e as regras da reunião (indicação B), lista de presença (indicação C) e avisos da semana (indicação D). A dimensão material de apoio constitui-se pela confirmação de processos (indicação E), que tem como objetivo verificar se o que foi definido realmente está acontecendo. Já a dimensão segurança (indicação F) tem como objetivo realizar o acompanhamento de acidentes e incidentes. Na dimensão mão de obra (indicação G), é descrito o planejamento das férias do departamento. A dimensão qualidade apresenta os retrabalhos (indicação H) ocorridos no dia anterior e o material de apoio (indicação I), que apresenta como um problema dever ser relatado, a maneira que deve ser solicitada a ajuda para sua solução e o calendário do ano atual (indicação J). Na dimensão de entrega, apresentam-se o cronograma de atividades diárias (indicação K), o cronograma macro (indicação L) e as melhorias na Divisão Industrial (indicação M). Na dimensão ações, são discutidos os problemas do dia anterior (indicação N), os top 3 problemas (indicação O) e o plano de ação (indicação P). Por fim, a dimensão tendências, nos quais foram estabelecidos os indicadores diários que refletem a dinâmica do departamento: porcentagem de entrega de pedidos no prazo (indicação Q); porcentagem de atividades entregue no prazo (indicação R); quantidade de retrabalhos em desenhos (indicação S); e porcentagem de dados de entrada/pedidos com problemas (indicação T). Além disso, o quadro apresenta indicador através de faróis, em que na cor vermelha são representados os indicadores que não estão atendendo o planejado, e, na cor verde, os que estão dentro da meta. A descrição na cor preta é de cunho informativo e não possui meta.

Figura 50 – Gestão visual implementada



Fonte: Autor (2020).

No processo de implementação do quadro, foi necessário efetuar ajustes em seu formato, seja através alteração de indicadores, da maneira como as informações eram apresentadas, da inclusão de algumas dimensões e dos faróis para identificação rápida dos desvios que impedem o atingimento das metas. Além disso, percebe-se que esse processo é lento e que sua maturidade vai evoluindo com o passar do tempo, pois é necessária uma transformação na organização. Após consenso e validação através de um segundo piloto, o processo se tornou mais maduro e foi efetuada sua padronização.

Com relação aos resultados obtidos, é possível afirmar que o modelo implementado consegue transmitir os princípios fundamentais da gestão visual, através de sua simplicidade, transparência e clareza. É possível ter um entendimento rápido da performance através da utilização de faróis na identificação de desvios, contribuindo para que a liderança possa tomar as decisões mais assertivas no dia a dia, colaborando para que os objetivos do departamento estejam alinhados com a estratégia da organização. Permite o desenvolvimento da liderança por meio da criação de uma estrutura de comunicação regular e de apoio na organização, através do processo de interação entre líder e colaborador, do reconhecimento e da priorização dos problemas que afetam o desempenho do departamento de forma estruturada, da melhoria contínua e, conseqüentemente, do desenvolvimento dos colaboradores.

4.4.3 Implementação da proposta para o princípio 13

Para atender ao princípio de utilizar ferramentas poderosas para padronização e aprendizado organizacional, implementou-se a ação descrita no plano apresentado na Figura 51 e realizou-se a análise dos resultados.

Figura 51 – Plano de implementação referente ao princípio 13

| Plano de Ação | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No. | Ação | Responsável | Prazo | Status | PDCA | Status | | | | | |
| | | | | | | Mar.18 | Jun.18 | Jul.18 | Ago.18 | Sep.18 | Out.18 |
| SOLUÇÕES PARA O PRINCÍPIO 13 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Criação de um banco de dados que possibilite fácil acesso a todos os envolvidos no desenvolvimento de produtos, através de única fonte para arquivamento de informações referente aos projetos. | RH | 14/12/18 | 😊 | ● | | | | | | |
| Legenda: 😊 Concluído 🕒 Planejar Concluído 🕒 Planejar / Fazer / Checar Concluídos 🚫 Não Concluído 🕒 Planejar / Fazer Concluídos ● Planejar / Fazer / Checar / Agir Concluídos | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Em virtude de as experiências não serem devidamente documentadas (arquivadas no diretório pessoal dos projetistas) e facilmente reutilizadas em futuros projetos, levando à recorrência de falhas que já aconteceram em outras oportunidades, realizou-se o planejamento para criação de um banco de dados que possibilite fácil acesso aos envolvidos no desenvolvimento de produtos através de uma fonte única. Foram realizadas reuniões entre o gerente e as lideranças da engenharia de produto e os colaboradores usuários, a fim de identificar e analisar a situação atual, definir os critérios a serem melhorados/ou desenvolvidos, suas fases e o plano de implementação.

Ao pesquisar a situação atual, observou-se que há certo nível de gerenciamento do conhecimento explícito no PDP da Divisão Industrial, em virtude da quantidade de documentos existentes. Entretanto, tais documentos se encontram dispersos em diversos formatos e de forma não estruturada, tendo como consequência enorme dificuldade de encontrá-los no momento necessário. Atualmente, o controle e o gerenciamento de dados específicos de projetos na empresa Alfa são realizados eletronicamente pelo PDM, tendo como funcionalidade o controle e o armazenamento seguro das informações, o que permite uma recuperação rápida, eliminando preocupações referentes ao controle de versão e perda de dados. De acordo com Morgan e Liker (2008), ferramentas e tecnologias podem nutrir e sustentar o aprendizado humano, mas isso só pode acontecer quando os engenheiros com capacidade técnica superior assumem a responsabilidade pela utilização dessas ferramentas.

Sendo assim, definiu-se, através do consenso da equipe, a criação de uma base única, na qual seja possível reunir o conhecimento acumulado da empresa de forma estruturada,

permitindo o acesso compartilhado dos processos existentes para os projetistas e engenheiros. Nesse processo, compete à liderança desafiar os colaboradores para assumir a responsabilidade em sua utilização e dar autonomia para a melhoria dos padrões existentes. Dessa forma, a implementação do processo de gestão do conhecimento se deu a partir de uma central de informações por meio de uma planilha de *Excel* (Figura 52), permitindo através de *links* o acesso a diversos conhecimentos armazenados nesses módulos. Essa divisão permite que o usuário possa buscar orientação referente a alguma característica específica, contribuindo na tomada de decisão ao longo do processo de desenvolvimento do produto, uma vez que, além de regras de projeto, tem base em experiências práticas.

Figura 52 – Painel de gestão do conhecimento



Fonte: Autor (2020).

Ao implementar o painel de gestão do conhecimento, foram encontradas algumas dificuldades, dentre as quais se pode citar a transferência do conhecimento tácito através das lições aprendidas pelos fracassos do passado no módulo equipamentos, inicialmente pelo fato de alguns (poucos) colaboradores não terem a predisposição para compartilhar esse conhecimento. Além disso, outro ponto observado foi o fato de não haver uma padronização nos documentos, pois alguns possuíam excesso de informações e, em contrapartida, os demais tinham uma descrição muito sucinta. A contramedida adotada para o primeiro caso foi envolver estes desenvolvedores na criação, validação e manutenção do banco de dados, gerando o sentimento de propriedade. Já no segundo, desenvolveu-se, em conjunto com a equipe, uma lista com os principais pontos que deveriam ser mencionados nos documentos, contribuindo para que não fossem esquecidos pontos importantes e, ao mesmo tempo, sem limitar o processo.

Quanto ao resultado, pode-se afirmar que o processo de interação, o compartilhamento e o nivelamento do conhecimento entre o PDP da Divisão Industrial promoveram um ambiente de aprendizagem e conhecimento mais profundo. Isso pode ser afirmado através do

processo das lições aprendidas, que tem como objetivo contribuir para evitar que sejam gastos tempo e recursos em tentativas que não foram bem-sucedidas, gerando como consequência uma vantagem competitiva. Além disso, é de entendimento da equipe que arquivar essas formas escritas de conhecimento no computador jamais substituirá a experiência e o conhecimento tácito dos engenheiros experientes, pois proporciona o conhecimento do fato e não do motivo. Entretanto, serve como uma referência para desenvolver o senso crítico dos projetistas e engenheiros em vários pontos referentes ao desenvolvimento de produtos.

4.5 Comparativo entre a abordagem *lean* versus a tradicional na empresa Alfa

Com base nos problemas apresentados na Seção 3.6, nas contramedidas implementadas para resolver esses problemas, no Quadro 13 é apresentado o comparativo entre a abordagem *lean* versus a tradicional na empresa Alfa e conseqüentemente os resultados obtidos com sua implementação.

Quadro 13 – Comparativo entre abordagem *lean* versus tradicional na Empresa Alfa

| Sub-sistema | Abordagem <i>lean</i> | Abordagem tradicional na empresa Alfa | Resultados obtidos |
|-------------|--|---|--|
| Processos | Princípio 1 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de desenvolvimento de produtos começa no cliente. | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de desenvolvimento do produto baseado no empirismo ou na imposição através da hierarquia. | <ul style="list-style-type: none"> • Garantia do fluxo contínuo, redução do número de dados de entrada com defeitos, informações sem qualidade e faltantes. Isto pode ser afirmado pelo fato do número de entrada de pedidos com problemas reduzir aproximadamente 24,5%, comparando os 6 meses iniciais aos últimos 6 meses de coleta de dados. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Assimilar as informações que revelem as necessidades e o valor específico do produto pelo cliente, através de utilização de questionários por meio de perguntas diretas. | <ul style="list-style-type: none"> • Não possui um método de entrada formalizado com informações do cliente, contribuindo para dados de entrada sem qualidade ou faltante. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Após a aprovação do objetivo de valor definido pelo cliente, realizam-se o desenvolvimento e a comunicação dos objetivos específicos, de forma detalhada e mensurável, colaborando para a obtenção do comprometimento da equipe. | <ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de comprometer e alinhar todos os participantes, contribuindo para que as equipes implementem seus objetivos individuais. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Avalia a qualidade dos dados de entrada diariamente, contribuindo para a garantia do fluxo. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência da avaliação dos dados de entrada, tendo como consequência atrasos, retrabalhos, duplicidade de informações e esperas. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Participação ativa do cliente no processo do PDP, por meio da interação através do aceite técnico no <i>gate</i> de aprovação do projeto. | <ul style="list-style-type: none"> • Depois do fechamento do pedido, o cliente raramente é mencionado. | |
| | Princípio 2 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Concentrar esforços no início do PDP, a fim de garantir uma execução sem falhas ao longo processo, por meio de uma boa preparação, trabalhando de forma colaborativa, pensando em todos os detalhes críticos, se antecipando a problemas e aplicando as lições aprendidas. | <ul style="list-style-type: none"> • Início do PDP é cercado de indefinições, suas propostas são implementadas sem a utilização de métodos e excluindo o envolvimento colaborativo da equipe. | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um manual de engenharia referente às melhores práticas para os processos de fabricação, contribuindo para aumentar a velocidade, a confiabilidade dos projetos e reduzindo consequentemente os retrabalhos e o desenvolvimento de componentes de difícil fabricação. Isto pode ser afirmado pelo fato do número de retrabalho em desenhos reduzir 5,5%, comparando os 6 meses iniciais aos últimos 6 meses de coleta de dados. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de indicador para avaliação diária, identificando os principais motivos, suas causas e origens que contribuem para os retrabalhos realizados no PDP. Consequentemente, realiza-se o estabelecimento de contramedidas para evitar sua recorrência. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de indicadores que possam mensurar a quantidade e, consequentemente, identificar as principais causas de retrabalho no PDP. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Utilização de manuais de boas práticas para os processos de fabricação, a fim de disseminar o conhecimento de forma estruturada entre as engenharias de produtos e processos. Sua contribuição é através da garantia de processos padronizados, além de aumentar a velocidade e a confiabilidade dos projetos. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de manuais de boas práticas para os processos de fabricação, contribuindo para a diversidade, criação de componentes de difícil fabricação e a recorrência de problemas. | |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 13 – Comparativo abordagem *lean* versus tradicional na empresa Alfa (continuação)

| Sub-sistema | Abordagem <i>lean</i> | Abordagem tradicional na empresa Alfa | Resultados obtidos |
|-------------|---|---|---|
| Processos | Princípio 3 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de reuniões diárias com o objetivo de verificar seu desempenho no dia anterior e definir as prioridades do dia atual. | <ul style="list-style-type: none"> • Reuniões realizadas uma vez ao mês e possuindo longa duração. | <ul style="list-style-type: none"> • Melhorias significativas no desempenho do departamento, visto que no período de coleta de dados (junho de 2018 a dezembro de 2019), 96% dos pedidos foram entregues no prazo. Nos anos anteriores, 2016 e 2017, respectivamente, apenas 79 e 80% dos pedidos atenderam essa expectativa. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de carga de trabalho, através do planejamento de um cronograma de atividades em que é realizado o seu detalhamento e sequenciamento em um período de duas semanas. Além disso, haverá um cronograma macro no qual são definidos os marcos e as principais entregas dos pedidos em uma linha de tempo de até seis semanas. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de carga de engenharia tanto no curto quanto no médio prazo, não sendo possível verificar o andamento/performance dos projetos. Como consequência, ocorre um desnivelamento do processo e uma sobrecarga. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo estimado para realização das atividades leva em consideração que as tarefas são executadas com utilização de capacidade inferior a 80%, pois, depois de ultrapassar esse limite, qualquer pequena mudança na carga do sistema tem um grande efeito sobre o tempo total de processamento. | <ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de prazo baseado na experiência de projetos similares e sem considerar possíveis atravessamentos no processo. Além disso, entende-se que o PDP requer menos tempo e recursos que as necessidades reais. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Utilização dos indicadores de performance através de faróis, contribuindo para manter os processos estáveis e dentro do planejado, pois quando se identifica um desvio, através da solução estruturada de problemas e por consenso, rapidamente é tomada uma decisão e efetuada sua comunicação. | <ul style="list-style-type: none"> • Problemas não são identificados em profundidade e geralmente são conhecidos somente no final do processo. | |
| | Princípio 4 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Automatização das tarefas de codificação de equipamentos através da implantação de um configurador de produtos, possibilitando mais tempo para o desenvolvimento de outras atividades, em virtude da redução significativa de tarefas manuais. | <ul style="list-style-type: none"> • Processo de codificação comercial de equipamentos realizado de forma manual pelo supervisor do departamento, inclusive para equipamentos padrões. Recurso muito caro para a realização desta atividade, além do risco de erro humano. | <ul style="list-style-type: none"> • Permitiu melhoria da qualidade e redução de custos, tanto através da automatização da codificação (elimina o risco do erro através do fator humano) quanto através da reutilização de componentes já homologados. Além disso, a utilização dos formulários contribuiu para a garantia do fluxo, assegurando que todas as etapas dos projetos sejam cumpridas. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Adoção de descrições padronizadas para componentes, conjuntos e equipamentos. Sua contribuição se dá por meio da reutilização de itens, eliminação de itens duplicados e redução significativa de cadastros com descrições genéricas. | <ul style="list-style-type: none"> • Não há uma forma estruturada de garantir a reutilização de componentes já existentes, caracterizando-se como um desperdício de conhecimento e a existência de componentes duplicados com códigos diferentes. | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Utilização de formulários como forma de padronizar os processos rotineiros de trabalho de forma sistemática, garantindo que todas as etapas dos projetos sejam cumpridas, evitando que permaneçam paradas por eventuais descuidos ou esquecimentos dos colaboradores e contribuindo diretamente para a garantia de um fluxo contínuo. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de formulários padrões (checklist) como forma de padronização dos processos, gerando problemas de custos, atrasos e, conseqüentemente, redução de capacidades disponível para outros pedidos. | |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 13 – Comparativo abordagem *lean* versus tradicional na empresa Alfa (continuação)

| Sub-sistema | Abordagem <i>lean</i> | Abordagem tradicional na empresa Alfa | Resultados obtidos |
|--|--|---|---|
| Pessoas | Princípios 5 e 6 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Estruturação e sistematização do processo de gestão de projetos classificados como especial, através do método <i>Project Model Visual</i>, que possui como característica uma forma de estruturação simples, utiliza como base os conceitos colaborativo e visual, sendo elaborado em, no máximo, oito horas. | <ul style="list-style-type: none"> Inexistência de metodologia para gestão de projetos. | <ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de uma estrutura de gestão de projetos para o portfólio de produtos da empresa Alfa, com foco no resultado operacional e entregas no prazo. |
| | Princípio 7 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Mapeamento da matriz de competência dos colaboradores e desenvolvimento de propostas estruturadas de acompanhamento progressivo e desenvolvimento das habilidades técnicas específicas em todos os projetistas e engenheiros, contribuindo para o aumento da confiança profissional e consequentemente excelência no PDP. | <ul style="list-style-type: none"> Inexistência de matriz de competência ou processo estruturado de orientação técnica com avaliações periódicas baseadas no desempenho, resultando em recursos limitados para atender as demandas existentes e, consequentemente, esperas no processo. | <ul style="list-style-type: none"> Não foi possível demonstrar os benefícios da aplicação da proposta, pois, em virtude da incompatibilidade de agenda e de recursos, os treinamentos não foram realizados. |
| | Princípio 8 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Envolvimento dos principais fornecedores nos primeiros estágios do desenvolvimento dos produtos, através dos seguintes critérios: a responsabilidade do projeto e dos testes dos componentes é do fornecedor (apenas revisões e validações são realizadas pela empresa Alfa), o critério de fornecimento é de subsistema completo, a influência do fornecedor nas especificações ocorre por meio de colaboração, proposta somente será utilizada com fornecedores onde a relação é de longo prazo, possuam competência e abertura para troca de conhecimentos. | <ul style="list-style-type: none"> Fornecedores possuem pouca participação no PDP, pois a estratégia adotada é a internalização do projeto, contribuindo para tornar os componentes mais complexos e com maior custo. | <ul style="list-style-type: none"> Redução dos riscos, otimização de recursos e investimentos, uma vez que essa etapa ocorreu com a utilização plena de recursos externos. Maior agilidade, além de elevar o nível de conhecimento da equipe de PDP da Divisão Industrial. |
| Princípio 9 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Aplicação da metodologia <i>Go & See</i> para resolução de problemas, contribuindo para que eles sejam tratados na fonte e focados no aprendizado. Além de identificar as causas raízes, possibilita o desenvolvimento de ações sustentáveis, resultando na melhoria do desempenho, garantindo que os desvios sejam evidenciados e que todos os colaboradores tornem-se responsáveis em tomar as devidas ações para atacá-los o mais rapidamente possível. Motiva as pessoas para a realização de atividades que efetivamente gere valor, contribuindo para a organização pensar e refletir sobre a forma como seu trabalho. | <ul style="list-style-type: none"> Problemas não são conhecidos em sua profundidade, de tal forma que a empresa Alfa os interpreta como fatores negativos e inesperados. Em virtude disso, eles são enxergados como um indicador de mau desempenho e, quando surgem, há uma verdadeira repreensão e busca por culpados, contribuindo para atrasos, retrabalhos e soluções emergenciais. | <ul style="list-style-type: none"> Garantia de que os desvios de performance do processo são evidenciados e tratados na sua causa-raiz. Além disso, os colaboradores são responsáveis em tomar as devidas ações para atacá-los o mais rapidamente possível, colaborando para a garantia do fluxo e um ambiente de melhoria contínua. | |

Fonte: Autor (2020).

Quadro 13 – Comparativo abordagem *lean* versus tradicional na empresa Alfa (continuação)

| Sub-sistema | Abordagem <i>lean</i> | Abordagem tradicional na empresa Alfa | Resultados obtidos |
|---|--|---|--|
| Pessoas | Princípio 10 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Implantação de uma metodologia estruturada, para tratativa das melhorias relacionadas ao PDP tanto de cunho interno (fábrica) quanto externo (comercial e pós-vendas), através do processo de análise de causa-raiz (diagrama de Ishikawa, do método de investigação dos 5 porquês e pela elaboração do plano de ação) e pelo planejamento por meio do quadro de gestão diária. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de uma metodologia estruturada para o processo de melhoria contínua, levando à recorrência de falhas que já aconteceram em outras oportunidades. | <ul style="list-style-type: none"> • Embora não foi possível medir de maneira tangível, houve uma redução dos retrabalhos e consequentemente maior robustez nas soluções adotadas para a tratativas de melhorias, uma vez há um controle específico, assegurando que não haverá recorrência de falhas. |
| Ferramentas e Tecnologia | Princípio 11 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Automatização da atividade de cadastro de estrutura através da vinculação com o <i>software</i> de projeto, por meio da abordagem de integração utilizando aplicação de programas de interface (API) de modo unidirecional e de baixa complexidade, ou seja, permitindo transmitir a estrutura do produto somente do sistema PDM para o ERP. | <ul style="list-style-type: none"> • Tanto o cadastro de códigos quanto a estrutura de materiais no sistema Datasul são realizadas de forma manual, através da utilização de recursos caros (engenheiros), com grande risco de erros humanos. | <ul style="list-style-type: none"> • Redução de aproximadamente 56% no tempo de cadastro/estrutura. |
| | Princípio 12 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Implementação da gestão visual através de um quadro de gestão diária, permitindo visualizar o desempenho do PDP sem a necessidade de <i>software</i> ou perguntar para alguma pessoa específica. Através deste quadro, é possível verificar se a execução está sendo realizada conforme o planejado, a fim de que o objetivo definido seja alcançado. Permite identificar através de controles visuais dos indicadores quando ocorre algum desvio no processo, para que a liderança possa tomar as decisões mais assertivas para restabelecer o fluxo no processo. | <ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de gestão visual. A única forma de acompanhamento da performance no PDP, é através do controle de projetos que é apresentado através de um <i>software</i> do ERP Datasul. Entretanto, somente é possível identificar que o projeto está atrasado quando a data de entrega for atingida, ou seja, no final. Além disso, para conhecimento do desempenho do departamento, é necessário perguntar ao supervisor. | <ul style="list-style-type: none"> • Permite ter um entendimento rápido da performance do departamento através da utilização de faróis na identificação de desvios, contribuindo para que a liderança possa tomar decisões mais assertivas no dia a dia, colaborando para que os objetivos do departamento estejam alinhados com a estratégia da organização. |
| Princípio 13 | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Criação de um banco de dados que possibilite fácil acesso aos envolvidos no desenvolvimento de produtos através de uma fonte única, permitindo reunir o conhecimento acumulado da empresa de forma estruturada e o acesso compartilhado dos processos existentes para os projetistas e engenheiros. Nesse processo, compete à liderança desafiar os colaboradores, assumir a responsabilidade em sua utilização e dar autonomia para a melhoria dos padrões existentes. | <ul style="list-style-type: none"> • Percebe-se que as experiências não são devidamente documentadas (arquivadas no diretório pessoal dos projetistas) e facilmente reutilizadas em futuros projetos, levando à recorrência de falhas que já aconteceram em outras oportunidades. | <ul style="list-style-type: none"> • Promoveu um ambiente de aprendizagem e nivelamento do conhecimento (tornando-o explícito), principalmente através do processo de lições aprendidas, que tem como objetivo evitar que sejam gastos tempo e recursos em tentativas que não foram bem sucedidas. | |

Fonte: Autor (2020).

4.6 Síntese do capítulo

Neste capítulo, foi realizada a implementação das propostas para melhoria no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, levando em consideração a análise dos processos atuais, através da aplicação de ciclos curtos de PDCA, com a inclusão de uma fase-piloto antes de sua efetivação, seguido dos planos de treinamento e comunicação da equipe. As propostas de melhoria seguem o critério descrito por Matthew (2007), de que tudo pode ser remontado a um antecessor comum, ou seja, todas as ideias possuem elementos no passado. Dessa forma, foram realizadas buscas das melhores práticas e, posteriormente, adaptadas para a realidade da empresa ou até mesmo combinadas, aperfeiçoadas e validadas para a aplicação desejada.

Além disso, foi possível identificar que, conforme o processo de implementação avançava, os colaboradores conseguiam enxergar os benefícios da metodologia proposta, aumentando o engajamento, o que, conseqüentemente, gerou uma mudança na cultura. Isso pode ser justificado pelo fato de o processo ser conduzido através da abordagem participativa, uma vez que os colaboradores contribuíam diretamente para a implementação das ações em todas as etapas do processo.

5 CONCLUSÕES

Com relação aos objetivos propostos neste estudo, pode-se dizer que o objetivo geral “efetuar e implementar melhorias no PDP da Divisão Industrial da empresa Alfa, com base nas práticas adotadas pela filosofia *lean*, desde seu planejamento, concepção, até o detalhamento final e comparar com sua abordagem tradicional” foi atingido. Isso pode ser afirmado tanto pelas melhorias propostas no capítulo 3 quanto pela sua implementação e comparativo com a abordagem tradicional apresentadas no capítulo 4.

No tocante ao objetivo específico “utilizar um método para desenvolvimento de produtos através da abordagem *lean*”, adotou-se como referência o modelo do sistema enxuto de desenvolvimento de produto, proposto por Morgan e Liker (2008). Através de sua metodologia, foi possível evidenciar que um forte sistema de PDP é uma competência central fundamental para o sucesso de qualquer empresa voltada para o consumidor, pois se trata do departamento que possui mais oportunidades de vantagem competitiva do que qualquer outro.

Referente ao objetivo específico “realizar o levantamento e coleta de dados na empresa Alfa”, foi possível avaliar as características gerais do PDP e sua estrutura organizacional. Ao ser comparada com a metodologia proposta por Rozenfeld *et al.* (2006), identificou-se, através do diagnóstico realizado, que a empresa não possui um PDP altamente estruturado, com fases, entregas e atividades bem definidas. No entanto, constatou-se que ela emprega procedimentos formalizados e documentados tanto para as atividades operacionais quanto ao nível de gestão do PDP, sendo baseados nos requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001. Além de entender como os processos funcionam atualmente, essa etapa serviu como base para avaliação das atividades que podem ser melhoradas.

Em relação ao objetivo específico “realizar o MFV do estado atual”, foram identificados os principais problemas que afetam o desempenho e a qualidade no PDP da empresa Alfa. Pode-se afirmar que essa ferramenta é útil para ser empregada na classificação dos macroprocessos e visualização completa do fluxo de valor, uma vez que permitiu determinar os desperdícios e as atividades que não agregam valor em toda a fase de desenvolvimento de produtos.

Referente ao objetivo específico “propor um estado futuro”, com base nas práticas adotadas pela filosofia *lean*, foi desenvolvido e implementado um conjunto de propostas de melhorias com foco ao combate dos estoques intermediários no fluxo do PDP da empresa Alfa e nas atividades que provocam os desperdícios mais evidentes.

Neste estudo também foi possível demonstrar que o modelo de desenvolvimento enxuto de produto proposto por Morgan e Liker (2008), através dos seus princípios, suas práticas e ferramentas, pode ser implementado em qualquer empresa, embora os principais estudos estejam centrados na indústria automobilística. Entretanto, para que sua implementação e as mudanças sejam efetuadas com sucesso, é necessário um entendimento pleno e correto do processo atual, pois somente nessa condição há possibilidade de propor um estado futuro com as decisões mais adequadas para promover melhorias no processo.

Além disso, é indispensável respeitar a cultura da organização, ter disciplina, flexibilidade e, ao mesmo tempo, haver uma integração entre os três subsistemas (processos, pessoas e ferramentas), constituindo uma combinação inteligente entre as abordagens tradicional e *lean*. Este estudo, por sua vez, permitiu realizar a aplicação dos 13 princípios propostos por Morgan e Liker (2008) na empresa Alfa, sendo percebidas melhorias significativas no desempenho de seu PDP.

Através da implementação das propostas de melhoria referente ao subsistema processos, foi possível estabelecer o processo de identificação de valor definido pelo cliente, o qual contribui para o estabelecimento de objetivos específicos, a fim de que a equipe de projetistas e engenheiros concentre esforços no início do desenvolvimento, intensificando a probabilidade de sucesso do produto e colaborando para que a empresa Alfa seja capaz de entregar valor ao cliente e, desse modo, reduzir os desperdícios. Além disso, através da ferramenta de reuniões diárias, foi possível realizar o nivelamento da carga de trabalho por meio de um planejamento e um sistema de capacidade flexível, permitindo manter os processos estáveis e dentro do planejado. Por fim, a padronização de projetos e processos permitiu maior grau de flexibilidade e agilidade ao sistema, promovendo a redução da variação, contribuindo para a previsibilidade, aumento da confiabilidade e qualidade no sistema.

Já através da implementação das propostas de melhoria referente ao subsistema pessoas, realizou-se a composição de um sistema formado por colaboradores dotados de conhecimento e habilidades técnicas, pois se acredita que as pessoas capacitadas são o melhor ativo da organização. Nesse sentido, o desenvolvimento de um sistema de líderes para o gerenciamento e a integração de projetos caracterizados como especiais contribuiu para o desenvolvimento das habilidades na prática, através do trabalho em conjunto com engenheiros experientes. Além disso, por meio do mapeamento das competências técnicas de cada colaborador, foi possível definir as habilidades indispensáveis para o sucesso do PDP. E, por

fim, o processo de aprendizado e melhoria contínua contribui para que as pessoas possam evoluir juntamente com a organização através da interação e troca de experiências, gerando crescimento e melhoria no desempenho da empresa Alfa, além de estimular a mudança de comportamento dos colaboradores.

Por meio da implementação das propostas de melhoria referente ao subsistema ferramentas/tecnologia, desenvolveram-se ferramentas de suporte para o trabalho dos projetistas e engenheiros. Tanto a automatização dos cadastros e das estruturas quanto a implementação da gestão visual através de painéis informativos tiveram como foco principal a resolução de problemas no desenvolvimento de produtos. Já a criação de um banco de dados que possibilite fácil acesso a todos envolvidos no processo de desenvolvimento através de uma única fonte para arquivamento das informações teve com foco principal o processo de aprendizagem.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando as informações obtidas durante o desenvolvimento desta pesquisa, é possível sugerir os seguintes estudos para ampliar o alcance desta temática:

- Realizar uma avaliação dos ganhos econômicos e financeiros, através da implementação da abordagem *lean* no PDP;
- Realizar um estudo que identifique as principais dificuldades na implementação das ferramentas *lean* no PDP;
- Realizar um estudo mais aprofundado no processo de engenharia simultânea baseada em conjuntos (SBCE), visto que a literatura trata desse tema como um grande diferencial da Toyota no processo de desenvolvimento de produtos.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **O caminho para o desenvolvimento:** uma proposta da indústria brasileira de máquinas e equipamentos. 2018.

ALFIERI, A.; TOLIO, T.; URGO, M. A. Two-Stage Stochastic Programming Project Scheduling Approach to Production Planning. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 62, n. 1-4, p. 279-290, 2012.

BAUCH, C. **Lean Product Development: Making Waste Transparent.** 2004. Thesis (PhD) – Dept. of Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology; Department of Product Development, Technical University Munich, Cambridge.

BERGER, L. **Reflexão sobre alternativas para aumento da competitividade da economia brasileira no contexto de maior abertura comercial do setor de BK.** Relatório completo. São Paulo, 2019.

BLANCHARD, K. **Liderança de alto nível:** como criar e liderar organizações de alto desempenho. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BREMER, C. F.; LENZA, R. de P. **Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção assembly to order:** ato e suas múltiplas aplicações. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 7, n. 3, p. 269-282, Dec. 2000

BUSON, M. A., *et al.* **O modelo MCDA como instrumento de identificação das necessidades do consumidor no processo de desenvolvimento do design de um automóvel.** *In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA & DESENVOLVIMENTO EM DESIGN.* Anais do oitavo congresso brasileiro de pesquisa & desenvolvimento em design. P&D Design 8. São Paulo: AEND, 2008.

CAMARGO, R. **PM Visual – Project Model Visual: gestão de projetos simples e eficaz.** São Paulo: Saraiva, 2016

CAMPOS, T. B., *et al.* **Utilização da cadeia de ajuda no processo de desenvolvimento de produtos.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.

CHIAVENATO, I. **Os Novos Paradigmas:** como as mudanças estão mexendo com as empresas. 5. ed. Baruerri - São Paulo: Manole, 2008.

CORRÊA, F. C. **Propostas de melhoria para o PDP de uma empresa de máquinas agrícolas com base no modelo de PDP da Toyota.** 2007. 207 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

COTTYN, J., *et al.* (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. **International Journal of Production Research**, 49:14, 4397-4413.

CYRINO, L. **Matriz por competências.** 2017. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/matriz-por-competencias/>. Acesso em: 15 dez. 2016.

DOBROT, D.; DOBROT, G. **An innovative method in the regeneration of waste rubber and the sustainable development.** J. Clean. Prod. 172, 3591e3599, 2018.

DURUGBO, C.; TIWARI, A.; ALCOCK, J. R. Modelling information flow for organisations: A review of approaches and future challenges. **International Journal of Information Management**, v.33, p. 597- 610, 2013.

EL MARGHANI, V., G., R. **Modelo de Processo de Design no Nível Operacional.** 2010. 244 f. Tese (Doutorado em Produção) – Departamento de Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos.

FERNANDES, J. E. **Desenvolvimento de sistema embalagem para adesivos baseado no Sistema Enxuto de Desenvolvimento de Produto (SEDP).** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, SP, 2011.

FERNANDES, L. F., *et. al.* **Gestão do conhecimento pela matriz de competência.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.

FERNANDES, M. E., *et. al.* **Análise da integração entre o Enterprise Resource Planing (ERP) e Gerenciamento de Dados do Produto (PDM).** Revista Espacios, 2016.

FRACCASCIA, L.; GIANNOCCARO, I.; ALBINO, V. 2018. **Green product development: What does the country product space imply?.** J. Clean. Prod. 170, 1076-1088.

GRABENSTETTER, D. H.; USHER, J. M. **Developing due Dates in na Engineer-To-Order Engineering Environment.** **International Journal of Production Research**, n. August, p. 37-41, 2014.

GUDEM, M.; STEINERT, M.; WELO, T.; LEIFER, L. Redefining customer value in lean product development design projects. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 11, n. 1, p. 71-89, 2013. ISSN 1726-0531.

HAQUE, B. & JAMES-MOORE M. (2004). Applying lean thinking to new product introduction. **Journal of Engineering Design**, 15:1, p.1-20.

HICKS, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. **International Journal of Information Management**, Vol. 27, p. 233-249.

HU, D.; WANG, Y.; HUANG, J.; HUANG, H. (2017). **How do different innovation forms mediate the relationship between environmental regulation and performance?** J. Clean. Prod. 161, 466-476.

JEONG, B. K.; YOON, T. E. Improving IT process management through value stream mapping approach: a case study. JISTEM - **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 13, n. 3, p. 389-404. 2016.

JOHANSSON, G.; SUNDIN, E. Lean and green product development: two sides of the same coin? **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 85, p. 104-121, 2014.

KAHN, K. B.; BARCZAK, G.; MOSS, R. Dialogue on best practices in new product development perspective: establishing an NPD best practices framework. **Journal of Product Innovation Management**, v. 23, n. 2, p. 106-116, 2006.

LIBRELATO, T. P. *et al.* A process improvement approach based on the value stream mapping and the theory of constraints thinking process. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 6, p. 922-949, 2014.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **The way Toyota Fieldbook**. Hill Companies, Inc., New York. 2006.

LI, L. **Capacity Planning Methodology of Concurrent Engineer-To-Order Operations**. [s.l:s.n.] 2006.

MACEDO, R. K. **Proposição de um método para medir o grau de execução das práticas enxutas em uma empresa que não possui um sistema enxuto estruturado: um estudo de caso**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

MACHADO, M. C. **Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MANJUNATH, H. S. R.; BARGERSTOCK, A. Exploring the role of standard costing in lean manufacturing enterprises: a structuration theory approach. **Management Accounting Quarterly**, v. 13, n. 1, p. 47-60, 2011.

MANSILHA, R., B. **Modelo de diagnóstico para gestão da produção de bens de capital do tipo engineer-to-order**. 2018.

May, Matthew E. **Toyota: a Fórmula de Inovação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007

MATT, D. T. Adaptation of the Value Stream Mapping Approach to the Design of Lean Engineer-To-Order Production Systems. **Jornal of Manufacturing Technology Management**, v. 25, n. 3, p. 334-350, abr. 2014.

MEDEIROS, A. P.; SEIBEL, S.; JORGE, R. N.; FERNANDES, A. A. **Lean Thinking and Product Innovation in the Furniture Industry**. Proceedings of the 21th international Conference in Design Theory and Methodology, San Diego, CA, August 30, September 2, 2009.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: integrando pessoas, processo e tecnologia**, Tradução Raul Rubennich, Porto Alegre, Bookman, 2008.

MURMAN, E. **Lean aerospace engineering**. Cambridge: for Massachusetts Institute of Technology, 2007.

PANDIT, A.; ZHU, Y. **An Ontology-Based Approach to Support Decision-Making for the Design of ETO (Engineer-To-Order) Products**. *Automation in Construction*, v.16, n. 6, p. 759-770, 2007.

PINTO, J. P. (2009). **Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras**. 2. ed. Lisboa: Lidel.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Project Management Institute, 14 Campus Boulevard, Quinta edição, 2013.

PRIOUL, A. (2008). **Production Leveling**.

RAHIM, A. R. A., BAKSH, M. S. N. The need for a new product development framework for engineer-toorder products. **European Journal Of Innovation Management**, v. 6, n. 3, p.182-196, 2003.

RAUCH, E; DALLASEGA, P; MATT, D. T. **Critical Factors for Introducing Lean Product Development to Small and Medium sized Enterprises in Italy**. *Procedia CIRP* 60: 2017; 362-67.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SAIA, R. **Proposta de Classificação para a Tipologia de Produção Engineer to Order e Definição das Melhores Práticas de Manufatura em tais Ambientes**. [s.1.] Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (EESC-USP), 2013.

SALGADO, G. E. *et al.* **Análise da aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. *Gestão & produção*, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-346, 2009.

SCHERER, J. O. **Gestão de riscos em projetos de implantação da metodologia lean**. 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

SCULZE, A. *et al.* Exploring the 4I framework of organisational learning in product development: value stream mapping as a facilitator. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 26, n. 12, p. 1136-1150, 2013.

SHOOK, J. Toyota's Secret: The A3 Report. **MIT Sloan Manegement Review**, vol. 50, n. 4, 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMONETTI, M. L. **Análise das Funcionalidades da Integração entre Sistemas CAD/PDM e ERP**. 2002. 157 f. Dissertação (Mestrado) – ITA. Divisão de Pós-Graduação do

Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Campo Montenegro, São Bernardo do Campo, SP, Brasil, 2002 Acessado em: 18/08/2012.

SOLTERO, C. Creating an adaptable workforce: Lean training and coaching for improved environmental performance. **Environmental Quality Management**, v. 21, n. 1, p. 9-22, 2011.

STAUFEN-TAKTICA. **Shopfloor Management Ensures Lean Success**. Kongën: Staufen, [20--]. Disponível em: https://www.staufen-taktica.com.br/fileadmin/BR/brochure/PORT/Shop_Floor_Management_Brochura.pdf. Acesso em: 5 fev. 2016.

SUM, F. **Lean e a melhoria de processos de backoffice**: Implantação de ferramentas lean no gerenciamento de um CSC. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

TOVOINEN, T. Continuous innovation: Combining Toyota Kata and TRIZ for sustained innovation. **Procedia Engineering**, v. 131, p. 963-974, 2015.

TYAGI, S. *et al.* Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. **International Journal of Production Economics**, v. 160, p. 202-212, 2015.

WARD, A. C. **Lean Product and Process Development**. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 2007.

WELO, T.; RINGEN, G. Investigating Lean development practices in SE companies: A comparative study between sectors. **Procedia Computer Science**, vol. 44, n. 1, p. 234-243, 2015.

WELO, T.; RINGEN, G. Beyond Waste Elimination: Assessing Lean Practices in Product Development. **Procedia Computer Science**, vol. 50, p. 179-185, 2016.

WENG, J. *et al.* Acquiring Orders Using Requirement Specifications for Engineer-to-Order Production. **Journal o Japan Industrial Management Association**, v. 64, p. 620-627, 2014.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Máquina que Mudou o Mundo**: Baseado no Estudo do Massachusetts Institute of Tecnology Sobre o Futuro do Automóvel. Tradução de Ivo Korytowski. Nova ed. ver. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YEH, T. M. **Performance improvement in new product development with effective tools and techniques adoption for high-tech industries**. Quality and Quantity, doi 10.1007/s11135-008-9186-7, 2008.

ZAUNER, A. *et al.* Customer perceived value-Conceptualization and avenues for future research. **Cogent Psychology**, v. 2, n. 1, 2015.

APÊNDICE

A.1 Figuras

Figura A.1 – Formulário de Tenazes para tijolos

DADOS DO CLIENTE

Empresa: _____

Cidade/Estado: _____

Fone(s): _____

Pessoas(s) de contato: _____

Email(s): _____

EQUIPAMENTO: TENAZES PARA TIJOLOS

Qual operação:

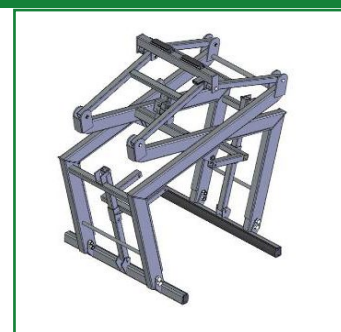
- () Carregar/descarregar caminhões.
 () Retirar tijolos/blocos do vagão (forno).
 () Movimentação interna.

Outro: _____

Se movimentados tijolos, que tipo de tijolo será movimentado:

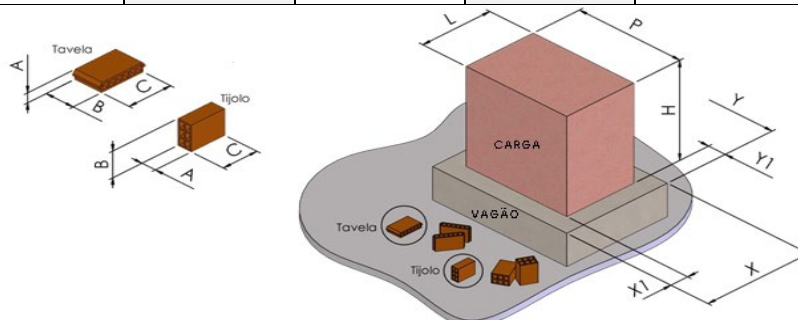
- () Tijolo “verde” (cru).
 () Tijolo queimado.

Observações: _____



Dimensões do tijolo/bloco ou tavela:

| Tijolo/Bloco ou Tavela | | Mod.1 | Mod. 2 | Mod. 3 | Mod. 4 | Mod. 5 |
|------------------------|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| A | Largura (mm) | | | | | |
| B | Altura (mm) | | | | | |
| C | Comprimento | | | | | |
| | Peso unitário | | | | | |
| Carga | | | | | | |
| L | Largura | | | | | |
| P | Profundidade | | | | | |
| H | Altura | | | | | |
| X1 | Lateral | | | | | |
| Y1 | Frontal | | | | | |
| | Peso | | | | | |
| Vagão | | | | | | |
| X | Largura | | | | | |
| Y | Profundidade | | | | | |



Fonte: Autor (2020).

Figura A.2 – Informações desenvolvidas referente ao processo de corte térmico (oxicorte)

| GRUPO MÁQ. | OPERAÇÃO | DESCRIÇÃO | OBSERVAÇÕES | IMAGENS |
|--|----------|--|--|---------|
| GM003 | 103 | PLASMA MESSER | ESP. MÁX.PLASMA: 31,75 mm; TOLERÂNCIA: +/- 1,5 MM | |
| | | ESPESSURA X RAI0 | | |
| | | * 1,52 à 7,93 mm = RAI0 MÍNIMO DE CORTE 2,5 mm. * 8 à 16 mm = RAI0 MÍNIMO DE CORTE 3 mm. * 19,05 à 31,75 mm = RAI0 MÍNIMO DE CORTE 4,5 mm. | | |
| | | COMPR. MÁX.: 12000 mm; LARG.: 3000 mm; ESP. MÁX.: 31,75 mm Ø MÍN. P/ FURAÇÃO NO PLASMA: 1,5 X ESP. DA CHAPA | | |
| ATENÇÃO: CHAPAS GALVANIZADAS NÃO SÃO CORTADAS NO PLASMA E OXICORTE. | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Figura A.3 – Informações desenvolvidas referente ao processo de conformação de materiais

| GM010 | GM012 | GM040 | DOBRA 2º | MAIS INFORMAÇÕES | |
|----------------------------------|--|---|--------------|-------------------|------------------------------|
| RAIO (Ri) | ESPESSURA(t) | COMPRIMENTO DE DOBRA | MATRIZ (V) | MATERIAL | LIMITE DE RESISTÊNCIA (N/mm) |
| 6 | 5 | 1000 | 40 | 38 (similar LN) | 600 |
| RESULTADOS | | OBSERVAÇÃO | | | |
| BORDA MINIMA (B) | 28 | N/A | | | |
| RAIO MÍNIMO (Ri) | 5 | DOBRA | | | |
| ESFORÇO (T) | 60 | DOBRA | | | |
| MÁQUINA | GM010 | DOBRA | | | |
| MAIOR PUNÇÃO (comprimento em mm) | 2000 | DOBRA | | | |
| MAIOR MATRIZ (comprimento em mm) | 4000 | DOBRA | | | |
| MAIOR PUNÇÃO EXISTENTE | | CALCULAR O: | | auxílio | resultados |
| CÓDIGO | E10252-062-1 | Calcular a abertura de dobra (V – mm) conhecendo o “Ri” | | $V = Ri \cdot 6$ | 36 |
| SITUAÇÃO DA FERRAMENTA | 2000 | Para se calcular o borda mínimo externo (B – mm) conhecendo o “V” (Somente para dobras a 90°) | | $B = 0,7 \cdot V$ | 25,2 |
| OBSERVAÇÃO | Existe mais de um punção com este raio | Para se calcular o Raio Interno (Ri – mm) conhecendo o “v” | | $Ri = V / 6$ | 6 |
| MAIOR MATRIZ EXISTENTE | | | | | |
| CÓDIGO | E10252-107 | | | | |
| SITUAÇÃO DA FERRAMENTA | 4000 | | | | |



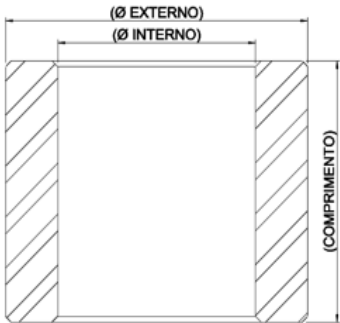
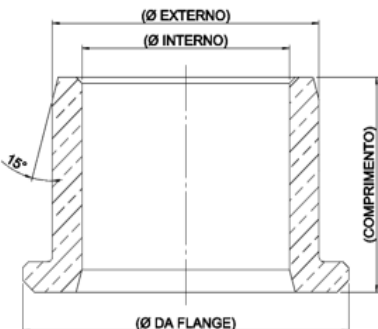
Fonte: Autor (2020).

Figura A.4 – Informações desenvolvidas referente a especificações de soldagem

| Resumo das EPS | | | | | | | 15/08/2018 11:26 | Atualizado: 13/07/2018 | VOLTAR | | | |
|----------------|----------------|---------|----------|-------------------|---------------|---------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| Material 1 | Material 2 | EPS | Arame | Diâmetro do arame | Tipo de junta | Posição | Caracterist... | Tipo de ... | Processo de so... | Ir para Tempos Reunidos | | |
| A131 | A131 | 78/10 | ER70XX | | T-A | (vazio) | Pulsado | T | Robotizado | Curto-Circuito | | |
| A36 | A36 | 79/10 | ER110XX | | T | 3G | Curto Circuito | T-A | Semi automático | Pulsado | | |
| A500 GRAU A... | A500 GRAU A... | 82/10 | ER308LSI | | T-A | 4G | (vazio) | A | (vazio) | Pórticos | | |
| A500 GRAU B | A500 GRAU B | 84/10 | ER309 | | | | | (vazio) | | MT6 | | |
| A53 | A53 | 95/10 | ER5356 | | | | | | | Laterais | | |
| AR 400 | AR 400 | 97/10 | ER80XX | | | | | | | MT5 | | |
| ASTM 572 | ASTM 572 | (vazio) | (vazio) | | | | | | | MT8 | | |
| | | | | | | | | | | SPS | | |
| | | | | | | | | | | Solda UH | | |
| | | | | | | | | | | Robôs | | |
| Material 1 | Material 2 | EPS | Arame | Diâmetro do arame | Tipo de junta | Posição | Classificação da Solda | Processo de soldagem | Características Elétricas | Pré-Aquecimento | Temp. Entre passes | Espessura |
| A36 | A36 | 202/17 | ER70XX | | T-A | | MAG | Robotizado | Pulsado | 35°C | 250°C | |
| A36 | A36 | 92/10 | ER70XX | | T | | MAG | Robotizado | Pulsado | 35°C | 250°C | |
| A36 | A36 | 94/06 | ER70XX | | T-A | | MAG | Robotizado | Pulsado | 35°C | 250°C | |
| A36 | A36 | 173/15 | ER70XX | | T-A | | MAG | Semi automático | Pulsado | | 250°C | |

Fonte: Autor (2020).

Figura A.5 – Descrição padronizada para buchas

| BUCHAS - DESCRIÇÃO PADRONIZADA | | | | | |
|--|-----------------------|---|--|--|---------------------------------------|
| FAMÍLIAS: Este padrão descritivo é exclusivo para buchas, e o mesmo engloba as famílias P002. | | | | | |
| DESCRIÇÃO: Abaixo está disponível o método descritivo que deve ser seguido para este tipo de componente | | | | | |
| <u>BUCHA</u> | <u>ACO</u> | <u>SF</u> | <u>30X40X35 MM</u> | <u>GEHS/CARR</u> | <u>2332</u> |
| NOME | MATERIAL | MODELO | DIMENSÃO | APLICAÇÃO | REFERÊNCIA |
| NOME DA PEÇA | MATERIAL CONSTITUTIVO | SF | 1- DIAM. INT. X DIAM. EXT. X COMPRIMENTO | APLICAÇÃO DA PEÇA + AONDE O EQUIPAMENTO É ACOPLADO | 4-5 ULTIMOS DIGITOS DO CÓDIGO DO ITEM |
| | | CF | 2- DIAM. INT. X DIAM. EXT. X DIAM. FLANGE X COMPRIMENTO | | |
| NOME: Nome da peça conforme família de material, ou seja, o nome do item deve começar com o nome da família do mesmo. | | | | | |
| MATERIAL CONSTITUTIVO: Material de construção do item. | | | | | |
| MODELO: Modelos de buchas. | | | | | |
| | | 1) SEM FLANGE | 2) COM FLANGE | | |
| | |  |  | | |
| DIMENSÕES: Variação dimensional de acordo com o modelo. A dimensão é determinante para a classificação fiscal (NCM) da bucha. | | | | | |
| | |  |  | | |
| APLICAÇÃO: Aplicação da peça (ou modelo de equipamento onde a mesma é montada) + aplicação do equipamento (ou onde o equipamento é acoplado). | | | | | |
| REFERÊNCIA - Caso possua 2 ou mais itens com mesma descrição, deve ser utilizado os 4 últimos dígitos do código e utilizar estes como referência no final da descrição do item. | | | | | |
| EXEMPLO: Exemplos para descrição padronizada de acordo com os modelos apresentados. | | | | | |
| BUCHA TECHNYL SF 30X40X35MM GEHS/CARR 5133 | | | | | |
| BUCHA TECHNYL CF 30X40X35MM GEHS/CARR 5133 | | | | | |

Fonte: Autor (2020).

Figura A.6 – Pedido de mudança

| PEDIDO DE MUDANÇA | |
|---|---|
| PEDIDO _____ | CLIENTE _____ |
| CÓDIGO _____ | PRAZO DE ENTREGA _____ |
| DESCRIÇÃO _____ | |
| DADOS DA SOLICITAÇÃO | |
| Descritivo da alteração | _____ |
| Justificativa do solicitante | _____ |
| SOLICITANTE _____ | DATA _____ |
| ANÁLISE DO GERENTE DO PROJETO | |
| Análise de outras alternativas para não precisar implementar a mudança: | |
| _____ | |
| Impactos de não implementação do pedido de mudança: | |
| _____ | |
| IMPACTOS | |
| Escopo | _____ |
| Riscos | _____ |
| RH | _____ |
| Qualidade | _____ |
| Cronograma | _____ |
| Custo (R\$) | _____ |
| GERENTE DO PROJETO | NOME _____ DATA _____ ASSINATURA _____ |
| COMITÊ DE CONTROLE DE MUDANÇA | |
| <input type="checkbox"/> Aprovado | NOME _____ DATA _____ |
| <input type="checkbox"/> Reprovado | ASSINATURA _____ |

Fonte: Autor (2020).

Figura A.7 – Checklist de projeto

| | | |
|------------|-----------------------|----------------|
| Pedido: - | Código: - | Descrição: - |
| Cliente: - | Código Configurado: - | Responsável: - |

| CHECK-LIST DE PROJETO | | Situação | Data Finalizado | Observação |
|-------------------------------------|--|--------------|-----------------|------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Assumir tarefa no Fluig | Finalizado | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar pasta do processo "Cliente_Nº Pedido" no diretório "N:\Processos_DATASUL" | Em Andamento | | |
| <input type="checkbox"/> | Salvar informações / dados iniciais recebidos na pasta do processo | N/A | | |
| <input type="checkbox"/> | Modelar projeto 3D | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Verificar / Reaproveitar itens obsoletos e/ou com saldo no estoque (comunicar PCP, custos) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar desenho dimensional "Código_DIM" (Ver aba "Check list Desenho Dimensional") | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Enviar desenho para aprovação | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Alterar / Corrigir / Complementar informações do equipamento no campo "Observação" do Pedido | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Salvar aprovação na pasta do processo Comercial | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Providenciar compra de itens especiais (Unid. Hidráulica, Quadro de Comando, Proteção Perimetral) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Modelar Instalação Hidráulica | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Prever pontos de lçamento | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Definir com MEP / PROGRAMAÇÃO se usinagem será em peças ou em conjuntos | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Fazer reunião de "Engenharia simultânea" e registrar informações no Controle de Pedidos (SAME 01) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Planejar forma de embarque (posição, embalagem, elementos de apoio) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar Detalhamentos | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Cadastrar Estrutura no Datasul através do Integrador | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar código "E" / "I" para itens com processo em terceiros | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Cadastrar Estrutura de / Encaminhar confecção de Adesivos | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Verificar Estoque de Itens Críticos e/ou Importados | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Enviar desenhos para revisor no PDM | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Verificar existência do Esquema Elétrico / Hidráulico (se não existir, solicitar ao setor responsável) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Fazer liberação no Fluig | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Converter PDF's | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Copiar / Revisar / Complementar Instalação Hidráulica | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar catálogo do Equipamento | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Criar catálogo da Instalação Hidráulica | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Conferir existência ou Encaminhar confecção do Manual de Operação | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Conferir existência ou Encaminhar confecção do Relatório de Teste | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Verificar necessidade / Enviar dados do equipamento para publicação no Mailing | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Alimentar informações no Controle de Pedidos (SAME 01) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Fotografar Equipamento (fotos gerais e específicas) | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Fotografar Instalação Hidráulica | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Salvar fotos em pasta com Código do equipamento no diretório "M:\FOTOS" | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Acompanhar Montagem | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Testar equipamento | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Pesar equipamento | Pendente | | |
| <input type="checkbox"/> | Alimentar / Atualizar peso liq. e bruto na tela de cadastro (Aba "Complem") | Pendente | | |

Fonte: Autor (2020).

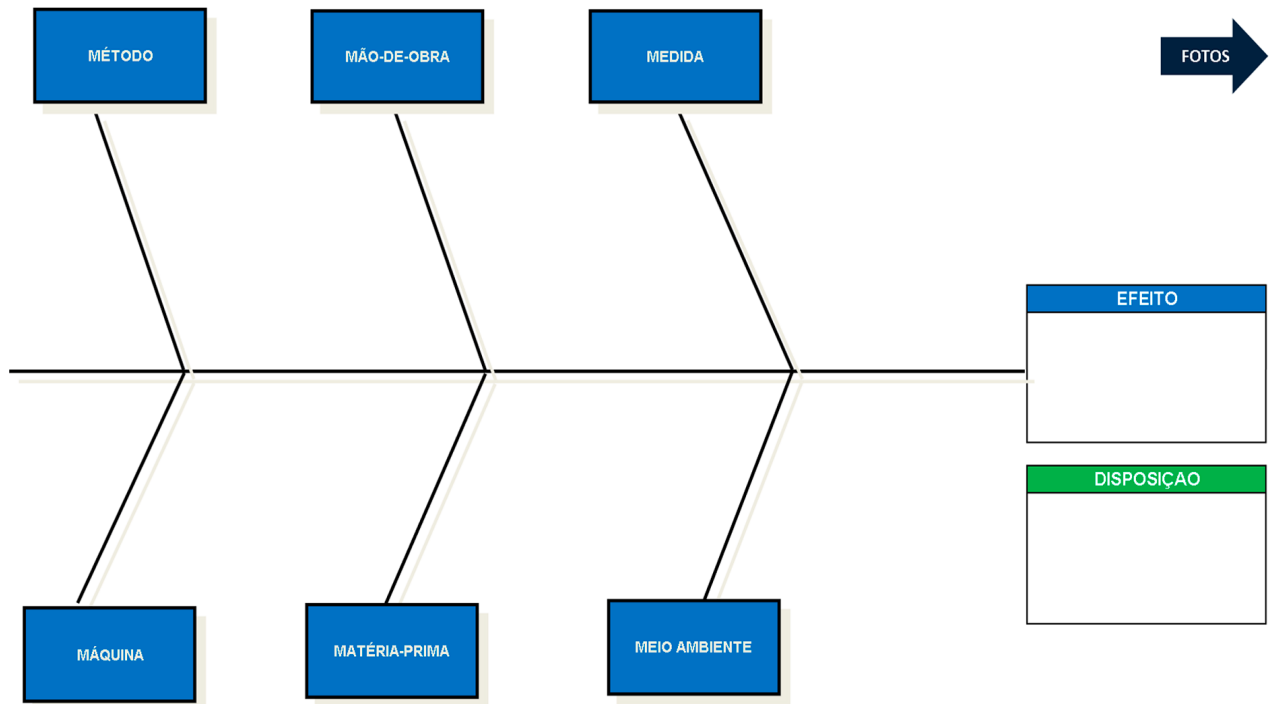
Figura A.8 – Matriz de competências

| CÓDIGO DO NÍVEL | INDICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Soma - Situação Inicial | Soma - nível Desejado | Soma - habilidade desenvolvida | Status inicial | Status pós ações |
|---|-------------------------|------------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|------------------|
| | COLABORADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A | | | B | | | C | | | D | | | E | | | F | | | G | | | H | | | I | | | | | | | |
| DESCRİÇÕES DOS CONHECIMENTOS | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | I | D | H | | | | | |
| | 1 Fazer análise crítica | 5 | 5 | | 2 | 4 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 4 | 4 | | 1 | 2 | | 0 | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 18 | 26 | | |
| 2 Domínio do SolidWorks | 4 | 5 | | 4 | 5 | | 4 | 4 | | 4 | 4 | | 5 | 5 | | 3 | 3 | | 2 | 3 | | 3 | 3 | | 3 | 3 | | 32 | 35 | | | |
| 3 Domínio do AutoCad | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 2 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 20 | 30 | | | |
| 4 Conhecimento em custo de produção | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 3 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 20 | 28 | | | |
| 5 Projetar equipamentos customizados | 5 | 5 | | 4 | 5 | | 3 | 4 | | 4 | 5 | | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 1 | | 26 | 33 | | | |
| 6 Projetar equipamentos especiais | 5 | 5 | | 3 | 4 | | 2 | 3 | | 3 | 4 | | 4 | 5 | | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 21 | 27 | | | |
| Dimensionar componentes | 5 | 5 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 17 | 26 | | | |
| 7 Cadastrar estruturas | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 45 | 45 | | | |
| 8 Revisar e aprovar desenhos técnicos | 5 | 5 | | 3 | 5 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 22 | 33 | | | |
| 9 Desenho técnico / detalhamento | 5 | 5 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 24 | 32 | | | |
| 10 Elaboração de catálogo/databook | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 45 | 45 | | | |
| 11 Solicitações no ECM (SAE) e Fluig | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 4 | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 44 | 45 | | | |
| 12 Elaboração de relatório de teste | 5 | 5 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 4 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 23 | 31 | | | |
| 13 Elaborar estudo de produtos | 5 | 5 | | 4 | 5 | | 4 | 5 | | 4 | 5 | | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 27 | 35 | | | |
| 14 Conhecimento de normas técnicas | 4 | 5 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 12 | 28 | | | |
| 15 Conhecimento dos equipamentos | 4 | 5 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 4 | 5 | | 2 | 4 | | 1 | 2 | | 2 | 4 | | 2 | 4 | | 21 | 36 | | | |
| 16 Conhecimento em hidráulica | 3 | 5 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 5 | 5 | | 15 | 28 | | | |
| 17 Conhecimento em elétrica | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 5 | 5 | | 13 | 22 | | | |
| 18 Conhecimento em processos de fabricação - corte | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 18 | 27 | | | |
| 19 Conhecimento em processos de fabricação - dobra | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 18 | 27 | | | |
| 20 Conhecimento em processos de fabricação - solda | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 18 | 27 | | | |
| 21 Conhecimento em processos de fabricação - usinagem | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 18 | 27 | | | |
| 22 Conhecimento em processos de fabricação - montagem | 4 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 18 | 27 | | | |
| 23 Coordenar equipes de projetos e melhorias | 5 | 5 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 2 | 3 | | 1 | 2 | | 19 | 27 | | | |
| 24 Domínio da língua inglesa | 2 | 4 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 4 | 4 | | 1 | 3 | | 1 | 2 | | 13 | 26 | | | |
| TOTAL / EQUIPE | 105 | 121 | | 66 | 95 | | 63 | 90 | | 65 | 91 | | 73 | 95 | | 53 | 76 | | 39 | 59 | | 53 | 77 | | 50 | 69 | | 567 | 773 | | | |

| Procedimento para treinamento de Colaboradores | Legenda dos níveis das competências |
|---|--|
| 1-Realizar avaliação de competências por colaborador e por processo; 2- Definir o colaborador a ser treinado; 3- Definir colaborador baseado na competência que não possui colaboradores habilitados suficientes; 5- Preparar Planejamento de treinamento 6- Realizar avaliação do nível do colaborador após o treinamento. | Nível 1 ■ Não conhece ou conhece o insuficiente Nível 2 ■ Conhece bem mas tem dificuldades em aplicar Nível 3 ■ Aplica o suficiente mas poderia ser melhor Nível 4 ■ Aplica perfeitamente mas pouca habilidade em multiplicar Nível 5 ■ Multiplicador eficiente |
| Observações: 1- Após 1 mês sem realizar atividade, colaborador automaticamente é decrescido em 2 níveis; 2- Após 3 meses sem realizar a atividade, colaborador retorna ao nível 1 no processo. | |

Fonte: Autor (2020).

Figura A.9 – Análise de causa-raiz



PARTICIPANTES: _____

DATA: _____

ANÁLISE DOS 5 PORQUÊS

| | CAUSA 1 | CAUSA 2 | CAUSA 3 |
|-----------|---------|---------|---------|
| 1º PORQUÊ | | | |
| 2º PORQUÊ | | | |
| 3º PORQUÊ | | | |
| 4º PORQUÊ | | | |
| 5º PORQUÊ | | | |

PLANO DE AÇÃO

| Ação Corretiva | Quem | Quando | Status |
|----------------|------|--------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fonte: Autor (2020).



UPF

UNIVERSIDADE
DE PASSO FUNDO

UPF Campus I - BR 285, São José
Passo Fundo - RS - CEP: 99052-900
(54) 3316 7000 - www.upf.br