

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

BRUNO MIGUEL BACCIN

**PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE
PADRONIZAÇÃO DE COMPONENTES**

São Leopoldo
2017

Bruno Miguel Baccin

PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE
PADRONIZAÇÃO DE COMPONENTES

Dissertação apresentada à Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como
requisito parcial para a obtenção título de
Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas

Orientador:

Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior

São Leopoldo

2017

B117p Baccin, Bruno Miguel

Proposição de um método para implantação de um programa de padronização de componentes / por Bruno Miguel Baccin. – 2017.

120 f. : il., 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2017.

Orientação: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior.

Catálogo na Fonte:

Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo para relação da variedade, performance, vendas.....	18
Figura 2: Fatores que influenciam na Variedade de Produtos	20
Figura 3: Interação entre as dimensões que um sistema complicado.	22
Figura 4: Estrutura de Valor.	28
Figura 5: Exemplo da classificação das variáveis de função em uma caneta.	30
Figura 6: Componentes Básicos da Metodologia de AV/EV.	31
Figura 7: Metodologia de análise funcional proposta por Assunção (2003).	32
Figura 8: Etapas Básicas do Processo de Criatividade propostas por Maramaldo (1983).	34
Figura 9: Plano de Trabalho proposto por Miles (1960)	37
Figura 10: Método de trabalho proposto por Azambuja (1995)	43
Figura 11: Modelo conceitual do diagrama FAST	45
Figura 12: Operacionalização da Técnica Fixo <i>versus</i> Variável	47
Figura 13: Modelo de definição da abrangência da Faixa de Variação	48
Figura 13: O processo geral da metodologia DR.....	56
Figura 14: Método de trabalho	57
Figura 15: Proposta de M0	61
Figura 16: Preparação do Programa	62
Figura 17: Planejamento do Programa	65
Figura 18: Matriz de Priorização	66
Figura 19: Sugestão de Equipe Multidisciplinar	68
Figura 20: Padronização	69
Figura 21: Modelo de construção da classificação.	70
Figura 22: Gestão do Programa.	73
Figura 23: Países de atuação da empresa.....	76
Figura 24: Matriz de Priorização	81
Figura 25: Cronograma geral do programa de padronização.....	84
Figura 26: Diagrama FAST Grupo de Parafusos.....	85
Figura 27: A3 Padrão de apresentação dos resultados (Parafusos).....	87
Figura 28: Faixa de Variação – Padronização por Tipo	88
Figura 29: Faixa de Variação – Padronização por Comprimento.....	88
Figura 30: Técnica Multifuncionalidade e Integração - Parafusos	89
Figura 31: Cronograma de Implantação das Propostas de Padronização	92
Figura 32: Percentual de Redução com a Padronização	94
Figura 33: Cronograma do Programa com data real de implantação.....	95
Figura 34: Método (M1) construído a partir da avaliação do (M0).....	106
Figura 35: Alterações na Etapa 1 – Preparação do Programa de Padronização.....	107
Figura 36: Alterações na Etapa 2 – Gestão do Programa	108
Figura 37: Alterações na Etapa 3 – Padronização	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Método de implantação AV/EV proposto por Pereira (1994)	38
Quadro 2: Recursos para obtenção de informações Pereira (1994)	40
Quadro 3: Tipos de viabilidade	42
Quadro 4: Tipos de Artefatos	54
Quadro 5: Exemplo de qualificação de descrição.....	64
Quadro 6: Exemplo de utilização do modelo de pontuação da priorização.....	67
Quadro 7: Avaliação da capacitação	78
Quadro 8: Principais Grupos de Materiais.....	79
Quadro 9: Descrição do Grupo Painéis antes da qualificação	80
Quadro 10: Descrição Qualificada do Grupo Painéis	80
Quadro 11: Resultado da Priorização	82
Quadro 12: Composição das Equipes Multidisciplinares	83
Quadro 13: Redução obtida com a classificação	86
Quadro 14: Técnica de Simple Comparação Parafusos	87
Quadro 15: Modelo de saída do Plano de Substituição	90
Quadro 16: Exemplo do modelo de Lista Padrão	91
Quadro 17: Avaliação do Método quanto ao DSR	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV – Análise de Valor

DR – *Design Research*

DFA – *Design for Assembly*

EV- Engenharia de Valor

FAST- *Functional Analysis System Technique*

QFD - *Quality Function Deployment*

DFM- *Design for Manufacturing*

PCP -*Programação e Controle da Produção*

JIT- *Just In Time*

RESUMO

O acirramento da competitividade no ambiente industrial, relacionado ao fenômeno da globalização, direciona as organizações a buscar continuamente otimizar seus negócios. Um mercado formado por clientes cada vez mais exigentes sob o ponto de vista de preços, atendimento, qualidade e tecnologia, somado a uma competição com empresas internacionais tende a apresentar dificuldades para a competição das empresas brasileiras. Este cenário econômico aponta para o acirramento da competição através do aumento da variedade de produtos e da redução do tamanho dos lotes de fabricação. O referencial teórico busca apresentar os principais aspectos teóricos acerca do impacto que a variedade de produtos causa sobre os sistemas produtivos e também as principais metodologias e técnicas que auxiliam no entendimento e padronização do portfólio de componentes. A partir desse cenário, o presente trabalho propõe um método geral para implantação de um programa de padronização que tem por objetivo auxiliar na redução de variedade de componentes, mantendo a mesma diversidade de produtos ofertados ao mercado. O método de pesquisa foi o Design Research e a etapa empírica do trabalho foi realizada em uma empresa do setor metal-mecânico, localizada em Farroupilha (RS). O método proposto teve como base cinco fontes de informação: i) os conceitos e técnicas existentes no âmbito da literatura; ii) proposições teóricas da pesquisa; iii) conhecimento empírico de um grupo de especialistas, que avaliou o método antes de sua aplicação; iv) contribuição dos profissionais da empresa e do próprio pesquisador a partir da aplicação do método; e v) a avaliação do método a partir da aplicação do mesmo em ambiente empresarial. Ao término do estudo, chegou-se a uma proposta final de método que está disponível para novas aplicações.

Palavras –Chave: Padronização. Redução de Variedade. *Design Research*.

ABSTRACT

The intensification of competitiveness in the industrial environment, related to the phenomenon of globalization, directs organizations to continuously seek to optimize their businesses. A market made up of increasingly demanding customers from the point of view of prices, service, quality and technology, coupled with a competition with international companies tends to present difficulties for the competition of Brazilian companies. This economic scenario points to the intensification of competition by increasing the variety of products and reducing the size of manufacturing lots. The theoretical framework seeks to present the main theoretical aspects about the impact that the variety of products has on the productive systems and also the main methodologies and techniques that help in the understanding and standardization of the component portfolio. From this scenario, the present work proposes a general method for the implementation of a standardization program whose objective is to help reduce the variety of components while maintaining the same diversity of products offered to the market. The research method was Design Research and the empirical stage of the work was carried out in a metal-mechanic company located in Farroupilha (RS). The proposed method was based on five sources of information: i) the concepts and techniques existing in the literature; ii) theoretical propositions of the research; iii) empirical knowledge of a group of experts, who evaluated the method before its application; iv) contribution of the professionals of the company and the researcher himself from the application of the method; and v) the evaluation of the method from the application of the same in business environment. At the end of the study, a final method proposal was made available for new applications.

Keywords: *Standardization. Reduction of Variety. Design Research.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contextualização do tema de pesquisa	11
1.2	Problema de pesquisa	12
1.3	Objetivos	12
1.4	Justificativa.....	13
1.5	Delimitação do estudo	15
1.6	Estrutura do trabalho	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Diversificação de Produtos na Empresa: Considerações Iniciais.....	17
2.2	Sistemas Complicados.....	18
2.2.1	<i>A Variedade de Produtos.....</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>A Variedade na Manufatura.....</i>	<i>20</i>
2.3	Padronização	23
2.4	Análise de Valor (AV)/ Engenharia de Valor (EV)	25
2.4.1	<i>Significado da Análise de Valor.....</i>	<i>25</i>
2.4.2	<i>Definição de valor</i>	<i>27</i>
2.4.3	<i>Função.....</i>	<i>28</i>
2.4.4	<i>Componentes básicos da metodologia de AV/EV.....</i>	<i>30</i>
2.4.5	<i>Metodologias para AV/EV.....</i>	<i>36</i>
2.4.6	<i>Técnicas auxiliares para padronização</i>	<i>44</i>
3	METODOLOGIA.....	50
3.1	Pesquisa Científica	50
3.2	Design Research.....	53
3.2.1	Metodologia do Design Research.....	55
3.3	Método de trabalho.....	56
4	PROPOSTA DO MÉTODO (M0).....	60
4.1	ETAPA 1 – Preparação do Programa de Padronização	62
4.1.1	<i>Definir comitê de gestão do programa.....</i>	<i>63</i>
4.1.2	<i>Capacitação do comitê de gestão.....</i>	<i>63</i>
4.1.3	<i>Definir/categorizar grupo de materiais.....</i>	<i>63</i>
4.1.4	<i>Qualificar nomenclaturas e descrições</i>	<i>64</i>
4.2	ETAPA 2 – Planejamento do Programa.....	64
4.2.1	<i>priorizar grupo de materiais</i>	<i>65</i>
4.2.2	<i>Definir equipe multidisciplinar</i>	<i>67</i>
4.2.3	<i>treinamento para equipe.....</i>	<i>68</i>
4.2.4	<i>formalizar cronograma de trabalho</i>	<i>68</i>
4.3	ETAPA 3 – Padronização	68
4.3.1	<i>Análise Funcional.....</i>	<i>70</i>
4.3.2	<i>Classificação itens X Função</i>	<i>70</i>
4.3.3	<i>Aplicar técnicas de padronização</i>	<i>70</i>
4.3.4	<i>Análise de Substituição.....</i>	<i>71</i>
4.3.5	<i>validação da proposta</i>	<i>72</i>
4.3.6	<i>Formalizar lista padrão do grupo de materiais</i>	<i>72</i>
4.3.7	<i>cronograma de implantação.....</i>	<i>72</i>
4.3.8	<i>Alteração de desenhos e estruturas.....</i>	<i>73</i>
4.3.9	<i>Destino de estoques</i>	<i>73</i>
4.4	ETAPA 4 – Gestão do Programa de Padronização	73

4.4.1	<i>Acompanhamento do macro cronograma de padronização</i>	74
4.4.2	<i>treinamentos e reciclagens</i>	74
4.4.3	<i>Análise de Indicadores</i>	74
4.4.4	<i>Validação do cronograma do programa</i>	74
5	APLICAÇÃO DO MÉTODO EM UM AMBIENTE EMPRESARIAL	75
5.1	<i>Apresentação da Empresa</i>	75
5.2	<i>Aplicação do Método (M0)</i>	76
5.3	APLICAÇÃO – Preparação do Programa	77
5.3.1	<i>Definir comitê de gestão do programa</i>	77
5.3.2	<i>Capacitação do comitê de gestão</i>	77
5.3.3	<i>Definir/ categorizar grupos de materiais</i>	78
5.3.4	<i>qualificar nomenclaturas e descrições</i>	79
5.4	APLICAÇÃO – Planejamento do Programa	81
5.4.1	<i>Priorizar grupo de materiais</i>	81
5.4.2	<i>definir equipe multidisciplinar</i>	83
5.4.3	<i>treinamento para equipe</i>	83
5.4.4	<i>Formalizar cronograma de trabalho</i>	83
5.5	APLICAÇÃO – Padronização	84
5.5.1	<i>Análise Funcional</i>	84
5.5.2	<i>Classificação item x função</i>	85
5.5.3	<i>Aplicar Técnicas de Padronização</i>	86
5.5.4	<i>Análise de Substituição</i>	89
5.5.5	<i>Validação da Proposta</i>	90
5.5.6	<i>Formalizar Lista padrão do Grupo</i>	91
5.5.7	<i>Formalizar cronograma de implantação</i>	91
5.5.8	<i>Implantação das propostas</i>	92
5.6	APLICAÇÃO – Gestão do Programa	92
5.6.1	<i>Acompanhamento do Cronograma de Padronização</i>	93
5.6.2	<i>Análise dos indicadores</i>	93
5.6.3	<i>Validação do cronograma</i>	94
6	AVALIAÇÃO DO MÉTODO (M0) E PROPOSTA DO (M1)	96
6.1	<i>Avaliação da Aplicação do Método</i>	96
6.1.1	<i>Tentativa de execução do método</i>	96
6.2	<i>Avaliação em relação ao DSR:</i>	102
6.3	<i>Avaliação Geral do Método</i>	103
6.4	<i>Método Proposto (M1) a Partir da Avaliação Crítica do Método (M0)</i>	105
7	CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	
	111	
7.1	<i>Conclusões</i>	111
7.1.1	<i>Conclusões relativas ao método proposto</i>	111
7.1.2	<i>Conclusões relativas à metodologia de pesquisa aplicada</i>	113
7.2	<i>Limitações da Pesquisa</i>	113
7.3	<i>Sugestões e Recomendações para Trabalhos Futuros</i>	114
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
	ANEXOS	117

1 INTRODUÇÃO

O acirramento da competitividade no ambiente industrial, relacionado ao fenômeno da globalização, direciona as organizações a buscar continuamente otimizar seus negócios. Um mercado formado por clientes cada vez mais exigentes sob o ponto de vista de preços, atendimento, qualidade e tecnologia, somado a uma competição com empresas internacionais tende a apresentar dificuldades para a competição das empresas brasileiras (KLIPPEL et al., 2005).

Para sobreviver as empresas precisam aprimorar seus processos produtivos e também desenvolver produtos bem projetados, que sejam simples de se fabricar. Assim, para atingir tais necessidades a inteligência organizacional deve ser explorada levando em conta a diversificação de produtos, de modo que as diretrizes estejam relacionadas a diminuir a dificuldade de gestão do produto e do sistema de produção (NOZHY; BADROUS, 2011). Alguns elementos promovem a dificuldade que atua sobre a gestão de uma organização sendo eles muitas vezes ligados ao ambiente externo de mercado como por exemplo a relação entre a oferta e a demanda global ou até mesmo a precificação dos produtos, e a elementos internos como o desenvolvimento de novos produtos (GATI-WECHSLER; TORRES, 2008).

Barbosa et al. (2013) afirmam que na busca constante por excelência, a maioria das empresas buscam implantar soluções automatizadas em sua fabricação, montagem e processos. As empresas que desenvolvem produtos diferenciados em termos de qualidade e tecnologia são as que possuem maior aderência na automatização dos processos produtivos (BORJESSON; HÖLTTÄ-OTTO, 2014). Com base nisso, a cada dia, as atenções estão sendo direcionadas para o projeto e lançamento dos produtos.

Com prazos para desenvolvimento de novos produtos, cada vez mais exíguos, pode não se verificar a existência de outras peças parecidas que poderiam ser utilizadas, sem a necessidade do desenvolvimento ser totalmente novo (WANG; HU, 2010). Pode-se destacar que a não utilização de boas práticas no desenvolvimento tende acarretar na criação de novos itens que muitas vezes podem ser parecidos entre si no que diz respeito à sua funcionalidade. A administração da diversidade destes componentes exige cuidados especiais, pois a probabilidade de ocorrer erros operacionais se torna maior à medida que é na fábrica que esta complexidade tende a ser observada (ELMARAGHY et al., 2013).

Em função disto é possível afirmar que a standardização de peças ou padronização de componentes é uma necessidade a ser alcançada para a simplificação dos processos de produção, e convergindo para uma redução de custos operacionais e de materiais, a melhorias

nos níveis de serviços prestados pelas áreas de apoio e, até mesmo, na simplificação das atividades na área de compras da empresa (MARTIN; ISHII, 2002).

1.1 Contextualização do tema de pesquisa

Partindo do exposto no item anterior, a questão que parece necessitar aprofundar através de novas pesquisas está associada à análise do portfólio de produtos de uma empresa, e quais diretrizes serão utilizadas para reduzir a quantidade de componentes através de estudos de padronização, guiados pela ótica da análise funcional, etapa de trabalho utilizada nas metodologias de Análise de Valor. As ferramentas oferecidas, muitas delas formadas a partir de uma base conceitual, exigem, muitas vezes, tempo elevado para sua compreensão, implantação e coleta de resultados (HU et al., 2008).

Por esse motivo é possível verificar que existem muitos métodos propostos para o desenvolvimento e melhorias de produtos. Por exemplo o QFD - Quality Function Deployment para o desdobramento da função qualidade, o projeto focado na manufatura: Design For Manufacturing –DFM, o projeto de montagem: Design for Assembly –DFA entre outros, que não são em sua maioria direcionados ao propósito de padronização de componentes mas sim para a concepção de produtos, que maximizem o lucro através da utilização mais eficiente de recursos (AZAMBUJA, 1995). Desta forma, além de demorarem a ser implantados, exigem certo período para que os funcionários e gestores assimilem os conceitos envolvidos.

O conteúdo do presente trabalho compreende a temática da redução da variedade de produtos, identificando mudanças no projeto que possibilitem redução na quantidade global de itens. Esta abordagem por sua vez, promove otimizações na manufatura que minimizam os níveis de dificuldade produtiva impactada pela variedade excessiva de componentes (WAN; EVERS; DRESNER, 2012). A utilização da base teórica da Análise de Valor servirá como base para estabelecer o motivo de existência de um objeto através da abordagem funcional, que uma vez definida sua função, pode facilitar a proposição de oportunidades para a redução de custo, incremento de seu valor, melhora na qualidade e proposição de novas tecnologias de fabricação (MARAMALDO, 1983).

Segundo Svilkis (2003), geralmente, a busca pelo corte de custos em produtos, leva a eliminação de recursos importantes, os quais reduzem a qualidade e a funcionalidade dos produtos e seus serviços. O uso do tema Análise de Valor associada com outras metodologias buscará trabalhar em questões que se constituem em ponto crítico deixado de lado por empresas na hora de fazer melhorias em seus projetos (SVILKIS, 2003).

Conceber uma metodologia para tal finalidade pode auxiliar a adotar uma mudança rápida e estrutural e contínua em um processo que geralmente é considerado lento e exaustivo. Para tal a associação de técnicas de manufatura tais como *Just-in-Time* (JIT), a Manufatura Celular, o Conceito de Perdas dentre outras, associadas com as técnicas de desenvolvimento de produtos podem servir de suporte na elaboração de uma estratégia de produção para a redução da variedade (AZAMBUJA, 1995). Bhushan et.al (2013) afirmam que o estudo do valor representa uma ferramenta relevante suportar a engenharia de custos. Porém sua aplicação muitas vezes não vinculada ao campo manufatureiro e não pautada por uma metodologia acaba parando ainda nas fases de planejamento.

Por fim, reduzir a variedade significa simplificar e eliminar o que é desnecessário e, principalmente, manter uma maior variedade de produtos ofertados no portfólio da empresa, utilizando o menor número de componentes o possível padronizados possível e simplificando o processo produtivo (AZAMBUJA, 1995; HU et al., 2008).

1.2 Problema de pesquisa

O presente trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: “Como a padronização pode minimizar a variedade de componentes para o atendimento da mesma diversidade de produtos?”

1.3 Objetivos

São os seguintes o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação consiste em propor um método para reduzir a variedade de componentes, visando o atendimento do portfólio de produtos da empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral, são os seguintes os objetivos específicos da dissertação:

- Identificar os principais métodos e ferramentas que abordam a análise de portfólio produtos e estudo de produtos, que possam ser úteis para a construção de um método focado na redução de componentes;
- Propor uma sequência de passos lógicos embasados em referenciais teóricos e experiência de vivências, organizados de tal maneira que quando aplicados constituam um método para redução sistemática de componentes;
- Aplicar o método proposto em ambiente real visando a ilustrar a aplicação do método sugerido;
- Avaliar criticamente o método proposto em ambiente real visando a verificar a eficácia e aplicabilidade do método sugerido.

1.4 Justificativa e Lacuna Científica

A seguir são apresentadas a lacuna científica e a justificativa empresarial que sustentam a presente pesquisa.

1.6.1 Lacuna Científica

Como justificativa acadêmica, apresenta-se a necessidade da elaboração de um método para tratar os problemas de variedade fabril oriundos do grande incremento de componentes, constituído a partir dos principais conceitos e técnicas da metodologia de Análise de Valor e de padronização. Dessa forma, a utilização desse método visa preencher uma lacuna conceitual de abordagem da metodologia de valor onde o Valor de Custo é tratado de forma secundária nas principais abordagens existentes na literatura. O uso deste tema de pesquisa tende a caminhar no sentido de esclarecer as eventuais dificuldades advindas do desenvolvimento de produtos, tendo como resultado o aumento da variedade fabril. Além disso Lacerda et al. (2013) expõem em sua pesquisa, que o desenvolvimento de métodos pode contribuir para o avanço da teoria, tendo como consequência um pesquisa podem aumento no conhecimento em determinada área.

Nesse sentido através do uso de um vasto repertório de métodos de pesquisa, parece existir um espaço amplo para a realização de estudos teóricos/práticos na Engenharia de Produção que tenham foco no “como fazer” utilizando a instrumentação conceitual e epistemológica da comunidade científica mundial (LACERDA et al., 2013)

Neste intuito Wang et al. (2010) afirmam ser necessário desenvolver estudos que se preocupem com os impactos dos projetos de produto nos sistemas de produção, tratando-os como fatores importantes na competitividade industrial. Essa dissertação insere-se no contexto supracitado.

1.6.2 Justificativa pelo Prisma da Empresa

No sentido empresarial, o presente estudo justifica-se na medida potenciais ganhos oriundos da prática sistêmica de redução de componentes visando a minimização dos custos de variedade gerados por esta causa. De acordo com (GATI-WECHSLER; TORRES, 2008) o processo de desenvolvimento de produtos mudou radicalmente ao longo das últimas três décadas. Em grande parte o mesmo tornou-se mais complexo com a introdução de novas ferramentas de projeto, fabricação, ferramentas *Lean* e métricas de desempenho. Os autores prosseguem, afirmando que estes novos conhecimentos aumentaram significativamente a variedade e a gestão do desenvolvimento de novos produtos, devido a falhas de comunicação e a não responsabilidade pessoal.

O que é possível perceber na prática é que durante o desenvolvimento de produtos a preocupação da equipe fica em torno da funcionalidade do produto, ou seja, a parte que deveria estar avaliando a conexão entre o produto e o processo produtivo é deixada de lado. (KARAGOZOGLU; BROWN, 1993) relatam em sua pesquisa que 52% dos novos desenvolvimentos são focados no que eles chamam de “melhoria incremental”, ou seja, é feita uma atualização do produto a partir da tecnologia existente. É neste ponto em que muitas vezes o número de componentes começa a crescer descontroladamente.

Diminuir o número de peças semelhantes entre si, ou de outra forma, padronizar o maior número de componentes, traz benefícios decorrentes da:

- Redução de estoques e, conseqüentemente, a redução da ocupação de espaço físico;
- Simplificação do processo de programação e compra de componentes;
- Aumento na produtividade oriunda da facilidade de se produzir produtos semelhantes e facilidade de aproximar uma maior quantidade de componentes nas linhas de montagem;
- Menor movimentação de materiais;

- Ganhos em escala de produção;
- Ganhos em qualidade devido a menor quantidade de componentes para controlar o processo
- Menor necessidade de investimentos em equipamentos e dispositivos para realizar a produção

Diante dos benefícios expostos, essa pesquisa buscará contribuir para a redução de perdas provocadas pela variedade e para a consecução de ganhos e benefícios da redução do número global de componentes e subconjuntos dos equipamentos da empresa em análise.

1.5 Delimitação do estudo

São as seguintes as delimitações do trabalho:

Em primeiro lugar, não faz parte do escopo desta pesquisa analisar o impacto da padronização de componentes na customização dos produtos finais. Com isso avaliações relativas à aceitação do mercado decorrente de mudanças no produto não serão avaliadas. Outra delimitação é a avaliação do *trade-off* entre possíveis aumentos de custos no produto versus a redução de custos operacionais. O foco de trabalho será em redução de componentes e não avaliar os casos em que algum componente possa ter um valor mais alto que o atual.

Cabe destacar, também, que a presente análise tem como objetivo principal propor um método para sistematizar a redução de componentes nas empresas. Portanto, não fará parte do escopo a aplicação das ações propostas a partir da aplicação do método. Em suma, o método será executado no âmbito da avaliação das possibilidades de redução da quantidade de componentes oriunda do excesso de variedades e não na implantação das mesmas.

O método utiliza ferramentas/conceitos que possuem sua origem na concepção do desenvolvimento e atualização de produtos, este trabalho se dará apenas na proposta de atualizações “incrementais” a produtos já existentes.

Por fim a partir da aplicação do método, podem surgir novas ideias e inserções, tendo em vista as observações realizadas na aplicação do mesmo. Desta forma as inserções não serão avaliadas em uma segunda aplicação.

1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em sete capítulos, a saber:

No Capítulo 1 é apresentada a introdução, contextualização, a questão da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, as justificativas (acadêmica e empresarial), a delimitação e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 é apresentado o Referencial Teórico utilizado para a realização da pesquisa.

O Capítulo 3 trata do método utilizado para conduzir o trabalho. Apresenta o método do *Design Research*, a justificativa da sua adoção e o método de trabalho – passos lógicos utilizados para a elaboração da pesquisa

No Capítulo 4, é sugerida a proposta preliminar de método (M0) para concepção de redução de componentes, sendo apresentados, de forma detalhada, os passos lógicos que constituem o mesmo.

No Capítulo 5, o método preliminar (M0) é aplicado na organização estudada. É descrito o contexto no qual a empresa escolhida para o estudo está inserida. São apresentados aspectos técnicos, socioeconômicos e culturais desse segmento industrial e da organização em particular. Ainda: são descritos o processo de aplicação do método e os respectivos resultados, com ênfase nas modificações e inclusões necessárias de serem feitas para aprimorar o método M0 proposto.

No Capítulo 6, o método originalmente proposto (M0) é avaliado. O resultado dessa avaliação é a proposição do método M1 como resultado final da presente pesquisa.

No Capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões e limitações do trabalho, bem como são sugeridas recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são apresentados os principais conceitos utilizados para a construção do Referencial Teórico.

2.1 Diversificação de Produtos na Empresa: Considerações Iniciais

O avanço tecnológico impõe desafios para o atual cenário de mercado em que as empresas estão inseridas. Alguns fatores de impacto no resultado econômico-financeiro estão associados com a qualidade dos produtos e/ou na exigência por novas opções de produtos ofertados (GOTTFREDSON; ASPINALL, 2005). Atrelado a isto existe uma tendência de redução da duração do ciclo de vida dos produtos, ocasionado pela obsolescência mercadológica e/ou tecnológica (PASHAEI; OLHAGER, 2015).

Estas tendências gerais obrigam as organizações a desenvolver novos produtos diferenciados e introduzi-los no mercado da forma mais rápida possível, de acordo com as exigências do cliente e, considerando a possibilidade de facilitar a manufaturabilidade no intuito de reduzir os custos (GATI-WECHSLER; TORRES, 2008). Deste modo, atualmente, visando atender as necessidades dos clientes é necessário que o desenvolvimento e a velocidade de lançamento de produtos seja adequada da ótica da qualidade e veloz para garantir a competitividade das empresas.

Porém, ao se concentrar os esforços no desenvolvimento, muitas vezes fatores importantes não são avaliados. Em particular, é essencial analisar o impacto de um desenvolvimento rápido pode causar no que tange aos custos de variedade gerados, tanto no desenvolvimento do produto como no sistema produtivo, dada a alta variação de produtos requerida pelo mercado. Wan et.al (2012) estudaram o impacto da variedade de produtos nos sistemas produtivos, e sugerem que existe uma relação direta da variedade de produtos no incremento das vendas de uma empresa. Porém, de outra parte tende a ocorrer um efeito indireto causado pela variedade que está associado com a queda de performance operacional. No médio e longo prazo estes custos de variedade tendem a afetar as vendas futuras - Figura 1.

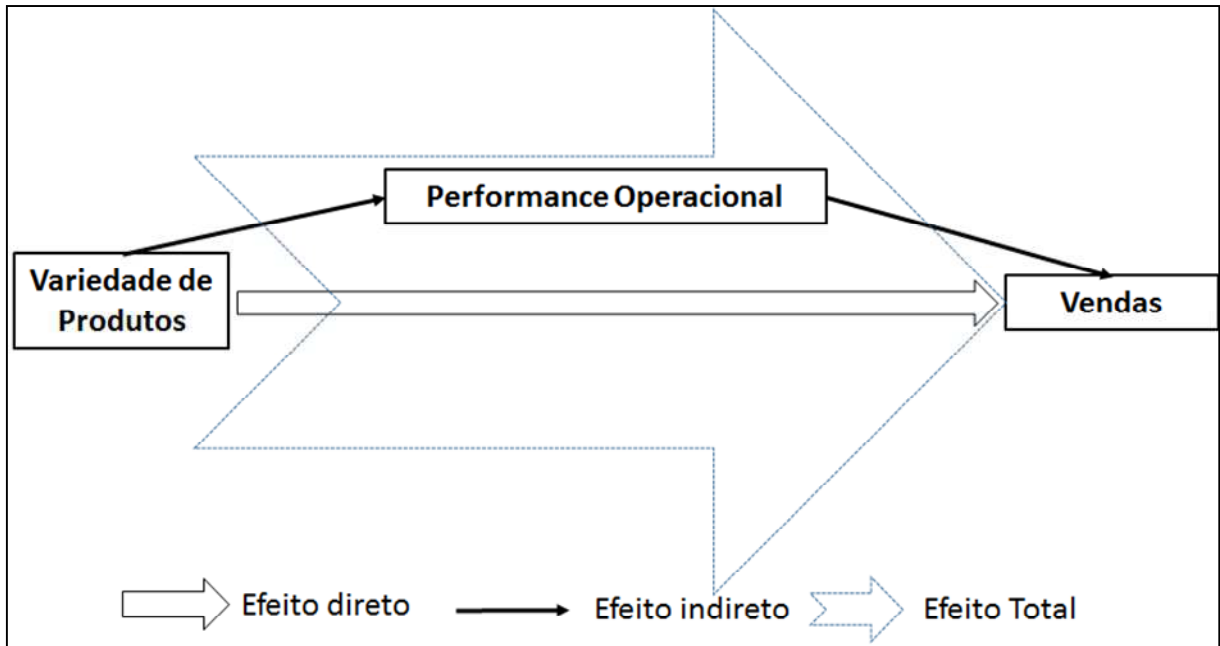


Figura 1: Modelo para relação da variedade, performance, vendas

Fonte: Adaptado de Wan (2012).

Os autores justificam que não importa o quão benéfico será para a empresa o incremento de vendas gerado pela oferta de diferentes produtos, se a variedade no âmbito do sistema produtivo não for controlada os benefícios finais serão minimizados. Portanto, uma questão central a ser tratada é a da gestão da variedade dos produtos e suas implicações e impactos na performance do sistema produtivo (WAN; EVERS; DRESNER, 2012). E, ao fim, no desempenho econômico-financeiro da empresa.

2.2 Sistemas Complicados

Quando ocorrem discussões a respeito do impacto da elevada quantidade de produtos e componentes e sua relação com a manufatura, é comum escutar que esta relação aumenta o 'nível de complexidade' na empresa. Porém, o uso do termo complexidade para estes casos pode não estar precisamente colocado da ótica de seu real significado conceitual. A quantidade de interpretações com relação ao significado de complexidade dificulta sua conceituação. Isto porque cada pesquisa tende a buscar a compreensão do conceito de complexidade a partir das necessidades específicas de cada escopo de trabalho. Para Jacobs (2013), ao tentar oferecer uma definição para complexidade, as respostas sugeridas, em geral, são restritas e incompletas. Isto porque as reflexões efetivadas tendem a buscar a compreensão de sua existência e não uma definição precisa e exata. Segundo Jacobs (2013)

em todos os casos o tema não está associado apenas às muitas partes que envolvem o sistema como um todo, mas também das interações existentes entre elas. Outro ponto que merece ser destacado sobre o tema complexidade, e suas inúmeras descrições, é a respeito da diferenciação em relação ao termo complicado. Neste contexto (SUH, 1999), sugere um conceito que postula o termo “sistema simples/complicado” como a maneira mais precisa para conceituar um conjunto de partes que podem ser analisadas separadamente, com o objetivo de criar soluções específicas para cada uma delas.

Neste sentido, Nozhy (2011) afirma que o nível de simplicidade da manufatura está ligado a quantidade de elementos diferentes, porém relacionados, em que a quantidade de iterações entre eles aumenta (ou não) o esforço necessário para sua gestão.

Perona et al. (2004) afirmam que o nível de simplicidade de um sistema produtivo está relacionado à variedade de produtos e processos que nele estão contidos. Dessa forma, conceitua-se a seguir as principais relações entre a variedade de produtos e manufatura no intuito de entender melhor esta relação com o nível de simplicidade dos sistemas produtivos.

2.2.1 A VARIEDADE DE PRODUTOS

Bozarth et al (2009) afirmam que o produto é o elo que liga diretamente a empresa com seus clientes. É a partir desta dinâmica da relação produto/cliente que a manufatura sofre consequências resultantes da relação daí resultante. Desta forma, o entendimento da variedade dos produtos pode ser aplicado na análise do nível de simplicidade de sistemas de manufatura (JACOBS, 2013).

Algeddawy et.al (2013) relatam em sua pesquisa que a variedade em um produto resulta da concepção e das ações do seu desenvolvimento, onde, as decisões equivocadas das equipes de desenvolvimento acompanharam o produto por todo seu ciclo de vida. Os autores afirmam que o setor de desenvolvimento, muitas vezes, não avalia os custos e impactos que a variedade inserida no produto pode causar na empresa como um todo.

Neste contexto (ALGEDDAWY; ELMARAGHY, 2013; HU et al., 2008; MACDUFFIE; SETHURAMAN; FISHER, 2001) afirmam que a quantidade, os tipos de materiais e a geometria que os componentes de um produto apresentam, estão diretamente ligados ao aumento da sua variedade, visto que esta análise direta muitas vezes é deixada de lado no desenvolvimento e atualização de novos produtos -Figura 2.

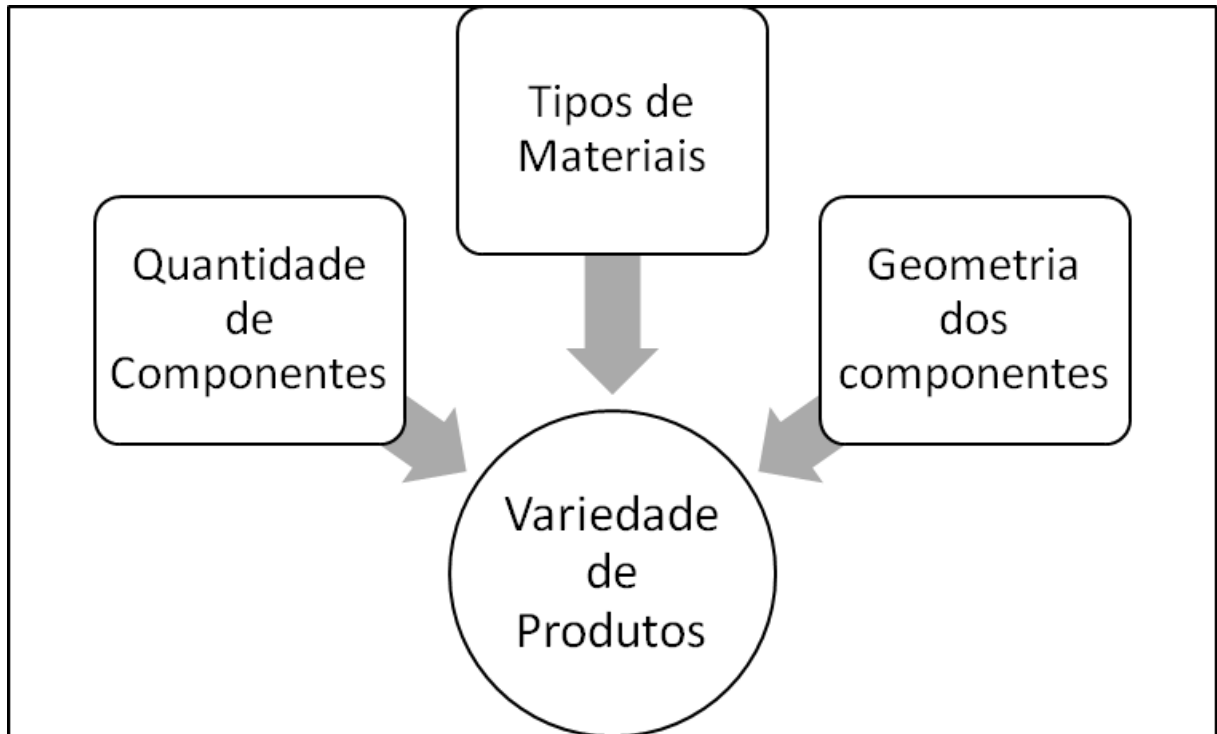


Figura 2: Fatores que influenciam na Variedade de Produtos

Fonte: O autor (2016).

O tipo de material e a geometria de componentes se referem à diversificação de componentes dentro de um mesmo produto de acordo com a necessidade (por exemplo: em um mesmo produto podem existir produtos metálicos, plásticos e etc.), da mesma forma que existem itens diferentes com o mesmo tipo de material que variam apenas a sua geometria. Já a quantidade de componentes se refere ao número de itens que compõem o produto, podendo os mesmos serem iguais ou não. A quantidade de componentes em produtos também pode ser avaliada sob a ótica da interação entre os mesmos componentes que estão empregados em mais de um produto, ou em componentes diferentes que possuem a mesma função e sua simples existência possui impacto na variedade de componentes na produção.

2.2.2 A VARIEDADE NA MANUFATURA

Os sistemas de produção modernos estão se tornando cada vez mais complicados. Dentre os fatores que justificam tal afirmação, tem-se o aumento da exigência dos clientes, a variedade de produtos daí decorrentes, globalização, o acirramento da concorrência entre as empresas e a diversidade de possibilidades de utilização de tecnologias (GATI-WECHSLER; TORRES, 2008; WAN; EVERS; DRESNER, 2012). Sendo assim, muitos são os elementos que podem contribuir para a complicação na manufatura.

Para Jacobs (2013), a complicação fabril oriunda da grande variedade de produtos diferentes, impacta diretamente na produtividade, necessidade de espaço interno e insumos necessários para a produção. De outra parte, Wan (2012) argumenta que a variedade dos elementos de produção pode ser vista através do portfólio de produtos da empresa. Segundo esta lógica, quanto mais produtos forem desenvolvidos distintamente, maior será a complicação que essa variação gerará na manufatura. Ao mesmo tempo em que a diversificação disponibiliza ao consumidor uma linha de produtos diferenciada, na empresa o ambiente fabril tende a passar por uma transformação completa, com o aumento das atividades e dos custos associados a variedade.

A alta variedade de produtos, normalmente vem usualmente acompanhada da alta variedade de componentes, processos, roteiros, movimentações, queda de rendimento operacional, aumento do número de ferramentas e de matérias-primas (GIOVANNINI (2002). Essa diversificação tende a resultar no incremento de despesas operacionais e como resultado, tem-se uma fábrica complicada e com custos de produção elevados. Alguns autores citam fatores negativos na manufatura oriundos do aumento da variedade de componentes/produtos, como por exemplo:

- A maior variedade de produtos tende a tornar mais difícil a gestão do Planejamento, Programação e Controle da produção e dos Materiais (PPCPM);
- Aumento da variedade de componentes terá impacto no custo logístico, uma vez que os lotes serão menores e as movimentações e espaço necessário para armazenagem será maior (PASHAEI; OLHAGER, 2015);
- O aumento de componentes implicará em maiores custos de compras, programação, controle, supervisão, armazenamento, e como consequência, ter-se-á aumento das despesas gerais de fabricação gerados pela necessidade de pessoas e sistemas de controle (SUH, 1999);
- Perdas em produtividade fabril, oriundo o excesso de componentes que tem impacto direto nas linhas de montagem e na operação padronizada de produção (PIERETTI, 2013);
- Queda nos níveis de qualidade devido à grande quantidade de itens para gerenciar (PIERETTI, 2013);

- Lotes menores de produção dos componentes e, como consequência, tem-se um aumento no número de *setups* (preparação dos equipamentos) provocando horas perdidas de utilização das máquinas e, por consequência, redução dos índices de eficiência global dos equipamentos (SEIDEL, 2003);
- Maior investimento em equipamentos, ferramentas, gabaritos, dispositivos para atender a produção dessa maior variedade de produtos;
- Menor geração de resíduos sólidos e de gás carbônico (CO²) com a redução do uso de empilhadeiras e melhores aproveitamentos de matérias-primas. E como consequência maior sustentabilidade (DANIEL; COELHO, 2015)

Por fim (ELMARAGHY et al., 2012) introduzem em sua definição por sistema complicado que ela pode ser proveniente de três dimensões distintas e inter-relacionadas, a imprevisibilidade, a incerteza e a variedade que estão introduzidas nos processos produtivos - Figura 3.

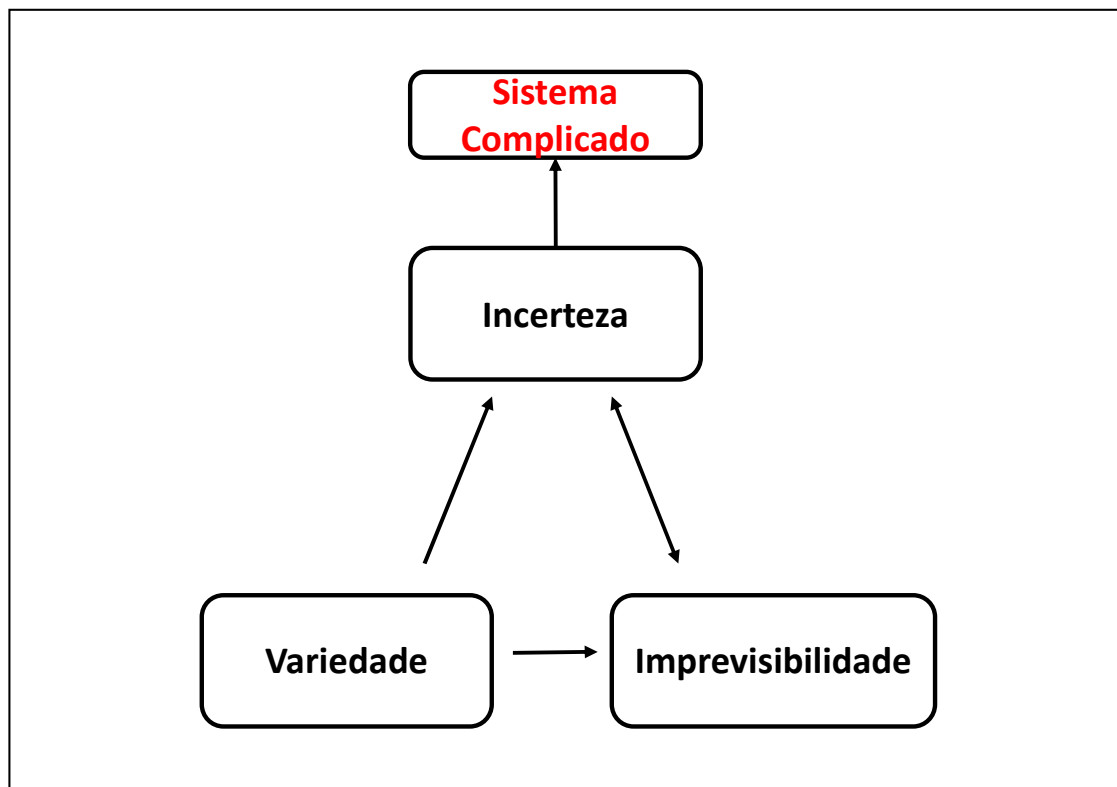


Figura 3: Interação entre as dimensões que um sistema complicado.

Fonte: O autor (2016).

A variedade é caracterizada pelo número de elementos que compõem a manufatura, como quantidade de componentes, insumos, processos e pessoas. A imprevisibilidade aparece

nas variações de comportamento que o processo pode apresentar como por exemplo, alterações de demanda ou até mesmo quebras de equipamentos. Desta forma a imprevisibilidade contribui para a incerteza do sistema, à medida que a incerteza se relaciona com a capacidade de conhecimento e qualidade de informações que podem ser extraídas dele. Então, quanto mais alterações os elementos apresentar, maior será a incerteza e como consequência complicação no sistema produtivo.

2.3 Padronização

A padronização tem como objetivo definir especificações técnicas que auxiliem a maximização da compatibilidade, reprodutibilidade, segurança ou qualidade de um determinado processo, produto ou serviço. Nakamura (1993) apresenta algumas definições para padronização sendo elas:

- O padrão é uma regra ou um exemplo a ser seguido que impõe respeito através de uma autoridade reconhecida como base;
- A padronização é o resultado de uma ciência, engenharia ou experiência que serve para facilitar um estado atual e determinar um estado futuro;
- A padronização é uma norma técnica que simplifica um processo e deve ser seguida;

Em um processo de produção, a diversidade de produtos e componentes aumenta a variedade e gera inúmeras perdas produtivas. A padronização, que pode ser realizada pela diminuição do número de componentes, é um fator de simplificação do processo que possui impacto direto na redução de custos e aumento da produtividade.

Campos (1999) sugere que a padronização é ferramenta fundamental para uma empresa se manter competitiva. Através da padronização, o treinamento dos colaboradores fica muito mais fácil, pois as atividades ficam mais simples de serem realizadas e mais fáceis de serem repetidas por mais de uma pessoa. O autor descreve que existem dois tipos de padrões: em primeiro, os padrões de procedimentos de gestão, que se referem a orientações e boas práticas de trabalho que servem para garantir a repetitividade de uma tarefa, sendo ela executada por alguém com experiência ou um iniciante. E em segundo os padrões técnicos, para a especificação de produtos (componentes e peças), processos e matéria prima (materiais) que trata de seguir as especificações de valor dos clientes. O autor acrescenta:

Um produto não deve ser fabricado para atender aos gostos dos projetistas ou da alta direção da empresa. Após a pesquisa da qualidade do mercado, da tecnologia de produção e da viabilidade econômica, deve ser praticado o desdobramento de tal forma a captar as necessidades do cliente e transformá-las num projeto. (CAMPOS, 1999, p. 45).

Em termos gerais, Martin et.al (2002) descrevem que o objetivo principal dos projetistas consiste em desenvolver um produto cuja padronização da arquitetura de plataforma seja maior o possível dentro do que ele chama de “gerações futuras” do produto. O padrão deve estar em partes que se manterão iguais nas atualizações do produto, deixando como objetivo para as demais partes a modularização (MARTIN; ISHII, 2002). Os autores ainda definem o nível de padronização de um produto em:

- Produtos totalmente padronizados: São aqueles aonde não espera-se mudanças ao longo de gerações no produto;
- Produtos parcialmente padronizados: São aqueles aonde são esperadas alterações no projeto ao longo das gerações do produto;
- Produtos com baixa padronização: São aqueles aonde sabe-se que uma atualização irá alterar completamente o produto, ou que não existe evolução tecnológica;

Azambuja (1995) aponta a padronização como uma excelente ferramenta para racionalizar a excessiva diversidade ainda no projeto e desenvolvimento de novos produtos, de forma a evitar o aumento e a proliferação de diferentes componentes, materiais e processos. Em suma, com a padronização aplicada a um grupo de produtos é possível reduzir a variedade de tipos, quantidades de partes e processos modificando o comportamento dos custos da manufatura, pois o número de atividades necessárias para projetar, comprar, manufaturar, programar, controlar são reduzidos na mesma proporção (AZAMBUJA, 1995).

Quando se tratar de produtos não repetitivos, a busca pela padronização deve ser empregada em componentes usuais ao portfólio, de modo a reduzir o tempo de fabricação e os custos de produção. Já para uma produção em série, os esforços de padronização devem estar associados na direção de maximizar a variedade de produtos finais, maximizando o uso de itens e processos comuns em uma extensão que possam ser produzidos e comprados a um menor custo (AZAMBUJA, 1995).

As atividades de padronização não se aplicam apenas em produtos finais e os componentes neles incluídos, mas também ao ferramental, movimentadores, itens consumíveis, matérias-primas e elementos de auxílio a produção igualmente importantes para

as operações de manufatura da empresa (SANDERS, 1984; HARDING, 1989, apud AZAMBUJA, 1995).

2.4 Análise de Valor (AV)/ Engenharia de Valor (EV)

A metodologia de AV/EV tem sua origem nos Estados Unidos da América quando o governo determinou que a disponibilidade de matérias-primas nobres ficasse reservada para a indústria bélica no início da 2ª Guerra Mundial. Tal determinação obrigou as indústrias a desenvolver alternativas para permanecer em operação. No ano de 1947, Lawrence D. Miles desenvolveu a metodologia da AV/EV e a aplicou na General Electric para manter a empresa do período da guerra (GRACIA, 2013).

Os estudos desenvolvidos por Lawrence D. Miles trouxeram novas alternativas de materiais que exerciam as mesmas funções dos anteriores, porém com maior abundância, chegando, em alguns casos, até melhorar as características técnicas dos produtos. Foi a partir destes resultados de grande sucesso que a metodologia de AV/EV se transformou de uma alternativa para resolver os problemas de escassez da guerra em uma potente técnica de redução de custos, se espalhando pelos Estados Unidos por meio de seminários, revistas e artigos (CSILLAG, 1995).

No Brasil as primeiras notícias do uso da AV/EV são de Campinas-SP no ano de 1964. Neste ano ocorreu a realização de um seminário com um consultor americano na empresa chamada Companhia Industrial Palmeiras (CIP). A partir deste primeiro seminário, nas décadas seguintes inúmeras empresas no Brasil introduziram nas suas operações a Análise de Valor - como por exemplo: a Mercedes-Benz (1971), Philips (1971), Volkswagen (1975) - seguindo para outras diversas empresas incluindo empresas públicas nas décadas seguintes (CSILLAG, 1995).

No dia 28 de setembro de 1984, foi criada a Associação Brasileira de Engenharia e Análise de Valor (ABEAV). A ABEAV atua até os dias de hoje realizando premiações em excelência na Análise e Engenharia do Valor para empresas que se destacam nessa prática, e realiza reuniões em diversos pontos do país para divulgar a metodologia (ABEAV, 2016).

2.4.1 SIGNIFICADO DA ANÁLISE DE VALOR

Muitos são os significados para o termo Análise de Valor. Para alguns autores o termo possui um tratamento indistinto, porém com um mesmo significado. Em alguns casos a

Análise de Valor é definida como o trabalho realizado a partir de algo já existente, deixando o termo Engenharia de Valor para ser empregado em recursos que ainda estejam em fase de concepção. Na opinião do criador da técnica, o engenheiro Lawrence D. Miles, a AV é um sistema para solucionar problemas através do uso de um conjunto de técnicas, conhecimentos e um grupo de pessoas (BERGAMO, 2010).

Para Csillag (1995), a Análise de Valor passou a ser denominada como Gerenciamento de Valor, uma vez que globaliza os setores técnicos, produtivos, administrativos e financeiros sob o prisma do conceito de valor, independente do tipo de produto a ser analisado.

Pereira (1994), destaca que a Análise do Valor é um método sistemático para aumentar o valor de um produto, projeto, sistema ou serviço por meio da avaliação das funções necessárias para o consumidor/usuário, estudando alternativas para maximizar a relação cliente-consumidor.

Já para Assunção (2003) a Análise de Valor pode ser caracterizada pela busca incessante pela melhoria de resultados, aliados a satisfação dos clientes. Onde é aplicado um conjunto sistematizado de esforços e ferramentas com o objetivo de reduzir o custo total de um produto, processo ou serviço.

Mostafaeipour (2015) aponta a Análise de Valor como uma tentativa sistemática de aumentar a eficiência econômica de um produto, projeto ou sistema através da redução de custo. O objetivo é reduzir o custo desnecessário, melhorar a qualidade e confiabilidade para atender as expectativas dos consumidores.

Demarle e Shillito (1992) relatam que a Análise de Valor é um processo estruturado que usa um time interdisciplinar para selecionar e estudar um projeto/produto, mensurar seu valor e propor novas alternativas de produção para redução de custos com materiais e processos.

As definições apresentadas descrevem a Análise de valor como uma metodologia focada na redução de custos de processos, produtos ou serviço desenvolvida por meio de um abordagem clara e objetiva. Independente das variações específicas utilizadas em cada aplicação, tense etapas bem definidas que envolvem o trabalho em equipes multifuncionais e segue uma lógica aonde busca-se definir as principais funções do produto e propor utilizações mais rentáveis, reduzindo características inúteis e focando em pontos que agreguem valor ao produto.

2.4.2 DEFINIÇÃO DE VALOR

A palavra ‘valor’ muitas vezes é confundida com custos e preço. Essa confusão não é originária dos dias atuais. Por volta do ano 350 a.C Aristóteles já reconhecia sete tipos de valores sendo eles: valor econômico, valor político, valor, moral, valor estético, valor social, valor jurídico e valor religioso (PEREIRA, 1994). Dos valores citados, o valor econômico é o único que pode ser mensurado quantitativamente uma vez que os demais tipos de valores só admitem avaliações subjetivas.

Pereira (1994) aponta que o valor de um produto visa conciliar os valores idealizados pelo empresário e o consumidor, onde um produto é dotado de funções e qualidades que o tornam preferencial para um consumidor no que diz respeito “preço justo” e também é lucrativo para o empresário.

Dessa forma, o valor é expresso em relação a alguma variável e através de comparações pode ser medido em termos monetários. Concentrando-se no que diz respeito à metodologia de Análise do Valor, o são definidos quatro tipos de valores econômicos (CSILLAG, 1995):

- Valor de Custo: É o valor total de recursos medidos em dinheiro, necessários para produzir um produto. Por exemplo: custos de mão de obra, matéria-prima, despesas gerais e etc;
- Valor de Uso: É a menor quantidade monetária necessária para garantir que um produto desempenhe o uso que à ele se espera;
- Valor de Estima: É a medida monetária necessária para dotar um produto de beleza, aparência, status que tornem sua posse desejável;
- Valor de Troca: A quantidade monetária que o item possui equivalente a sua troca no mercado;

A Análise de Valor utiliza o conceito de Valor de Uso, como objetivo principal da abordagem e o Valor de Estima como parte secundária do processo. Nota-se que existe uma lacuna não explorada na metodologia de AV referente ao Valor de Custo, que pode ser representado na manufatura como Custo de Variedade e que não é objetivo usual da aplicação.

Ainda é possível decompor a variável valor em dois pontos de vista. Em primeiro, o ponto de vista empresarial onde os esforços são focados em custos e lucros. Na um

empresário maior será o valor de um produto à medida que menor seja o custo de produção e maior seja o lucro obtido. Em segundo, sob o ponto de vista do usuário, o valor concentra-se fundamentalmente em quatro aspectos: qualidade do produto, quantidade, função e preço do produto (MARAMALDO 1983; ASSUNÇÃO, 2003)

Os pontos de vista do empresário e do usuário podem ser visualizados esquematicamente na Figura 4.

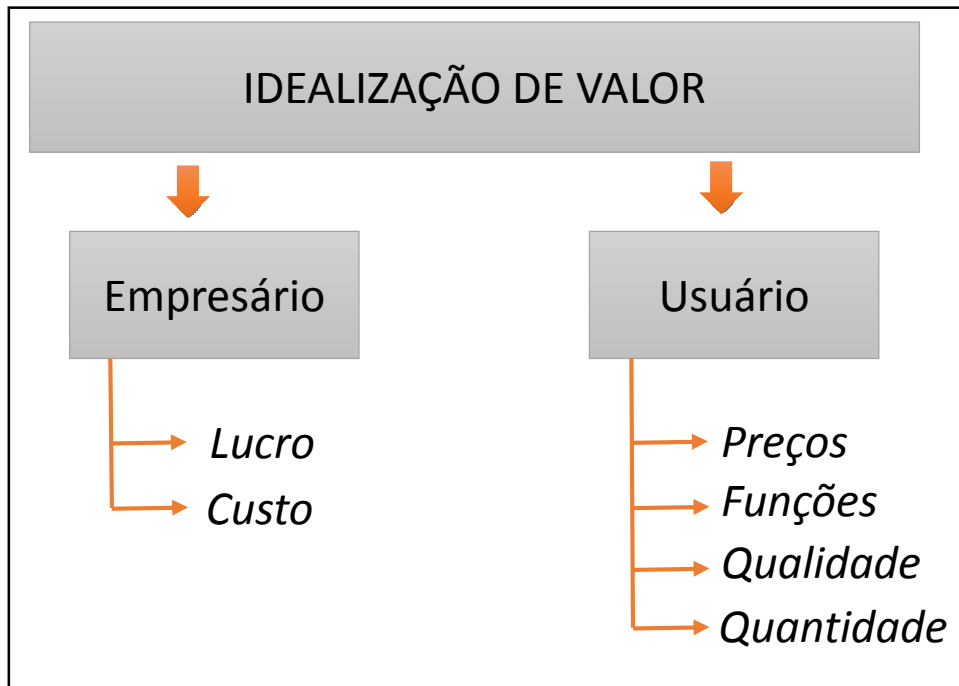


Figura 4: Estrutura de Valor.

Fonte: Adaptado de Assunção (2003).

2.4.3 FUNÇÃO

O conceito de função constitui-se no ponto fundamental da metodologia de Análise de Valor. O processo funcional conduz a uma forma de pensar que integra as visões do ponto de vista mercadológico, de concepção e do ponto de vista da qualidade e afirma que todo objeto existe para atingir uma finalidade (BERGAMO, 2010).

Mostafaeipour (2015) aponta a função como elemento central para manter o equilíbrio entre o custo e a qualidade ofertada por uma empresa na entrega de seus produtos ao mercado. Em outras palavras, a função pode ser descrita como sendo “qualquer coisa” que faça um produto/serviço funcionar ou vender fornecendo um conjunto de utilidades que atendam necessidades (CSILLAG, 1995).

Ainda fornecendo definições para o termo Csillag (1995) apresenta algumas definições de outros autores obtidas em sua pesquisa para o termo função:

- A característica a ser obtida do desempenho de um item, se o mesmo realizar sua finalidade, objetivo ou meta. É a finalidade ou motivo da existência de um item ou parte dele;
- A característica de um item ou serviço que atinge as necessidades e desejos de um comprador ou usuário;
- A característica de desempenho a ser possuída por um item ou serviço para funcionar ou vender.

Dado que a função de um objeto está ligada intrinsecamente com conjunto de utilidades, o mesmo pode ser apontado com a relação existente entre função e qualidade. Um objeto precisa atender certas características definidas para desempenhar funções previamente concebidas. Para a compreensão da abordagem funcional é necessário conhecer as inter-relações entre *utilidade, função e qualidade* na existência de um objeto (PEREIRA, 1994).

A *utilidade* pode ser representada como toda a atividade que um usuário desempenha com o objeto. Embora o usuário adquira o produto para atender uma necessidade, muitas vezes outros usos são dados ao objeto (PEREIRA, 1994). Apresenta-se então a classificação da variável *utilidade* em:

- Utilidade Básica: Motivo no qual um cliente compra um objeto para atender a sua necessidade;
- Utilidade Marginal: Uso atribuído pelo usuário ao objeto que não está associada a utilidade pela qual o objeto foi projetado;

O uso da utilidade pode auxiliar no desenvolvimento de novos produtos através de estudos mercadológicos, uma vez que a análise de utilidades marginais podem revelar atividades não atendidas ao mercado.

A *função* conforme classificado anteriormente, atua na atividade que o objeto desempenha. Um único objeto pode desempenhar mais de uma função, dessa forma é possível classificar a variável em:

- Função Básica (primária): Finalidade da existência do objeto, em outras palavras é o motivo no qual um produto ou serviço foram projetados (PEREIRA, 1994; CSILLAG, 1995; ASSUNÇÃO, 2003).

- Função Secundária: É toda função que auxilia o desempenho da função básica, ou auxilia na venda do produto, ou atende um requisito de projeto (PEREIRA, 1994; CSILLAG, 1995; ASSUNÇÃO, 2003).
- Função Desnecessária: Uma função desempenhada pelo objeto que o usuário não dá valor ou não faz o uso, e para o fabricante não é necessária para a venda (MARAMALDO, 1983);

A *qualidade* é característica básica de um objeto. Para um objeto desempenhar uma função ela necessita de recursos que caracterizam o seu estado, ou seja, as características de estado são apresentadas por atributos (PEREIRA, 1994).

O entendimento destas definições torna mais fácil a sua visualização na prática. Um objeto precisa desempenhar suas funções, e para tal, são necessárias características de qualidade que garantam ao usuário a obtenção do uso proposto. A Figura 5 exemplifica a aplicação destas definições em uma avaliação de uma caneta:

Utilidades	Funções	Qualidades
Escrever	Fazer marcas	Ter durabilidade
Riscar	Facilitar manuseio	Ser resistente
Marcar páginas	Identificar Fabricante	Ser leve
Indicar direção	Identificar cor	Ser ergonômica
Brincar	Prender no bolso	Ter Tinta

Figura 5: Exemplo da classificação das variáveis de função em uma caneta.

Fonte: Adaptado de Pereira (1994).

A identificação dos motivos de existência de um produto torna simples a identificação de alternativas para a redução do seu custo através da definição de suas características de usabilidade. A identificação das funções são o ponto principal na compreensão em detalhe do objeto a ser estudado.

2.4.4 COMPONENTES BÁSICOS DA METODOLOGIA DE AV/EV

O grande sucesso da metodologia de Análise de Valor, que garantiu a sua penetração nas empresas, se baseia em certos acontecimentos que ocorreram nas épocas

iniciais de suas aplicações. Alguns componentes básicos da metodologia são considerados a espinha dorsal do método - Figura 6, onde em primeiro lugar destaca-se a *abordagem funcional* elaborada por Miles que estaria motivado pela falta de materiais. O segundo componente consiste no uso da *Criatividade*, que esteve presente em várias técnicas utilizadas na época de concepção da metodologia. O *esforço multidisciplinar*, terceiro componente, passou a ser muito importante a partir da especialização decorrente da evolução industrial e finalmente o *reconhecimento e contorno dos bloqueios mentais* para a aceitação das propostas constitui o último dos componentes básicos da metodologia (CSILLAG, 1995).

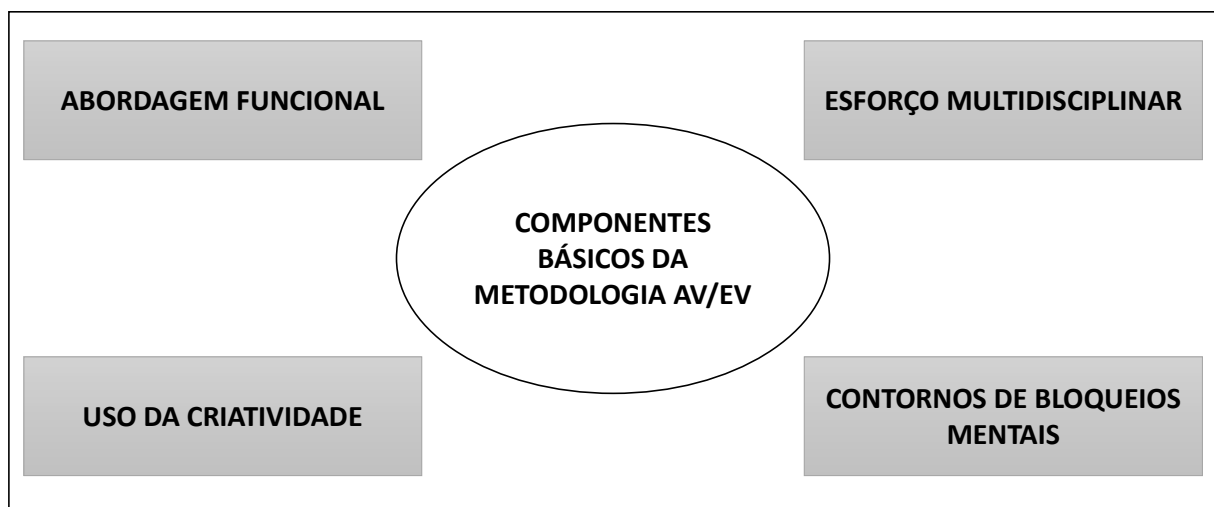


Figura 6: Componentes Básicos da Metodologia de AV/EV.

Fonte: O autor (2016).

2.4.4.1 Abordagem Funcional

Csillag (1995) define a abordagem funcional como a determinação da natureza essencial de uma finalidade, considerando que todo objeto para existir, tem ou tinha uma finalidade. Em alguns casos a finalidade é clara (exemplo da caneta, tópico 4.2.3), enquanto em outros casos, determinar a finalidade é um processo mais complexo. O estudo da análise funcional trouxe uma nova perspectiva de avaliação da real existência de um objeto, pois essa abordagem permitiu analisar o que antes era uma informação qualitativa em uma análise técnica apresentada através de técnicas e diagramas (NAYAK, 2006).

O conceito de função proposto por Miles apresenta duas conclusões que podem ser consideradas (MARAMALDO, 1983):

- O pensamento criativo é bloqueado pela forma física ou pelo conceito dos produtos existentes;

- Concentrando-se a análise nas funções, fica facilitada a retirada de bloqueios mentais, e assim surgem oportunidades excepcionais para o pensamento criativo.

Em resumo a abordagem funcional reduz um objeto, ou serviço, ou projeto aos requisitos básicos chamados de funções e define um método para remover os bloqueios mentais.

Para desempenhar eficientemente a abordagem funcional em primeiro lugar deve-se sempre definir uma função em duas palavras: um verbo (atuando sobre algo) e um substantivo (objeto sobre o qual o verbo atua) como por exemplo: Criar Projeto, aplicar força, isolar calor, suportar peso, evitar vibração e etc.

A análise funcional permite sua aplicação em inúmeras finalidades. Concebida inicialmente para análise de produtos, existem inúmeras aplicações em processos e serviços. Assunção (2003) apresenta uma sequência de passos - Figura 7 - para a aplicação da análise funcional dando ênfase na importância da etapa de investigação para obtenção de resultados finais mais eficazes.

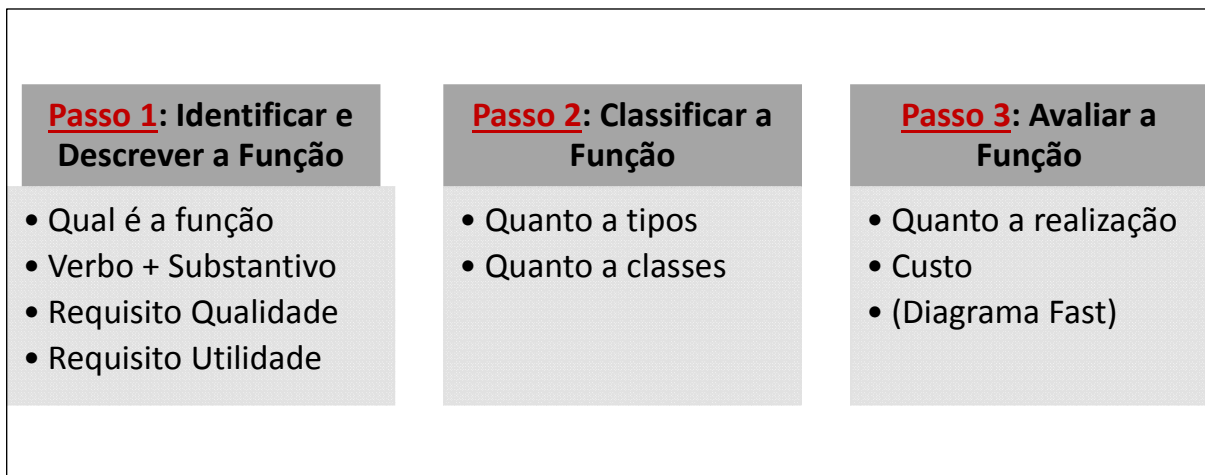


Figura 7: Metodologia de análise funcional proposta por Assunção (2003).

Fonte: Adaptado de Assunção (2003).

Csillag (1995) também apresenta uma sequência de atividades na forma de perguntas para concepção da Análise Funcional sendo elas:

- Quais são as classificações das funções?
- Quanto custa a entrega de cada função?
- Qual o valor da função primária?
- Existem outras alternativas para desempenhar a função primária?

- Quais os custos para as alternativas?

Em suma, o processo de Análise Funcional apresenta diversas definições e estudos que podem no primeiro momento parecerem qualitativas mas que ajudam a simplificar o entendimento em torno de um objeto. O conhecimento básico teórico é muito importante nesta etapa e os resultados muitas vezes são apresentados na forma de várias alternativas que quantificadas apresentarão a proposta com menor custo ao novo projeto.

2.4.4.2 Uso da Criatividade

A partir de 1950 o uso da criatividade foi um ponto chave nas aplicações da metodologia AV/EV. Antes desta data as técnicas utilizadas para descobrir as melhorias eram lógicas e racionais. A rigidez da lógica não chegava a engessar a criatividade mas acabava forçando um círculo vicioso que para ser rompido precisava de um pouco de fantasia (CSILLAG, 1995).

Em 1962 iniciou-se a popularização de técnicas de criatividade, partindo das ideias propostas por Osborn na concepção do *brainstorming*, e seguidas por Gordon e Prince no uso da sinética. Cursos de criatividade começaram a ser ministrados em escolas, empresas e até nas Forças Armadas Americanas (CSILLAG, 1995).

Azambuja (1995) classifica a fase de criatividade como uma das etapas mais importantes na atividades de projetos e re-projetos de um produto. Para o autor, é nesta fase que a estrutura dos produtos e seus processos são questionados dando espaço a soluções criativas. Maramaldo (1983) afirma que a criatividade é uma atividade mental que todos podem realizar, mas os resultados dependerão de vários fatores, que faz com que uma pessoa seja mais criativa do que outra. O autor apresenta seis fatores que atuam sobre a capacidade criativa, sendo eles:

- Nível de inteligência: Justifica-se que pessoas com maior nível de inteligência necessitam de menor esforço mental para apresentar novas soluções;
- Nível Cultural: Considera-se parte do nível cultural a escolaridade, a vivência, o estágio social e a convivência;
- Conhecimento específico: No caso da aplicação do processo criativo sobre temas que o indivíduo já conhece. Alerta-se que o conhecimento específico

pode atuar na maneira oposta pois o vasto conhecimento sobre o assunto pode bloquear a livre criação;

- Objetivos claros para o emprego da criatividade: A partir da definição de um objetivo claro e a motivação para tentar alcançá-lo;
- Método de criatividade utilizado: A aplicação de técnicas de sucesso que poderão ampliar os resultados;

Ainda referente ao tema, Maramaldo (1983) apresenta muitos métodos utilizados no processo criativo da AV/EV como por exemplo: o *Brainstorming*, o *brainstorming* “aberto”, o método “6-3-5”, o *Reverse brainstorming*, *Synectics*, o *Ábaco Heurístico* e etc. O autor acrescenta que todos apontam para um mesmo caminho comum e sugere sete etapas básicas encontradas em todos métodos - Figura 8.

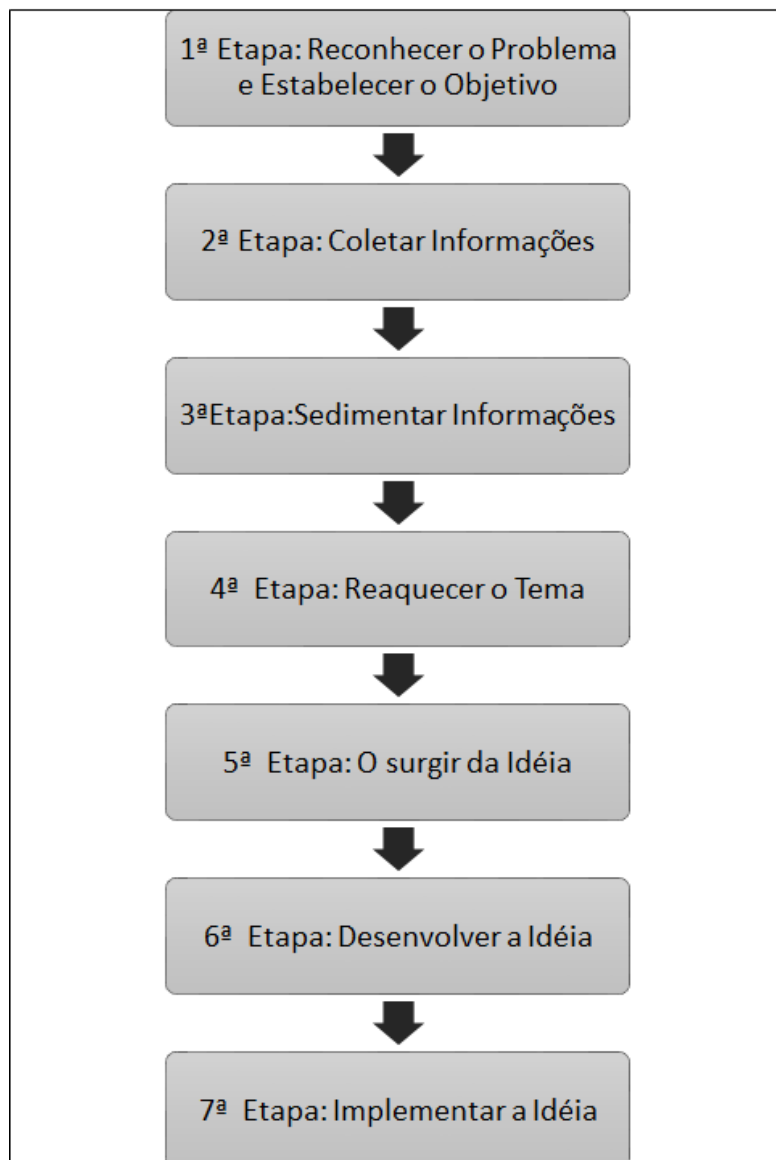


Figura 8: Etapas Básicas do Processo de Criatividade propostas por Maramaldo (1983).

Fonte: O Autor (2016).

2.4.4.3 Esforço Multidisciplinar

A especialização industrial trouxe características de conhecimentos, aonde os profissionais tornam-se especialistas em suas atividades, e muitas vezes sequer conhecem o impacto de suas ações no restante da organização (CSILLAG, 1995). O projetista de produtos não conhece com detalhes o método ideal para manufaturar seu projeto, o engenheiro de processos poderia contribuir para a concepção do produto e para a definição do melhor método de montagem, o montador executa a montagem do produto. Cada pessoa do processo toma uma parte na sequência operacional e apenas se vê responsável pelos problemas relativos a sua área específica.

A metodologia de AV/EV reúne e confronta todos os conhecimentos e habilidades da organização em prol dos interesses de concepção da melhoria avaliando o processo como um todo e auxiliando na definição dos requisitos de entrada e saída do produto (CSILLAG, 1995). Os benefícios dessa sinergia auxiliam na execução ordenada das responsabilidades no processo de evolução de um produto, processo ou sistema (PEREIRA, 1994).

Tratando a empresa como um sistema, suas partes são interligadas. Uma equipe multidisciplinar deve envolver fornecedores, clientes e o processo interno para garantir um consenso que agilize a implementação dos projetos de Análise de Valor (ASSUNÇÃO, 2003; GRACIA, 2013).

2.4.4.4 Contorno de Bloqueios Mentais

A implementação de ideias com os resultados já calculados não quer dizer necessariamente que tudo ocorrerá conforme o planejado, pois alguns bloqueios irão acontecer. Mesmo que o esforço multidisciplinar reúna a maior parte das áreas envolvidas nem sempre todas as pessoas que vão executar a melhoria fizeram parte da concepção da ideia e estas podem apresentar uma postura resistente (CSILLAG, 1995).

Os bloqueios mentais podem também inibir o processo criativo, dentre os quais é possível citar (MARAMALDO, 1983; CSILLAG, 1995; GRACIA, 2013):

- Hábitos anteriores
- Desânimo

- Timidez
- Receio de ridicularização
- Conformismo
- Avaliar as ideias muito rapidamente
- Falta de motivação
- Educação recebida
- Medo de novidades
- Etc...

Pereira (1993) propõe que na implantação da metodologia AV/EV o processo hierárquico seja horizontal, através da criação dos grupos multidisciplinares onde independentemente do cargo, função ou atividade o objetivo seja cada indivíduo se sentir a vontade para contestar e atuar na geração de ideias. A proposta de trabalhar com grupos favorece um mecanismo de união de pessoas com habilidades diferentes, porém complementares. Para que os grupos funcionem, os envolvidos precisam saber lidar com seus relacionamentos para o estabelecimento das tarefas. Empresas nas quais a gestão seja rígida correm sérios riscos de não obter o melhor resultado na introdução da AV/EV em seu dia-a-dia.

2.4.5 METODOLOGIAS PARA AV/EV

As metodologias de valor evoluíram muito desde a sua concepção inicial, conforme foram sendo aplicadas em diversos países e realidades. Uma metodologia que surgiu exclusivamente para análise de produtos e proposição de novas tecnologias, nos dias de hoje, é aplicada na gestão de serviços, processos, em compras e até mesmo entrando no campo do valor em pesquisas (NÁDASDI, 2014).

A metodologia do valor é um processo de raciocinar que utiliza esforços da aplicação dos princípios da análise de valor, engenharia do valor e gerenciamento do valor. Diversos autores contribuíram com muitas metodologias propostas para a AV/EV diferenciando-se pela sua aplicação (CSILLAG, 1995). Os primeiros planos foram dirigidos a peças simples e produtos mais complexos (peças e produtos), porém com o passar do tempo novas abordagens passaram a atender os serviços administrativos com pequenas adaptações nos planos de trabalho. Para facilitar a compreensão dos diversos planos Csillag (1995)

agrupou quatorze diferentes planos de trabalhos que derivaram da proposta inicial de Miles, apresentada na figura a seguir:

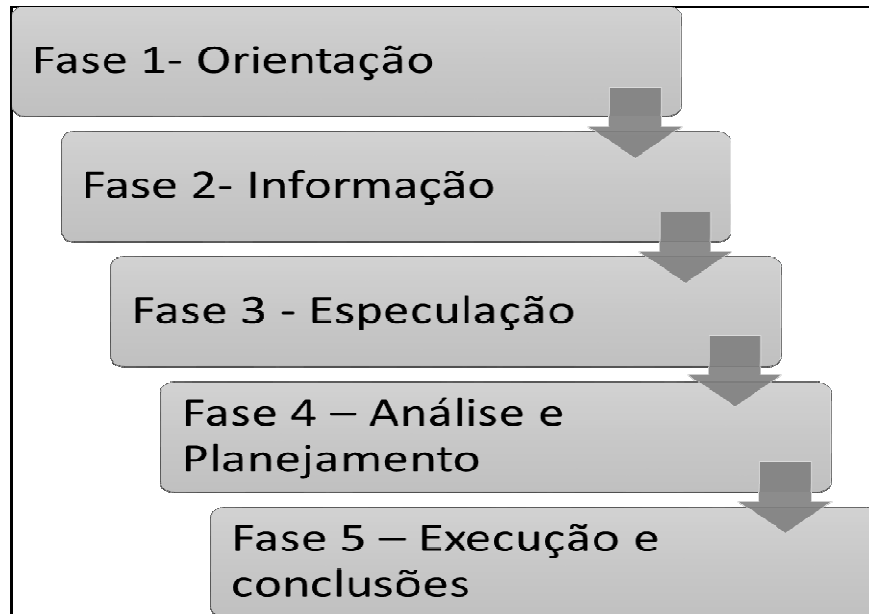


Figura 9: Plano de Trabalho proposto por Miles (1960)

Fonte: Adaptado de Csillag (1995).

Nas Fases 1 e 2 são coletados os dados, onde em sequência as técnicas de criatividade para o grupo multidisciplinar são aplicadas para o desenvolvimento da abordagem funcional e ideias de redução de custo. Na fase 3 de especulação o objetivo é tentar eliminar as funções desnecessárias e avaliar as funções secundárias, a fase 4 de análise deve-se quantificar as principais ideias e propor um plano de execução. Na fase 5 são executadas as melhorias e avaliados os resultados.

Pereira (1994) propõe um método de trabalho (Quadro 1) para a implementação da Análise de Valor apresentado de tal maneira que possa ser executado por qualquer usuário. O autor orienta que a execução dos passos deve ser repetida diversas vezes até que as atividades de tornem um novo hábito de pensar e agir na empresa.

<u>Macro Etapas</u>	<u>Passos Lógicos</u>
Fase 1 – Preparação	1.1 Escolher o objeto 1.2 Determinar o objetivo 1.3 Compor o grupo de trabalho 1.4 Planejar as atividades
Fase 2 – Informação	2.1 Obter as informações 2.2 Obter os custos 2.3 Descrever as funções
Fase 3 – Análise	3.1 Analisar as funções 3.2 Determinar funções críticas 3.3 Enunciar problemas
Fase 4 – Criatividade	4.1 Obter ideias 4.2 Agrupar Ideias
Fase 5 – Desenvolvimento	5.1 Formular e desenvolver alternativas 5.2 Viabilizar tecnicamente 5.3 Viabilizar economicamente 5.4 Decidir
Fase 6 - Implantação	6.1 Apresentar a proposta 6.2 Planejar a implantação 6.3 Implantar a alternativa 6.4 Acompanhar a implantação

Quadro 1: Método de implantação AV/EV proposto por Pereira (1994)

Fonte: Adaptado de Pereira (1994).

I. Fase de Preparação

Segundo Nayak (2006), a etapa inicial de preparação é a mais importante da metodologia AV/EV, pois ela suporta o motivo do estudo e prepara a organização para o processo de mudanças que irá acontecer, garantindo a efetividade do programa.

Assunção (2003) cita que em toda organização, sempre haverá oportunidades de racionalização, algumas são evidentes e claras, já outras mesmo que não muito visíveis podem trazer até mais resultados que as primeiras. Para isso a etapa de preparação é composta pela escolha do objeto a ser estudado, determinação do objetivo de estudo, formação de uma

equipe multidisciplinar e planejamento das atividades que farão parte do processo. A seguir são citadas algumas atividades e dados que são utilizados na priorização dentro da fase de preparação (PEREIRA; 1994; ASSUNÇÃO, 2003):

- Análise da curva ABC de custos dos produtos;
- Avaliação da demanda;
- Uso do gráfico de Pareto;
- Reclamação de clientes;
- Vida útil dos produtos;
- Capacidade de produção;
- Dificuldades com compras;
- Nível de Padronização
- Etc

A fixação de um objetivo é imprescindível para um trabalho de AV/EV. Serve não só como motivação para o grupo de trabalho, como também para o planejamento de gastos e prazos a serem cumpridos. Nayak (2006) apresenta uma série de perguntas elaboradas por Lawrence D. Miller quando ele começou a praticar a AV/EV após a 2ª Guerra Mundial, que podem auxiliar no processo construtivo dos objetivos da Fase de preparação:

1. Que outro material pode fazer o trabalho?
2. Podemos usar peças padronizadas?
3. O processo de montagem pode ser simplificado?
4. A peça ou o processo são necessários?
5. Podemos combinar peças e processos?
6. Podemos terceirizar essas etapas de fabricação das peças?
7. A entrega e armazenagem de peças pode ser mais eficiente?

Por fim, a fase de preparação deve ser executada de forma minuciosa, por se tratar da base para todo o trabalho sua estruturação correta estabelecerá o sucesso das fases posteriores.

II. Fase de Informação

A metodologia pressupõe na fase de preparação que um grupo de trabalho com diversas áreas e especialistas seja formado. No entanto existe uma limitação de quantidade de pessoas envolvidas no projeto, e como consequência o time pode não conter toda especialização necessária para o seu perfeito andamento. O método nessa fase propõe a execução de três passos para facilitar a coleta de informações sendo elas: Obter dados, Obter Custos e Descrever Funções (PEREIRA, 1994).

Assunção (2003) acrescenta que a fase informativa se fundamenta pelo recolhimento e tratamento de dados e informações básicas para o desempenho do grupo de trabalho, caso contrário, não haveria condições de seguir a diante nos passos posteriores. Esta fase exige muito tempo para que as informações levantadas possuam qualidade o suficiente. O quadro 2 detalha os três passos propostos por Pereira (1994):

FASE	DESCRIÇÃO DE RECURSOS
Obter dados	- Podem ser obtidos através de entrevistas, palestras, questionários e visitas aos locais que se utilizam do processo.
Obter custos	- Os custos devem ser levantados junto ao Departamento de Contabilidade, pois os custos são inerentes aos itens que fazem parte do processo, com o objetivo de fixar uma base de cálculo necessário para efeito comparativo.
Descrever funções	- O grupo deverá examinar criteriosamente a descrição de funções, não se perder num excesso de detalhes.

Quadro 2: Recursos para obtenção de informações Pereira (1994)

Fonte: Assunção p.21 (2002).

III. Fase de Análise

Com os dados em mãos, o grupo de trabalho está munido de informações para realizar uma análise criteriosa sobre o objeto em estudo, relacionando funções com os custos de desempenho e avaliando a necessidade dessas funções (PEREIRA, 1994).

Propõe-se que um indicador seja definido para mensurar os resultados obtidos com a análise de relação entre funções e custos. O grupo nesta etapa deverá estar capacitado para desenvolver uma análise funcional completa (CSILLAG, 1995). Pereira (1994) descreve que o grupo multidisciplinar deverá gerar várias alternativas para o melhor uso do objeto em estudo e priorizá-las para facilitar o trabalho na próxima fase.

Assunção (2003) apresenta em sua pesquisa algumas questões norteadoras, para auxiliar na execução da Fase de Análise:

- a) Quais as funções e características mais importantes?
- b) Que necessidades temos das mesmas, quais as suas utilidades?
- c) Como cada função é desempenhada? Por que dessa maneira e não de outra?
- d) As funções e características valem o que custam?
- e) As que existem são as que deveriam existir?
- f) Se as mesmas são encontráveis em outros produtos, quais as diferenças entre os mesmos?
- g) Se há recursos semelhantes ao que está sendo estudado, quais as diferenças existentes?
- h) Existe alguma função ou característica que não esteja presente, mas que é necessária ao consumidor? Qual? Por que não estão presentes? Quanto custaria incorporá-las?

A análise dos dados coletados nas fases anteriores proporcionará a criação de várias ideias e alternativas para o melhor uso dos recursos que envolvem objeto em estudo. O final desta etapa irá apresentar quais as principais funções a serem discutidas na Fase de Criatividade, bem como quais função deixarão de ser utilizadas.

IV. Fase de Criatividade

Até esta fase a metodologia conduz os participantes em um processo de pensamento lógico, seguindo informações técnicas baseadas nas coletas de dados. Na Fase de Criatividade ocorrerá uma mudança na forma de pensar, levando os participantes a trabalhar em um processo de pensamento um pouco diferente, por meio da aplicação das técnicas de criatividade (Tópico 2.4.4.2) (PEREIRA, 1994).

Este passo irá utilizar o acúmulo de conhecimentos e experiências e conduzir os participantes a utilizar o seu potencial criativo. O importante é identificar os problemas críticos, introduzi-los em uma técnica de criatividade e propor soluções inovadoras.

V. Fase de Desenvolvimento

Esta etapa está baseada na formulação e viabilização técnica e econômica das alternativas propostas. Deve-se levar em consideração o atendimento dos requisitos do produto para atender as necessidades dos clientes com o menor custo e um maior valor (ASSUNÇÃO, 2003). Os tipos de viabilidade são descritos no Quadro 3:

VIABILIDADE	CONDIÇÕES
Técnica	Se a alternativa reúne todas as condições de natureza técnica exigidas pelo recurso sendo estudado, tais como implantação, operacionalização, segurança etc.
Econômica	Se a relação custo / benefício da alternativa recomenda a sua adoção, por reduzir custos, aumentar o valor do recurso ou conjugar esses dois fatores de forma vantajosa trazendo ganhos de produtividade.
De aceitação	Se a alteração será bem aceita no âmbito da organização ou se enfrentará dificuldade para a sua adoção.
Financeira	Se há disponibilidade de recursos financeiros para se investir na alternativa proposta, se não houver recursos, por melhor que seja a alternativa, deverá ser deixada para outra oportunidade.
Jurídica	Se a alternativa não fere direitos e obrigações existentes, tais como propriedade individual, legislação trabalhista, patentes etc.

Quadro 3: Tipos de viabilidade

Fonte: Assunção p.24 (2002).

A conclusão dessa fase deve levar em consideração que as proposições de melhorias podem necessitar de investimentos e para tal decisões gerenciais. O grupo de trabalho deve fornecer informações claras para facilitar a aprovação do investimento e garantir a continuidade do método para a próxima fase.

VI. Fase de Implantação

Pereira (1994) e Csillag (1995) apontam que o grupo de trabalho não deve ser responsável pela execução deste passo, os autores creditam a responsabilidade por execução é dos “agentes” de implantação, ou seja, o setor executante da sugestão proposta.

Algumas metodologias de AV/EV não consideram a implantação como parte do método de trabalho argumentando que a execução depende muitas vezes de fatores externos. Maramaldo (1983) afirma que é direito e obrigação do grupo multidisciplinar manter-se a par do andamento do processo de implantação, seja para acumular dados para casos futuros, ou para apoiar os setores incumbidos da implantação.

Azambuja (1995) propõe uma metodologia para a implantação de um programa de redução de variedades em produtos que utiliza alguns componentes básicos da metodologia de Análise de Valor. O autor não utiliza a abordagem funcional e as metodologias para contorno de bloqueios mentais em sua pesquisa, mas estão presentes em sua proposta questões que envolvem o processo criativo e o esforço multidisciplinar. A metodologia proposta por Azambuja difere-se da abordagem tradicional da Análise de Valor à medida que a utiliza os componentes básicos em pró da redução de variedades.

O método de trabalho proposto por Azambuja (1995) é dividido em 3 fases distintas sendo elas: Preparação, que tem como objetivo conhecer o ambiente da empresa, as características de seus produtos e preparar as condições necessárias para o andamento das atividades. O Desenvolvimento, que refere-se a operacionalização do método, onde os passos dessa fase se resumem a estudar os produtos e definir as melhores técnicas de redução de variedades e por último a implantação que baseia-se no planejamento e execução das propostas de melhoria. Abaixo é possível visualizar o método proposto por Azambuja (1995):

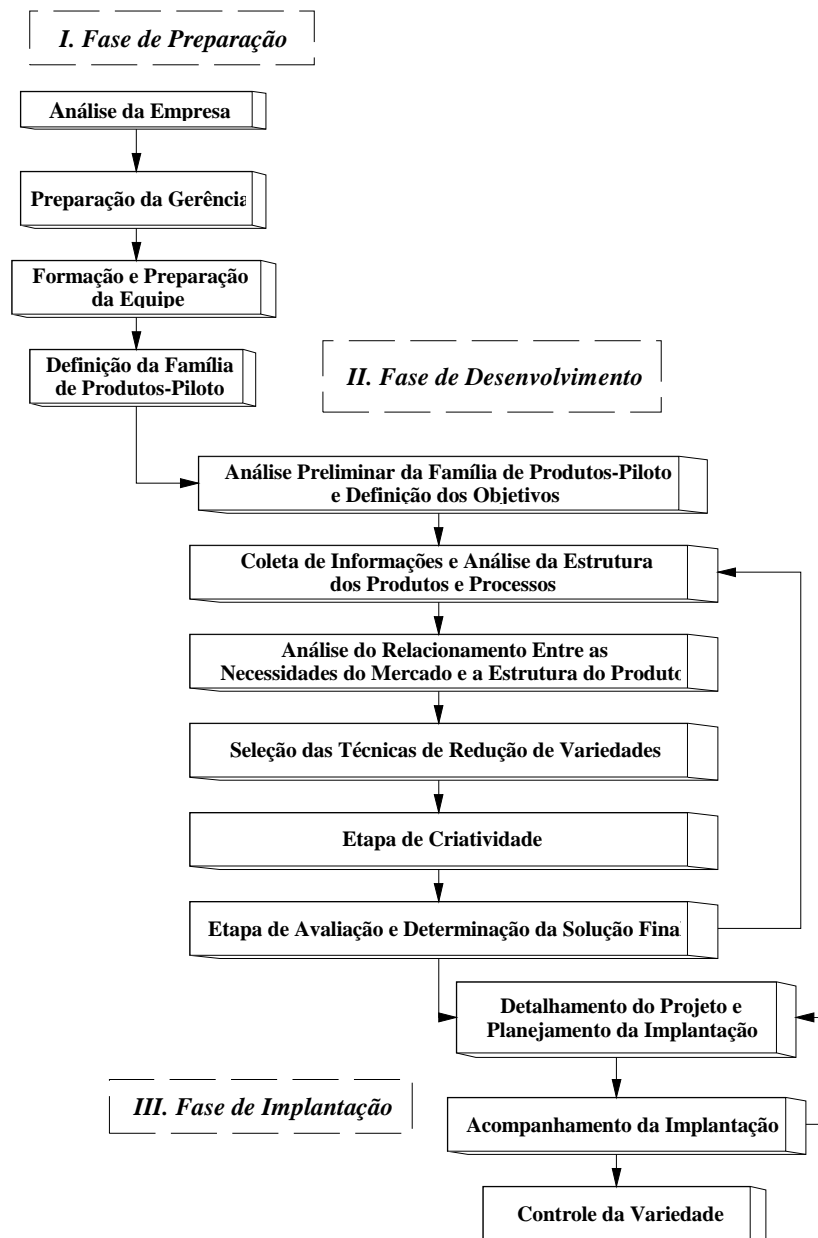


Figura 10: Método de trabalho proposto por Azambuja (1995)

Fonte: Azambuja p.57 (1995).

2.4.6 TÉCNICAS AUXILIARES PARA PADRONIZAÇÃO

Independentemente do método de trabalho utilizado, que segundo apresentado no presente trabalho pode ter múltiplas variações, todos seguem uma sequência de etapas (passos) que utilizam diferentes técnicas na sua execução. Técnicas estas que auxiliam desde a identificação do problema, quanto na coleta de informações e na execução do processo criativo.

A Análise de Valor (AV), apesar de estar razoavelmente metodizada, possui na implantação dos seus planos de trabalhos o uso das técnicas em várias fases do processo. As técnicas são ferramentas para serem usadas conforme a necessidade, algumas vezes até simultaneamente, complementando-se (CSILLAG, 1995). A seguir serão apresentadas algumas técnicas utilizadas dentro das metodologias.

2.4.6.1 Técnicas de análise funcional de sistemas – FAST

Do inglês *Functional Analysis System Technique*, o FAST é uma técnica de diagramas que fornece uma identificação lógica e visual inter-relacionando as funções que são necessárias para atingir o propósito de um objeto (NAYAK, 2006). O diagrama (Figura 10) também oferece uma maneira de explicar visualmente uma definição funcional de um produto, projeto ou serviço. A FAST é uma técnica de Análise Funcional na qual (PEREIRA, 1994):

- É uma ferramenta lógica para determinação de funções;
- Expõe visualmente o inter-relacionamento entre todas as funções;
- Favorece a compreensão de um problema para ser solucionado
- Oferece uma técnica que leva em consideração todas as funções;

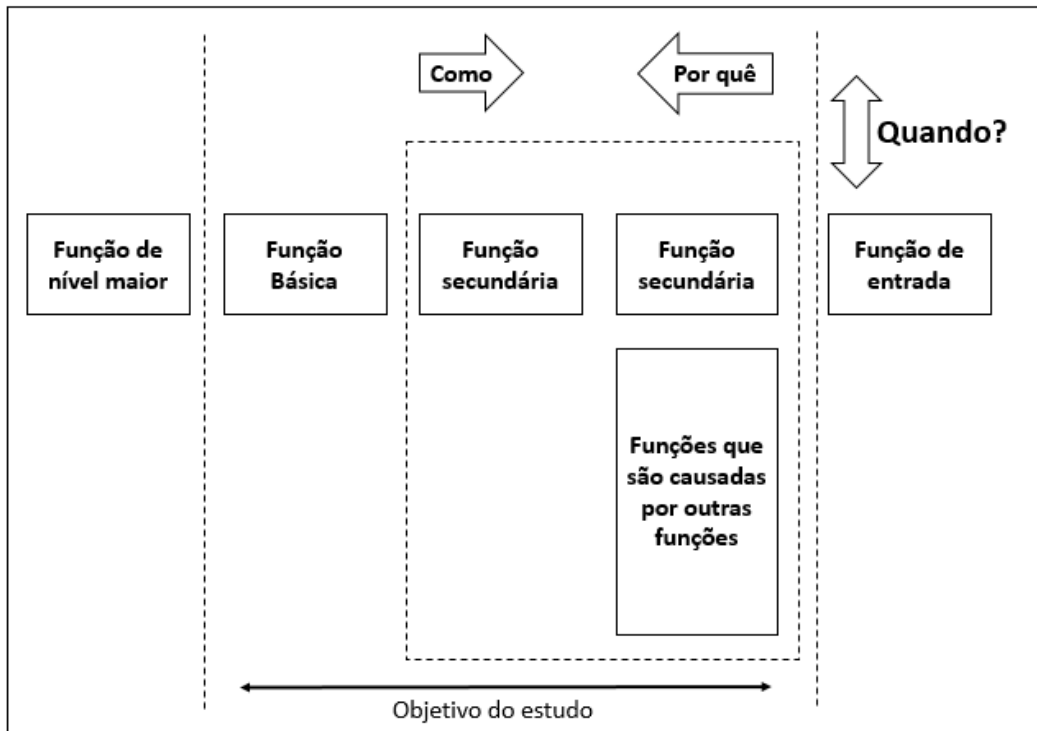


Figura 11: Modelo conceitual do diagrama FAST

Fonte: Adaptado de Pereira p.46 (1994).

A concepção do diagrama parte primeiramente da elaboração de uma lista de funções (básicas e secundárias), em segundo para cada função questões “como” e “por quê” são identificadas para assegurar o alinhamento lógico das funções no diagrama. Em terceiro deve-se montar o diagrama de forma que as questões “como” sejam respondidas lendo-as da esquerda para a direita. E em quarto as funções “temporais” que ocorrem oriundas de uma função são colocadas abaixo e sua definição se dá através da resposta de “quando” a ação acontece. Por fim o diagrama apresenta uma relação entre as funções apontando qual deverá ser o objeto de estudo da equipe.

2.4.6.2 Técnica de Avaliação de Funções – Relação de Custo por Função

Geralmente 20% do custo ou dos componentes em uma montagem desempenham a função básica, enquanto os 80% restantes desempenham funções secundárias. Há três maneiras de abordar as relações de custo por função (CSILLAG, 1995), sendo elas:

1. Dividir custo por áreas funcionais: Segmentar os custos envolvidos por áreas do produto (componentes mecânicos, elétricos, estrutura, pneumático e etc), permitindo avaliar o impacto dos mesmos no custo total do produto. A conclusão será a de atuar nas funções secundárias que foram mais caras que a função básica;

2. Custear as peças que desempenham função básica: Essa técnica pressupõe um ponto de vista extremo, onde considera-se que apenas a função básica tem valor. Cada componente deve ser segmentado em funções básicas e secundárias e por fim todas as funções secundárias devem ser analisadas e eliminadas se possível;
3. Analisar custo por função: das três técnicas esta é a mais eficiente, pois ela objetiva analisar todos os componentes, sua relação com as funções básicas e secundárias e quantificar o custo total do componente em relação a função. O julgamento de redução deve ser baseado na comparação dos custos de funções similares em diferentes produtos da mesma empresa. Quando utilizada por um grupo multidisciplinar, atua como uma linguagem comum entre os departamentos e pessoas com formação diferente.

2.4.6.3 Técnica Fixo *Versus* Variável

Segundo Suzue e Kohdate (1990), a estrutura de um produto quando for projetado sob a forma fixo versus variável permitirá a criação de uma diversidade de produtos que combinará seus elementos formando uma base pequena de produtos dentro da organização, mas com alta diversificação passível de ser entregue ao mercado.

A técnica promove a racionalização de todas as partes fixas enquanto busca-se garantir variedade das partes variáveis. Além disto, busca-se reduzir a diversidade das estruturas dos produtos através da busca de alternativas que aumentem a utilização de parte fixas e comuns ao conjunto de produtos.

Azambuja (1995 apud SUZUE e KOHDATE, 1990) prescreve que a técnica pode ser operacionalizada da seguinte forma: primeiro, analisa-se um grupo de produtos e procura-se encontrar partes comuns que possam ser distribuídas pelos vários produtos; após, identifica-se seus processos de produção buscando casar cada parte fixa com um único ou pequeno número de processos. As partes fixas devem ser racionalizadas e seus processos de produção simplificados. Para aumentar o número de partes fixas e reduzir o número de partes variáveis, pode-se buscar a estabilização da variedade das seguintes maneiras genéricas:

- Deslocando a variedade para algum outro lugar;
- Combinando ou unindo partes;
- Separando o que é variável;
- Simplificando as combinações de variedade;

A estrutura proposta na técnica fixo versus variável sugere que um grupo de produtos seja dividido da forma observável na –Figura 12:

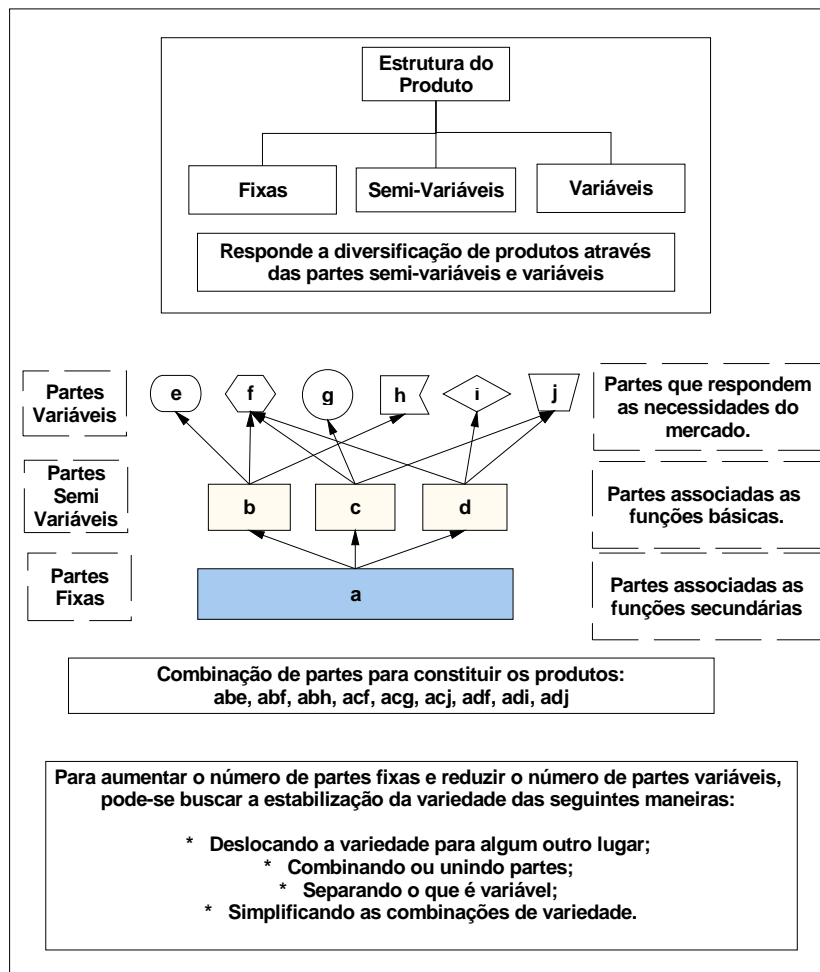


Figura 12: Operacionalização da Técnica Fixo *Versus* Variável

Fonte: Azambuja (1995).

2.4.6.4 Técnica Simples Comparação

Para Suzue e Kohdate (1990) esta técnica deve comparar as estruturas dos diversos modelos de produtos e componentes com o objetivo de eliminar todas as possíveis diferenças existentes que não alterem as características funcionais ou de diferenciação do produto/componente em estudo. É considerada uma técnica bastante simplificada em relação às demais técnicas propostas na obra de (SUZUE e KOHDATE, 1990). Isto porque não propõe nenhum arranjo ou princípio de ordenação pré-estabelecido para configurar ou ordenar a estrutura de produtos a ser analisada. Ela busca somente encontrar possibilidades de padronização pela simples comparação entre produtos, partes e componentes, sem que para isto haja qualquer outro critério a não ser o de encontrar semelhanças e, a partir daí, aplicar a padronização.

2.4.6.5 Técnica Faixa de Variação

Suzue e Kohdate (1990) apresentam esta técnica com o objetivo de racionalizar e limitar valores numéricos de dimensões e especificações, classificando-os de forma que evitem uma variedade desnecessária. A técnica pretende determinar faixas de variação dimensionais, em que uma particular dimensão ou especificação possa ser mais amplamente aplicada, com a intenção de minimizar a necessidade de materiais e componentes. Por exemplo, os valores contidos dentro de uma faixa de variação devem abranger uma maior aplicação de utilização.

A técnica de faixa de variação pode ser desenvolvida das seguintes formas (AZAMBUJA, 1995):

- Pela expansão da abrangência da faixa de variação: procura-se substituir a atual diversidade de valores numéricos, dimensões ou especificações por valores lógicos que atendam uma faixa maior de necessidades - Figura 13.
- Pela revisão da faixa de variação: promove a mudança da faixa de variação de valores numéricos de dimensões e especificações através da remoção de valores considerados desnecessários.

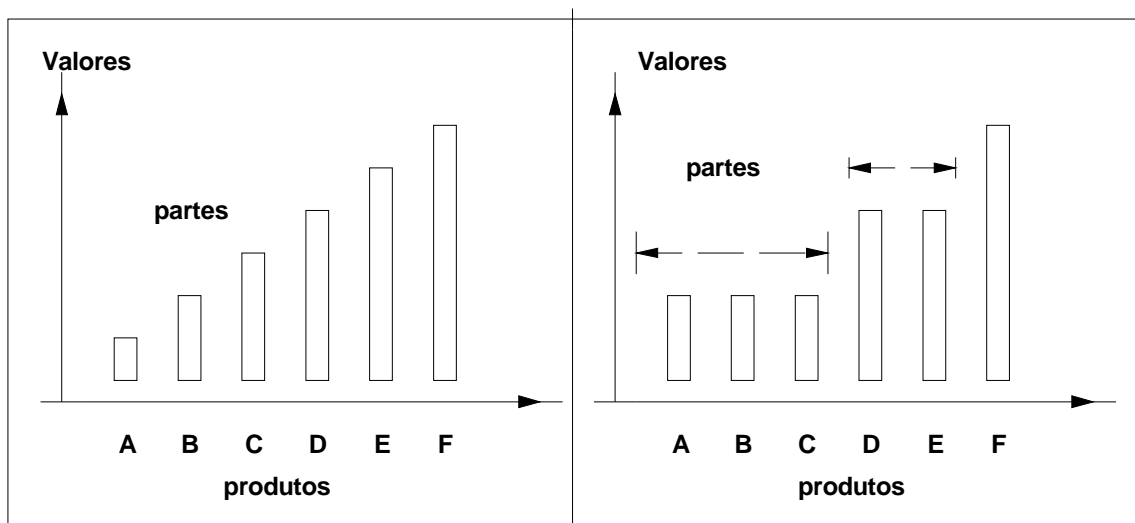


Figura 13: Modelo de definição da abrangência da Faixa de Variação

Fonte: Azambuja (1995).

2.4.6.6 Técnica Multifuncionalidade e Integração

Esta técnica, proposta por Suzue e Kohdate (1990), assemelha-se à técnica de análise funcional da metodologia de análise de valor, mas deve ser utilizada em sequência a análise funcional. A seguir apresenta-se a forma de operacionalização da técnica em cena.

Analisar um produto/componente sob a ótica da *multifuncionalidade* significa avaliá-lo sob a perspectiva de funções para manter produtos e componentes que possuam um mínimo de partes e que satisfaçam apenas as funções necessárias. Já a *integração* significa avaliar os produtos e componentes sob a avaliação dos materiais, tecnologias de produção ou conceitos estruturais utilizados. O objetivo da *integração* é atender as funções necessárias, porém utilizando o menor número de processos e materiais possíveis.

Azambuja (1995) descreve uma operacionalização para esta técnica partindo da análise das funções e estruturas, iniciando pelo questionamento do uso final do produto/componente. Para desenvolver o estudo das funções deve-se primeiramente analisar as especificações do produto e, então, prosseguir na análise das funções, partes e processos de produção, nesta mesma ordem. Na análise das funções podem ocorrer as seguintes ações decorrentes do questionamento das funções analisadas (AZAMBUJA, 1995):

- Remover especificações e funções excedentes, isto é, que não são necessárias.
- Integrar múltiplas funções dentro de uma parte única ou processo.
- Combinar funções.
- Propor um novo sistema ou novas especificações.
- Enfim, simplificar ao máximo as funções do produto.

Da mesma forma, na análise das partes e processos de produção deve-se buscar:

- Remover os procedimentos não necessários.
- Integrar partes e processos de produção.
- Combinar partes e processos de produção.
- Propor um novo tipo de material para o componente em produção.
- Simplificar ao máximo os processos de produção e partes constituintes do produto.

Nos próximos capítulos, serão detalhados o método de trabalho e a aplicação da pesquisa do presente trabalho.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o método de pesquisa que será utilizado nesta dissertação. Inicialmente uma visão geral e teórica sobre o método de pesquisa será abordado. Em sequência serão fundamentadas as razões da escolha do método de pesquisa utilizado para esta pesquisa – O Design Research. E por final é apresentado o método de trabalho específico deste documento, ou seja, os passos lógicos que esta dissertação irá utilizar para atingir os objetivos propostos.

3.1 Pesquisa Científica

A pesquisa científica é um processo de investigação de um problema teórico operacionalizado através de uma metodologia e que tem como objetivo contribuir para o avanço do conhecimento humano (SILVA; MENEZES, 2001). Wiberg (2014) caracteriza a pesquisa científica como um conjunto de atividades que buscam estudar uma realidade, através da investigação das ciências humanas e sociais. Utilizada há séculos para auxiliar processos de tomada de decisão, apenas em 1937 foi realmente caracterizada uma disciplina específica para pesquisas em operações (MANSON, 2006).

Vaishnavi e Kuechler (2007) introduzem a pesquisa como uma atividade que auxilia no entendimento de um fenômeno, através de investigações e construções de trabalhos intelectuais que tenham como objetivo a descoberta de novos conhecimento, a invenção de novas técnicas ou exploração de novas realidades. Manson (2006) justifica que a pesquisa existe para gerar conhecimento sobre algo, e apresenta três argumentos de motivação para pesquisa sendo eles: i) curiosidade humana; ii) necessidade de prever o conhecimento de algo; iii) necessidade de mudar o comportamento de algo.

Para que uma pesquisa científica ser realizada de maneira correta, suas características devem ser identificadas para que os procedimentos corretos sejam aplicados. Ferraz e Silva (2015) afirmam que uma pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza e abordagem, como pode ser observado a seguir:

Quanto a natureza as pesquisas são divididas em dois tipos:

- Pesquisa básica: Visa à geração de conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática. Este tipo de pesquisa é realizado na academia
- Pesquisa Aplicada: Tem por objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática no intuito de solucionar problemas da sociedade que os pesquisadores vivenciam.

Quanto à abordagem as pesquisas são classificadas em:

- Quantitativa: Caracterizam-se pela ideia de que tudo pode ser quantificável. As pesquisas quantitativas tentam traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Para isso, em geral, a pesquisa requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas;
- Qualitativa: A pesquisa qualitativa considera que existe uma relação entre o mundo real e o sujeito, isso é, um vínculo de subjetividade que não pode ser quantificado. Apresenta proposições e hipóteses para interpretar fenômenos.

Ainda Dresch et al. (2015) prescrevem, que além de definir um ponto de partida e objetivos, o pesquisador deve escolher um *método científico* para orientar a sua pesquisa a atingir seus objetivos. E por fim após escolher a abordagem científica que irá orientar a investigação é necessário decidir qual *método de pesquisa* melhor se aplica à condução do estudo. O método científico refere-se à maneira como o conhecimento será construído, sendo ele classificado em: i) indutivo, ii) dedutivo, iii) hipotético-dedutivo e iv) abdução os quais serão descritos a seguir:

- Método Indutivo: Se caracteriza em premissas de uma ideia utilizadas a partir de dados previamente constatados ou observados. Um cientista que utiliza o método indutivo, parte do princípio que é possível construir conhecimento acompanhando um determinado objeto.
- Método Dedutivo: Se caracteriza pelo uso de teorias e leis já existentes para propor elementos que poderão servir para explicar certos fenômenos.
- Método Hipotético- Dedutivo: No método hipotético-dedutivo o cientista utiliza conhecimentos prévios para propor e testar hipóteses que poderão resultar na explicação de certos fenômenos.
- Método Abdução: Consiste em estudar fatos e propor uma teoria para explicá-los. A abdução é um processo de criar hipóteses para explicar certos

fenômenos, e posteriormente ao colocá-los a prova outros métodos científicos podem ser utilizados.

Vaishnavi e Kuechler (2007) definem método de pesquisa como um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, que orientam a geração de conhecimentos reais, indicando qual o melhor caminho a ser seguido. Para Dresch et al. (2015) a escolha do método de pesquisa, ajuda um pesquisador a garantir que sua investigação resolverá o problema de pesquisa, além de garantir para a comunidade científica que a pesquisa é confiável e válida para a área. Yin (2010) apresenta que para a correta definição do método de pesquisa a ser utilizado, é necessário avaliar três condições: i) qual a questão de pesquisa; ii) qual o nível de controle que o pesquisador tem sobre os eventos e iii) o nível de enfoque sobre os eventos contemporâneos. Assim a partir dessa análise é possível identificar o método mais apropriado para tal pesquisa. Desta forma, apresenta-se sucintamente algumas características básicas de alguns métodos clássicos e consagrados no campo acadêmico:

- a) Estudo de Caso: É utilizado quando pretende-se explorar de maneira detalhar um objeto em estudo. Tem por objetivo compreender as características que influenciam o objeto em estudo. Este método não permite o envolvimento do participante no processo de mudança (YIN 2010);
- b) Pesquisa-ação: Diferentemente do estudo de caso, na pesquisa-ação o pesquisador deixa de ser um observador e passa a ter um papel ativo na investigação. Além disso, busca produzir conhecimento tanto para a prática, quanto para a teoria (JARVINEN, 2007);
- c) *Survey*: A pesquisa *survey* tem como objetivo desenvolver conhecimento em uma área específica. O estudo é realizado por meio de coleta de dados com o intuito de avaliar o comportamento de pessoas ou ambientes (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).
- d) *Design Research*: Tem por objetivo produzir conhecimento através da tentativa de solucionar problemas criados pelo homem, através da proposição de um artefato. A DR busca, a partir do entendimento de um problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando sua situação para condições melhores (métodos) (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015);

Em suma, como esta pesquisa: i) é de natureza aplicada, pois se trata de uma pesquisa que tem por objetivo a resolução de um problema prático e gerar conhecimento por meio de sua aplicação, ii) o objetivo é desenvolver conhecimento a ser utilizado para resolver problemas através da construção de um artefato e iii) o pesquisador precisa participar do processo de mudança para completar a pesquisa, o DR parece mais alinhado aos objetivos declarados no presente trabalho.

3.2 *Design Research (DR)*

Para Trullen (2007), o objetivo do *Design Research* é produzir conhecimento que possa ser utilizado por profissionais em seus campos de trabalho para resolver problemas. A geração de conhecimento na DR não está preocupada apenas com a pesquisa, mas com o acréscimo de conhecimento que poderá ser utilizado para a solução de problemas existentes ou criação de novos artefatos (ROMME, 2003).

O *design science* foi proposto em 1996 pelo psicólogo e economista norte-americano Herbert Alexander Simon, que em sua obra seminal referenciou a diferença entre o natural e o artificial. Segundo o Simon (1996), artificial é algo que foi produzido ou inventado pelo homem e sofre intervenções. As ciências do artificial devem se preocupar com a maneira como as coisas devem ser para alcançar determinados objetivos, seja para projetar algo novo ou para solucionar problemas existentes (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). A pesquisa fundamentada no *design science* e no método *design research* teve grande aceitação na sua utilização em pesquisas voltadas a engenharia de produção. Manson (2006) afirma que a DR é mais do que uma metodologia para realizar a investigação, mas sim é a união de um conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas.

O DR envolve a análise da utilização e do resultado de artefatos construídos para compreender, explicar e melhorar o comportamento de um determinado sistema. Dessa forma, interage muitas vezes com outras metodologias (HEVNER et al., 2004). Van Aken (2005) aponta o DR como um paradigma de solução de problemas, e afirma que sua metodologia busca criar inovações que estudem ideias, práticas, produtos através da qual a análise, concepção de artefatos possa ser realizado de forma eficiente. Ainda para o autor, é importante destacar que mesmo que os problemas neste tipo de pesquisa sejam muito específicos, é muito importante que o conhecimento possa ser generalizado, e quando utilizado, consiga resolver um problema específico.

Lacerda et al. (2013) descreve que o DR estuda fenômenos e conhecimentos existentes para obter como resultado o desenvolvimento de artefatos, onde os mesmos podem ser definidos como: Constructos, Modelos, Métodos e Instanciações - Quadro 3. Os autores ainda aprofundam alguns argumentos com relação aos métodos e instanciação. Os métodos podem ser representados graficamente, em sentido amplo, representam um conjunto de passos que devem ser obedecidos para que um resultado seja produzido. Por sua vez, as instanciações são os artefatos que informam como implementar ou utilizar um determinado artefato e seus possíveis resultados, elas podem se referir a um ou na articulação de diversos artefatos para a produção de um resultado.

Tipos de Artefatos	Descrição
<u>Constructos</u>	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções.
<u>Modelos</u>	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de design, modelos representam situações como problema e solução. Na <i>Design Science</i> , no entanto, a preocupação é a utilidade de modelos, não a aderência de sua representação à Verdade. Não obstante, embora tenda a ser impreciso sobre detalhes, um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
<u>Métodos</u>	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
<u>Instanciações</u>	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Quadro 4: Tipos de Artefatos

Fonte Adaptado de Lacerda et al. (2013).

Portanto, o DR busca produzir conhecimento na sua execução, em função da natureza do pensamento, direcionada a situações almejadas (REMIDEZ; PH; JOSLIN, 2007). Manson (2006) complementa argumentando que o DR estuda fenômenos que são mais artificiais do que naturais, buscando formas melhores executar atividades. Com isso, o

pesquisador aprende com os resultados e os entende a partir de um processo de construção e análise crítica do artefato.

3.2.1 Metodologia do *Design Research*

O *Design Research*, conforme apresentado estuda os fenômenos artificiais (SIMON, 1996). Tais fenômenos podem ser tanto criados a partir de um problema como estudados, e o pesquisador deve contribuir para cada uma dessas atividades. O DR é prescritivo e não descritivo, isto é, busca prescrever maneiras de fazer as coisas de forma mais efetiva. Para Aken (2004) O pesquisador aprende com os dados e os entende através de um processo iterativo de construção. Para o autor o *Design Research* desenvolve conhecimento a serviço da ação, devido a sua natureza de pensamento ser direcionada para situações desejadas, que se sintetizam na forma de artefatos.

Vaishnavi e Kuechler (2007) apresentam uma sequência de passos para condução do *Design Research* em cinco etapas, sendo elas: i) conscientização do problema, ii) sugestão, iii) desenvolvimento, iv) avaliação e v) conclusão. A etapa de conscientização refere-se à compreensão da problemática envolvida, tendo como principal resultado desta fase a definição e formalização do problema a ser solucionado (LACERDA et al., 2013). A sugestão é apresentada como a etapa que propõe uma ou mais alternativas para a solução dos problemas. É na sugestão que a escolha de um, ou mais, artefatos para serem desenvolvidos (LACERDA et al., 2013; MANSON, 2006).

No desenvolvimento o pesquisador criará um ou mais artefatos. As técnicas utilizadas variarão amplamente, de acordo com o artefato a ser construído. A construção em si pode não exigir novidades em relação ao estado da arte, já que a novidade devem estar no *design* (LACERDA et al., 2013; KUECHLER; VAISHNAVI, 2007; MANSON, 2006). A avaliação é definida como o processo rigoroso de verificação do comportamento do artefato no ambiente que ele foi projetado (KUECHLER; VAISHNAVI, 2007). Por sua vez, a conclusão consiste na comunicação dos resultados do artefato, através de escritas e apresentações. O conhecimento pode ser classificado como *firme*, quando os fatos que foram aprendidos podem ser reproduzidos repetidamente e *perdidos* quando anomalias não são explicadas necessitando realizar novas pesquisas sobre o assunto (KUECHLER; VAISHNAVI, 2007).

A Figura 13 apresenta a estrutura metodológica proposta por Vaishnavi e Kuechler (2007), mostrando as etapas do processo com suas respectivas saídas e o fluxo de conhecimento gerado, e os caminhos do conhecimento:

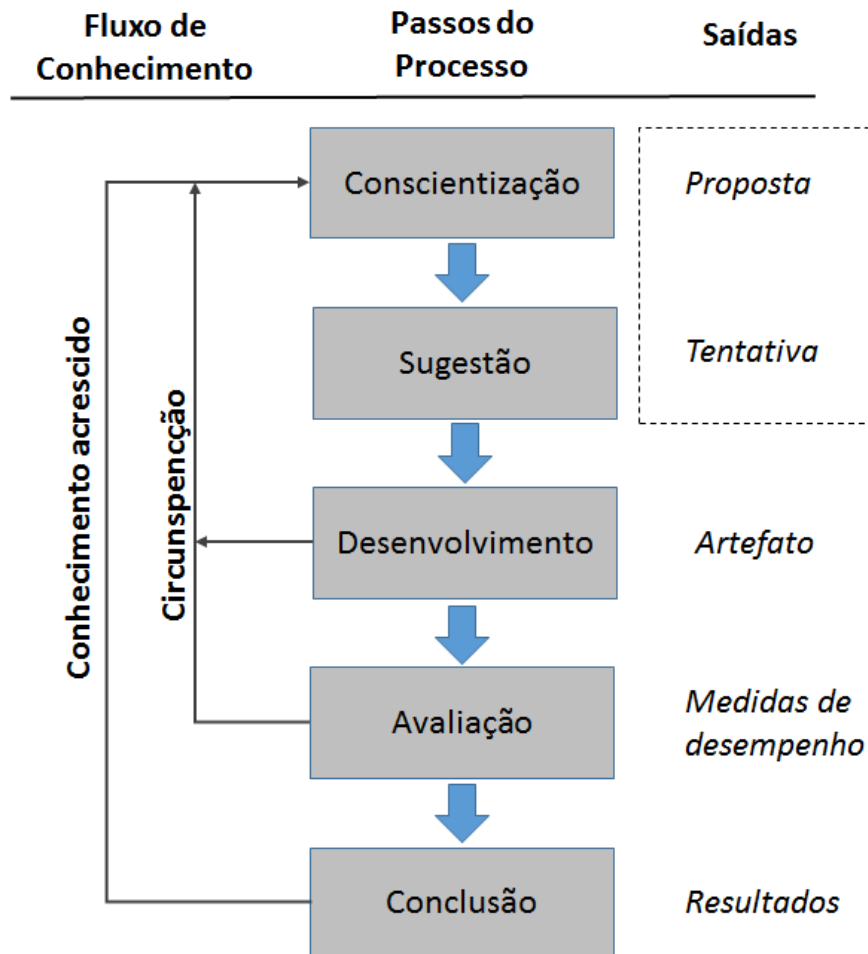


Figura 14: O processo geral da metodologia DR

Fonte: Adaptado de Vaishnavi e Kuechler (2007).

Por fim, o desenvolvimento desta dissertação irá adaptar o método apresentado para aplicação da pesquisa, o mesmo será detalhado na próxima seção.

3.3 Método de trabalho

Em consonância com o método de pesquisa e o sentido da consolidação dos objetivos propostos para este trabalho, apresenta-se o método de trabalho - Figura 14 - adotado, ou seja, os passos seguidos por esta pesquisa. A proposta foi construída utilizando os passos propostos por (VAISHNAVI; KUECHLER, 2007): i) conscientização do problema; ii) sugestão; iii) desenvolvimento; iv) avaliação; e v) conclusão. O detalhamento da sugestão, do desenvolvimento, da avaliação e da conclusão serão apresentados nos Capítulos 4, 5 e 6.

O produto final (artefato) desta dissertação será a sugestão de um método para a redução de componentes através da padronização, que, a partir dos conceitos propostos pela

metodologia AV/EV mais a utilização de técnicas específicas e conhecimento de especialistas, auxilie na redução da variedade fabril e seus respectivos custos.

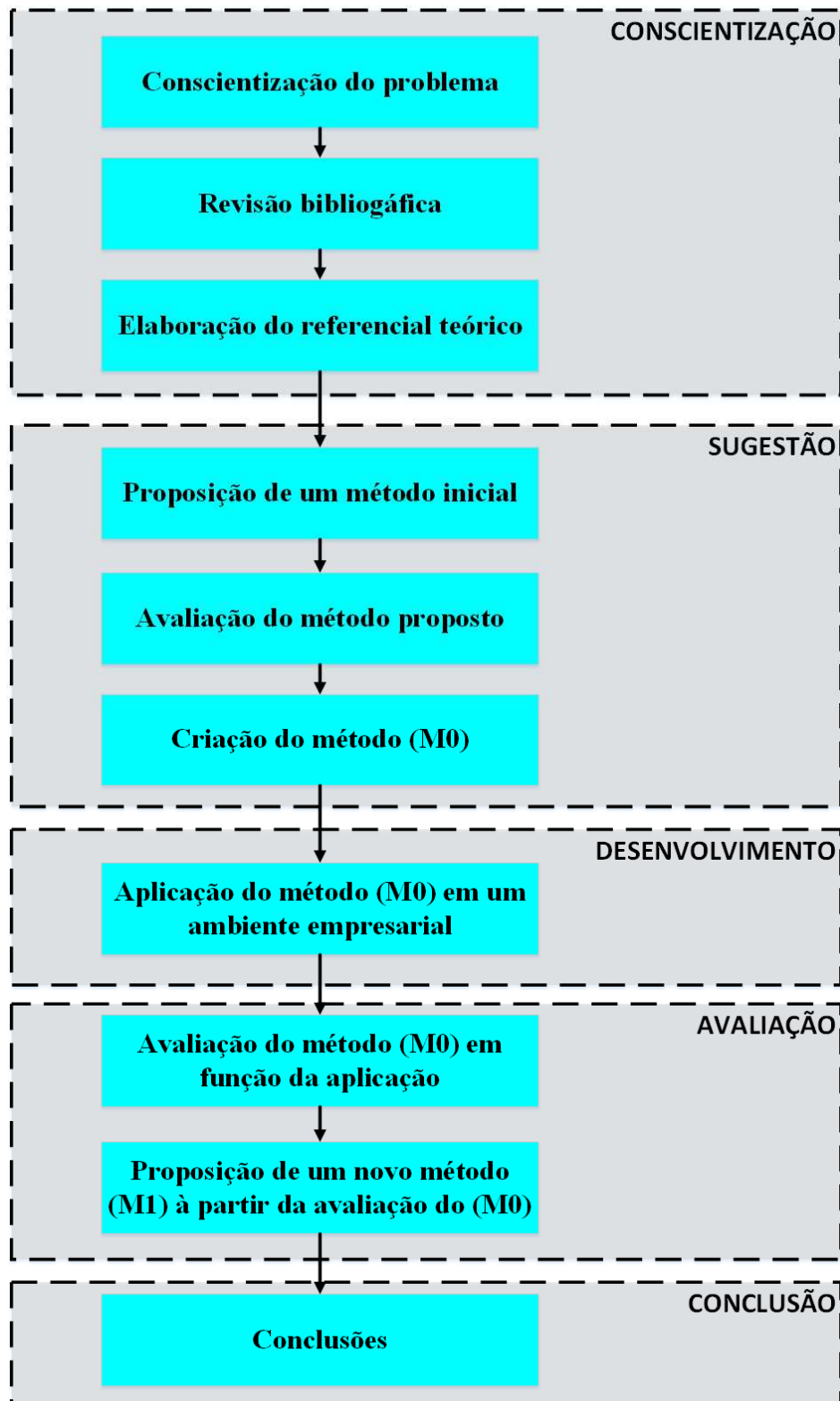


Figura 15: Método de trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Essa figura representa os dez passos utilizados para a realização desta pesquisa, cada um especificado e detalhado a seguir:

- **Passo 1 – Conscientização do problema:** a partir da análise preliminar da literatura e da realidade de algumas empresas, surgiu a motivação para a realização desta pesquisa. No intuito de trazer uma contribuição para o ambiente da engenharia de produção, o autor da presente dissertação estudou as características do ambiente nacional no intuito de entender os principais problemas das empresas inseridas nesse contexto. Dentre essas características que impactam na competitividade das empresas brasileiras (custo de mão de obra, custo de capital, baixa escala de produção, aumento da diversidade de produtos, entre outras), algumas apresentam soluções conhecidas na literatura acadêmica, como, por exemplo, o custo de capital com as ferramentas de redução de estoques e aumento de produtividade. Outras, no entanto, parecem não possuir proposições claras de melhorias na literatura disponível. Esse é o caso do aumento da diversidade de produtos e a quantidade excessiva de componentes. Assim, o presente trabalho buscou uma situação que é entendida como deficiente em algumas organizações e de relevante potencial de contribuição da engenharia de produção nas mesmas;
- **Passo 2 – Revisão bibliográfica sobre o assunto:** após a definição do problema de pesquisa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o intuito de gerar uma abordagem teórica adaptada às necessidades da pesquisa. Além disso, essa revisão ratificou a percepção da pesquisa inicial na literatura de que existe uma lacuna conceitual em relação aos métodos de trabalho para análise e redução de componentes, através da padronização
- **Passo 3 – Construção do referencial teórico:** A partir das bibliografias nacionais e internacionais foi construído um referencial teórico
- **Passo 4 – Proposição de um método inicial:** a partir dos subsídios fornecidos pela pesquisa na literatura, será construído um método inicial. Esse método teve fundamentação em conceitos retirados da bibliografia e experiências práticas do autor.
- **Passo 5 – Avaliação preliminar do método proposto:** o método inicialmente proposto será submetido à análise de especialistas que consolidarão e

discutiram suas percepções em uma reunião conduzida no formato de um *workshop*.

- **Passo 6 – Geração de um método (M0):** a partir da análise do conteúdo gerado pelo Grupo Focal e das percepções obtidas durante a realização do mesmo, o método inicialmente proposto será aprimorado e formalizado, gerando o método M0.
- **Passo 7 – Aplicação do método (M0) em um ambiente empresarial:** o método aprimorado será testado em um ambiente empresarial para analisar seu desempenho. Essa etapa será cumprida em uma empresa do ramo metal-mecânico, localizada em Farroupilha (RS). O detalhamento desse passo será apresentado no Capítulo 5;
- **Passo 8 – Avaliação do método (M0) a partir da aplicação:** o desempenho do método será observado durante a sua utilização no ambiente empresarial. Essa avaliação será feita a partir de quatro abordagens: i) observação do autor, durante a aplicação, acerca das dificuldades percebidas e das impressões demonstradas pelos participantes da pesquisa; ii) critérios do DR; iii) observações gerais da implantação
- **Passo 9 – Geração de um novo método (M1) a partir da avaliação do M0:** o processo de avaliação do método originalmente proposto evidenciará uma série de aprimoramentos que poderão ser feitos no método para novas utilizações. Em vista disso, o Capítulo 6 apresentará uma nova versão do método, chamada (M1), com as contribuições advindas da avaliação do teste do método proposto (M0) no campo;
- **Passo 10 – Conclusão:** análise da condução, do rigor e das contribuições da pesquisa, bem como do processo de construção do método, verificando desvios e anomalias em relação ao proposto, lições aprendidas e *insights* sobre o problema abordado.

4 PROPOSTA DO MÉTODO (M0)

O objetivo do método descrito consiste em reduzir a variedade através da simplificação e eliminação do que não é necessário e, ao mesmo tempo, manter uma maior variedade de produtos ofertados no portfólio da empresa. Neste capítulo será detalhado cada um dos passos do método proposto. A ideia é que, quando executados, esses passos lógicos se constituam em um método para um programa de padronização de componentes. Isso significa que esses passos sequenciarão as atividades que a empresa deve executar para estudar e implantar melhorias nos seus produtos e componentes que resultem na redução dos mesmos através da padronização.

É importante explicar a diferença conceitual entre programa e projeto, uma vez que o método deste trabalho refere-se a um programa, constituído de projetos de melhoria que devem ser executados ao longo dos ciclos de aplicação. O PMBOK (2008) define projeto como sendo um esforço temporário empreendido para criar um novo produto, serviço ou resultado exclusivo. O projeto possui como característica principal trabalhar com prazos predefinidos, ou seja, ter início e fim bem definidos. Já o PMBOK (2008) define programa como sendo um conjunto de projetos coordenados entre si de forma articulada e dinâmica que visam objetivos em comum. A ‘grosso modo’, pode-se dizer que o programa se relaciona ao benefício maior a ser alcançado e os projetos são mensurados com relação ao caminho para atingir o benefício.

O método do programa de padronização é dividido em quatro etapas – Figura 15-, as quais separam a preparação do programa, da priorização de melhorias, implantação de projetos de padronização em determinados grupos de componentes e da gestão do programa como um todo.

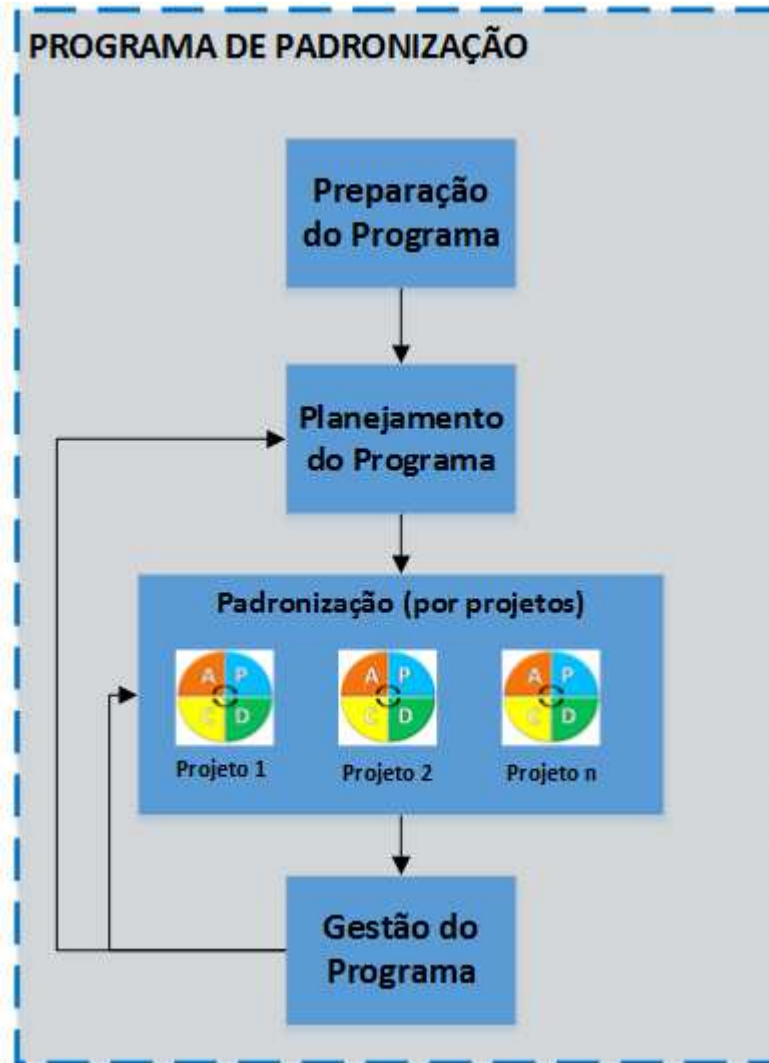


Figura 16: Proposta de M0

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

A Etapa 1 consiste em preparar a empresa para a implantação do programa, avaliando dados e capacitando as equipes de trabalho no método do programa. Para a preparação do programa, a base de dados do sistema de gestão deverá ser completa e ajustada, bem como as descrições dos itens e seus cadastros realizados. Uma equipe de gestão deverá ser definida e sensibilizada.

Na segunda etapa, os grupos de materiais a serem padronizados serão priorizados, e uma equipe multidisciplinar de projeto será definida e capacitada. Finalmente, o cronograma do programa como um todo com os respectivos projetos deve ser formalizado de forma objetiva possível.

Na terceira etapa as equipes estarão trabalhando em projetos de padronização focados em grupos de materiais priorizados na etapa 2. Esta etapa pode ser executada em paralelo por mais de uma equipe de trabalho, pois neste momento serão executados projetos de

padronização onde o objeto de estudo é um determinado grupo de materiais, previamente definida na etapa anterior. O final da etapa 3 é a entrega de um grupo de componentes padronizados, com estruturas alteradas e todas as definições do destino de estoque e planos para substituição dos componentes concluídas.

A Etapa 4 trata da gestão do programa, onde o acompanhamento de implantações, necessidades de reciclagens conceituais para as equipes e avaliação dos resultados são alguns de seus passos. Nesta etapa as atividades não são necessariamente executadas na sequência que o método apresenta. Isto que porque, por se tratarem de etapas de gestão as mesmas, devem ser realizadas de forma contínua.

A seguir é tratado com mais detalhe as diferentes etapas do método.

4.1 ETAPA 1 – Preparação do Programa de Padronização

A preparação do programa de padronização é a primeira etapa do método, a Figura 16 apresenta os passos de execução da preparação do programa e na sequência os mesmos são detalhados.

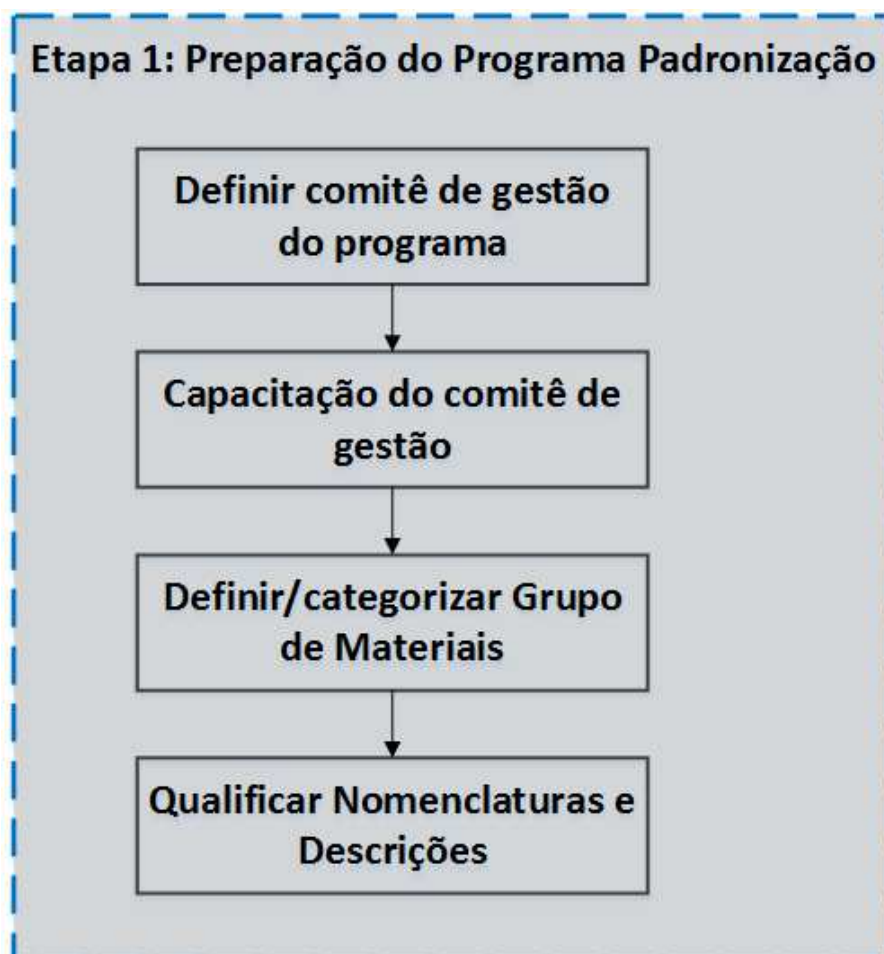


Figura 17: Preparação do Programa

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.1.1 DEFINIR COMITÊ DE GESTÃO DO PROGRAMA

Deve-se definir um comitê para a Gestão do Programa de Padronização contendo integrantes dos níveis de gestão das principais áreas da empresa. O comitê de gestão será responsável por prover recursos e direcionar as principais atividades referentes ao programa de padronização. Cabe destacar que não serão os integrantes do comitê de gestão os implementadores de padronização nos componentes, e sim o comitê servirá como apoio para validar propostas e definir a sequência de atividades do programa como um todo.

4.1.2 CAPACITAÇÃO DO COMITÊ DE GESTÃO

O comitê de gestão deve ser capacitado nos métodos do programa de padronização e nos benefícios que o programa pode trazer para a empresa. As principais definições e aprovações dentro do programa serão realizadas por este comitê. Desta forma, é muito importante que o comitê domine o método do programa e também esteja ‘sensibilizado’ com os impactos e benefícios de se reduzir componentes na empresa como um todo. Sugere-se que esta capacitação seja realizada em um período de oito horas, intercalando conceitos teóricos com exemplos práticos de padronização e apresentando com objetividade e clareza os benefícios oriundos da padronização.

4.1.3 DEFINIR/CATEGORIZAR GRUPO DE MATERIAIS

A definição de grupos de materiais é o primeiro passo técnico a ser realizado no programa de padronização, e toda a sequência de atividades do método será focada nos grupos de materiais que forem categorizados neste passo. Para a categorização, deve-se respeitar o princípio de segmentação sugerido por Tecnologia de Grupo (TG), na qual peças ou objetos (produtos, montagens, ferramentas e etc.) similares são identificados e agrupados para se aproveitar as vantagens de suas similaridades nas diversas atividades da empresa.

Oliveira (1999), prescreve que, para a utilização da Tecnologia de Grupo, deve-se separar os componentes com atributos similares em famílias, dividindo-os em características de aplicação como, por exemplo: Grupo de fixadores, rodízios, tubos, conectores e etc. O autor apresenta quatro atividades necessárias para a implantação da segmentação por Tecnologia de grupo, sendo elas:

- Determinação dos atributos críticos de função do item, que representam o critério para esse pertencer ou não a família;

- Alocação dos componentes nos grupos/famílias estabelecidas;
- Descrição das características e informações referentes aos grupos/famílias;
- Representação dos grupos/famílias por atributos sob forma de códigos ou em base de dados relacional;

4.1.4 QUALIFICAR NOMENCLATURAS E DESCRIÇÕES

A qualificação das nomenclaturas tem como objetivo padronizar a forma de descrever os materiais que possuem as mesmas funções de uma maneira uniforme, para que seja possível identificar o componente apenas com uma leitura básica de sua descrição. Apesar de parecer algo óbvio, a padronização das nomenclaturas nas de bases de dados dos sistemas ERP não é uma prática usual na maioria das empresas que tem desenvolvimento próprio ou possuem uma grande quantidade de produtos e materiais em seu portfólio.

É comum encontrar bases de dados geradas a partir de modelos mentais da organização, onde os atributos de descrição dos itens não possuem nenhum padrão. Nestes casos os itens são cadastrados ao longo do tempo por diversas pessoas que acabam utilizando suas experiências e vivências para descrever um determinado item.

O quadro YY exemplifica uma descrição sem qualificação dos materiais e sua transformação em uma descrição qualificada:

DESCRIÇÃO SEM QUALIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO PADRONIZADA
PARAF. DIN 7991 SI CH 10,9 M10x1,5x20mm	PARAF CAB CHATA ALLEN ACO M10x1,5x20mm CL10.9 ZP ROSCA TOT
PARAF. ALLEN CAB.CHATA M10x30	PARAF CAB CHATA ALLEN ACO M10x1,5x30mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
PF SX FL DIN 6921 8.8 M8 x 1,25 x 60 ZBT (19M7801)	PARAF SEXT FLAN ACO M8x1,25x60mm CL8.8 ZB ROSCA PARC
PARAF. ACO 12.9 MQ ABL SXT INT ISO 7380 M6 x 1,0 x 10 OT	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M6x1x10mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
PARAF. FENDA CRUZADA CAB. LENTILHA M4X8	PARAF CAB ABAU PHILLIPS ACO M4x0,7x8mm CL4.6 ZB ROSCA TOT

Quadro 5: Exemplo de qualificação de descrição

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.2 ETAPA 2 – Planejamento do Programa

A seguir serão detalhados os passos da etapa de Planejamento do Programa, etapa responsável por definir quais grupos de materiais serão padronizados a priori, formalizar e treinar equipe de trabalho e criar cronograma de trabalho. A Figura 17 apresenta os passos da etapa do planejamento.

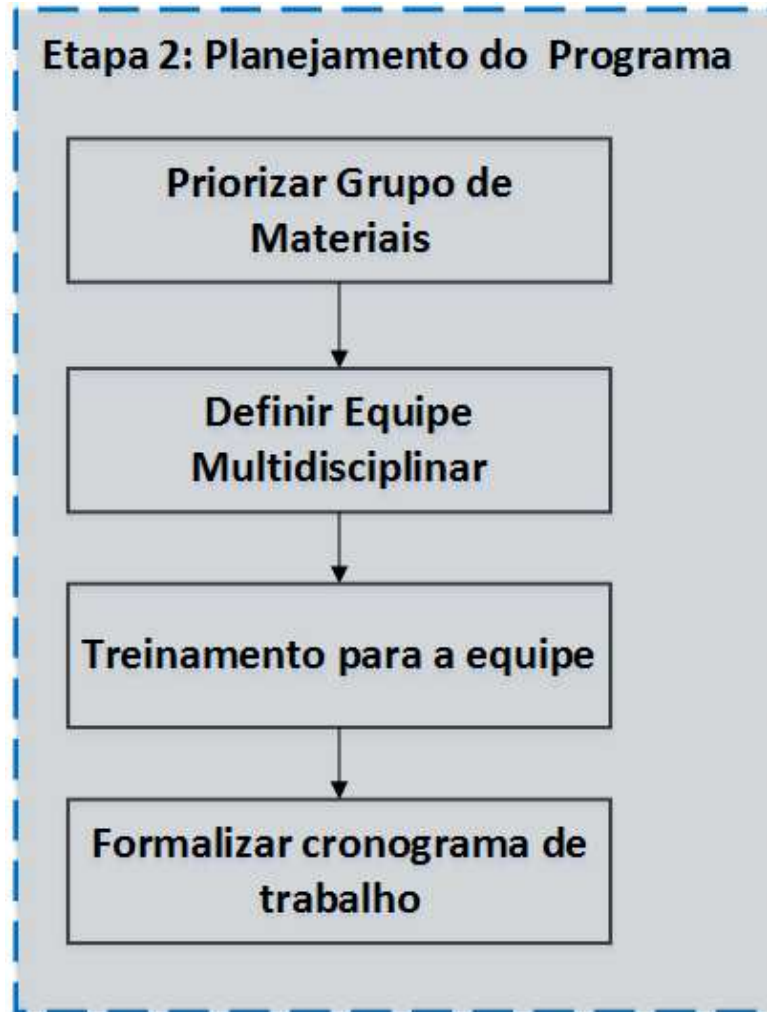


Figura 18: Planejamento do Programa

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.2.1 PRIORIZAR GRUPO DE MATERIAIS

Este passo serve para priorizar quais grupos de materiais serão trabalhados na rodada do método. Muitas são as oportunidades de padronização e, também, os grupos de materiais que fazem parte do portfólio de uma empresa. Desta forma, parte-se do pressuposto de que a priorização utilizará dados quantitativos conjuntamente com critérios qualitativos para se definir os grupos de materiais a serem trabalhados a priori. A proposição é que sejam avaliados três critérios, a saber: i) posicionamento na matriz de priorização, ii) facilidade de implantação, iii) potencial de resultado.

Na avaliação quantitativa, propõe-se que uma matriz de dois eixos seja construída cruzando dados de quantidades de componentes do grupo com o custo médio dos componentes do grupo - Figura 18. A matriz será separada em quatro quadrantes para a análise de priorização sendo eles:

- Quadrante 1: Grupo de materiais com baixa variedade e baixo custo médio de componentes;
- Quadrante 2: Grupo de materiais com baixa variedade e alto custo médio dos componentes;
- Quadrante 3: Grupo de materiais com alta variedade e baixo custo médio dos componentes;
- Quadrante 4: Grupo de materiais com alta variedade e alto custo médio dos componentes;

A sequência de importância na priorização segue a ordem crescente dos quadrante.

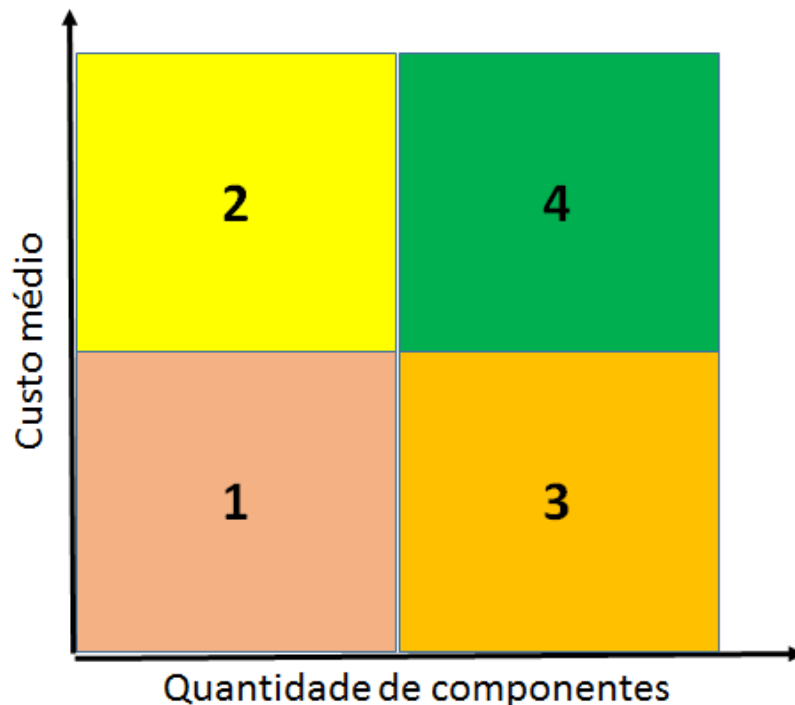


Figura 19: Matriz de Priorização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Para a análise qualitativa serão avaliadas a facilidade de implantação e o potencial de resultado com a padronização aplicando uma nota que varia de 1 à 3 respeitando a seguinte ponderação:

- Nota 1: Difícil de padronizar/ Baixo potencial de resultado
- Nota 2: Fácil de padronizar / Alto potencial de resultado
- Nota 3: Muito Fácil de padronizar/ Muito Alto potencial de resultado

Finalmente, uma matriz - Quadro X - multiplicando as pontuações obtidas com o número do quadrante do grupo de componentes na matriz de priorização e a avaliação qualitativa do potencial de resultados e a facilidade de implantação é utilizada como critério para a priorização dos grupos de materiais a serem padronizados.

Grupos	Facilidade de implantação	Potencial de Resultado	Posição na Matriz	Priorização
Grupo A	3	2	4	20 Pontos
Grupo C	2	2	4	16 Pontos
Grupo B	2	2	3	12 Pontos

Quadro 6: Exemplo de utilização do modelo de pontuação da priorização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.2.2 DEFINIR EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

A definição de uma equipe multidisciplinar para a execução do projeto de padronização parte do modelo propugnado pela metodologia de AV/EV onde a ideia principal consiste em reunir e confrontar conhecimentos e habilidades da organização em pró dos interesses de concepção da melhoria avaliando o processo como um todo e auxiliando na definição dos requisitos de entrada e saída do produto (CSILLAG, 1995). Pereira (1994) afirma que os benefícios dessa sinergia auxiliam na execução ordenada das responsabilidades no processo de evolução de um produto, processo ou sistema (PEREIRA, 1994).

Dessa forma, para o programa de padronização, sugere-se que a equipe multidisciplinar contenha participantes da área produtiva, das engenharias de processo e produto, de compras e programação da produção uma vez que os projetos de padronização alteram configurações de produtos já existentes e, também, propõe alterações em projetos futuros. A participação da área produtiva traz como benefícios a experiência prática de produção dos itens que serão alterados, bem como as possíveis sugestões de melhoria na parte funcional dos produtos. A engenharia de processo por sua vez acrescenta a visão do processo de produção dos produtos, o que tende a contribuir no sentido de evitar possíveis aumentos de custos produtivos oriundos das mudanças propostas. Os setores de compras e programação auxiliarão diretamente na avaliação de custos com as alterações de materiais e orçamento. Adicionalmente pode contribuir diretamente para evitar que materiais acabem ficando obsoleto e em estoque. A Figura 19 apresenta a sugestão de equipe multidisciplinar para atuar em projetos de padronização.

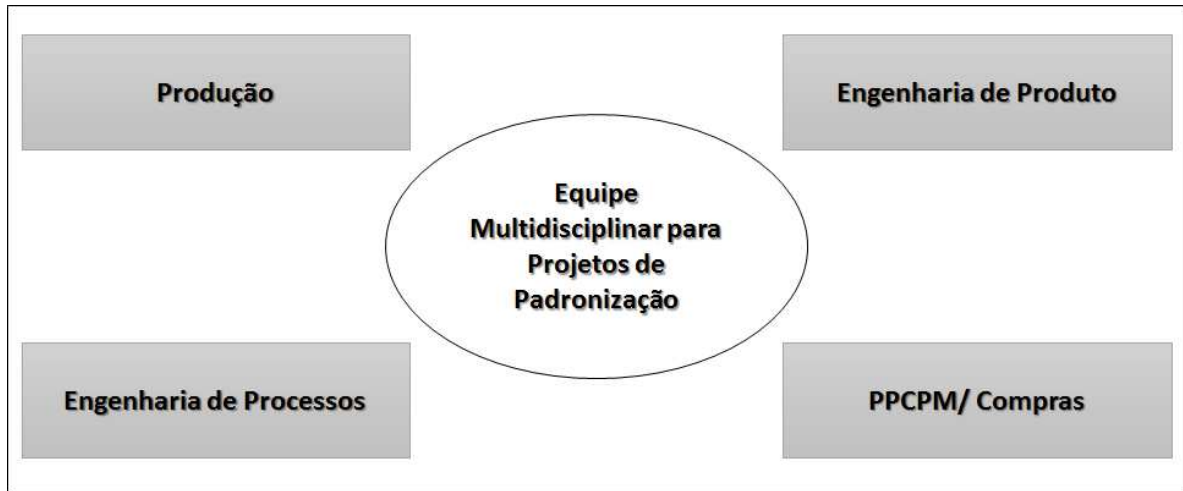


Figura 20: Sugestão de Equipe Multidisciplinar

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.2.3 TREINAMENTO PARA EQUIPE

Toda vez que uma equipe multidisciplinar for formada um treinamento teórico deve ser realizado no intuito de nivelar o conhecimento dos participantes no método geral de padronização adotado pelo programa de padronização. O treinamento servirá para preparar a equipe de trabalho para a implantação do projeto e, também, para que todos sejam capacitados na utilização das técnicas e ferramentas que serão utilizadas ao longo do método. Sugere-se que este treinamento seja realizado em um período de 4 horas.

As equipes deverão ser capacitadas a implementar a análise funcional e construir o diagrama FAST, bem como entender os conceitos das técnicas de padronização fixo variável, faixas de variação, integração e multifuncionalidade. Deverá ser abordado neste treinamento um detalhamento de execução do plano de substituição dos componentes padronizados.

4.2.4 FORMALIZAR CRONOGRAMA DE TRABALHO

A etapa de Planejamento do Programa é concluída com a formalização de um cronograma geral de trabalho contendo todos os grupos de materiais que serão padronizados escalonados ao longo de um período de tempo, considerando todas as equipes multidisciplinares. Este cronograma deverá ser detalhado de forma macro pela empresa, sendo que os marcos de controle devem ser gerenciados posteriormente na rotina de gestão do programa.

4.3 ETAPA 3 – Padronização

A seguir detalha-se a etapa de padronização – Figura 20, onde o objeto de estudo são os grupos de materiais priorizados. Ao final da etapa de padronização espera-se que uma lista padrão de itens seja entregue e as alterações de desenhos e estruturas estejam realizadas para o

grupo de material estudado. A etapa de Padronização é dividida em duas etapas sendo o planejamento do projeto e a implantação.

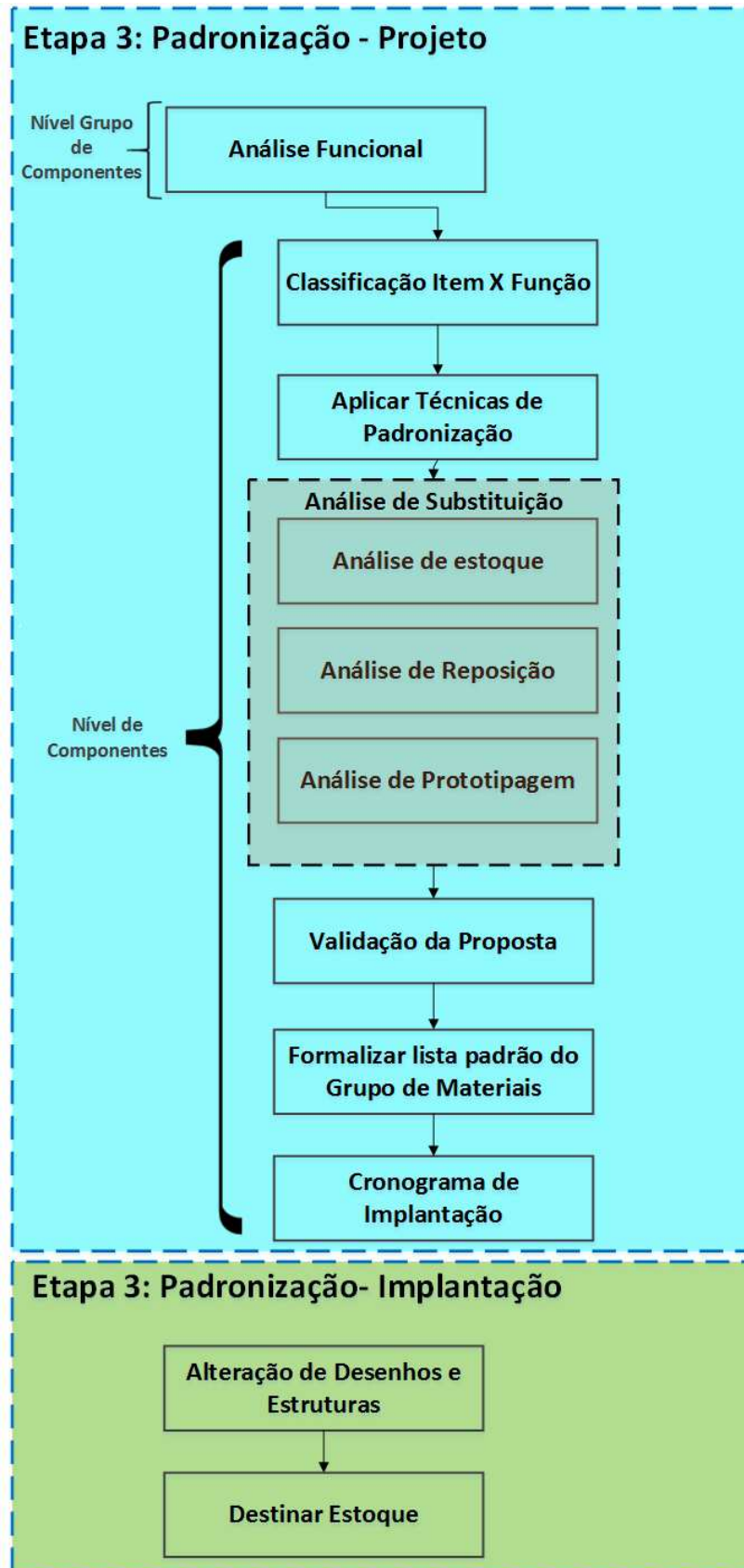


Figura 21: Padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

4.3.1 ANÁLISE FUNCIONAL

O primeiro passo de execução da padronização consiste em realizar uma análise funcional do grupo de material que será estudado. O objetivo desta análise é que a equipe multifuncional conheça as aplicações do grupo de componentes em estudo e, adicionalmente, explicitar quais são as funções que os componentes atingem atualmente e quais são as funções desnecessárias a se eliminar com a padronização. A ferramenta proposta para a análise funcional é o diagrama FAST, apresentado no referencial deste documento.

Com a utilização do FAST, é possível classificar as funções quanto a sua necessidade e, no próprio diagrama, definir quais serão os caminhos funcionais que deverão ser eliminados com os estudos de padronização. A construção do FAST deve partir de uma classificação inicial de todas as funções atingidas pelos itens do grupo e na sequência adicionadas no diagrama respondendo às perguntas: 'como' e 'por quê'.

4.3.2 CLASSIFICAÇÃO ITENS X FUNÇÃO

Uma vez realizada a análise funcional, deve-se relacionar os itens do grupo de materiais em estudo com todas as funções elencadas no diagrama FAST. A saída deste passo deve ser um cruzamento item X funções, para que indutivamente itens cujas funções atingidas sejam apenas as desnecessárias já possam ser eliminados da estrutura de materiais da empresa sem a necessidade de estudos técnicos que serão realizados nos passos seguintes do método. A Figura 21 ilustra um exemplo do modelo de classificação que deve ser realizado.

	Função A	Função B	Função C	Função D
Componente x	●	●		
Componente y	●		●	
Componente z			●	
Componente T	●	●	●	●

Figura 22: Modelo de construção da classificação.

Fonte: O autor (2016).

4.3.3 APLICAR TÉCNICAS DE PADRONIZAÇÃO

Após a primeira rodada de redução de componentes utilizando a abordagem funcional, a equipe multifuncional necessita partir para a análise técnica dos componentes restantes. Para esta análise as técnicas de padronização descritas no referencial deste documento servem de

base para as propostas realizadas. As técnicas de padronização deverão servir de base, mas os estudos não deverão se limitar apenas na aplicação das mesmas. A equipe multifuncional deverá utilizar todos os mecanismos disponíveis para aplicar os estudos de padronização, podendo realizar análises visuais de comparação dos componentes, consultar fornecedores, desenvolver parcerias com centros de pesquisas em universidades e etc. Ao final da aplicação das técnicas de padronização, a equipe deverá classificar as propostas de padronização com as técnicas utilizadas, bem como apresentar um quadro resumo com o total de componentes reduzidos.

4.3.4 ANÁLISE DE SUBSTITUIÇÃO

A análise de substituição é o passo do método responsável por avaliar os impactos que as propostas de padronização possam causar na empresa, planejando a substituição ou até mesmo a eliminação de um determinado componente. É importante que o planejamento avalie de maneira sistêmica os impactos da padronização para evitar que contratempos aconteçam posteriormente. A substituição de itens deverá ser analisada sob três perspectivas, a saber:

- i) Análise de Estoques: A análise de estoques tem como objetivo evitar a ocorrência de estoques obsoletos em itens que deixem de fazer parte do portfólio após os estudos de padronização. Existirão casos em que a equipe multidisciplinar poderá propor a eliminação de algum item, e um lote do mesmo estiver em processo de fabricação, ou com um pedido de compra finalizado. Assim, após uma análise dos estoques deve ser feita uma proposta visando direcionar os estoques para o devido destino (por exemplo: para sucateamento, para venda, devolução para fornecedores ou até mesmo planejando seu consumo).
- ii) Análise de Reposição: A análise de reposição visa avaliar como serão tratados os casos referentes ao mercado de reposição dos componentes de um produto. Muitas vezes a padronização irá propor a eliminação/substituição de componentes que fazem parte de produtos e necessitam estar disponíveis no mercado de reposição. Neste contexto, o planejamento de como este mercado será atendido é importante para evitar problemas com clientes. Para os casos em que os componentes novos são iguais aos antigos em relação a sua aplicação, apenas o bloqueio do item eliminado é necessário. Porém, para casos que dimensões e utilização não permitem o uso do novo componente,

será necessário rever a política de custos e os prazos para a reposição destes componentes.

- iii) Análise de Prototipagem: Em alguns casos o projeto de padronização exigirá um teste físico para garantir a efetividade da proposta. Para estes casos uma análise da necessidade de prototipagem deverá ser realizada. Custos e prazos para a confecção do protótipo deverão ser avaliados. Por fim após os testes com o protótipo uma validação da proposta de padronização destes componentes deverá ser realizada.

4.3.5 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

Após a conclusão de todos os estudos de padronização no grupo de materiais, deve ser realizada uma validação com a alta gestão da empresa para apresentar a nova proposta de itens do grupo de materiais. A validação é uma etapa importante do método pois definirá a nova lista de componentes do grupo de materiais em estudo, que será utilizada deste momento em diante na empresa.

4.3.6 FORMALIZAR LISTA PADRÃO DO GRUPO DE MATERIAIS

Um dos documentos mais importantes a ser confeccionado com a execução do método de padronização é a lista padrão de itens para o grupo de materiais em estudo. A lista padrão é a entrega formal dos itens que serão mantidos/acrescidos no portfólio da empresa após os estudos de padronização. Ela servirá de base para todos os projetistas da empresa, servindo de controle para evitar uma nova proliferação de itens do grupo de materiais em estudo. A alteração de desenhos e estruturas de produtos no fim de vida útil pode não ser realizada devido à grande demanda de tempo para esta atividade. Porém a lista deve orientar novos desenvolvimentos na utilização dos itens contidos nela antes de criar um novo *part number* no processo.

4.3.7 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

Neste passo deve ser elaborado um cronograma de implantação da nova estrutura de itens do grupo de materiais em estudo, contemplando todas as atividades de alteração de estruturas, desenhos e também efetivação dos destinos para estoques definidos no passo de 'análise de substituição'. Este cronograma deverá ser monitorado nas rotinas de gestão do programa de padronização e conter os responsáveis e as datas definidas para cada atividade.

4.3.8 ALTERAÇÃO DE DESENHOS E ESTRUTURAS

A alteração dos desenhos e estruturas dos produtos da empresa para atender a nova lista de componentes padronizados, deverá ser realizada respeitando a curva ABC de venda dos produtos. Inicialmente serão realizadas as alterações nos itens com maior demanda. Desta forma a percepção dos ganhos relacionados à redução de componentes e consequentemente a redução da variedade do sistema é vista mais rapidamente.

4.3.9 DESTINO DE ESTOQUES

A efetivação da proposta de destino dos estoques para aqueles componentes eliminados com a padronização deve seguir o plano proposto no 'plano de substituição' e deve respeitar as diretrizes definidas pela gestão da empresa.

4.4 ETAPA 4 – Gestão do Programa de Padronização

A etapa de gestão programa busca gerir os projetos de padronização que estiverem em execução e também avaliar continuamente a necessidade de realizar reciclagens conceituais para os participantes das equipes multidisciplinares. A Figura 22 apresenta os passos desta etapa.

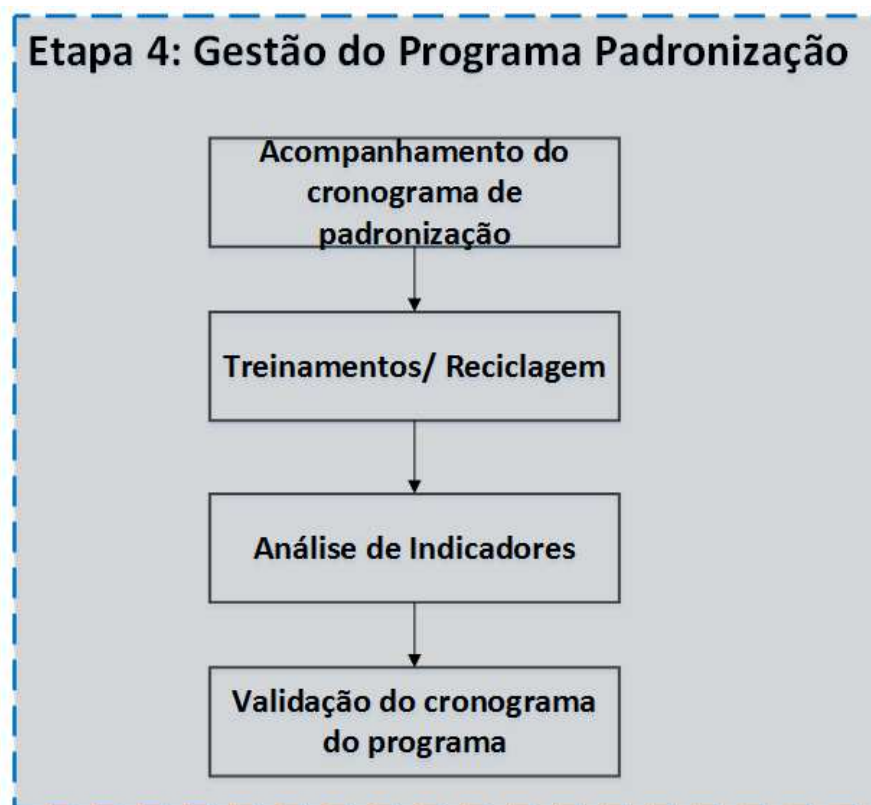


Figura 23: Gestão do Programa.

Fonte: O autor (2016).

4.4.1 ACOMPANHAMENTO DO MACRO CRONOGRAMA DE PADRONIZAÇÃO

Sugere-se que o macro cronograma do programa de padronização seja acompanhado periodicamente para garantir a execução de todas as atividades propostas. O processo de acompanhamento deve, necessariamente, ter a participação de todas as equipes multifuncionais, pois, por mais que todas as etapas tenham sido pensadas detalhadamente nas fases anteriores, e que a participação de uma equipe multidisciplinar minimize as chances de ocorrerem problemas, é possível que apareçam dificuldades não planejadas a serem discutidas.

Para tal, sugere-se que seja criado um comitê de gestão da implantação do programa de padronização e que haja um líder formal do programa para se responsabilizar pelo cumprimento do cronograma.

4.4.2 TREINAMENTOS E RECICLAGENS

A ideia é que sejam realizados treinamentos e reciclagens nos métodos, conceitos e técnicas utilizadas no programa toda vez que, ao longo de execuções de ciclos do método do programa de padronização, sejam incorporados novos profissionais para fazer parte do time multidisciplinar ou que se perceba que alguns profissionais envolvidos devam ser reciclados. Os treinamentos deverão ser agendados e realizados pelo responsável técnico do programa para garantir que todos os participantes dos projetos de melhoria estejam capacitados para executar todos os passos do método.

4.4.3 ANÁLISE DE INDICADORES

Para acompanhamento dos avanços e resultados obtidos com o programa de padronização, sugere-se que indicadores de controle sejam definidos e monitorados ao longo da execução dos ciclos do método. Como proposta de indicador, sugere-se utilizar o percentual de itens eliminados em cada grupo de materiais e a redução total de componentes no portfólio da empresa.

4.4.4 VALIDAÇÃO DO CRONOGRAMA DO PROGRAMA

Ao final de cada ciclo de implantação da padronização em grupos de materiais, o cronograma proposto na etapa de preparação do programa deverá ser validado e todos os dados e registros de melhorias devem ser arquivados para consultas futuras. Uma vez validado o cronograma de trabalho o programa retorna novamente na etapa de Planejamento

do Programa para a realização de uma nova rodada com novos grupos de materiais priorizados e novas equipes multidisciplinares.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO EM UM AMBIENTE EMPRESARIAL

5.1 Apresentação da Empresa

A empresa está instalada no Município de Farroupilha no polo metal mecânico da Serra Gaúcha. Seu parque fabril possui 14.000 metros quadrados, onde atuam mais de 400 profissionais capacitados para produzir soluções que atendam a necessidade de seus clientes e parceiros.

A empresa iniciou as atividades em 1984 com o objetivo de promover assistência técnica em máquinas para calçados. Hoje, o grupo atua em diferentes mercados (exemplo: calçados, máquinas agrícolas, automobilístico, construção civil, elevadores entre outros). Produz artigos de qualidade com padrões de competitividade mundiais, com modernas tecnologias em termos de processo de fabricação e utilizando as melhores práticas tendo como referência os conceitos do Sistema Toyota de Produção e da Teoria das Restrições

O grupo é subdividido em três unidades de negócio:

- a) Unidade Laser: voltada ao ramo da terceirização, fornecendo ao cliente a solução completa na manufatura de produtos, utilizando processos de corte laser, puncionadeira CNC, dobra CNC, solda, acabamento, usinagem e pintura;
- b) Unidade Máquinas: especializada na fabricação de equipamentos para indústria calçadista e de confecção em geral;
- c) Unidade de lavanderias: responsável pelo fornecimento de máquinas de grande porte para lavanderia industrial.

A empresa possui, desde 2001, o Sistema de Gestão da Qualidade em conformidade com os requisitos da norma ABNT NBR ISO 9001:2008. O reconhecimento da qualidade dos produtos e serviços do Grupo permite sua atuação em todo território nacional e em diversos países espalhados pelo mundo - Figura 23.

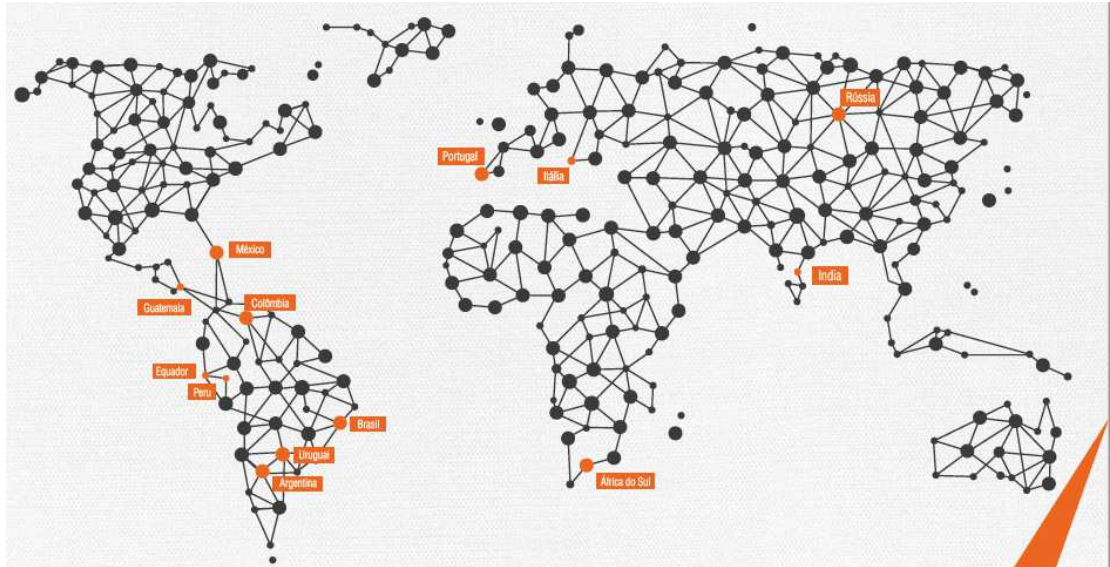


Figura 24: Países de atuação da empresa

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Em 2006 a empresa passou por uma significativa alteração na engenharia de suas máquinas, tendo sido lançada comercialmente uma nova linha de máquinas com tecnologia sustentável. Este foi um marco na história da empresa dado que, a partir deste momento, a evolução dos produtos passou a estar diretamente vinculada a estratégia da empresa.

Atualmente com mais de 35.000 máquinas no mercado e a marca está inserida em um mercado de alta variedade, em que a quantidade de produtos apresenta-se como um desafio para a alavancagem da competitividade da empresa.

No que tange a estrutura produtiva a empresa conta com processos de manufatura típicos da indústria metalomecânica, adquirindo de fornecedores as matérias prima e os componentes elétricos, pneumáticos e de automação. A empresa conta com 2 linhas de montagem que tem capacidade de montagem de em torno de 100 máquinas por mês.

5.2 Aplicação do Método (M0)

As seções seguintes apresentam o detalhamento da aplicação, realizada no período de abril a dezembro de 2016, de cada passo do método M0 exposto no capítulo anterior. Inicialmente, no início do processo de implantação do programa, cabe destacar que foi destacado um Engenheiro de produto como responsável pela condução do programa. Na sequência foram envolvidas um amplo conjunto de profissionais chaves para dar eficácia ao mesmo: diretores, gerente industrial, coordenador de compras, coordenador de engenharia e qualidade, além de engenheiros de produto e engenheiros de processos.

5.3 APLICAÇÃO – Preparação do Programa

5.3.1 DEFINIR COMITÊ DE GESTÃO DO PROGRAMA

Um comitê para gestão do programa foi definido pela direção da empresa antes do programa ser inicializada. Neste comitê foram alocadas quadro membros gestores da empresa, a saber: i) produção; ii) engenharia; iii) compras; iv) planejamento e programação da produção e um quinto membro que é um engenheiro de produto designado para ser o executivo responsável pela implantação e continuidade do programa na empresa. Esta equipe foi orientada a participar de todas as decisões relevantes que seriam necessárias durante a condução do programa. O comitê contou com parceria de uma empresa de consultoria especializada no tempo em cena, que também fazia parte do comitê durante o processo de concepção e implantação do programa.

5.3.2 CAPACITAÇÃO DO COMITÊ DE GESTÃO

Na etapa de nivelamento conceitual foi realizado um treinamento teórico prático com o comitê de gestão do programa, bem como para profissionais das seguintes áreas da empresa: engenharia, comercial, compras, processo e produto, planejamento e programação da produção, Tecnologia da Informação e produção. Relevante destacar que, em paralelo a implantação do programa de padronização, um projeto de modularização estava sendo implantado na empresa. Dessa forma, a capacitação foi ministrada por um consultor, que tratou no mesmo treinamento os conceitos de modularização e àqueles associados especificamente com o programa de padronização. Ao total a capacitação foi ministrada em oito horas. Nas primeiras 4 horas abordou os conceitos básicos de modularização e na outra metade do tempo focou seus esforços nos conceitos básicos associados com padronização.

Ainda nesta capacitação, a equipe pôde testar praticamente os conceitos estudados na avaliação de um produto, analisando e visualizando os potenciais de modularização e padronização de componentes. A Figura 24 apresenta a avaliação feita pelos profissionais da empresa em relação à capacitação.

MÓDULO INTRODUÇÃO		MÉDIA
	O programa do evento	9,05
	A carga horária	8,59
Instrutor	Didática do conteúdo	8,59
	Domínio do conteúdo	9,23
	Utilização do tempo disponível	8,68
	Utilização dos recursos disponíveis	8,95
Recursos Didáticos	Qualidade visual do material didático	9,00
	Qualidade do conteúdo do material didático	9,18
	Qualidade dos recursos de apresentação do conteúdo	9,41
Organização do Evento	Instalações	9,50
	Coffe Break	9,32
	Cumprimento de horários	9,59

Pontos fortes	Pontos fracos
Conteúdo	Teoria muito longe do que aplicamos
Boas explicações bem declarados os assuntos	
Participação de todos, incentivo aos funcionários	
Instrutor domínio do conteúdo	
Domínio do assunto	
A parte prática foi muito proveitosa	

Quadro 7: Avaliação da capacitação

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.3.3 DEFINIR/ CATEGORIZAR GRUPOS DE MATERIAIS

A etapa de categorização dos grupos de materiais seguiu a lógica de separação tendo como base os conceitos propugnados pela Tecnologia de Grupo (TG). O sistema da empresa já possuía para grande parte dos componentes uma classificação de grupos dentro do sistema. Os materiais cadastrados no sistema eram divididos em duas classificações: itens comprados e fabricados. No caso dos itens comprados a categorização existente já estava classificada dentro dos padrões dos conceitos de Tecnologia de Grupo. Já no caso dos itens fabricados foi necessário envolver uma equipe da engenharia de produto para categorizar e alterar a alocação destes itens dentro do sistema. Em muitos casos os componentes eram alocados dentro de categorias que não seguiam nenhum critério lógico razoável, chamados por exemplo de “chaparria”, “conjuntos gerais”, “itens de suporte”. Estes grupos de materiais haviam sido criados em algum momento e serviram de depósito para alocar qualquer material sem uma análise prévia. Ao total foram definidos 37 grupos para os itens fabricados e 124 para itens comprados. A Figura 25 apresenta os principais grupos.

Grupos de Fabricados	Qtd	Grupos de Comprados	Qtd
CONJ. CAIXA PAINEL COMANDO	112	PARAFUSOS	298
BUCHAS	89	COMPONENTES P/ INSTALACAO ELETRICA	170
PINOS	87	PAINES	136
TAMPAS	75	ADESIVOS	115
EIXOS / PROLONGADORES	65	PORCAS	107
CONJ. TAMPAS	59	PINOS	79
ISOLANTES	58	CONEXOES	77
PERFIL TUBO LASER BLM	50	TINTAS EPOXI	73
CONJ. PEDESTAIS	40	CILINDROS PNEUMATICOS	71
ARRUELAS	35	MATERIAIS DE ISOLAMENTO	71
CONJ PAINES ELÉTRICOS	33	CORREIAS	60
CORTINAS / FELTROS / MANTAS / REVEST.	33	SENSORES	56

Quadro 8: Principais Grupos de Materiais

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.3.4 QUALIFICAR NOMENCLATURAS E DESCRIÇÕES

A etapa de qualificação das nomenclaturas iniciou-se após a conclusão da categorização dos grupos de materiais. Um engenheiro de produto foi direcionado para coordenar a condução desta atividade. Além do engenheiro que foi dedicado integralmente para a execução deste passo, outras quatro pessoas da equipe de engenharia foram definidas para auxiliar nas qualificações de nomenclaturas por um período de duas horas/dia. Em duas semanas de trabalho apenas cinco grupos de materiais estavam com a descrição realizada por completo.

Como exemplo do trabalho, é possível descrever a qualificação de descrição realizada no grupo de painéis de comando, que antes da qualificação possuíam em sua nomenclatura apenas uma simples descrição de utilização do painel, e para qual produto final este painel fazia parte – Quadro 9. Durante o processo de qualificação foram criados atributos para serem inseridos nas descrições dos painéis considerando tamanhos, funções e a ordem de operação dos componentes neles contidos. Finalmente, a descrição final considerou todas estas características em uma única nomenclatura, desatrelando o vínculo dos painéis com os produtos finais da empresa. O Quadro 10 apresenta os atributos elencados para descrever o grupo de painéis com a nomenclatura qualificada.

CÓDIGO	Descrição Anterior
132148	PAINEL MAQ 456 S/SEGURANCA GELADA
132147	PAINEL MAQ 456 C/ CLP S/SEGURANCA QUENTE
132146	PAINEL MAQ C/CLP S/SEGURANCA GELADA
132145	PAINEL MAQ 456 S/SEGURANCA QUENTE
132112	PAINEL MOD E-162
131841	PAINEL SUPERIOR MOD 218 ACIONAMENTO AUTO
131390	PAINEL DE COMANDO MOD 737
131039	PAINEL MOD 734
130647	PAINEL FRONTAL MOD 116
122559	PAINEL ESPECIAL AIR MAX
122547	PAINEL LATERAL MOD 744
122546	PAINEL LATERAL MOD 746

Quadro 9: Descrição do Grupo Painéis antes da qualificação

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Grupo	Modificador	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Descrição Após Qualificação
PAINEL	TIPO	LARGURA	COMPRIMENTO	ORDEM DE OPERAÇÕES	
PAINEL	OPERACOES	423	144	AC/EM/LED/REF/AC	PAINEL OPERACOES 423x144mm AC/EM/LED/REF/AC
PAINEL	OPERACOES	423	144	AC/TEMPER/EM/L-D/CLP/AC	PAINEL OPERACOES 423x144mm AC/TEMPER/EM/L-D/CLP/AC
PAINEL	OPERACOES	423	144	AC/EM/L-D/CLP/LED/REF/AC	PAINEL OPERACOES 423x144mm AC/EM/L-D/CLP/LED/REF/AC
PAINEL	OPERACOES	423	144	AC/EM/TEMPER/AC	PAINEL OPERACOES 423x144mm AC/EM/TEMPER/AC
PAINEL	OPERACOES	159	402	CLP/L-D	PAINEL OPERACOES 159x402mm CLP/L-D
PAINEL	OPERACOES	376	85	AC/LED/EM/AC/REG	PAINEL OPERACOES 376x85mm AC/LED/EM/AC/REG
PAINEL	OPERACOES	410	250	2-TEMPER/CLP/L-D/2-LED/2-VAP	PAINEL OPERACOES 410x250mm 2-TEMPER/CLP/L-D/2-LED/2-VAP
PAINEL	OPERACOES	85	240	CLP/TEMPER/L-D	PAINEL OPERACOES 85x240mm CLP/TEMPER/L-D
PAINEL	OPERACOES	266	75	EM/AC/RES	PAINEL OPERACOES 266x75mm EM/AC/RES
PAINEL	OPERACOES	250	130	L-D/CLP/RES	PAINEL OPERACOES 250x130mm L-D/CLP/RES
PAINEL	OPERACOES	180	530	CH-GER/L-D/TEMPER	PAINEL OPERACOES 180x530mm CH-GER/L-D/TEMPER
PAINEL	OPERACOES	180	530	CH-GER/L-D/4-POT	PAINEL OPERACOES 180x530mm CH-GER/L-D/4-POT

Quadro 10: Descrição Qualificada do Grupo Painéis

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Ao final das duas primeiras semanas de trabalho, foi possível concluir que a qualificação das descrições era uma atividade lenta e trabalhosa, que não demandava apenas a alteração das nomenclaturas, mas sim uma análise de funções e aplicações para a criação dos atributos de qualificação. Como a análise de funções seria novamente realizada com profundidade na execução dos projetos de padronização, e o tempo para qualificar a descrição de todos os grupos de materiais seria muito longo. Concluiu-se, então, que esta atividade não teria mais continuidade neste momento do programa, enquanto um todo, em função dos tempos necessários para a execução das atividades. Adicionalmente, percebeu-se que era mais lógica realizar esta atividade depois da análise funcional, dado que evita-se um trabalho não

necessário de qualificar a nomenclatura de componentes que serão eliminadas. Na nova estratégia proposta a qualificação das nomenclaturas e descrições passou a ser executada na fase de implantação dos projetos de padronização de cada grupo de material.

5.4 APLICAÇÃO – Planejamento do Programa

5.4.1 PRIORIZAR GRUPO DE MATERIAIS

A priorização dos grupos de materiais para a primeira rodada do método foi realizada pelo comitê do programa utilizando a base de dados da empresa. O primeiro passo foi construir a Matriz de Priorização utilizando os dados de custo médio dos componentes e quantidades em cada grupo de material categorizado no início do projeto. Embora a matriz seja apenas um dos critérios de priorização, em sua primeira visualização, alguns grupos já se destacaram dos demais por apresentar uma enorme quantidade de componentes em relação aos demais. Na Figura 24 é possível visualizar a Matriz de Priorização com a identificação dos principais grupos de materiais e suas posições.

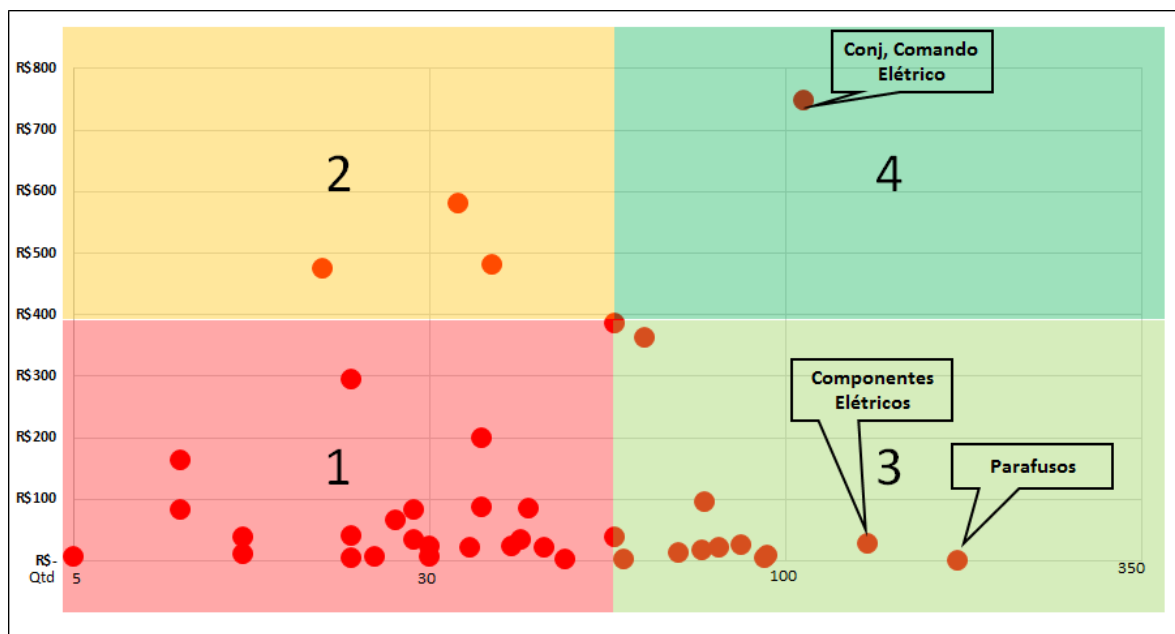


Figura 25: Matriz de Priorização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Em seguida todos os grupos de materiais foram avaliados pelo comitê com relação aos critérios de impacto no resultado e facilidade de implantação. No momento da avaliação, o comitê optou por avaliar apenas os grupos de materiais que estiveram posicionados nos

Quadrantes 2, 3 e 4. Esta decisão ocorreu devido ao significativo tempo utilizado para realizar a avaliação de cada grupo de materiais. Para cada caso os critérios eram discutidos e ponderados pela equipe antes de pontuar o subgrupo. Ao final desta atividade foi possível classificar os itens com maior pontuação em uma lista - Quadro 11, que apresentou a proposta para a sequência de priorização na padronização dos grupos de materiais.

Grupo de Material	Posição na Matriz	Facilidade de Implantação	Potencial de Resultado	Priorização
COMPONENTES P/ INSTALAÇÃO ELETRICA	4	2	3	24
PARAFUSOS	3	3	2	18
CONJ. CAIXA PAINEL COMANDO	3	2	3	18
CONEXÕES	3	2	2	12
TAMPAS	3	2	2	12
MATERIAIS DE ISOLAMENTO	3	2	2	12
CONJ. TAMPAS	3	2	2	12
SENSORES	3	2	2	12
PERFIL TUBO LASER BLM	3	2	2	12
CONJ. PNEUMÁTICOS	2	2	3	12
CONJ. CILINDROS	2	2	3	12
PORCAS	3	3	1	9
BUCHAS	3	3	1	9
PINOS COMPRADOS	3	3	1	9
CILINDROS PNEUMATICOS	3	1	3	9
EIXOS / PROLONGADORES	3	1	3	9
CORREIAS	3	1	3	9
CONJ. PEDESTAIS	3	1	3	9
ADESIVOS	3	2	1	6
PINOS FABRICADOS	3	2	1	6
ISOLANTES	3	2	1	6
CHAPAS C/ AQUECIMENTO / REFRIGERACAO	2	1	3	6
PAINÉIS	3	1	1	3
TINTAS EPOXI	3	1	1	3

Quadro 11: Resultado da Priorização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Seguindo a ordem de priorização, o comitê decidiu priorizar os três primeiros grupos de materiais da lista final a serem padronizados por três equipes diferentes dentro da

organização. As equipes foram gerenciadas pelo responsável do programa e trabalharam paralelamente nos respectivos projetos de padronização.

5.4.2 DEFINIR EQUIPE MULTIDISCIPLINAR

O comitê decidiu por implantar projetos em três grupos, a saber: i) parafusos; ii) componentes elétricos; e iii) conjuntos de caixas do painel de comando. De acordo com as proposições do método, foram definidas três equipes multifuncionais, um para cada grupo, para trabalharem simultaneamente nos projetos. A base conceitual para a definição das equipes foi à escolha de três duplas pertencentes à engenharia de produtos e na sequência integrantes de outras áreas foram encaixados nestas equipes. Neste momento foi possível perceber que as equipes multidisciplinares não necessitavam estarem completas de acordo com a orientação inicial do método – Quadro 12. Por exemplo, no caso das caixas de painel de comando não havia necessidade de conter um integrante do setor de compras. Esta flexibilização e adequação do método proposto foi importante para tornar o mais enxuta possível às equipes multidisciplinares.

Equipes de Padronização	Áreas/cargos envolvidos			
COMPONENTES P/ INSTALAÇÃO ELÉTRICA	Eng. Produto	Técnico Elétrico	Montador Elétrico	Compras
PARAFUSOS	Eng Produto	Montador	Compras	Eng Processo
CONJ. CAIXA PAINEL COMANDO	Eng Produto	Montador	Soldador	Eng Processos

Quadro 12: Composição das Equipes Multidisciplinares

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.4.3 TREINAMENTO PARA EQUIPE

O treinamento para as equipes multidisciplinares foi focado na etapa de implantação dos projetos. O treinamento foi realizado em quatro horas pelo responsável do programa de padronização em conjunto com um consultor da empresa parceira. Neste treinamento, foram detalhados os passos de implantação da padronização, e feitas às devidas explicações e orientações sobre a utilização das técnicas de análise funcional e técnicas de padronização. Na parte final do treinamento foi elaborado um detalhamento de como executar a análise de substituição. O modelo de gestão do programa foi apresentado aos participantes, incluindo a apresentação dos padrões de cronogramas, lista padrão e compilação dos resultados.

5.4.4 FORMALIZAR CRONOGRAMA DE TRABALHO

O cronograma de implantação para os três projetos de padronização foi elaborado pelo responsável do programa com o apoio das próprias equipes multidisciplinares. O macro cronograma foi escalonado para um período de quatro meses de trabalho. Para cada grupo de

material foram elencados marcos de controles para acompanhamento nas rotinas de gestão do programa. A Figura 25 apresenta as macro etapas do cronograma geral do programa de padronização. Por fim cada equipe multidisciplinar elaborou seu cronograma detalhado com as etapas do projeto de padronização do seu grupo de material.

PROGRAMA PADRONIZAÇÃO <small>Projeto (Parafusos, Conectores e Caixas de comando)</small>		Cronograma Padronização				
ATIVIDADE	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	
Fase 1- Priorização dos projetos						
Lista de Priorização	■	■				
Formalização de Equipes Multidisciplinares		■				
Treinamentos		■				
Fase 2- Projetos de Padronização						
Planejamento dos projetos		■	■	■	■	
Validação das propostas				■	■	
Implantação dos Projetos (Estruturas e desenhos)				■	■	
Fase 3- Validação do Programa						
Validação das implantações					■	
Avaliação dos resultados					■	
Finalização dos projetos					■	

Figura 26: Cronograma geral do programa de padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5 APLICAÇÃO – Padronização

5.5.1 ANÁLISE FUNCIONAL

Para a aplicação da análise funcional, as equipes multidisciplinares se reuniram e realizaram *workshops* de aproximadamente quatro horas. O objetivo perseguido consistiu na avaliação do grupo de materiais sob a perspectiva de sua real aplicação. A técnica utilizada para a execução deste passo foi o diagrama FAST. Inicialmente, os grupos partiram da elaboração de uma lista de funções: primárias e desnecessárias. Em um segundo momento, para cada função questões de ‘como’ e ‘por quê’ foram identificadas para permitir a elaboração de um alinhamento lógico das funções no diagrama.

No terceiro momento as equipes montaram o diagrama de forma que as questões ‘como’ fossem respondidas. Posteriormente, os diagramas apresentaram a relação entre as funções apontando a real necessidade de aplicação dos componentes do grupo, bem como as funções cujos projetos de padronização poderiam substituir ou até mesmo eliminar.

A título de exemplo ilustrativo de aplicação do método proposto, apresenta-se na sequência o estudo realizado na família de parafusos, embora em certas situações para fins da elucidação de certos detalhes específicos sejam utilizados exemplos dos grupos de materiais de componentes de instalação elétricas e conjunto caixas de comando. Na aplicação da análise funcional para este grupo de materiais, foi possível concluir que para um total de sete funções

existentes nesta família, apenas três eram necessárias na utilização destes componentes na empresa. Para as demais funções foi possível realizar melhorias de redução e padronização destes componentes. O diagrama FAST do grupo de parafusos é apresentado na Figura 26.

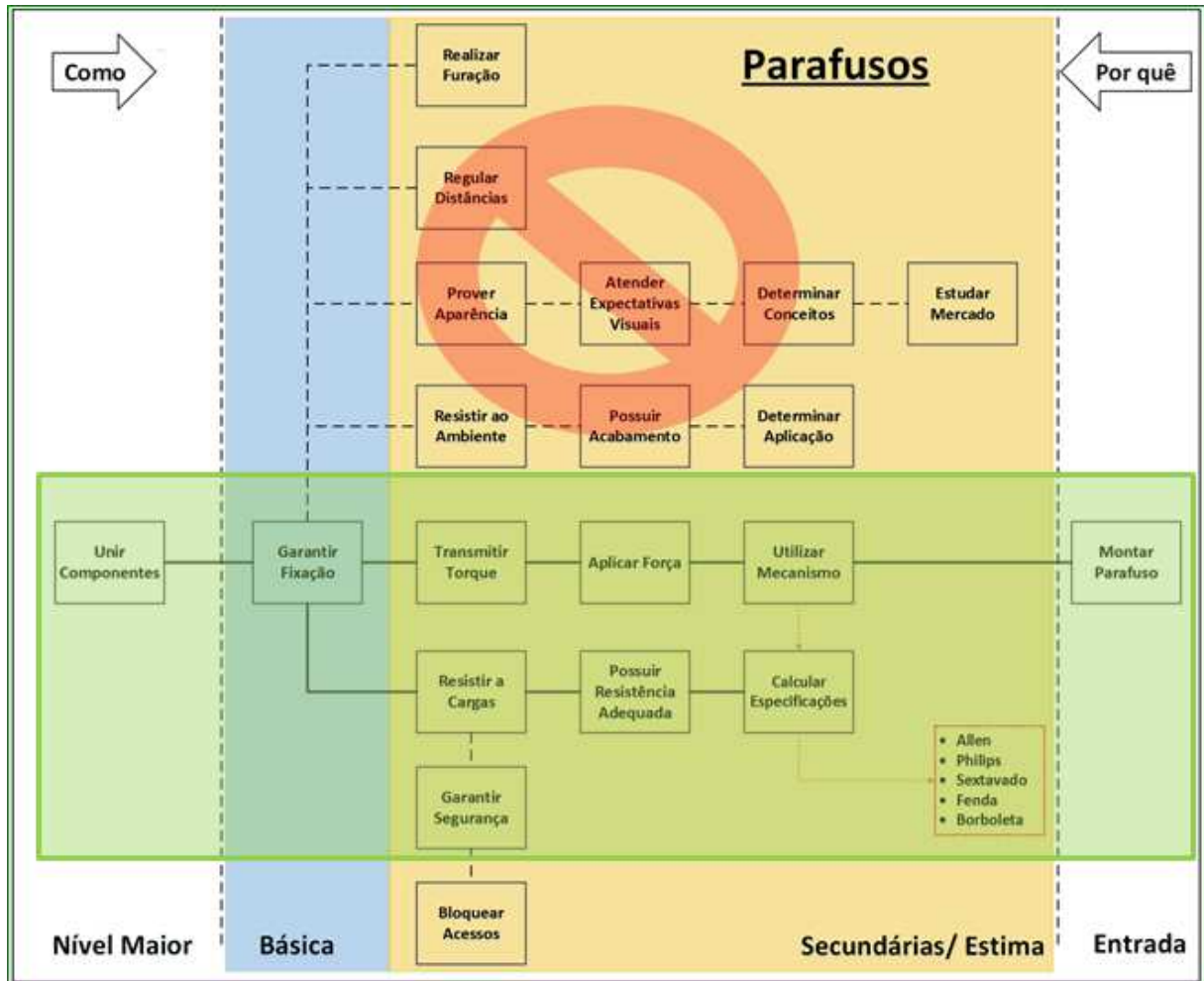


Figura 27: Diagrama FAST Grupo de Parafusos

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.2 CLASSIFICAÇÃO ITEM X FUNÇÃO

A classificação dos itens do grupo em relação às funções de aplicação auxiliou as equipes na eliminação rápida de muitos componentes que pertenciam aos grupos de materiais, mas por algum motivo não eram mais utilizados, ou atingiam apenas funções elencadas como desnecessárias na análise funcional. Para esta atividade a equipe multifuncional precisou classificar manualmente item a item, identificando as funções de cada um em colunas diferentes. Esta atividade apresentou-se lenta devido ao fato desta análise ser feita singularmente para cada item. De outro lado, foi muito importante para simplificar o grupo de material. Os resultados desta atividade foram baixos no grupo de componentes elétricos. Já no caso dos conjuntos de caixas do painel de comando e parafusos esta atividade eliminou, nos

estágios iniciais do processo de implantação, muitos componentes com aplicação obsoleta na empresa e/ou que atingiam apenas funções desnecessárias como é possível observar resultados explicitados no Quadro 13:

Grupos de Materiais	QTD Total	Sem Aplicação	Funções Desnecessárias	% Redução
COMPONENTES P/ INSTALAÇÃO ELÉTRICA	170	0	3	2%
PARAFUSOS	305	28	18	15%
CONJ. CAIXA PAINEL COMANDO	112	40	0	36%

Quadro 13: Redução obtida com a classificação

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.3 APLICAR TÉCNICAS DE PADRONIZAÇÃO

As técnicas de padronização foram aplicadas para realizar a padronização dos componentes dos grupos de materiais seguindo os conceitos gerais propugnados no método e repassados aos profissionais da empresa durante o treinamento. As equipes multidisciplinares estudaram as padronizações, e propuseram melhorias de padronização separadamente para cada técnica utilizada. A utilização das técnicas permitiu os grupos se organizarem em relação aos potenciais de padronização e permitiram que o máximo de melhorias possíveis fosse realizada sem que a base de conhecimento estivesse baseada apenas na experiência dos integrantes da equipe.

No exemplo de aplicação para o grupo dos parafusos, além da redução inicial apresentada no passo de classificação dos itens quanto à função que já havia retirado desta lista de componentes 46 itens, foi possível propor a redução de mais 124 códigos divididos nas diversas técnicas de padronização. A Figura 27 apresenta o modelo resumido das propostas de resultado da família de parafusos que foi apresentada para o comitê de padronização.

2 – Redução por técnicas				
Diagrama FAST	Fixo vs Variável	Simple Comparação	Faixa de Variação	Multifuncionalidade e Integração
Análise Funcional redução de 46 part numbers	Não aplicável	-57 <small>Part numbers</small>	-33 <small>Part numbers</small>	-34 <small>Part numbers</small>

3 - RESULTADOS		
A3		
Quantidade Atual	Quantidade Proposta	Quantidade Implantada
305	181	29/08
41%		
Equipe: Meirelles, Lidiane, Roberto, Disney e Bruno (Prodttare)		

1 – Validação da Proposta	
PRIMÁRIA Garantir fixação	
SECUNDÁRIA Resistir a cargas Garantir segurança Transmitir torque	
DESNECESSÁRIA Resistir ao ambiente Prover aparência Regular distâncias Realizar furação	

Figura 28: A3 Padrão de apresentação dos resultados (Parafusos)

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Nos casos de simples comparação, por ser uma técnica de fácil implantação, em que o objetivo é analisar visualmente os produtos, foram encontrados casos de descrição e não aplicação que haviam passado despercebidos nas etapas anteriores. Neste caso as substituições seguiram a orientação de serem simples e não alterarem as funções de aplicação dos itens, conforme é possível observar no Quadro 14.

Técnica de Simples Comparação	
<u>Descrição da Padronização</u>	Qtd
Não possuir modelo 3D e nem estar associado a alguma montagem atual de linha	10
Item com a mesma descrição de outro existente	3
Verificado que a estrutura onde os itens são inseridos são é movimentada	9
Não são usualmente utilizados por convenção ou foram substituídos por outro tipo	21
Substituição por tipo de cabeça	14

Quadro 14: Técnica de Simples Comparação Parafusos

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Na aplicação da técnica de faixa de variação, foram avaliadas as dimensões e os tipos de parafusos para racionalizar os valores numéricos de variação deste grupo de

componentes. Com a padronização da dimensão de comprimento foram reduzidos 28 componentes, e com a padronização do tipo de parafusos, forma reduzidos outros 5. Ainda ficou evidenciado que, para trabalhos futuros, a aplicação desta técnica pode proporcionar mais ganhos. No entanto é preciso deixar claro que será necessário a realização de alterações em projetos dos produtos finais da empresa.

As Figura 28 e 29 apresentam a comparação gráfica das propostas de redução oriundas da aplicação da técnica de faixa de variações:

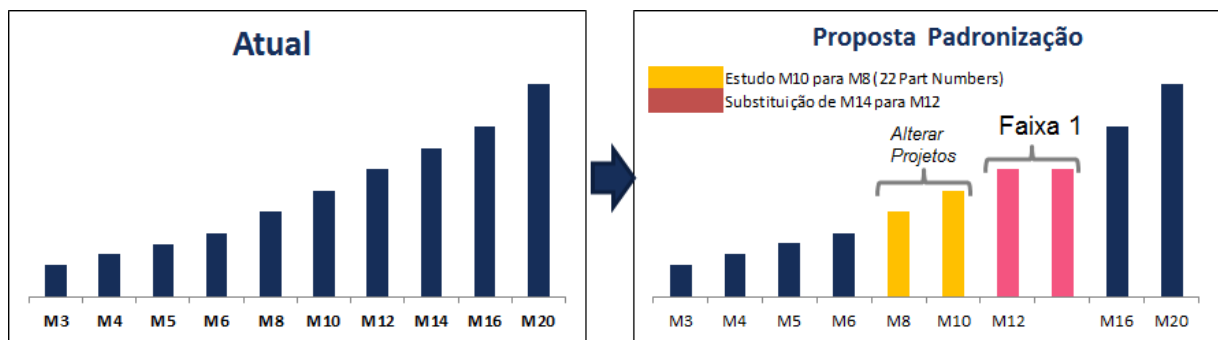


Figura 299: Faixa de Variação – Padronização por Tipo

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

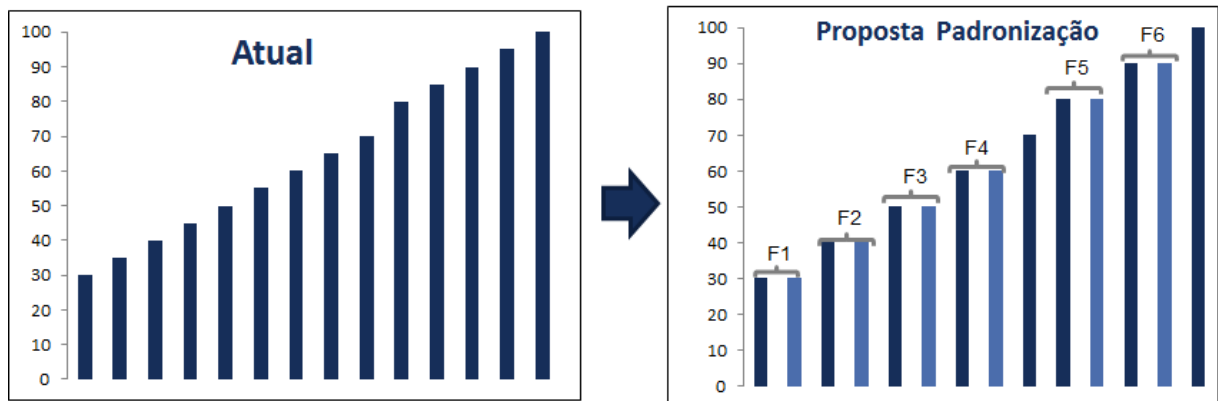


Figura 30: Faixa de Variação – Padronização por Comprimento

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Na aplicação das técnicas de Multifuncionalidade e Integração, buscou-se trabalhar diretamente na substituição de materiais e modelos de fixação para o exemplo do grupo de parafusos. Estas técnicas mostraram-se eficazes como um próximo passo da análise funcional realizada no início do método. Foi através da utilização das classificações das funções que a equipe multifuncional trabalhou para propor padronizações nos componentes que respeitassem as definições da análise funcional. A Figura 30 apresenta um resumo das padronizações do grupo de parafusos oriundas da aplicação destas técnicas:

Multifuncionalidade		Qtd
Comprimento	Pequenas variações de comprimento	3
Tipo de chave	Eliminadas chave Phillips	5
	Chave fenda	4
Função desnecessária	Sextavado flangeado	3
	Rosca total para parcial	2
Integração		Qtd
Tratamento superficial	Zincado amarelo para branco	8
	Zincado branco para preto	1
Tipo de material	Inox	5
Classe	8.8 para 5.8	3

Figura 310: Técnica Multifuncionalidade e Integração - Parafusos

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.4 ANÁLISE DE SUBSTITUIÇÃO

As equipes montaram um plano detalhado com todas as definições de destinos dos itens que foram eliminados com a padronização. Nos casos de estoques existentes a premissa utilizada foi de, em primeiro lugar, consumir todo estoque disponível. Nos casos em que seria necessário descartar os componentes por motivo de obsolescência, foram levantadas as possibilidades de vender como sucata, devolver para fornecedores em troca de novos componentes ou em últimos casos descartá-los. Todos os custos de descarte foram levantados para apresentar dados completos, posteriormente, para o comitê de padronização.

Em nenhum dos grupos de materiais estudados nesta rodada do método foi necessário alterar custos de reposição e prazos de entrega. Isto porque em todos os casos em que um item foi eliminado da lista do grupo algum outro item servia como substituto. No caso das caixas de painel de comando foi definido que, em casos que os novos modelos de caixas padronizadas não encaixassem nos produtos em mercado, a reposição não seria mais realizada.

Para cada item a ser eliminado da lista do grupo de materiais, foi descrito seu destino em uma lista e posteriormente os dados foram agrupados em apresentações para serem feitas

ao comitê. O modelo de descrição dos destinos de itens eliminados utilizado pelas equipes pode ser visualizado no Quadro 15.

Código	Quantidade em Estoque	Quantidade de Compras	Quantidade Ordens Abertas	Destino	Totalmente Substituível ?	Custos e Prazos Redefinidos?	Necessidade Prototipagem
127198	49	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem, alterar projeto	Sim	Não	Não
77378	54	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem, ver com Laser	Ver	Não	Não
102860	29	0	0	Transferir peças para código 1529, eliminar part number (igual)	Sim	Não	Não
1531	136	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem, alterar projeto	Sim	Não	Não
1524	253	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem, ver com Laser	Sim	Não	Não
79026	400	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem	Sim	Não	Não
53026	41	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem	Sim	Não	Não
50176	267	0	0	Conferir estoque, consumir na montagem	Sim	Não	Não
81963	317	0	48	Verificar equivalência com Laser/acertar descrição e estrutura	Ver	Não	Não

Quadro 15: Modelo de saída do Plano de Substituição

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.5 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

Os grupos validaram separadamente seu projeto com o comitê de padronização e o proprietário da empresa, que possui um conhecimento técnico essencial para o desenvolvimento tecnológico da empresa, tendo notório saber no que tange aos produtos da empresa. A validação aconteceu em duas etapas. Em um primeiro momento foi utilizado para validar a nova lista de componentes do grupo de material estudado. Em um segundo momento foi realizado a validação dos destinos de estoques e, também, foi tratada a política de reposição projetada para os itens que seriam retirados do portfólio da empresa. Neste momento percebeu-se que existem casos em que a análise de substituição puramente técnica pode não atender as expectativas da empresa. Isto porque devem ser observados pontos como: aspectos comerciais envolvidos, políticas de importação e parcerias com fornecedores. Por exemplo, no caso dos conectores elétricos a proposta de substituição inicial era de realizar a troca de um fornecedor que não possuía em seu catálogo conectores com o novo material proposto. Na aprovação desta proposta, devido a uma parceria de longos anos com o fornecedor destes conectores a direção da empresa optou por alterar estes componentes gradativamente, e auxiliar o antigo fornecedor no desenvolvimento do processo de produção dos novos conectores de material cerâmico.

As dificuldades serviram para evidenciar a importância desta etapa de validação. No caso desta aplicação o modelo de validação necessita ser alterado inserindo-se novos critérios de avaliação no passo de análise da substituição (por exemplo: parcerias estratégicas de longo prazo com fornecedores).

5.5.6 FORMALIZAR LISTA PADRÃO DO GRUPO

As equipes formalizaram as listas padrão para os grupos de materiais estudados em um evento realizado com a participação de diversas áreas da empresa. A entrega das primeiras três listas foi realizada formalmente para as equipes de engenharia, compras, programação da produção e vendas como forma de apresentar a todos a nova metodologia para criação de novos códigos e regras para utilização das listas. A partir do momento que uma lista padrão de componentes de um grupo de materiais for entregue, novos componentes só poderão ser adicionados a ela, e utilizados na empresa mediante uma sólida e formal justificativa e aprovação da necessidade de criação deste novo componente. Acreditou-se que este rigor foi necessário para impedir que a lista de componentes do grupo padronizado voltasse a crescer sem o efetivo controle da empresa.

As listas foram elaboradas utilizando o *Excel* como ferramenta e salvas em uma pasta com acesso de visualização público dentro do servidor da empresa, e com permissão de alteração apenas para pessoas autorizadas, que são dois profissionais designados e que atuam na Engenharia de Produto. O Quadro 16 apresenta um exemplo do modelo de lista padrão:

CÓDIGO ANALISADO	TIPO DE CABEÇA	MATERIAL	TIPO DE ROSCA	COMP DO PARAF	KANBAN (0 ou 1)	DESCRIÇÃO FINAL COM PDM
1551	CAB ABAU	ACO	M04	8	0	PARAF CAB ABAU PHILLIPS ACO M4x0,7x8mm CL4.6 ZB ROSCA TOT
87454	CAB ABAU	ACO	M04	10	1	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M4x0,7x10mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
86791	CAB ABAU	ACO	M05	10	1	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M5x0,8x10mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
113635	CAB ABAU	INOX	M05	10	0	PARAF CAB ABAU ALLEN INOX M5x0,8x10mm CL12.9 ROSCA TOT
87444	CAB ABAU	ACO	M05	15	1	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M5x0,8x15mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
97206	CAB ABAU	ACO	M05	20	0	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M5x0,8x20mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
112988	CAB ABAU	ACO	M06	10	0	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M6x1x10mm CL12.9 ZP ROSCA TOT
102859	CAB ABAU	ACO	M06	12	0	PARAF CAB ABAU ALLEN ACO M6x1x12mm CL12.9 ZP ROSCA TOT

Quadro 16: Exemplo do modelo de Lista Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.7 FORMALIZAR CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

Cada grupo de trabalho formalizou em um cronograma as etapas de implantação das propostas de padronização com todas as atividades, e a estimativa de tempo para realizar todas as alterações necessárias. Neste momento foram observadas dificuldades para mensurar os tempos de implantação, uma vez que, uma vez que se fazem necessárias alterações em estruturas e desenhos dos produtos, a maioria das atividades deveria ser realizada pelo setor de engenharia de produto. Os recursos destinados para implantação eram, portanto, compartilhados, o que implicou na necessidade de unificar os cronogramas e sequenciar a implantação dos três projetos de padronização em um único documento - Figura 31.

PROGRAMA PADRONIZAÇÃO Projeto (Parafusos, Conectores e Caixas de comando)		Cronograma alteração de desenhos e estruturas			
ATIVIDADE	Quem	ago/16		set/16	
Coletar dados de projeção de demanda dos produtos	Nilmar Favaretto	■			
Classificar curva A de demanda dos produtos	Nilmar Favaretto	■			
Elencar produtos para implantação prioritária	Comitê de Padronização				
Alteração de estruturas e desenhos para curva A	Engenharia de Produto	■	■	■	■
Efetivar plano de substituição	Nilmar Favaretto	■	■	■	

Figura 321: Cronograma de Implantação das Propostas de Padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.5.8 IMPLANTAÇÃO DAS PROPOSTAS

A implantação das propostas foi realizada por dois integrantes da engenharia de produto, que foram dedicados para a execução desta atividade por um período de aproximadamente um mês. As alterações de desenhos e estruturas dos produtos foram realizadas apenas para os produtos elencados como curva A da empresa, ou seja, que no caso deste estudo foram definidos como os 20% dos produtos que representavam 80% da demanda. A decisão de realizar a alteração apenas na curva A foi crucial para o cumprimento do cronograma proposto, pois a estimativa de tempo para realizar a alteração em 100% dos produtos era de seis meses contínuos de trabalho.

Ficou definido que para os demais produtos, as alterações de estruturas e desenhos seriam realizadas apenas no momento em que o produto fosse vendido. Para isso foi criado um alerta no sistema ERP para avisar antes do produto entrar em produção a necessidade de atualizar sua estrutura.

Em paralelo a alteração de estruturas e desenhos, o responsável pelo programa de padronização efetivou as definições estudadas no plano de substituição. Em um primeiro passo todos os itens eliminados com a padronização foram segmentados fisicamente em um local cercado dentro da produção. Em seguida foi dado destino para os itens de descarte. Nos casos em que seriam realizados a utilização dos estoques, os componentes ficaram a disposição do almoxarifado e sob supervisão do setor de programação da produção.

5.6 APLICAÇÃO – Gestão do Programa

5.6.1 ACOMPANHAMENTO DO CRONOGRAMA DE PADRONIZAÇÃO

Para realizar o acompanhamento do cronograma de padronização elaborado na etapa de Planejamento da Padronização, foram definidas duas reuniões de acompanhamento brevemente descritas a seguir

- Reunião de alinhamento semanal, com duração de sessenta minutos e com o objetivo de verificar o andamento das atividades do cronograma, prover recursos necessários para as equipes multidisciplinares e auditar a participação de todos integrantes da equipe em todas as rotinas de padronização. Nesta reunião participam todos os integrantes da equipe multidisciplinar, um integrante da equipe de consultoria parceira na implantação do programa e o responsável pelo programa de padronização da empresa.
- Reunião mensal de acompanhamento, com duração de sessenta minutos e com o objetivo de validar as etapas executadas no cronograma, e acompanhar os indicadores de padronização com o Comitê de Padronização. Nesta reunião participam os integrantes da Equipe Multidisciplinar e o Comitê de Padronização.

5.6.2 ANÁLISE DOS INDICADORES

A análise de indicadores foi acompanhada de perto pelo comitê de padronização nas reuniões de acompanhamento mensal. Antes mesmo das propostas de padronização serem implementadas os indicadores eram apresentados para verificar a efetividade dos projetos que estavam sendo executados. Os indicadores definidos para acompanhamento foram: i) a avaliação local do percentual de redução de componentes no grupo de material estudado; ii) percentual de redução de componentes no portfólio geral da empresa.

Ao final da execução dos projetos de padronização dos três grupos de materiais priorizados foram obtidos os seguintes resultados em termos de percentual de redução dos componentes destes grupos – Figura 32:

	PARAFUSOS	COMPONENTE INST. ELÉTRICA	CAIXA PANEL DE COMANDO
QUANTIDADE ANTES	305	170	112
LISTA PADRÃO	135	137	15
% DE REDUÇÃO	55 %	24 %	87 %

Figura 332: Percentual de Redução com a Padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Adicionalmente, foi avaliado o impacto de redução no portfólio geral da empresa. No total dos 8900 componentes da empresa a redução destes 300 componentes representou 3,3% do total. Este resultado inicial foi avaliado pelo comitê do programa como um resultado positivo e reforçou as convicções dos envolvidos sobre a importância da continuidade do programa na empresa.

Sentiu-se a necessidade de criar novos indicadores que não apenas tenha capacidade de mostrar os resultados absolutos a redução de componentes, mas que indicasse o resultado econômico para a empresa da redução de componentes no âmbito geral. Este tema está sendo tratado pelo Comitê de Padronização da empresa.

5.6.3 VALIDAÇÃO DO CRONOGRAMA

O cronograma de implantação foi validado no momento em que todas as alterações de desenhos e estruturas da curva A de produtos foram concluídas e, também, todos os destinos propostos no plano de substituição foram realizados. Ao final de implantação dos projetos foram identificadas correções nos prazos dados às atividades, pois conforme pode ser observado na Figura 33 algumas atividades do cronograma extrapolaram os prazos definidos. A partir das evidências observadas e suas consequências foi feita uma alteração no método de forma que nas próximas execuções de projetos de padronização, cada grupo de material proporá o seu cronograma específico dado que os tempos das atividades de padronização tendem a variar consideravelmente de acordo com cada projeto em específico.

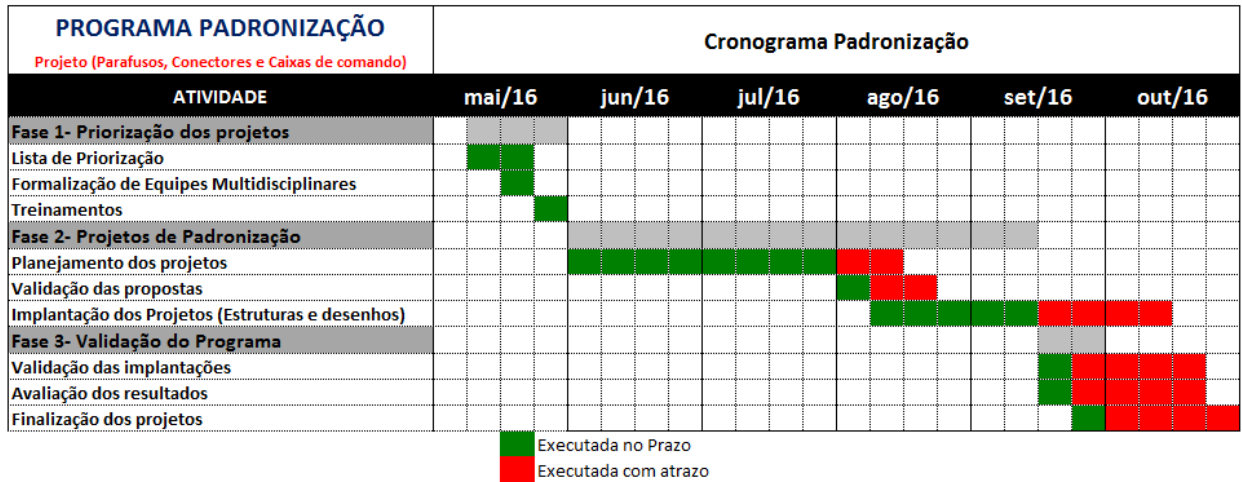


Figura 34: Cronograma do Programa com data real de implantação

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

6 AVALIAÇÃO DO MÉTODO (M0) E PROPOSTA DO (M1)

Neste capítulo é avaliado o método proposto tendo como referência empírica a sua aplicação no ambiente empresarial, que será apresentado em quatro partes: i) avaliação da aplicação do método; ii) avaliação do método proposto conforme os requisitos do DR; e iii) avaliação geral do método e iv) proposição do M1

6.1 Avaliação da Aplicação do Método

Esta seção tem o intuito de avaliar os resultados obtidos e as dificuldades constatadas nos vários passos do método de trabalho executado. Para isso, são analisados, especificamente, os passos do método proposto na tentativa de execução do mesmo no mundo prático.

6.1.1 TENTATIVA DE EXECUÇÃO DO MÉTODO

Após as melhorias agregadas ao método com as contribuições do Grupo de Especialistas, o método foi aplicado em ambiente empresarial. Essa aplicação foi descrita no Capítulo 5 deste trabalho. Nesta seção destacam-se alguns pontos de todos passos aplicados.

Etapa 1- Preparação do Programa de Padronização

Detalha-se a seguir os principais pontos avaliados na implantação do método referentes à etapa de Preparação do Programa de padronização:

Passo 1 – Definição do Comitê de Gestão do Programa

O comitê de gestão do programa foi formado por quatro gestores dos principais setores da empresa. Logo no início do programa ficou evidente a necessidade de eleger um responsável por ser o executivo de implantação e continuidade do programa. Neste sentido, foi adicionado um quinto membro no comitê para atuar neste papel executivo. Uma avaliação crítica aponta para o fato de que esta definição foi crucial para o sucesso da implantação e condução no programa

Outro ponto debatido esteve relacionado com a efetiva participação de um membro da Alta Direção da empresa no comitê. Isto porque em alguns momentos do processo de desenvolvimento do programa foram necessárias realizar aprovações de ações no âmbito da Alta Direção. Este é um ponto delicado do método proposto, tendo-se percebido que a

ausência de uma pessoal da Alta Direção da Empresa tendeu a atrasar o cronograma geral em função do atraso de algumas das atividades planejadas.

Passo 2 – Capacitação do Comitê de Gestão

A capacitação do comitê de gestão foi de suma importância para a sequência de atividades do programa. Isto porque a partir do momento que o comitê compreendeu a importância do método, e o potencial de resultado econômico que a padronização traria para a empresa, não foram poupados esforços para a implantação do programa.

Passo 3 – Definir/ Categorizar Grupo de Materiais

A categorização dos grupos de materiais foi importante para a sequência do programa. Sem esta definição/categorização dos grupos de materiais muitos componentes estariam misturados e dificultariam sobremaneira a execução nos passos posteriores do programa. Foi necessário realizar correções nos grupos de materiais de produtos manufaturados uma vez que os mesmos estavam mal separados no sistema devido à ausência de critérios objetivos de categorização no momento de cadastros.

Passo 4 – Qualificar Nomenclaturas e Descrições

Ao executar o passo de qualificação de nomenclaturas e descrições, percebeu-se que esta atividade era complexa e demorada. Foram qualificadas as nomenclaturas de cinco grupos de materiais em um período de duas semanas. Além de a qualificação atrasar o início efetivo das demais etapas do método, executar este passo antes de iniciar as etapas de padronização foi considerado um retrabalho, pois muitos itens seriam eliminados da lista do grupo por não atingirem funções necessárias ou por inatividade já no início da implantação da padronização.

Neste sentido, foi proposta uma modificação do M0. A qualificação passou a ser realizada no momento de implantação dos projetos de padronização o que se mostrou uma lógica eficaz para tratar do tema. Adicionalmente, e não menos importante, a realização da qualificação no momento de implantação auxiliou as equipes multidisciplinares a conhecer e entender o grupo de materiais em estudo. Ou seja, a nova proposta de trabalho tendeu a contribuir significativamente para a aprendizagem dos membros das equipes disciplinares, o que é um ponto muito importante no contexto mais amplo do programa

Etapa 2- Planejamento do Programa de Padronização

Detalha-se a seguir os principais pontos avaliados na implantação do método referentes à etapa de Planejamento do Programa de Padronização:

Passo 1 – Priorizar grupo de materiais

Este passo foi muito efetivo, pois metodicamente foram elencados os grupos de materiais com maior retorno para a organização a serem padronizados. Porém, é preciso ressaltar uma dificuldade encontrada neste passo, que foi a necessidade de trabalhar os dados de produtos manufaturados, em que os custos não apresentavam a devida acuracidade, apresentando consideráveis distorções, dentro do sistema ERP da empresa. Nestes caso tornou-se necessário realizar algumas atualizações de informações destes produtos, que demandou o apoio da equipe de engenharia de processos para atualizar alguns tempos de produção dentro do sistema ERP.

Passo 2 – Definir Equipe Multidisciplinar

A seleção das equipes multidisciplinares apresentou um fato novo não pensado no MO. A equipe multidisciplinar não necessita ser formada exatamente por todas as áreas de apoio sugeridas. A ideia é que ela passe a ser formada por integrantes/profissionais com conhecimento e especialidades no grupo de materiais em estudo

Na aplicação em discussão, as equipes multidisciplinares elencadas para realizar a padronização nos grupos de materiais priorizados eram compostas por membros com conhecimentos específicos nos grupos de materiais em estudo, por exemplo, no caso do grupo de conjunto de caixas de comando entendeu-se não necessária a participação do setor de compras por ser um grupo de materiais manufaturados. A mesma lógica de seleção da equipe foi aplicada na seleção dos demais grupos padronizados. A vantagem da nova abordagem proposta é a minimização dos profissionais envolvidos em cada grupo de materiais, sem perder a eficácia dos resultados obtidos. Ou seja, parte-se de um modelo geral de referência para a montagem da equipe multidisciplinar para cada grupo de materiais priorizados, porém, faz-se uma customização em função da realidade específica de cada situação.

Passo 3 – Treinamento para a Equipe

As equipes foram treinadas nos diferentes passos da etapa de padronização. O método geral de trabalho, bem como as técnicas específicas de padronização, foi detalhado durante os treinamentos para maximizar o entendimento de todos os profissionais envolvidos. De forma geral, parece possível afirmar que os resultados obtidos foram satisfatórios uma vez que nas etapas seguintes os trabalhos realizados seguiram o método com uma utilização efetiva das técnicas propostas.

Passo 4 – Formalizar cronograma de Trabalho

Foi criado um cronograma de trabalho com os mesmos prazos para de implantação da padronização dos três projetos priorizados. Ao longo da aplicação, percebeu-se que os tempos

de execução das atividades de padronização não eram os mesmos para os diferentes grupos de materiais.

A partir desta constatação empírica, foi definido que nas próximas rodadas do método cada grupo de material teria um cronograma específico com prazos e datas de execução das atividades definidas de acordo com as necessidades do grupo. A gestão dos cronogramas iria seguir a mesma rotina, porém com diferentes datas, agora muito mais precisas e realistas em função do conhecimento dos profissionais envolvidos em cada um dos casos.

Etapa 3- Projetos de Padronização

Detalha-se a seguir os principais pontos avaliados na implantação do método referentes a etapa de Projetos de Padronização:

Passo 1 – Análise Funcional

A análise funcional foi muito importante na implantação da padronização dos três projetos. A análise por funções permitiu as equipes aprofundar o conhecimento do grupo de material em estudo com relação às necessidades de aplicação. Ao final deste passo, ficaram claros os potenciais de eliminação de muitos componentes que estavam no portfólio da empresa, mas não atingiam nenhuma função elencada com necessária no processo dos produtos da empresa em estudo.

Passo 2 – Classificação Item X Função

A classificação dos itens em relação às funções atingidas permitiu as equipes elaborar uma análise preliminar dos componentes dos grupos de materiais em estudo. Os itens cujas funções atingidas eram apenas as desnecessárias foram eliminados do grupo de material. Este passo revelou-se consistente com as necessidades gerais do método neste ponto do processo de padronização.

Passo 3 – Aplicar Técnicas de Padronização

Projetar melhorias de padronização orientadas pelas melhores técnicas auxiliou as equipes multifuncionais a avaliar criticamente sob todos os aspectos os potenciais de padronização dos grupos de materiais em estudo. Sem o uso das técnicas, provavelmente as propostas de padronização não seriam aprofundadas e pautadas por uma análise crítica com as referências técnicas mais avançadas existentes na literatura.

Passo 4 – Análise de Substituição

A aplicação da Análise de Substituição apresentou alguns fatos não pensados na concepção do método. O método contemplava apenas questões técnicas para a execução deste

passo. Porém, os fatos concretos de aplicação do passo, apontaram que avaliações de substituição devem ir além da análise técnica. Por exemplo, parcerias de longos anos com fornecedores, acordos comerciais e políticas de importação devem ser analisadas antes de propor a alteração de algum fornecedor ou a eliminação de um determinado processo de compra.

Passo 5 – Validação da Proposta

A validação da proposta serviu para apontar explicitamente uma carência na análise de substituição, originalmente proposta com uma ótica exclusivamente técnica, com relação a políticas comerciais e parcerias com fornecedores.

Passo 6 – Formalizar Lista Padrão

A formalização da lista padrão de componentes do grupo de materiais após os estudos de padronização foi um dos grandes ganhos elencados pelo comitê do programa. Antes da concepção do modelo de lista, não existia uma regra formal para criação de componentes. Isto acarretava em uma falta de rigor na criação dos componentes o que foi percebido como o principal motivo de proliferação de *part numbers* na empresa.

A lista padrão, além de bloquear a criação não controlada de componentes na empresa, no longo prazo, tende a auxiliar as equipes de desenvolvimento no sentido de pensar na aplicação dos componentes nos produtos ao invés de apenas procurar o ‘mais fácil’ que geralmente, implica em criar um código novo.

Passo 7 – Cronograma de Implantação

Elaborar um cronograma para realizar modificações de desenhos e estruturas revelou-se importante para estipular prazos realistas, bem como projetar a quantidade de horas necessárias para realizar as alterações. Importante, ainda, salientar que o cronograma foi elaborado baseado na disponibilidade das equipes de engenharia da empresa em estudo.

Passo 8 – Alteração de desenhos e estruturas

Ao tentar realizar a alteração dos desenhos e estruturas dos produtos com os componentes padronizados, percebeu-se que não seria viável realizar esta atividade para todos os produtos da empresa. O tempo necessário para executar as alterações seria muito elevado e, em muitos casos, os produtos com estruturas atualizadas poderiam não ter mais demanda.

Decidiu-se então, por realizar uma análise de demanda dos produtos e realizar a alteração de desenhos e estruturas apenas para a curva A de produtos. Para os demais, foi criada uma regra dentro do sistema ERP, que bloqueava os produtos com estruturas

desatualizadas para que, no momento de venda, eles fossem atualizados antes de entrar em processo de produção.

Etapa 4- Gestão do Programa

Detalha-se a seguir os principais pontos avaliados na implantação do método referentes à etapa de Gestão do Programa:

Passo 1 – Acompanhamento do Cronograma de Padronização

O passo de acompanhamento do cronograma de padronização apresentou diversas melhorias quanto de sua aplicação. Na implantação do M0, ficou definido que uma melhoria no método seria transferir este passo para a Etapa 2 – Planejamento do Programa. Esta mudança foi proposta e realizada em virtude do fato de que o acompanhamento do cronograma ter sido elencado como uma atividade de rotina a ser executado logo após o início dos projetos de padronização.

Passo 2 – Treinamentos e Reciclagens

Na prática esta etapa não se fez necessária em virtude do curto espaço de tempo de implantação dos projetos. Como um treinamento para a equipe multidisciplinar é realizado no início do projeto, e por perceber que as lacunas conceituais estavam se resolvendo ao longo da execução das atividades práticas, este passo foi retirado do programa, ou seja, não foi executado na aplicação empírica do método proposto.

Passo 3 - Análise de Indicadores

A avaliação de resultado dos projetos de padronização foi o percentual de redução de componentes. Porém, na medida em que as reuniões de gestão aconteciam, tornou-se clara a necessidade de desenvolver um indicador para medir de forma macro o programa. No caso em estudo, um indicador que relacionava a quantidade de componentes utilizados em relação à quantidade de produtos disponíveis para venda começou a ser montado com a finalidade de cobrir essa carência. Este indicador foi nomeado como Índice de Variação, e apresentará uma relação de quantos componentes estão disponíveis por produto ofertado ao mercado.

Passo 4 – Validação do Cronograma do Programa

A validação do cronograma do programa aconteceu em uma reunião, em que os participantes do comitê do programa participaram juntamente com as equipes multidisciplinares. Com a apresentação dos resultados entendeu-se que os objetivos haviam sido atingidos.

6.2 Avaliação em relação ao DSR:

O Quadro 17 apresenta a avaliação do método quanto aos requisitos propostos por Hevner et al 2004.

O artefato em si	Atingido, pois o método foi construído e aplicado.
Relevância do problema	Atingido. A importância da redução de componentes na empresa tende a simplificar o processo produtivo e proporciona uma redução de custos geral na empresa conforme descrito no capítulo 1.
Desempenho do Artefato	Parcialmente atendido. Embora a aplicação do M0 tenha sido realizada e a avaliação descritiva do mesmo tenha sido realizada, se entende que o artefato não respondeu totalmente à questão de pesquisa. Sendo assim, tornou-se necessário a realização de melhoras –M1. Uma validação mais efetiva do M1 é necessária, sendo para isto necessário sua posterior implantação em outros contextos práticos de empresas.
Contribuição da pesquisa	Atendida. A construção do artefato apresenta uma nova maneira de tratar a variedade de componentes dentro da empresa unindo conceitos clássicos como a AV/EV e técnicas de padronização, a partir de um método global de implantação do programa de padronização.
Rigor da pesquisa	Parcialmente atendido. Apesar de utilizar partes de métodos e metodologias já consagradas na literatura, foram propostos novos passos que integram métodos. Além disso, o processo de avaliação do artefato pode ser enriquecido futuramente com análises quantitativas.
O processo de pesquisa	Atendido. A pesquisa seguiu os passos propostos em literatura, com utilização de fontes como: teorias, outras pesquisas, aplicação prática e opinião de especialistas.
Comunicação da pesquisa	Atendido. Dando origem a dissertação de mestrado e futuras publicações acerca do tema da modularização.

Quadro 17: Avaliação do Método quanto ao DSR

Fonte: elaborado pelo autor com base em Hevner et al 2004

6.3 Avaliação Geral do Método

A análise da eficácia do artefato gerado pela pesquisa trata da aplicação prática em ambiente empresarial. A partir desta perspectiva é possível estabelecer um conjunto de discussões críticas acerca do método proposto (M0). Ainda é importante destacar que o método foi aplicado apenas uma vez, o que limita as discussões ao desempenho do mesmo a partir desta aplicação.

A seguir estão apresentados os pontos ressaltados na aplicação do método:

- As etapas foram definidas com clareza, acelerando o entendimento das equipes de trabalho e facilitando a implantação do método;
- O artefato preenche uma lacuna relevante na empresa, que, apesar de possuir um sistema de produção pautado em conceitos da produção enxuta, não continha um processo estruturado para avaliação e redução de componentes via padronização;
- A condução do processo de padronização a partir de um método estruturado serviu para desenvolver uma comunicação entre os diversos envolvidos, aumentando a sinergia da equipe e minimizando os conflitos usualmente existentes entre os diferentes setores da empresa;
- O envolvimento dos profissionais da empresa na aplicação do método contribuiu para descobrir lacunas do mesmo em termos de sua aplicabilidade no ambiente empresarial;
- Foi desenvolvida uma técnica específica para a priorização do grupo de materiais a ser padronizado não encontrado na literatura. Esta técnica tende a facilitar os esforços de padronização da empresa;
- A análise de substituição dos componentes, apresentou-se como uma etapa muito importante em processos de melhoria de componentes e produtos;
- Realizar a análise funcional como forma de entendimento, e não aplicada a um produto específico, mas sim a um grupo de materiais permitiu as equipes conhecerem por completo todas as aplicações dos componentes estudados no âmbito da empresa;
- A padronização mostrou-se uma atividade importante para incrementar a competitividade da empresa estudada. Um ponto relevante neste sentido, que permitiu um alinhamento estratégico na empresa, é que no processo foram desmitificadas certas crenças de que apenas os setores de engenharias deveriam trabalhar no processo de

padronização. O apoio efetivo das diversas áreas da empresa foi fundamental para o atingimento dos resultados.

A aplicação do método apresentou diversas oportunidades de melhoria no sentido de ampliar a robustez do mesmo. Neste sentido, é possível destacar os seguintes pontos:

- A etapa de preparação do programa de produção mostrou-se falho no sentido de se definir uma rotina de gestão para o programa, estabelecendo frequências de reuniões, participantes e fases para validação dos projetos. Isto porque as reuniões começaram a acontecer sem um planejamento e de forma tardia. Desta forma, quando iniciadas algumas atividades do cronograma já estavam atrasadas;
- Na formulação do comitê de gestão do programa, deve-se elencar um responsável técnico pelo programa que fará a conexão entre a rotina do programa e o comitê. Este responsável também atuará na perpetuação do programa no âmbito da execução do mesmo;
- Um indicador de controle para o programa deve ser definido na etapa de preparação para avaliar os resultados do programa em um âmbito organizacional. Um indicador que relaciona a quantidade de componentes em relação à quantidade de produtos ofertados pode suprir esta carência, mas deve ser colocado em prática para avaliações;
- A qualificação de nomenclaturas e descrições não deve ser realizada na preparação do programa. A ideia perseguida é que a mesma deve ser realizada no momento da implementação dos programas de padronização de um grupo de material;
- A etapa de gestão do programa no método M0 ficou desconexa do restante do programa. Isso porque a rotina de gestão do programa deve iniciar na sequência em que os projetos de padronização forem priorizados e lançados. Uma sugestão efetiva, visando equacionar o tema em cena, é que ela deve ser tratada de forma unificada com a etapa de planejamento do programa;
- Na etapa de implantação da padronização é preciso considerar melhorias no passo de Análise de Substituição. Políticas comerciais e de importação e parcerias antigas com fornecedores devem ser levadas em consideração nesta análise;
- Outro ponto a considerar é que a implantação das melhorias de padronização deve ser realizada sob a lógica 80/20. Ou seja, a ideia é que a alteração de desenhos e estruturas dos produtos será feita apenas para os 20% dos produtos que representam 80% da demanda.

6.4 Método Proposto (M1) a Partir da Avaliação Crítica do Método (M0)

A partir da aplicação do método originalmente proposto (M0) em ambiente empresarial, foi possível observar e realizar uma avaliação crítica de seu funcionamento. Cabe considerar que alguns desses pontos a melhorar foram colocados em prática já durante a aplicação do método, tendo sido possível verificar o funcionamento dessas novas proposições.

Existem diversas questões que podem ser melhoradas no método proposto. No entanto, a partir da aplicação do método M0 no ambiente empresarial e da avaliação dessa aplicação, é possível propor um novo método (M1). O método é apresentado na sequência desta seção, e contempla modificações em relação ao M0 a saber:

- Inserção de dois passos na etapa de preparação do programa, sendo elas, a definição da rotina de gestão do programa ainda e a formalização de um indicador global para o programa.
- O passo de qualificação da descrição dos componentes foi deslocado para a etapa de implantação do projeto de padronização;
- A Etapa 4 de Gestão do Programa foi incorporada na Etapa 2 de Planejamento do Programa tornando-se uma única sequência de passos para Gestão do Programa;
- Na Análise de Substituição, foi inserido um novo passo para avaliação de políticas comerciais;
- Na Implantação da Padronização foi inserido um passo de avaliação 80/20 nos produtos que serão alterados com os componentes padronizados.

A estrutura geral do programa foi alterada segundo pode ser observado na Figura 34. Foram unificadas as Etapas 2 e 4 em uma Etapa que passou a ser denominada de Gestão do Programa. A ideia central propugnada nesta melhoria foi a de colocar as rotinas de melhorias e os passos de planejamento em uma única etapa do método, para que a execução dos passos contidos nela possa ser realizada sequencialmente. Trabalhando desta forma, propõe-se que o acompanhamento de cada projeto seja inicializado imediatamente após a priorização dos projetos de padronização e que, também, a gestão seja realizada especificamente para cada projeto. No método (M0) esta desconexão entre as Etapas 2 e 4 foi determinante para que fosse observado um atraso do cronograma geral proposto.

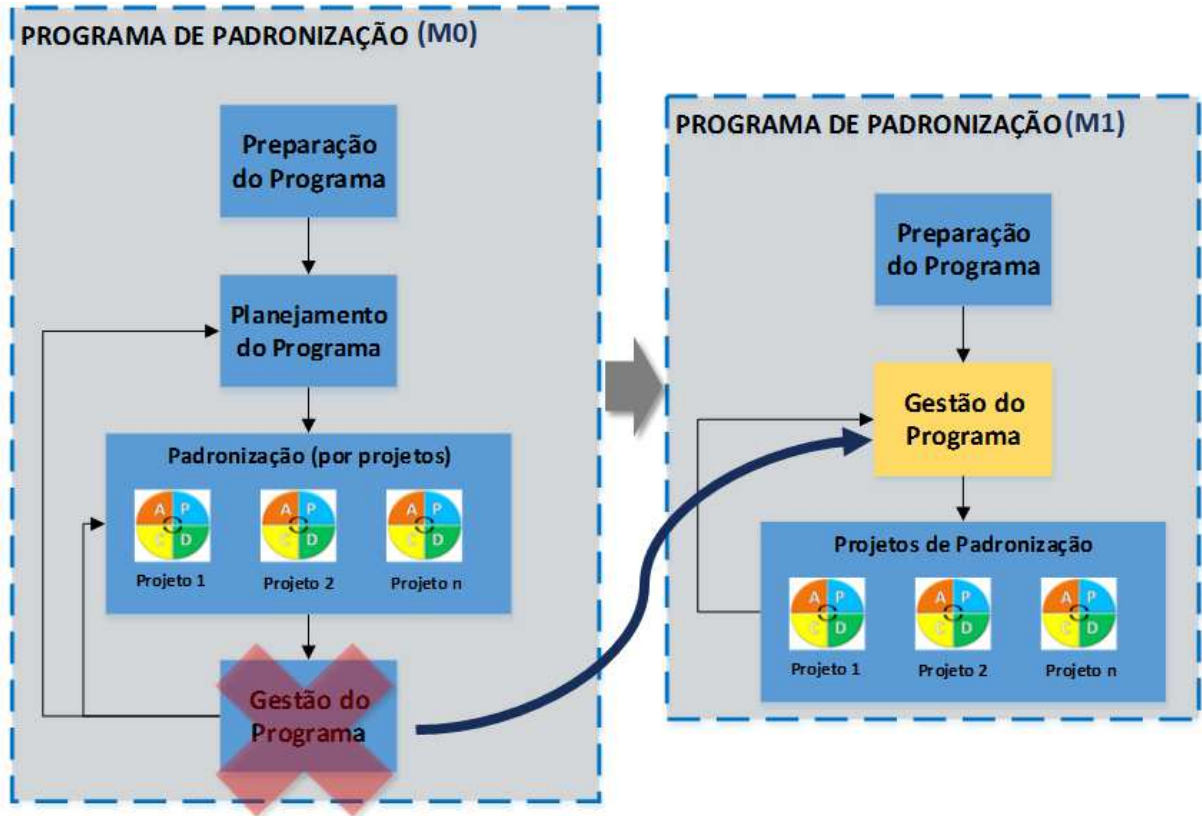


Figura 354: Método (M1) construído a partir da avaliação do (M0)

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Na Etapa 1 de Preparação do Programa foram adicionados dois passos - Figura 35. O primeiro consiste na definição de uma rotina de gestão para o programa estabelecendo frequências de reuniões, participantes e fases para validação dos projetos. Isto porque, na aplicação do M0 a rotina de reuniões e acompanhamentos iniciaram-se de forma tardia e desorganizada. O segundo passo inserido foi à definição de um indicador global para o programa. A ideia é que justificada a importância de reduzir sistematicamente o número de componentes em uma empresa, o acompanhamento dos resultados pautados apenas nos grupos de materiais não apresenta o real benefício obtido com a padronização para a empresa como um todo. Sugere-se então que o indicador de padronização relacione a quantidade de componentes existentes na empresa com a quantidade de produtos ofertados ao mercado. Espera-se que a redução deste indicador mostre se a empresa está caminhando em direção aos objetivos globais de simplificação dos processos produtivos, mantendo um portfólio de produtos competitivos no mercado.

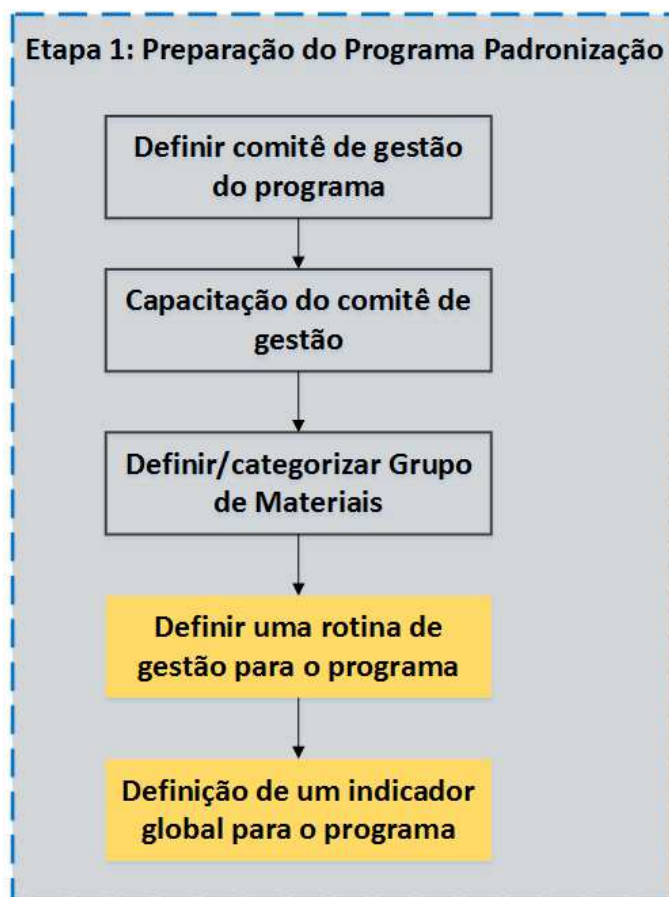


Figura 365: Alterações na Etapa 1 – Preparação do Programa de Padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

A Etapa 2 foi denominada como Gestão do Programa. Nela foram sequenciados os passos que no M0 estavam divididos entre as Etapas 2 e 4 conforme explicado anteriormente. Na nova proposta os passos são voltados à aplicação de um único projeto de melhoria –Figura 36.

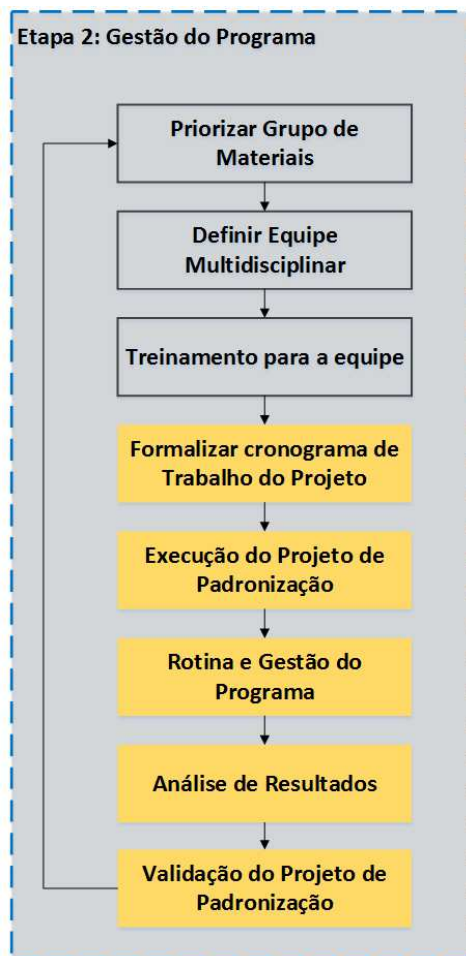


Figura 376: Alterações na Etapa 2 – Gestão do Programa

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Finalmente, na Etapa 3 intitulada de Execução dos Projetos de Padronização, foram adicionados três passos – Figura 37. O primeiro passo consiste na Qualificação de Nomenclaturas e Descrições que no M0 era realizada durante o período de preparação do programa. Esta alteração foi feita devido ao esforço significativo necessário para qualificar a descrição todos os componentes antes do programa iniciar, o que demanda muito tempo. E, também, porque por ser uma atividade que se for realizada no momento da implantação, auxilia as equipes multidisciplinares a conhecer e entender em profundidade o grupo de materiais em estudo.

Ainda, foi adicionado um passo na Análise de Substituição no intuito da realização de estudos referentes a políticas comerciais, de importação e parcerias com fornecedores antes de propor alguma modificação efetiva na compra de um determinado componente.

Finalmente, na implantação das propostas de padronização foi inserido um passo para definição de quais serão os produtos que terão seus projetos e estruturas atualizadas com os novos componentes padronizados. Entendeu-se que realizar a alteração para todos os produtos

da empresa pode ser uma atividade longa e desnecessária. Isto porque existe a possibilidade de produtos estarem no final de sua vida útil e não necessitarem tais alterações. Para esta definição, foi sugerida uma análise 80/20 de demanda dos produtos, em que as atualizações serão feitas apenas para os 20% dos produtos que representem 80% da demanda de mercado.

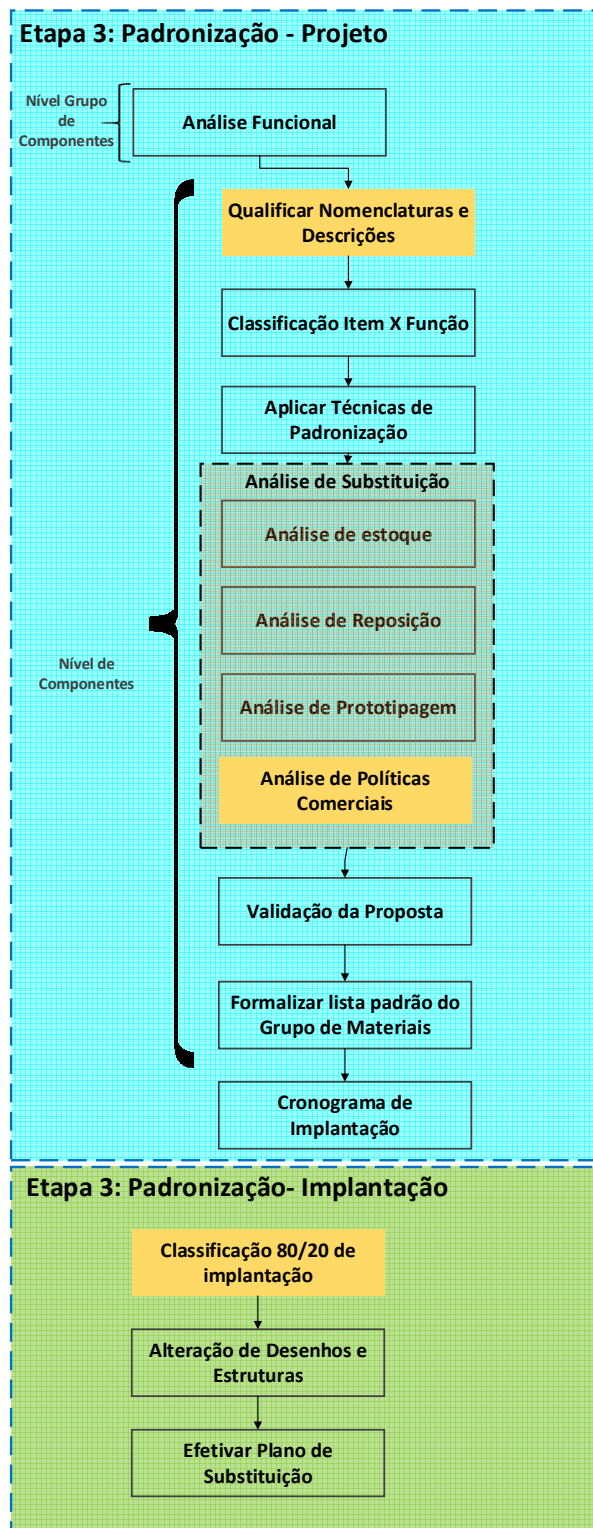


Figura 387: Alterações na Etapa 3 – Padronização

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Sugere-se que a dinâmica do programa deva seguir a sequência de etapas apresentadas na Figura 34. A Etapa 1 de Preparação do Programa servirá de base para realizar as definições iniciais do programa (como por exemplo a criação um comitê de gestão), bem como para definir as rotinas e os indicadores de monitoramento do programa. A Etapa 2 de Gestão do Programa, deve ser executada ininterruptamente, planejando, implantando e controlando um ou mais projetos de padronização. A quantidade de projetos que podem ser implantados em paralelo será limitada pela quantidade de equipes disponibilizadas pela empresa. Na etapa 3 está detalhado os passos que devem ser executados em cada projeto de padronização.

7 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver um método para condução de um Programa de Padronização de Componentes. Esse método foi desenvolvido, aprimorado, testado e avaliado conforme a metodologia proposta pelo método do *Design Research – DR*.

Este capítulo tem por objetivo apresentar: i) as principais conclusões da dissertação; ii) as limitações da pesquisa; e iii) as sugestões e recomendações dela advindas para trabalhos futuros.

7.1 Conclusões

A seguir, são apresentadas as principais conclusões referentes ao trabalho realizado.

7.1.1 CONCLUSÕES RELATIVAS AO MÉTODO PROPOSTO

As tendências de redução de ciclo de vida dos produtos e exigências por novas opções de produtos ofertados ao mercado como características atuais de mercado Pashaei (2015). Pashaei (2015) em sua pesquisa reforça a importância em desenvolver métodos que auxiliem na qualificação e no controle do avanço dos componentes nas empresas.

Ao longo do tempo, com a preocupação de satisfazer as necessidades de mercado, as empresas necessitam enriquecer o seu portfólio de produtos e, simultaneamente, tratar do tema da eventual proliferação de componentes dentro da organização. Este tipo de situação tende a acarretar custos adicionais significativos para a empresa. O artefato proposto nesta pesquisa tratou diretamente do tema da minimização dos efeitos do aumento não controlado de componentes tendo utilizado como elemento empírico para suportar o trabalho associado com a implantação de um Programa para Padronização de Componentes, uma empresa que atua em diversos mercados localizada na cidade de Farroupilha no polo metal mecânico da Serra Gaúcha.

O artefato foi construído reunindo o conhecimento especialistas no assunto, tendo sido na sequência aplicado em ambiente empresarial. Através da metodologia de trabalho utilizada na pesquisa, foi possível conceber e propor o método chamado de M1, uma versão aprimorada do método intitulado de M0. O método M1 tratou da implantação de um Programa de Padronização, sendo relevante ressaltar que se trata de um conceito de programa, onde a caráter de condução parte do princípio que ele terá um início, mas sem um final previsto na empresa em cena (e de forma genérica) o que permitirá o seu próprio

aprimoramento ao longo da execução dos diferentes projetos, estes sim com início, meio e fim claramente observados nos respectivos cronogramas de implantação.

Cabe destacar a título de contribuição objetiva desta dissertação a criação de uma técnica, não existente na literatura, específica denominada de 'priorização do grupo de materiais' que visou auxiliar diretamente na implantação de um dos passos do programa. A vantagem da utilização desta técnica foi a utilização de critérios quantitativos, combinados a critérios qualitativos para elencar quais projetos de padronização trariam melhores retornos e deveriam, portanto, serem padronizados prioritariamente.

Outro ponto importante a se destacar, proveniente da pesquisa, foi à utilização de técnicas já consagradas da metodologia de Análise de Valor (AV) que foram utilizadas com o propósito de padronização e não, como usualmente feito, para a redução de custos ou substituição de materiais. Mais especificamente pode-se citar a utilização da Análise Funcional como passo inicial para o entendimento e proposição de redução de componentes do Grupo de Materiais em estudo.

Da ótica do método utilizado para a padronização um ponto relevante esteve associado ao passo do Plano de Substituição para planejar a retirada de componentes do portfólio da empresa. Neste passo, um amplo conjunto de tópicos referentes à retirada dos componentes padronizados do portfólio foi avaliado, prevenindo a empresa em estudo de ficar com obsolescência de materiais ou ter complicações com o mercado de reposição de seus produtos.

Da ótica da organização do programa é relevante ressaltar o uso planejado de Equipes Multidisciplinares para a condução dos projetos. Os resultados alcançados foram eficazes. Isto serve para mostrar que as atividades de padronização não devem ser pensadas como exclusivas do setor/departamento de engenharia, mas sim, envolvendo um amplo conjunto de áreas da empresa direta ou indiretamente associadas ao tema em cena.

Finalmente, conclui-se que os indicadores utilizados para a medição dos resultados da primeira aplicação do método, foram satisfatórios no sentido de apresentar para a Direção da empresa os resultados alcançados pelos diferentes projetos. No entanto, o tema dos indicadores associados à padronização ainda está longe de estar suficientemente equacionado para os projetos de padronização. Neste contexto foi sugerida a adoção de um novo indicador nomeado como Índice de Variação. O objetivo deste indicador é o de medir a relação entre o número de componentes existentes no portfólio da empresa e o número de produtos ofertados ao mercado. Entende-se que este indicador poderá ter uma amplitude maior no sentido de apresentar e evidenciar os resultados da padronização no âmbito organizacional.

7.1.2 CONCLUSÕES RELATIVAS À METODOLOGIA DE PESQUISA APLICADA

O método do DR mostrou-se efetivo para a construção de um artefato de uso para o ambiente empresarial. No entanto, é relevante destacar que o auxílio de especialistas para a construção da primeira versão do método foi muito importante para fortalecer o artefato desenvolvido.

Além disso, no sentido de construir a primeira versão do método, parece relevante ressaltar a importância de possuir um problema de pesquisa com relevância no cenário atual, dado que isto auxilia na aplicação para validação de sua proposta.

O método construído pode servir como base de conhecimento para a geração de novos métodos a serem aplicados em outros contextos. Por exemplo, propor e gerar método para o caso de empresas cuja padronização de componentes possa auxiliar na evolução tecnológica dos produtos e não somente na redução de *part numbers*.

Cabe destacar que, no caso em cena, a DR proporcionou um processo de construção de conhecimento participativo, sistêmico e voltado aos resultados em que os profissionais da empresa que participam da aplicação do artefato estiveram diretamente envolvidos na construção, avaliação e melhoria do método. Este é um ponto positivo na medida em que um conjunto significativo de conhecimento tácito dos profissionais envolvidos foi transformado, em muitas ocasiões, em conhecimento explícito embutido no método M1.

7.2 Limitações da Pesquisa

No que tange às limitações da presente pesquisa, cabe destacar:

- A falta do indicador global para o programa prejudica a realização de uma avaliação mais aprofundada dos benefícios do projeto para a empresa.
- Outra limitação, em função de acordos relativos à impossibilidade de divulgação total dos resultados. O ponto aqui é que alguns passos do método tenderiam a ficar melhor e/ou mais profundamente ilustrados para o leitor caso fosse possível colocar no corpo do texto maiores detalhes de dados e informações das melhorias realizadas;
- Uma limitação em relação ao tempo, que não permitiu novas aplicações do método M1 na empresa o que, provavelmente, permitiria não só testar a efetividade das melhorias propostas, como trazer novos elementos de melhoria passíveis de serem implantados no método M1;

- Por fim pela natureza do DSR, não é possível generalizar esse método para todos os ambientes empresariais. No entanto, parece possível utilizá-lo como base para adaptações aos diferentes ambientes e mercados de atuação das empresas.

7.3 Sugestões e Recomendações para Trabalhos Futuros

A título de recomendações e sugestões para trabalhos futuros é possível elencar:

- Estender a aplicação do método M1 em outras empresas, do mesmo e de outros ramos de atuação visando aprimorá-lo e torna-lo o mais genérico possível do prisma de sua utilização em empresas industriais;
- Realizar trabalhos no sentido de verificar a evolução na avaliação dos resultados obtidos, via a criação de um sistema de indicadores, em ambientes com aplicação de programas de padronização;
- Desenvolvimento de um método geral para mensurar o custo de um *part number*, para facilitar a avaliação econômica de futuros projetos de padronização;
- Realizar estudos verificando as relações conceituais passível de serem trabalhadas entre os programas de padronização e de modularização;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEAV – Associação Brasileira de Engenharia e Análise de valor.** Disponível em: < <http://www.abeav.com.br>>. Acesso em: 19 abr. 2016.
- ALGEDDAWY, T.; ELMARAGHY, H. Optimum granularity level of modular product design architecture. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 62, n. 1, p. 151–154, 2013.
- ASSUNÇÃO, W. Uma Aplicação do Método de Análise de Valor em um Processo Produtivo. **Campinas, Universidade Estadual D E**, 2003.
- AZAMBUJA A.A. Redução de Variedades Aplicado a Empresas Industriais. **Dissertação de Mestrado UFRGS**, v. 1, 1995.
- BARBOSA, G. F.; CARVALHO, J. Analytical model for aircraft design based on Design for Excellence (DFX) concepts and use of composite material oriented to automated processes. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 69, n. 9-12, p. 2333–2342, 2013.
- BERGAMO, E. S. Análise de valor e engenharia de valor : uma ferramenta de redução de custos em um projeto to reduce costs in a project. n. April, p. 102–115, 2010.
- BHUSHAN, N.; MISHRA, A. K. Set Based Concurrent Engineering, TRIZ, and Customer Value Proposition - A Strong foundation for Global Product Development. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.
- BORJESSON, F.; HÖLTTÄ-OTTO, K. A module generation algorithm for product architecture based on component interactions and strategic drivers. **Research in Engineering Design**, v. 25, n. 1, p. 31–51, 2014
- BOZARTH, C. C. et al. The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. **Journal of Operations Management**, v. 27, n. 1, p. 78–93, 2009.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade Total Padronização de Empresas**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CSILLAG, J. M. **Análise do valor: metodologia do valor**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- DANIEL, C.; COELHO, P. A simplificação dos processos de produção em indústria automobilística. 2015.
- DEMARLE, D.; SHILLITO, M. Value Engineering. In: **Handbook Of Industrial Engineering**. 2º. ed. Indiana: University, Purdue, 1992.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design Science Research - Método de Pesquisa Avançado da Ciência e Tecnologia**. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- ELMARAGHY, H. et al. Product variety management. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 62, n. 2, p. 629–652, 2013.
- ELMARAGHY, W. et al. Complexity in engineering design and manufacturing. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 61, n. 2, p. 793–814, 2012.
- FERRAZ, R.; SILVA, M. Métodos Qualitativos e Históricos. v. 3, p. 44–48, 2015.
- GATI-WECHSLER, A. M.; TORRES, A. S. The influence of lean concepts on the product innovation process of a brazilian shoe manufacturer. **PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings**, n. c, p. 1137–1144, 2008.
- GIOVANNINI, F. **As Organizações E a Complexidade : Um Estudo Dos Sistemas De Gestão Da Qualidade**. [s.l: s.n.].
- GOTTFREDSON, M.; ASPINALL, K. Innovation versus complexity: what is too much of a good thing? **Harvard Business**, p. 1 –11, 2005.
- GRACIA, E. Adaptação, implantação e avaliação de uma proposta de manufatura responsiva para a

- indústria de calçados: pesquisa-ação. **UFSCar**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.
- HEVNER, A. R. et al. Design Science in Information Systems Research. **Two paradigms characterize much of the research in the Information Systems discipline.**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.
- HEVNER, A.; MARCH, S. Design Science Research in Information Systems Design Science Research in Information Systems. **MIS Quarterly**, n. 520, p. 42, 2004.
- HU, S. J. et al. Product variety and manufacturing complexity in assembly systems and supply chains. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 57, n. 1, p. 45–48, 2008.
- JACOBS, M. A. Complexity: Toward an empirical measure. **Technovation**, v. 33, n. 4-5, p. 111–118, 2013.
- JARVINEN, P. Action research is similar to design science. **Quality and Quantity**, v. 41, n. 1, p. 37–54, 2007.
- KARAGOZOGLU, N.; BROWN, W. B. Time Based Management of the New Product Development Process.pdf. **Journal of Product Innovation Management**, v. 10, p. 204–215, 1993.
- KLIPPEL JOSÉ ANTONIO VALLE ; PAIVA, E. L., M. ; A. J. Estratégia de Produção em Empresas com Linhas de Produtos Diferenciadas - Um Estudo de Caso em uma Empresa Rodoferroviária. **Gestão e Produção (UFSCar)**, v. 12, n. 3, p. 417–428, 2005.
- LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, p. 741–761, 2013.
- MACDUFFIE; SETHURAMAN; FISHER. Product Variety and Manufacturing Performance: Evidence From the International Automotive Assembly Plant Study. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, 2001.
- MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORION**, v. 22, n. 2, p. 155–180, 2006.
- MARAMALDO, D. **Análise de valores: (value analysis/value engineering)**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Intercultural, 1983.
- MARTIN, M. V; ISHII, K. Design for variety : developing standardized and modularized product platform architectures. **Research in Engineering Design**, v. 13, p. 213–235, 2002.
- MOSTAFAEIPOUR, A. A Novel Innovative Design Improvement Using Value Engineering Technique : A Case Study. **Journal of Optimization in Industrial Engineering**, v. 19, p. 25–36, 2015.
- NÁDASDI, F. New Requirements in Value Analysis. **Igarss 2014**, n. 1, p. 1–5, 2014.
- NAYAK, B. Lean manufacturing and value management convergence of divergent tools. **SAVE International**, p. 1–18, 2006.
- NOZHY, S.; BADROUS, S. **Scholarship at UWindsor COMPLEXITY OF PRODUCTS AND THEIR**. 2011.
- OLIVEIRA. Estruturação, Identificação e Classificação de Produtos em Ambientes Integrados de Manufatura. **Dissertação de Mestrado Escola de Engenharia São Carlos**, v. 1, 1999.
- PASHAEI, S.; OLHAGER, J. Product architecture and supply chain design: a systematic review and research agenda. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 20, n. 1, p. 98–112, 2015.
- PEREIRA, R. R. **Análise do Valor: um processo de melhoria contínua**. 1º. ed. São Paulo: Nobel, 1994.
- PERONA, M.; MIRAGLIOTTA, G. Complexity management and supply chain performance assessment. A field study and a conceptual framework. **International Journal of Production Economics**, v. 90, n. 1, p. 103–115, 2004.
- PIERETTI. 2013 - dissertação - Método para dimensionamento e gestão de linhas de montagem em boxes operadas por equipes ... do rafael pieretti - gpl.pdf. **Dissertação Mestrado Unisinos**, p. 1–157, 2013.

- PMBOK. Project Management Institute . **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 4^a . ed. Newtown Square: PMI Publications, 2004.
- REMIDEZ, H.; PH, D.; JOSLIN, C. Using Prediction Markets to Support IT Project Management. **Management**, n. 1945, 2007.
- ROMME, A. Making a Difference: Organization as Design. **Organization Science**, v. 14, n. 5, p. 558–573, 2003.
- SEIDEL. No Sentido da Implementação de um Programa de Troca Rápida de Ferramentas (TRF). **Dissertação de Mestrado Unisinos**, v. 1, 2003.
- SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. **Laboratório de Ensino a Distância da UFSC**, p. 138p, 2001.
- SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. [s.l: s.n.]. v. 1
- SUH, N. P. A Theory of Complexity , Periodicity and the Design Axioms. **Research in Engineering Design**, v. 11, n. 2, p. 116–132, 1999.
- SUZUE, T.; KOHDATE, A. **Variety Reduction Program: A Production Strategy for Diversification**, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.
- SVILKIS, L. **Value engineering**. Disponível em:
<http://www.qualsure.co.uk/docs/D3_WEEK6_Value_Engineering.pdf>.
- TRULLEN, J.; BARTUNEK, J. M. What a Design Approach Offers to Organization Development. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 43, n. 1, p. 23–40, 2007.
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, B. Design Research in Information System. **International Journal of an Emerging Transdiscipline**, n. 1, p. 1–5, 2007.
- VAN AKEN, J. E. Management Research on the Basis of the Design Paradigm: the Quest for Field-tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.
- VAN AKEN, J. E. Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. **British Journal of Management**, v. 16, n. 1, p. 19–36, 2005.
- WAN, X.; EVERS, P. T.; DRESNER, M. E. Too much of a good thing: The impact of product variety on operations and sales performance. **Journal of Operations Management**, v. 30, n. 4, p. 316–324, 2012.
- WANG, H.; HU, S. J. Manufacturing complexity in assembly systems with hybrid configurations and its impact on throughput. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 59, n. 1, p. 53–56, 2010.
- WIBERG, M. Methodology for materiality: Interaction design research through a material lens. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 18, n. 3, p. 625–636, 2014.
- YIN, R. K. **Estudo de caso - Planejamento e Métodos**. 4^a . ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXOS

Anexo I- Participantes da Construção do Modelo (M0)

ESPECIALISTAS

André Cardoso Dupont: Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pela UNISINOS. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UNISINOS. Engenheiro de Produção pela UFRGS. Atua em projetos de consultoria e capacitação nas áreas de Estratégia Organizacional, Custos Industriais, Engenharia Econômica, Gestão de Materiais e Engenharia Industrial. Possui experiência de mais de 10 anos em gestão de projetos de implantação de sistemas de produção enxuta e execução de projetos de consultoria em empresas como Randon Implementos, Máquinas SAZI, Agrale, Freios Controil, HYVA, Fras-le, Suspensys, Master, Farina, Viemar, KEKO, Brinox, Metalúrgica Rotamil, Taurus, Foca, Todeschini. Ainda é coordenador e professor do curso de Engenharia de Produção da Faculdade da Serra Gaúcha e vice-diretor estudantil da SAE Seção Caxias do Sul.

Alexandre Baroni: Pós-Doutor em Engenharia de Materiais. Doutor em Engenharia (UFRGS). Mestre em Engenharia de Materiais (PUCRS) com ênfase em engenharia de Produção. Possui especializações em Mecatrônica (PUCRS). Graduado em Engenharia Mecânica. Atua há mais de 15 anos em execução, implantação e gestão de desenvolvimento de produtos industriais, especialmente no ramo metal-mecânico. Atuou e projetos de implantação de sistemas CAD/CAE/CAM/PDM/PLM e Modularização em empresas como: PPH, Riocell, Tramontina, AGCO, John Deere, GKN, RANDON Implementos, Suspensys, MASTER, JOST, GSI Agromarau, Andreas Sthill, SIEMENS Iriel, Freios CONTROL, Comil Carrocerias, Tecnomoageira, SULMAQ, Demuth.

Alexandre de Souza Garcia: Prof. de MBA, Consultor de Empresas, Facilitador & Speaker. Áreas de atuação: Estratégia, Inovação, Design Thinking, Criatividade, Gestão por KPI, Planejamento, Gestão do Conhecimento e Empreendedorismo. Doutorando em Administração - Foco: Strategic Management of Technology (UNISINOS) Mestre em Administração - Foco: Gestão da Inovação (UNISINOS); Especialistas em Gestão Empresarial (UFRGS); Economista (UFRGS).

Ariel Peixoto Possebon: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Graduado em Administração de Pequenas e Médias Empresas pela Universidade Norte do Paraná. Sócio-Consultor da Produttare Consultores Associados, possui 11 anos de experiência em projetos de consultoria em Gestão de Operações. Atuou em diferentes empresas e segmentos, tais como: Altus, Aniger, CGTEE, Comil, Controil, Dambroz, ELO, Fras-le, JAN, Kepler Weber, KNAPP, Master, Medabil, Randon, Rotamil, Sazi, Soprano, Suspensys, Termolar, TMSA, Todeschini, Trafo e Zegla. Especialista em Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais (PPCPM), ferramentas para aumento de Produtividade e Melhoria de Fluxos

Fabiano de Lima Nunes: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pelo PPGEPS/UNISINOS. MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Pós-Graduação em Gestão Estratégica da Produção e Logística pela Universidade Feevale. Professor nos Cursos de Logística na Faculdades Tecnológicas FTEC e Gestão da Produção da Universidade

Feevale, além de atuar em Cursos de Pós-Graduação na Universidade Feevale. Ministra Cursos de Extensão nas Faculdade da Serra Gaúcha (FSG) e Universidade Feevale, bem como, palestras nas seguintes Instituições: Universidade Feevale, Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM), ACI/NH e FTEC. Possui larga experiência na Gestão de Suprimentos, Compras e Logística, com ênfase em Negociações, Desenvolvimento de Fornecedores, Análise de Valor, Redução de Custos, Gestão e Otimização de Armazéns e CD's; implantação de CD's, WMS, TMS e ferramentas de Gestão; também nas áreas Industriais e de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto, Implantação e Controle de Sistemas de Produção (Lean, Sistema Toyota de Produção e Sistema Hyundai de Produção) onde já desenvolveu projetos relevantes em empresas de médio e grande porte nacionais e multinacionais, nas indústrias Automotiva, Metal-Mecânica, Serviços, Distribuição, Bélica, Borracha e Alimentação/Varejo, atuando na área de Operações de 1995.

Ingomar Goltz: Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (1988). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gerência de Produção. Foi diretor de manufatura e engenheiro na AGCO de 1988 até 2014

Ismael Sgarabotto: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Engenheiro Mecânico pela Universidade de Caxias do Sul. Possui mais de 10 anos de experiência na indústria metalomecânica. Gestor do setor de engenharia e qualidade da empresa de implantação do método da dissertação.

Ivan de Pelegrin: Doutor em Sistemas de Produção pela COPPE/UFRJ. Mestre em Engenharia de Produção pela UFRGS. Especialização em Gestão Empresarial na FGV. Engenheiro Mecânico pela UFSC. Cursos executivos no MIT, Fundação Don Cabral, ANPEI, entre outros. Experiência profissional de mais de 25 anos tendo atuado como executivo nos setores público e privado, além de atividades como instrutor e como consultor em empresas de diversos setores, nas áreas de Estratégia de Operações, Sistemas de Produção, Logística, PPCPM, Gestão de Programas e Projetos.

José Inácio Rad: Pós-Graduado em Gestão Empresarial pela FGV, Especialista em Projeto de Produto e Design Industrial pela UFSC/CNPq, Especialista em Soldagem pela UFRGS/ABM, Graduação em Engenharia Mecânica pela UFRGS. Atua nas áreas de Projetos de Produtos e em Gestão Industrial, melhorando e implantando soluções na Estrutura Organizacional e nos Processos das Empresas. Possui mais de 17 anos de trabalhos nestas atividades nas seguintes empresas: Agrale, Agritech Lavrale, Agritech Yanmar, Prover, John Deere, Stara, Kuhn, AGCO/MF, AGCO/Valtra, Agro-Pertences, CNHi, Planticenter, Proton-Primus, Marcher Brasil, Saur, MIAC, Guerra, Rhodoss, Comil, Bomag Marini, Terex, Bruning, Dana, Perfil, Beter, DHB, Thyssen Krupp, Rotamil, Taurus, Metasa, Intecnial, CP Eletrônica, Maxion, Aeromóvel, Coester, Globo Inox, Walker Diseño, Decofrut, Altus, Vipal, Ecotec, Bertussi Design, Seagro, Oxbo, Roland Berger, Multiagro, Casale, Veigro, Produttare, entre outras. Atuou como Executivo nas seguintes empresas, somando 27 anos: Jan, Ideal, Semeato, Agromec. Professor na Engenharia Mecânica da UPF por cinco anos. Presidente do Conselho Consultivo do SENAI. Perito em Propriedade Industrial e Intelectual

Anexo II- Modelo A3 de Apresentação da Padronização

<p>1 – Validação da Proposta</p>	<p>3 - RESULTADOS</p>			
<p>PRIMÁRIA</p>	<p>A3</p>			
<p>SECUNDÁRIA</p>	<p>Quantidade Atual</p>	<p>Quantidade Proposta</p>	<p>Previsão de Implantação</p>	
<p>DESNECESSÁRIA</p>	<p>REDUÇÃO</p>			
<p>2 – Redução por técnicas</p>				
<p>Diagrama FAST</p>	<p>Fixo vs Variável</p>	<p>Simple Comparação</p>	<p>Faixa de Variação</p>	<p>Multifuncionalidade e Integração</p>

