

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

JHONATHAN JUNIO DE SOUZA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS PARA APLICAÇÃO EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS**

CURITIBA

2018

JHONATHAN JUNIO DE SOUZA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS PARA APLICAÇÃO EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Especialista em Gestão
de Desenvolvimento de Produto, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus de Curitiba.
Orientador: Prof. Márcio Fontana Catapan, Dr.

CURITIBA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
Câmpus Curitiba



TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE GESTÃO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA APLICAÇÃO EM
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

por

JHONATHAN JUNIO DE SOUZA

Este trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi avaliado em 05 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão do Desenvolvimento de Produtos. A Banca Examinadora foi composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Márcio Fontana Catapan

Prof. Orientador

Prof. Dr. Marco Aurélio de Carvalho

Coordenador do Curso

Prof. Renan Favarão da Silva

Prof. Avaliador

-O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-

RESUMO

SOUZA, Jhonathan J. **Proposta de metodologia de gestão de desenvolvimento de produtos para aplicação em micro e pequenas empresas.** 2018. 94 f. Monografia (Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produtos), UTFPR, Curitiba 2018.

Micro e pequenas empresas (MPEs) possuem muitas dificuldades para gerenciar o desenvolvimento de seus produtos, pois dificilmente implementam modelos de gestão com essa finalidade. As metodologias encontradas na literatura são voltadas para empresas maduras e estruturadas, que possuem maiores recursos para a implantação. Micro e pequenas empresas possuem características que tornam a adesão de métodos consagrados de gestão e desenvolvimento de produto (GDP) difícil. Este trabalho busca analisar MPEs e sugerir um modelo de gestão de desenvolvimento de produtos aplicável a tais empresas. Através de uma entrevista com micro e pequenas empresas da cidade de Ponta Grossa – Paraná foram levantadas informações com relação as práticas utilizadas por estes empreendimentos. Tais dados, aliados ao estudo das metodologias Design for Six Sigma (DFSS), SCRUM e o modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006), permitiram a elaboração de um modelo de gestão de desenvolvimento de produtos simplificado, que possui características pensadas para a fácil implementação em micro e pequenas empresas.

Palavras chave: Micro e pequenas empresas. Gestão do desenvolvimento de produto. Ferramentas de gestão.

ABSTRACT

SOUZA, Jhonathan J. **Proposal of methodology of management of development of products for application in micro and small companies.** 2018. 94 p. Monography (Course of Management of the Products Development), UTFPR, Curitiba 2018.

Micro and small companies have many difficulties to manage the development of their products, because they hardly implement management models for this purpose. The methodologies found in the literature are focused in mature and structured companies, which have many resources for the implementation. Small-sized enterprises have difficulties making the accession of established methods of management of the product development too hard. This job seeks analyze small-sized companies and purpose a product development management model to applicable to such companies. By an interview with micro and small-sized companies located in Ponta Grossa - Paraná, the characteristics about the practices used by these enterprises were raised. These data, together with the study of Design for Six Sigma (DFSS), SCRUM and the unified model of Rozenfeld et al. (2006) methodologies allowed the development of a simplified model of product development management, which has features designed for easy implementation in micro and small enterprises.

Key words: Micro and Small-sized Enterprises. Management of the Products Development. Management tools.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Empresas.....	40
Tabela 2 - Perguntas sobre gestão do desenvolvimento.	43
Tabela 3 - Nível de importância das fases do desenvolvimento.....	45
Tabela 4 - Matriz de Avaliação.....	59
Tabela 5 - Parâmetros de engenharia.....	67
Tabela 6 - Índice de severidade.	71
Tabela 7 - Índice de Ocorrência.	71
Tabela 8 - Índice de Detecção.....	72
Tabela 9 - Formulário FMEA.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos.....	22
Figura 2 - Fluxo de atividades DMADV	29
Figura 3 - Gráfico <i>Burndown</i>	38
Figura 4 - Processo Scrum.....	38
Figura 5 – Modelo Sugerido	49
Figura 6 – Correspondência com modelo Unificado.....	50
Figura 7 – Correspondência com DFSS.....	51
Figura 8 - Modelo de Casa da Qualidade.....	56
Figura 9 - Matriz Morfológica.....	59
Figura 10 - Exemplo de matriz de impacto cruzado.	66
Figura 11 – Iterações entre R3 e Detalhamento.....	69

LISTA DE SIGLAS

GDP	Gestão de Desenvolvimento de Produto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
MPE	Micro e Pequena Empresa
GP	Gestão do Produto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização)
ANSI	<i>American National Standards Institute</i> (Instituto Nacional Americano de Padrões)
DFSS	<i>Design For Six Sigma</i> (Projeto para Seis Sigma)
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> (Desdobramento de Função Qualidade)
MPI	Método dos Princípios Inventivos
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho assistido por Computador)
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> (Engenharia Assistida por Computador)
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> (Manufatura Assistida por Computador)
SSC	Sistemas, Subsistemas e Componentes
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
DMADV	<i>Define / Measure / Analyze / Design / Verify</i> (Definir / Medir / Analisar / Projetar / Verificar)
CTQ	<i>Critical To Quality</i> (Requisito para Qualidade)
DMAIC	<i>Define / Measure / Analyze / Improve / Control</i> (Definir / Medir / Analisar / Melhorar / Controlar)
DFMA	<i>Design For Manufacturing and Assembly</i> (Projeto para Manufatura e Montagem)
DFM	<i>Design For Manufacturing</i> (Projeto para Manufatura)
DFA	<i>Design For Assembly</i> (Projeto para Montagem)
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Análise de modos e efeitos de falha)

RPN	<i>Risk Priority Number</i> (Número de prioridade de risco)
GQT	Gestão da Qualidade Total
DFMt	<i>Design For Maintainability</i> (Projeto para Manutenibilidade)
TRIZ	Teoria da Solução Inventiva de Problemas
PI	Princípio Inventivo
MPE	Micro e Pequena Empresa
PME	Pequena e Micro Empresa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 CONTEXTO ECONÔMICO DAS MPEs	15
2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MPEs	16
2.3 GESTÃO EM MPEs	17
2.4 PRÁTICAS DAS MPEs.....	18
2.5 IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE GESTÃO NAS MPEs	19
2.6 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
3.1 MODELO UNIFICADO DE GDP.	21
3.1.1 Projeto Informacional.....	23
3.1.2 Projeto Conceitual	24
3.1.3 Projeto detalhado	25
3.1.4 Preparação para produção.....	26
3.1.5 Lançamento de produto.....	27
3.2 <i>DESIGN FOR SIX SIGMA</i> (DFSS).....	28
3.2.1 <i>Define</i> (Definir)	30
3.2.2 <i>Measure</i> (Medir)	31
3.2.3 <i>Analyze</i> (Analisar)	31
3.2.4 <i>Design</i> (Projetar)	32

3.2.5 Verify (Verificar).....	33
3.3 SCRUM	34
3.3.1 Time Scrum	35
3.3.2 Eventos de duração fixa	36
3.3.3 Artefatos do Scrum.....	37
3.4 CONCLUSÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	39
4. DESENVOLVIMENTO	40
4.1 ENTREVISTA.....	40
4.1.1 Quanto a empresa.....	41
4.1.2 Quanto a equipe	41
4.1.3 Quanto a gestão do desenvolvimento	42
4.1.4 Quanto a relação com clientes	44
4.1.5 Quanto a cultura da empresa	44
4.2 MODELO SUGERIDO.....	45
4.2.1 Pilares do modelo.....	46
4.2.2 Visão geral do modelo.....	48
5. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE A – Questionário	84
ANEXO A - Checklist para requisitos de cliente	91
ANEXO B - Princípios inventivos.....	93
ANEXO C - Matriz de contradições.	99

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de uma metodologia estruturada de gestão e desenvolvimento de produto (GDP) é encontrada em empresas maduras, que têm como objetivo a excelência de suas operações. Mesmo nestas empresas, a implantação de uma metodologia de GDP sofre muitas dificuldades iniciais.

Em empresas jovens e de menor porte, a gestão do desenvolvimento de produtos é muitas vezes nula ou feita de forma leiga. Para Toledo *et. al* (2008), os resultados podem ser avaliados em termos de sucesso ou não sucesso, e o grau deste sucesso depende de fatores de gestão praticados durante o desenvolvimento do projeto.

Graças a pouca atenção voltada a gestão do desenvolvimento, os produtos desenvolvidos por estas empresas não atingem o potencial desejado. Devido ao orçamento limitado, equipe reduzida e pouca estrutura administrativa, tais empresas desenvolvem seus projetos de forma desorganizada, culminando em atrasos, prejuízos e muitas vezes resultando na falência da empresa.

Cada vez mais o mercado exige inovação. A aplicação de Gerenciamento de Projetos em pequenas empresas busca melhorar a eficiência dos projetos, reduzir custos, cumprir prazos, organiza e orienta para a adoção de melhores práticas (CARNEIRO, 2017). Empresas desenvolvedoras de produtos que utilizam sistemas de gestão alcançam maior destaque, pois possuem maior controle e assertividade sobre seus processos.

Neste contexto percebe-se a necessidade de uma padronização dos processos de desenvolvimento de produtos, sobretudo em empresas de menor porte, pois a dificuldade de diluir prejuízos em uma MPE, comparando-se a uma grande empresa, faz com que o investimento em um projeto mal sucedido possa comprometer o seu futuro. (DA SILVA, 2014). Porém, muitas micro e pequenas empresas ainda não possuem padrões para o desenvolvimento de seus produtos.

Na literatura são encontrados vários modelos que sugerem etapas, ferramentas, regras e conceitos para o desenvolvimento de produtos. Estes elementos por vezes são complexos e burocráticos, tornando-os incompatíveis

com a realidade de micro e pequenas empresas. Para Martens *et al* (2014), o gerenciamento de projetos é uma das áreas que apresenta carência de estudos no contexto de MPEs.

Como alternativa para a solução deste problema, esta monografia propõe um modelo de gestão de desenvolvimento de produto voltado para micro e pequenas empresas. Para a elaboração deste modelo foram entrevistadas algumas empresas de pequeno porte da cidade de Ponta Grossa – PR. A partir dos resultados foi possível conhecer as características de MPEs e definir um modelo de gestão que possa ser implementado nestas companhias.

Também serão abordadas metodologias encontradas na literatura a fim de absorver suas melhores práticas e conceitos, trazendo-os para o modelo proposto. As metodologias estudadas foram o Design For Six Sigma (DFSS), o SCRUM e o modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006).

Com base em padrões sugeridos por outros autores, objetivou-se identificar ferramentas úteis e práticas condizentes com a capacidade de empresas de pequeno porte a fim de tornar a metodologia amigável a tais organizações. Acredita-se que com a aplicação de uma metodologia simplificada de GDP, micro e pequenas empresas possam aprimorar seus produtos e desenvolver-se economicamente.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.1.1 Objetivo geral

Propor uma metodologia de gestão de desenvolvimento de produtos aplicável ao contexto de micro e pequenas empresas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Entrevistar profissionais de micro e pequenas empresas;
- Pesquisar e descrever modelos de gestão aplicáveis ao desenvolvimento de produto;

- Pesquisar e descrever ferramentas de gestão úteis para o desenvolvimento de produtos;
- Elaborar uma metodologia de gestão do desenvolvimento de produto considerando os dados coletados pela entrevista, os modelos e as ferramentas estudadas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos o mercado tem experimentado intensa concorrência. Puxada pela grande globalização e pelos avanços tecnológicos vivenciados na última década, a competição entre empresas está se tornando cada vez mais acirrada. Com globalização econômica, surgiram novos segmentos empresariais, novos produtos, serviços e modernizações de equipamentos e processos (OLIVEIRA e PALMA, 2012).

Neste contexto, a Gestão do Desenvolvimento de Produtos (GDP) deve ser aplicada para auxiliar no alcance das metas e proporcionar à organização vantagem competitiva no mercado. Kerzner (2011) afirma que a sobrevivência de muitas organizações está ligada à forma e rapidez da implantação de gestão de projetos.

Porém, a implementação de um sistema de Gestão do desenvolvimento de produto não se dá de forma simples e rápida. Para a completa instalação de uma metodologia de GDP são necessários recursos por vezes indisponíveis. Martens *et al.* (2014) afirmam que em MPEs brasileiras a inserção de gestão de projetos é ínfima. Provavelmente, os motivos desta falta de adesão são os obstáculos enfrentados por estas empresas, como baixo orçamento e equipe reduzida.

Segundo informações do IBGE (SARAIVA, 2017), 50,1% dos trabalhadores do setor privado estavam alocados em empresas de até 5 funcionários em 2016. Em 2014, o Brasil possuía cerca de 9 milhões de micro e pequenas empresas. No ano de 2011 o setor obteve arrecadação de R\$599 bilhões, cerca de 27% do produto interno bruto do país naquele ano (SEBRAE, 2015).

Como exposto acima, nota-se a importância das micro e pequenas empresas para a economia brasileira é notável e as dificuldades vivenciadas por estes empreendimentos são visíveis. Desta forma, propõe-se com este trabalho sugerir um modelo para auxiliar tais organizações na gestão de desenvolvimento de produtos, propondo práticas simples visando uma fácil implementação.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia divide-se em 5 capítulos. O capítulo 1 introduz o tema, define os objetivos do trabalho bem como uma justificativa a pesquisa. No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica relacionada as micro e pequenas empresas, abordando o contexto econômico, as características e as práticas utilizadas por estes empreendimentos. A metodologia de desenvolvimento de produto proposta por Rozenfeld *et al.* (2006) e as metodologias SCRUM e DFSS são descritas no capítulo 3.

O capítulo 4 inicia-se com a exposição da entrevista aplicada em MPEs da região de Ponta Grossa, Paraná. Na sequência é apresentado o método elaborado para gestão do desenvolvimento de produtos voltado para micro e pequenas empresas. Por fim, as conclusões são expostas no capítulo 5.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTO ECONÔMICO DAS MPEs

Micro e pequenas empresas (MPEs) são organizações cruciais para o desenvolvimento econômico brasileiro, visto que 99% das empresas brasileiras são caracterizadas como pequenos negócios (SEBRAE, 2013). Segundo informações do IBGE (SARAIVA, 2017), 50,1% dos trabalhadores do setor privado estavam alocados em empresas de até 5 funcionários em 2016. Tais números confirmam a importância dos pequenos empreendimentos e a necessidade de estudos que priorizem o desenvolvimento destas organizações.

No estado do Paraná, estudos elaborados pelo SEBRAE (2013) indicam que 9,5 mil vagas foram criadas em MPEs no ano de 2013, perfazendo mais de 60% do total de vagas abertas. No mesmo ano, uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) em parceria com o SEBRAE revelou que o Paraná possui a menor carga tributária para micro e pequenas empresas (PEREIRA e ZABOLOTNY, 2017). A pesquisa “As PMEs que Mais Crescem no Brasil” (2016), realizada pela Deloitte em parceria com a revista Exame, indicou que o Paraná possui 11 das 100 pequenas e médias empresas que mais crescem no Brasil (PEREIRA e ZABOLOTNY, 2017).

Segundo Gobbo (2016), benefícios para MPEs no Brasil foram iniciados na década de 1960, quando foi criado o Grupo Executivo de Assistência à Média e Pequena Empresa Industrial, com o objetivo de melhorar a produtividade e fortalecer a estrutura econômica e financeira destas empresas, visando a grande capacidade de geração de emprego de tais instituições. Micro ou pequenas empresas se beneficiam dos direitos existentes que estabelecem pontos como tratamento diferenciado, redução de carga tributária, apoio ao empreendedor, incentivo ao crédito, redução da burocracia empresarial e participação nas licitações públicas (PEREIRA e ZABOLOTNY, 2017).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MPEs

Jucá Junior, Conforto e Amaral (2010) caracterizam MPEs como organizações formadas por um conjunto reduzido de funcionários, comumente lideradas pela figura de um empreendedor visionário e responsável pela criação do negócio. Moraes, Terence e Escrivão (2005) definem algumas características próprias de pequenas empresas:

- Normalmente utilizam trabalho próprio ou de familiares;
- Não possuem administração especializada fora da empresa;
- Não apresentam produção em escala;
- Possuem estreita relação entre proprietário, empregados, clientes e fornecedores;
- Têm forte dependência dos mercados e fontes de suprimentos próximas;
- Os empreendedores procuram oportunidades em setores já conhecidos;
- Quanto menor o negócio mais informal é sua administração, onde os recursos empresariais se confundem com os pessoais;
- As pequenas empresas fazem investimentos a curto prazo, dependendo de rápidos retornos sobre o investimento;
- À grande heterogeneidade entre as pequenas empresas, dificultando os estudos e pesquisas;
- As pequenas empresas possuem dirigentes com forte capacidade de iniciativa e grande energia pessoal.

As características inerentes as micro e pequenas empresas geram certos pontos positivos que dificilmente são vistos em empresas de grande porte. Como apresentado por SEBRAE (2016):

- Comando único e centralizado, permitindo reações rápidas em situações de emergência;
- Estrutura administrativa e operacional " enxuta";
- Disponibilidade de recursos financeiros e administrativos para autofinanciamento obtido de poupança compulsória feita pela família;
- Organização interna leal e dedicada;

- Forte valorização da confiança mútua, independentemente de vínculo familiares;
- A formação de laços entre empregados antigos e os proprietários exerce papel importante no desempenho da empresa;
- Grupo interessado e unido em torno do fundador;
- Sensibilidade em relação ao bem-estar dos empregados e da comunidade onde atua;
- Continuidade e integridade de diretrizes administrativas e de focos de atenção da empresa;
- Importantes relações comunitárias e comerciais decorrentes de um nome respeitado;

Destaca-se como pontos positivos a dedicação e lealdade dos funcionários de MPEs e a formação de laços pessoais entre empregados e proprietários.

2.3 GESTÃO EM MPEs

Mesmo com a fundamental participação das MPEs na economia, estudos que abordam as práticas de gestão de projetos e de desenvolvimento de produtos nestas empresas ainda são escassos. Martens *et al.* (2014) afirmam que estudos empíricos vem sendo realizados, porém em médias e grandes empresas, onde a gestão de projetos é mais facilmente encontrada. Isso evidencia uma lacuna de pesquisas sobre gestão de projetos em micro e pequenas empresas.

As práticas de gestão de projetos em empresas de maior porte são constantemente estudadas em pesquisas acadêmicas. No entanto, as práticas e técnicas de GP adotadas em MPEs são pouco conhecidas (TOLEDO *et al.*, 2008).

Em seu estudo sobre empresas familiares, grande parcela das MPEs, Borges, Lescura e Oliveira (2012) afirmam que na produção científica brasileira existe uma fragilidade teórica e conceitual em relação a tais empresas. Mesmo tendo grande participação na economia do país, há poucos estudos que traçam

um perfil desse tipo de empresa e apontam sugestões de melhoria (PEREIRA e ZABOLOTNY, 2017).

Neste contexto, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados em relação a gestão de projetos e a gestão do desenvolvimento de produtos voltados para micro e pequenas empresas.

Pretende-se por meio deste estudo elaborar um método simplificado de gestão e desenvolvimento de produto para ser aplicado em micro e pequenas empresas, de modo a auxiliá-las na melhoria do processo e na obtenção de melhores resultados. Os dados colhidos na entrevista feita com pequenas empresas do município de Ponta Grossa- PR também serão úteis para incrementar os dados a respeito da gestão de desenvolvimento em MPEs e colaborar com pesquisas futuras sobre o tema.

2.4 PRÁTICAS DAS MPEs

Através de uma pesquisa com 40 empresas da cidade de Ponta Grossa-PR, Pereira e Zabolotny (2017) constataram que a maior parte dos empreendedores não realiza nenhum tipo de planejamento ou utiliza ferramentas de gestão. Cadamuro (2015) afirma que se tratando de pequenas empresas é difícil identificar ferramentas de gestão, e quando encontra-se a ferramenta, o controle e a avaliação costumam ser de baixa qualidade.

No ano de 2008, 23,7% das empresas brasileiras não possuíam certificação ISO 9001. Com relação as MPEs, 40,7% não eram certificadas, um alto índice se comparado as médias e grandes empresas com 11,1% e 10,2% respectivamente. Para Da Silva (2014), a ausência de certificação ISO reflete em parte uma baixa organização do processo nessas empresas.

A baixa adesão aos sistemas de gestão nas MPEs pode ser atribuída à várias causas. O tamanho reduzido da equipe, o baixo orçamento e a falta de conhecimento sobre gestão por parte dos empreendedores provavelmente são as maiores justificativas para a falta de sistemas padronizados dentro destes tipos de organizações.

Além dos motivos expostos acima, a burocracia e o excesso de documentação exigidas pelos métodos de gestão conhecidos acabam por

desmotivar os pequenos empreendedores na implementação de tais metodologias. O primeiro passo é a conscientização do empreendedor sobre a importância da gestão nos processos da empresa.

Para Sella e Grzybovski (2011) os elevados índices de mortalidade de MPEs são causados pela falta de informação sobre o mercado e a incapacidade gerencial de seus gestores, que muitas vezes desconhecem e/ou não dão a devida importância aos aspectos gerenciais do empreendimento. Ainda segundo as autoras, no Brasil, 35% das MPEs encerram atividades no primeiro ano e 56% não completam cinco anos de vida. Essa realidade evidencia a falta de preparo dos empresários brasileiros na gestão de seus negócios.

O Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo (SEBRAESP), publicou em 2008 um estudo onde são levantadas as causas de mortalidade nas MPEs (Da Silva, 2014):

- Ausência de comportamento empreendedor;
- Ausência de planejamento prévio adequado;
- Deficiência no processo de gestão empresarial;
- Impacto dos problemas pessoais sobre o negócio.
- Insuficiência de políticas públicas de apoio aos pequenos negócios;
- Dificuldades decorrentes da conjuntura econômica;

Com exceção das duas últimas, todas as causas citadas para a mortalidade das MPEs podem ser evitadas através da organização da empresa e padronização de seus processos.

2.5 IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE GESTÃO NAS MPEs

Dado o contexto econômico atual, torna-se ainda mais necessária a abordagem sistemática no gerenciamento dos processos empresariais, sobretudo nas micro e pequenas empresas onde a dificuldade de diluir prejuízos, comparando-se a uma grande empresa, faz com que o investimento em um projeto mal sucedido possa comprometer o seu futuro (DA SILVA, 2014).

A aplicação de Gerenciamento de Projetos em pequenas empresas busca melhorar a eficiência dos projetos e traz vantagens como o diferencial competitivo, a adaptação dos trabalhos ao mercado e aos clientes, realização de

orçamentos antes do início dos gastos, agilidade na tomada de decisão, aumento do controle gerencial, facilidade nas revisões do projeto, otimização na alocação de pessoas e equipamentos e documentação para projetos futuros.

Sella e Grzybovski (2011) afirmam que muitos problemas existentes nas MPEs podem ser resolvidos apenas com a adoção de um modelo de gestão que auxilie no controle de gastos e alocação dos recursos (materiais, humanos, tecnológicos, outros), bem como que forneça relatórios gerenciais para análise dos resultados obtidos.

Ainda segundo Sella e Grzybovski (2011), responder rapidamente as necessidades do mercado torna-se determinante de competitividade no contexto contemporâneo. Empresas que não se adequarem neste panorama correm o risco de perder mercado. Assim entende-se que a gestão de projetos é um modelo válido na implementação de estratégias competitivas.

2.6 CONCLUSÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo abordou-se o contexto geral de micro e pequenas empresas. Conclui-se que o papel destas organizações para o panorama econômico brasileiro é de extrema importância, pois pesquisas indicam a grande capacidade de geração de emprego destas organizações.

Contudo, estudos indicam a falta de gestão nestes empreendimentos. A falta de boas práticas pode causar dificuldades de crescimento e até mesmo a falência destas empresas. É notório que sistemas de gestão auxiliam na melhoria dos processos e se aplicados com excelência podem gerar grande desenvolvimento para a empresa que os adere.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Percebe-se uma certa semelhança entre os vários modelos de desenvolvimento de produto existentes na literatura. Principalmente no uso das ferramentas de gestão e na sequência das etapas propostas.

A seguir serão descritos o modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006) e as metodologias *Design for Six Sigma* (DFSS) e SCRUM. Um maior enfoque será dado ao modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) por se tratar de um método altamente difundido para o desenvolvimento de produtos. A abordagem dos métodos SCRUM e DFSS visa esclarecer o uso destas técnicas e identificar suas características. Objetiva-se captar vantagens de cada formato e sugerir um modelo no qual as práticas possam ser assimiladas por empresas de pequeno porte.

3.1 MODELO UNIFICADO DE GDP.

No livro intitulado *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo* (2006), Henrique Rozenfeld auxiliado de vários outros autores, traz um modelo estruturado para a gestão do desenvolvimento de produtos. Segundo os autores o modelo é voltado principalmente para desenvolvedores de bens de consumo e capital, porém, com algumas adaptações pode ser utilizado para desenvolvimento de qualquer tipo de produto.

A Figura 1 ilustra a visão geral do modelo de referência adotado por Rozenfeld *et al.* (2006).

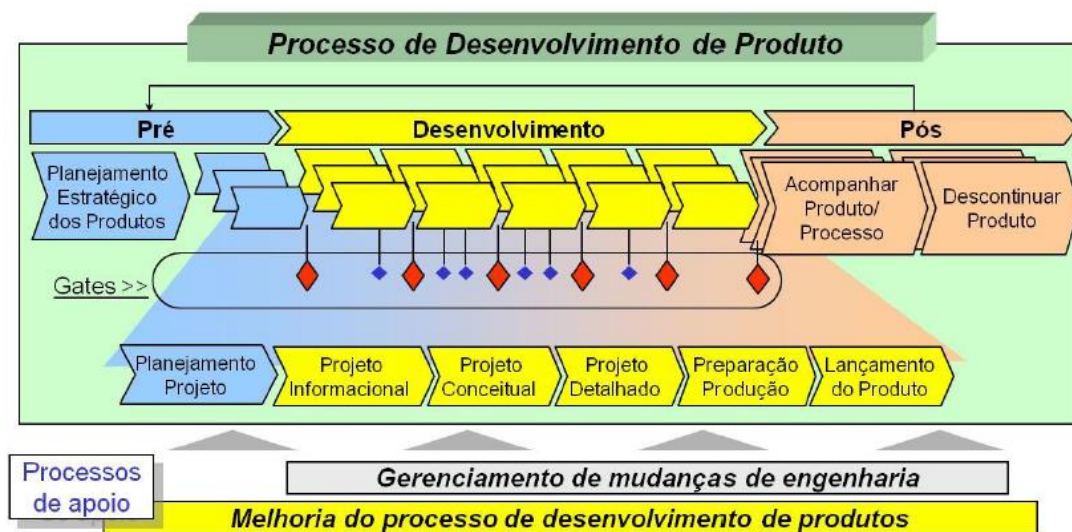


Figura 1 – Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos. Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

O modelo ilustrado acima utiliza o conceito *Stage-Gate*. Introduzido por Cooper(1988), a sistemática *Stage-Gate* avalia a transição de fases, integrando o processo decisório de planejamento estratégico. Trata-se de uma revisão minuciosa que considera os resultados obtidos para permitir que o processo atinja a próxima fase.

Nota-se que o modelo é dividido em 3 macro fases, denominadas Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento. As macro fases são divididas em fases e atividades. Paralelo as macro fases, existem os processos de apoio que permitem a melhoria do processo e o controle de mudanças.

No modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), a macro fase de Pré-desenvolvimento deve-se mapear sistematicamente as oportunidades e ideias, aliá-las a estratégia da empresa e transformá-las em um conjunto de projetos bem definidos. É o momento onde se avalia as restrições existentes e prioriza-se os projetos de acordo com a estratégia da empresa. No Pós-desenvolvimento, segundo os autores, o acompanhamento sistemático e a documentação das melhorias do produto são tidas como atividades centrais. Deve-se receber informações do produto no mercado, da produção, distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica a fim de acionar o gerenciamento de mudanças de engenharia caso necessário. A macro fase de desenvolvimento é onde efetivamente o projeto é executado. Inicia-se com a determinação das especificações do produto. Com base nas especificações são definidas as

funções para o produto e as alternativas possíveis para execução de tais funções (ROZENFELD *et al.* 2006).

As etapas compreendidas pelo macro fase de desenvolvimento são descritas a seguir:

3.1.1 Projeto Informacional

A etapa de projeto informacional é a primeira da macro fase de desenvolvimento e tem como objetivo geral identificar as especificações-meta do produto. As especificações meta serão a base para decisões tomadas posteriormente. Rozenfeld *et al.* (2006) afirmam que as informações geradas nesta etapa devem ser definidas com extremo cuidado, pois qualquer definição errônea poderá gerar uma solução inadequada para o problema original.

Partindo do problema definido, deve-se identificar os clientes relacionados a cada fase do ciclo de vida do produto. Sabendo os clientes envolvidos, pode-se levantar os requisitos do cliente, que geralmente são descritos de forma subjetiva (ROZENFELD *et al.* 2006).

Faz-se necessário descrever os requisitos dos clientes por meio de características técnicas, mensuráveis, chamadas de requisitos do produto. Os requisitos de produto associados a valores específicos são chamados de especificações-meta. Porém, especificações meta podem conter diretrizes não mensuráveis, caso a equipe de desenvolvimento julgue necessário (ROZENFELD *et al.* 2006).

A busca por informações na etapa de projeto informacional deve ser feita pela procura de tecnologias e métodos de fabricação disponíveis, patentes sobre o produto que será projetado e informações sobre produtos similares.

A conversão dos requisitos de clientes em requisitos de produto se dá através de vários meios, como *brainstorming*, *checklists* e informações de outros projetos. No anexo A é demonstrado um *checklist* proposto por Pugh (1990) para obtenção de requisitos de produto.

Uma vez definidos os requisitos de produto, deve-se correlacionar os mesmos com os requisitos de cliente com o objetivo de classificar os requisitos de produto que merecem maior foco.

Ao confrontar os requisitos de produto entre si, são percebidas relações positivas e negativas. Por exemplo, um requisito que exige alta potência interfere em outro requisito que exige preço baixo. Este tipo de correlação pode ser analisado com auxílio da matriz QFD (presente no item 6.2) e contradições técnicas podem ser solucionadas através do método dos princípios inventivos MPI (item 6.6.1).

3.1.2 Projeto Conceitual

A fase de projeto conceitual é responsável pela busca, aquisição, criação, representação e seleção das soluções que irão compor o produto (ROZENFELD *et al.* 2006). A busca por soluções existentes pode ser feita através de *benchmarking* (ver item 6.4). A criação das soluções deve ser livre, porém direcionada aos requisitos do projeto. A seleção dos princípios de solução deve ser feita através de métodos apropriados e com base nos requisitos anteriormente definidos.

Para evitar que preconceitos e experiências criem barreira contra novas soluções, é necessário que o produto seja modelado de forma abstrata (ROZENFELD *et al.* 2006). Desta forma é possível manter o foco no problema original sem recorrer a soluções óbvias. Para isso, a função global do produto deve ser identificada para que em seguida outras funções sejam desdobradas, gerando uma descrição funcional do produto.

Após se definir a estrutura funcional do produto, princípios de solução são sugeridos para cada função. Neste momento é comum o uso da matriz morfológica vista no item 6.5. A combinação de princípios de solução geram as concepções. Rozenfeld *et al.* (2006) sugerem para que o número de combinações não seja exageradamente grande, deve-se eliminar princípios de solução que não sejam viáveis. Porém muita atenção deve ser prestada neste processo, para que nenhum princípio de solução seja desperdiçado de forma errônea.

Para escolher a melhor opção dentre as concepções formadas, é necessário um processo de seleção pautado nas especificações meta definidas

na etapa de projeto informacional. Utiliza-se como método de tomada de decisão a matriz de avaliação presente no item 6.5.

3.1.3 Projeto detalhado

A fase de projeto detalhado tem por finalidade detalhar a concepção escolhida na etapa anterior, projeto conceitual. São criados Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSCs) detalhados com as cotas e tolerâncias finais. Após definidas, as informações são congeladas e quaisquer mudança deve ser feita através de processo padronizado (ROZENFELD *et al.* 2006).

Outros autores sugerem a existência de uma fase preliminar antes do projeto detalhado. Para Rozenfeld *et al.* (2006) a existência de sistemas CAD atualmente, proporciona maior flexibilidade a equipe de projeto, tornando desnecessária uma etapa formal de projeto preliminar. Para produtos com concepções inseguras pode-se executar um primeiro ciclo de projeto detalhado para atualizar o estudo de viabilidade do projeto.

O projeto conceitual resulta em princípios de solução, lista dos SSCs com especificações iniciais, lista de materiais e desenhos iniciais. Cabe ao projeto detalhado o lapidação dos SSCs já identificados e a criação de SSCs não previstos na fase anterior.

Atualmente as empresas preocupam-se em fabricar apenas itens estratégicos para a qualidade final de seu produto. Terceirizando a manufatura de certos suprimentos é possível focar nos grandes volumes de produção, tanto pela empresa quanto pelos fornecedores, permitindo assim um custo menor a todos os envolvidos (ROZENFELD *et al.* 2006). Todavia, por razões econômicas, a empresa pode optar por produzir internamente outros tipos de componentes.

O planejamento do processo de fabricação e montagem é feito em dois níveis: O planejamento macro e o detalhamento de operações. No planejamento macro é definida a sequência de operações, máquinas utilizadas e duração dos processos, com o intuito de auxiliar o planejamento e controle da produção (PCP). Já o detalhamento de operações descreve os procedimentos para realização da operação. O formato de tais documentos depende da empresa que os emprega.

Outro ponto importante no projeto detalhado é o desenvolvimento da embalagem. Neste momento é necessário definir as funções da embalagem, que podem não ser apenas armazenar o produto, mas também proteger e comunicar. Conforme a complexidade da embalagem, pode ser necessário um estudo separado envolvendo as demais etapas do PDP (ROZENFELD *et al.* 2006).

3.1.4 Preparação para produção

Esta fase trata todas as atividades que envolvem a cadeia de suprimentos do ponto de vista interno, englobando a produção do lote piloto e definição dos processos de produção. O objetivo é garantir que a empresa e todos os parceiros de fornecimento consigam produzir os produtos no volume definido e com as mesmas qualidades dos protótipos construídos na fase de projeto detalhado (ROZENFELD *et al.* 2006).

O planejamento na fase de preparação para a produção é essencialmente importante, pois a montagem do produto depende de toda a cadeia de fornecimento. A entrega do lote piloto pode ser atrasada devido espera de componentes.

A produção do lote piloto é utilizada para avaliação dos recursos adquiridos e eventuais ajustes que se façam necessários. As peças iniciais devem ser avaliadas criteriosamente e resulta, em caso de aprovação, na homologação do processo de fabricação.

Há casos onde é necessária a certificação do produto. Para tal tarefa é necessário avaliar exigências de regulamentação, submeter ao cliente o processo de aprovação, avaliar serviços associados ao produto e obter certificação para documentação. Rozenfeld *et al.* (2006) afirmam que o processo de certificação deve iniciar já na etapa de projeto informacional, onde são coletados os requisitos dos clientes.

Em um processo de certificação, normalmente recebe-se a visita de auditores que avaliam aspectos do produto e do processo produtivo. Há casos onde o cliente exige uma certificação específica. Deve-se estudar e submeter-se ao procedimento de certificação do cliente.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), um dos pontos chave para o início da produção de um produto é o treinamento de pessoal. Deve-se garantir que todas as pessoas envolvidas com o processo produtivo estejam devidamente qualificadas. Os treinamentos devem ocorrer tanto para pessoas diretamente envolvidas quanto aos responsáveis por atividades gerenciais e de suporte. Deve-se preocupar com a avaliação do aprendizado. Se possível prover certificação das pessoas para realização de suas funções.

3.1.5 Lançamento de produto

Esta etapa preocupa-se com as atividades de colocação do produto no mercado, como os processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente, assistência técnica e campanhas de *marketing*. Tais atividades ocorrem em paralelo a fase de preparação para produção e podem iniciar até mesmo na fase de projeto detalhado (ROZENFELD *et al.* 2006).

Geralmente, um produto é comercializado seguindo um processo de vendas já existente. Deve-se analisar o processo de venda e decidir sua aplicabilidade ao novo produto. Caso o processo atual não seja aplicável, deve-se desenhar um novo modelo.

As variáveis de um processo de vendas são os canais de venda, os atores da venda e os recursos utilizados. Rozenfeld *et al.* (2006) descrevem recursos de venda como tudo que for necessário para o funcionamento do processo, como escritórios de representação e vendas, equipamentos de comunicação, meios de transporte e documentação.

O desenvolvimento de um sistema de apoio as vendas é fundamental. Através do sistema de apoio os vendedores podem fazer pedidos de compras, verificação de estoque e prazos de entrega antes de fechar um pedido. Caso o serviço de vendas seja terceirizado, a empresa pode deixar disponível a documentação do sistema de vendas e dos sistemas de apoio.

Deve-se promover treinamento a equipe de vendas que precisa conhecer o produto, suas características, aplicações, vantagens e limitações e

concorrentes. Os vendedores devem ser capacitados para convencer os clientes sobre as vantagens do produto e sanar suas dúvidas.

Rozenfeld *et al.* (2006) explicam que há casos onde o distribuidor envolve-se com atividades de produção, como montagem e instalação por exemplo. Neste caso um acordo deve ser fechado e devem ser definidas as responsabilidades e os serviços do distribuidor, bem como as remunerações e indicadores de desempenho.

A integração do processo de distribuição e do processo de assistência técnica é essencial para garantir a reposição de suprimentos, principalmente em regiões geograficamente distantes, ou quando o produto é crítico para o cliente.

No atendimento ao cliente, a principal função é mantê-lo satisfeito, oferecendo um canal para que o cliente expresse suas dúvidas e reclamações. Através do atendimento ao cliente também é possível levantar requisitos úteis no desenvolvimento de novos produtos (ROZENFELD *et al.* 2006).

Em certos produtos, o serviço de assistência técnica é vendido como um produto à parte. Chamado de manutenção, este serviço passa a ser uma outra fonte de renda para a empresa. Quando a assistência técnica se torna muito lucrativa, há empresas que vendem o produto a preço de custo, para aumentar a base instalada e faturar em cima apenas do serviço (ROZENFELD *et al.* 2006).

O planejamento do *marketing* de lançamento é iniciado na confecção da estratégia do produto, onde é descrito o mercado alvo. Porém, Rozenfeld *et al.* (2006) ressaltam que na etapa de lançamento do produto há a atualização dos dados, como tamanho, estrutura e comportamento do mercado alvo; posicionamento em relação a concorrência; posicionamento no mercado; custo e preço planejados; lucro esperado; etc.

3.2 DESIGN FOR SIX SIGMA (DFSS)

O modelo Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a performance e lucratividade de uma empresa (WERKEMA, 2012). Nascido em 1987 na Motorola, o Seis Sigma ganhou destaque a partir dos expressivos resultados financeiros atingidos pela General Eletric no ano de 1999.

Gupta (2013) define o Seis Sigma como uma abordagem orientada para o cliente, estruturada, sistemática, proativa e quantitativa para melhoria contínua da fabricação, serviços, engenharia, fornecedores e outros processos de negócios. Pautada em uma filosofia de zero defeito, a metodologia Seis Sigma mede a qualidade do processo classificando o número de defeitos por milhão em uma Escala Sigma. Esta escala vai de Dois Sigma (308.537 defeitos por milhão) até Seis Sigma (3,4 defeitos por milhão).

Segundo Werkema (2012) o *Design for Six Sigma (DFSS)* é uma extensão do Seis Sigma para o projeto de novos produtos (bens ou serviços) e processos, que surgiu na General Electric (GE) ao final da década de 1990. Mader (2003) define o DFSS como uma abordagem que integra métodos para assegurar que o projeto seja: orientado para o cliente, inovador e robusto.

Para o DFSS é utilizado o método DMADV, utilizado como auxílio no projeto de um novo produto ou processo. Esse método é constituído por 5 etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Design* (projetar) e *Verify* (verificar).

Na Figura 2 é demonstrado o fluxo das atividades do método DMADV:

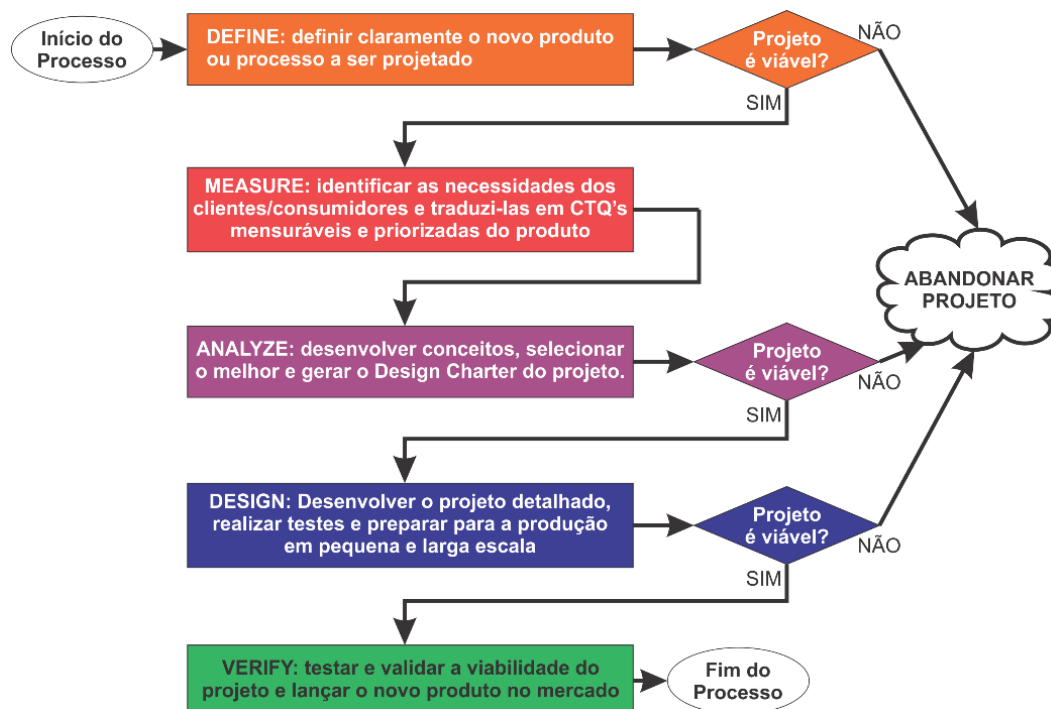


Figura 2 - Fluxo de atividades DMADV. Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

Percebe-se na figura anterior que a autora suprimiu a etapa de decisão entre as fases *Measure* e *Analyze*. Acredita-se que entre tais fases um momento

de decisão sobre a viabilidade do projeto é imprescindível, pois na fase *Measure* são coletados dados sobre as necessidades do cliente e concorrentes. Neste momento a equipe deve deliberar sobre a continuidade do projeto visto que as informações coletadas podem demonstrar que o projeto é inviável.

A seguir serão detalhadas as fases do método DMADV, base da metodologia DFSS. Será utilizada a abordagem descrita por Werkema (2012):

3.2.1 *Define* (Definir)

Na fase de definição o novo produto ou processo deve ser claramente definido, através de uma ação conjunta da administração e da equipe de projeto. São definidas as metas para o projeto que devem ser consistentes com as demandas do consumidor e com a estratégia da empresa.

As atividades que devem ser desenvolvidas nesta fase são:

- Elaborar uma justificativa para o desenvolvimento do novo produto;
- Avaliar o potencial do mercado para o novo produto;
- Definir o mercado-alvo;
- Avaliar a concorrência;
- Avaliar a viabilidade técnica;
- Avaliar a viabilidade econômica;
- Elaborar um cronograma preliminar do projeto;
- Planejar a etapa *Measure*: Definir as responsabilidades da equipe, os recursos necessários, restrições, riscos e elaborar um cronograma detalhado desta etapa.

Os principais resultados esperados da fase de definição são documentos especificando a justificativa do projeto, o potencial de mercado, a viabilidade técnica e econômica, previsões de conclusão e estimativa de recursos.

Ao final da fase é avaliada a viabilidade do projeto. Caso a equipe considere o projeto viável deve-se proceder para a fase seguinte. Caso contrário, o projeto é abandonado. Nesta decisão deve-se considerar o ajuste as estratégias da empresa, a atratividade do mercado, a viabilidade técnica, reações dos clientes/consumidores ao produto e potenciais impedimentos legais, ambientais ou tecnológicos.

3.2.2 *Measure* (Medir)

É na fase de medição que as necessidades dos clientes/consumidores são traduzidas em requisitos técnicos do produto. Tais requisitos devem ser mensuráveis e priorizados. Também nesta fase são criados indicadores para o acompanhamento da evolução do projeto.

As atividades a serem desenvolvidas nesta etapa são:

- Estudar as necessidades dos clientes através de pesquisas qualitativas e quantitativas. Deve-se identificar e priorizar tais necessidades;
- Analisar os principais concorrentes;
- Realizar uma análise detalhada do mercado;
- Estabelecer as características críticas para qualidade (CTQs) do produto e suas especificações.

Espera-se através desta fase a identificação priorizada das necessidades dos clientes, estudos detalhados do mercado e descrições das características críticas do produto.

Diferentemente das outras fases, no modelo sugerido por Werkema (2012) não há um processo de avaliação entre as fases *Measure* e *Analyze*.

3.2.3 *Analyze* (Analisar)

Nesta fase deve ser selecionado o melhor conceito dentre as alternativas desenvolvidas e o *Design Charter* deve ser elaborado. O *Design Charter* é um documento que resume as conclusões das etapas anteriores e deve conter definição e justificativa do projeto, bem como o planejamento das próximas etapas.

As atividades englobadas na fase de análise são:

- Identificar funções, gerar conceitos e selecionar o melhor dentre as alternativas;
- Realizar testes de conceito;
- Analisar viabilidade econômica;
- Planejar as próximas etapas com o detalhamento da etapa de projeto e planos preliminares de produção e *marketing*;

- Elaborar o *Design Charter* com as informações levantadas até o momento.

Ao final desta fase os resultados obtidos são definições das principais funções a serem projetadas, a seleção do conceito melhor avaliado e análises financeiras detalhadas do projeto.

Antes de seguir para a próxima etapa a equipe deve deliberar sobre a continuidade do projeto. Para isso deve-se considerar os critérios de decisão da etapa anterior além de resultados da análise financeira.

3.2.4 *Design* (Projetar)

Após a escolha do melhor conceito desenvolvido pela etapa de Análise, o projeto é detalhado buscando-se gerar um desenho funcional que atenda todos os requisitos levantados. Nesta fase são utilizadas simulações e protótipos para permitir a solução de quaisquer aspecto que se mostre crítico. Ainda nesta etapa deve-se preparar para a produção em pequena e larga escala.

A seguir são descritas as atividades da fase de Projeto:

- Desenvolver um projeto detalhado do produto (desenvolver protótipos);
- Realizar testes funcionais do protótipo de forma iterativa avaliar a capacidade da solução de atender os requisitos demandados;
- Realizar testes com clientes e utilizar o *feedback* resultante para aprimoramento do produto;
- Planejar a produção em pequena e larga escala;
- Se necessário, conduzir um processo de melhoria da capacidade produtiva baseado no DMAIC;
- Planejar o lançamento do produto no mercado;
- Atualizar a análise financeira do projeto;
- Planejar detalhadamente a etapa de verificação.

Como resultados da etapa Projetar é esperado o desenvolvimento físico do produto, realização de testes, *feedback* dos clientes com relação ao teste dos protótipos, planejamento de produção e lançamento e a análise financeira atualizada do projeto.

Para prosseguir para a etapa de Verificação é necessário um grau de similaridade com o produto aprovado na fase anterior além de resultados atualizados da análise financeira.

3.2.5 *Verify* (Verificar)

A fase de Verificação é a última do método DMADV e tem como objetivo testar, validar a viabilidade do projeto e lançar o produto no mercado. Após testar e verificar os lotes piloto, o projeto é finalizado e inicia-se a produção em escala normal.

As atividades da etapa de Verificação são:

- Iniciar a produção em pequena escala;
- Realizar testes de campo com o novo produto;
- Realizar testes de mercado;
- Atualizar a análise financeira do projeto;
- Iniciar e validar a produção em carga escala e transferir o processo ao setor de produção;
- Lançar o produto no mercado;
- Documentar as lições aprendidas e fazer recomendações para trabalhos futuros.

Espera-se ao fim do projeto o lançamento do produto no mercado e a avaliação da performance do projeto.

Para Mader (2003), não se pretende com o DFSS substituir um processo de projeto já existente na empresa. O DFSS deve ser utilizado como estrutura dos critérios de performance para o processo já em funcionamento. Prata *et al.* (2004) reforçam tal ideia dizendo que o papel vital do DFSS é apoiar o ciclo de desenvolvimento de modo a melhorar substancialmente o resultado final. Os mesmos autores ainda descrevem as vantagens do método DFSS:

- Foco no cliente e antecipação de suas necessidades;
- Inovação tecnológica;
- Prevenção de problemas potenciais (tanto os conhecidos como os desconhecidos);

- Decisões críticas tomadas por equipes multifuncionais;
- Foco na otimização do desempenho (redução da variabilidade funcional, indo além do simples atendimento aos requisitos especificados);
- Uso de metodologias integradas.

Prata *et al.* (2004) também relatam algumas características que dificultam a implantação do DFSS:

- Treinamento massivo dos envolvidos e administração da mudança de cultura da empresa;
- Combate a resistência de líderes contra o modelo de projeto probabilista. É preciso comprometimento de toda a equipe para que o DFSS traga mudanças;
- A falta de disciplina é descrita por muitas organizações como uma das principais causas que dificultam a conclusão do projeto;
- A implementação exige grande esforço por um longo período de tempo, portanto os resultados demoram a aparecer.

3.3 SCRUM

Na literatura encontram-se vários métodos de desenvolvimento de produto. Alguns destes métodos são chamados de métodos ágeis, devido a sua flexibilidade e adaptação frente aos padrões tradicionais. Os métodos ágeis são indicados para cenários em que existe constante mudança de requisitos e os resultados devem ser entregues em pequenos espaços de tempo (CARVALHO e MELLO, 2012).

Neste contexto destaca-se o SCRUM, desenvolvido em 1993 por Jeff Sutherland, Mike Beedle e Ken Schwaber, baseado na obra de Takeuchi e Nonaka (1986) que relata as vantagens de pequenas equipes para o desenvolvimento de produtos. Embora o foco original seja o desenvolvimento de *software*, o Scrum vem sendo adotado para o desenvolvimento de produtos em geral.

O termo se refere a rápida reunião que ocorre nas partidas de rúgbi onde os jogadores planejam o próximo lance. A analogia com o time de rúgbi é porque

neste esporte os jogadores atuam como uma unidade integrada onde cada membro executa um papel específico em busca de um objetivo comum.

Segundo Cohn (2011), as vantagens de se utilizar o método Scrum são a maior produtividade, menores custos, maior engajamento e satisfação entre os funcionários, *time-to-market* mais rápido, maior qualidade e maior satisfação dos envolvidos.

Para Schwaber (2009) o Scrum não é um processo ou uma técnica para o desenvolvimento de produtos. Mas sim um *framework* onde se emprega diversos processos e técnicas dentro do qual produtos complexos podem ser desenvolvidos.

Ainda segundo o Schwaber (2009), o Scrum baseia-se na flexibilidade de resultados, flexibilidade dos prazos, times pequenos, revisões frequentes e colaboração. O autor também cita os três pilares fundamentais do SCRUM:

- Transparência: aspectos que afetam o resultado devem ser visíveis aos que gerenciam os resultados;
- Inspeção: aspectos devem ser inspecionados com frequência adequada;
- Adaptação: se aspectos do processo estão fora dos limites aceitáveis, deve-se ajustar o processo ou o material processado.

Além dos pilares citados por Schwaber (2009), o Scrum segue os princípios apresentados no Manifesto Ágil (MANIFESTO ÁGIL, 2001). O Manifesto Ágil foi publicado por dezessete especialistas que estabeleceram os princípios comuns de métodos de criação de *softwares*.

A seguir serão descritos os elementos presentes na metodologia Scrum (SCHWABER, 2009):

3.3.1 Time Scrum

O Scrum difunde o conceito que a equipe deve ser auto organizável, interdisciplinar, flexível e produtiva. Para Lima *et al.* (2013), a equipe deve possuir de 5 a 9 membros. Equipes com menos de 5 pessoas tendem a possuir menor interação e produtividade. Por outro lado, equipes maiores que 9 pessoas são de difícil organização e gerenciamento.

Os papéis presentes em um time Scrum são definidos como *ScrumMaster*, *Product Owner* e o *Dev team*.

- *ScrumMaster*: é quem lidera a equipe cobrando que as práticas do Scrum sejam seguidas. Remove os obstáculos que impedem os outros membros de desenvolverem suas tarefas. Age como um facilitador, motivador;
- *Product Owner*: é o representante dos interessados pelo projeto. É responsável pelo *Product Backlog*, priorizando-o e deixando-o visível a todos. Especialista que norteia a equipe solucionando dúvidas e esclarecendo sobre o escopo do projeto;
- *Dev team*: consiste em desenvolvedores com as habilidades necessárias para transformar as necessidades levantadas em um produto potencialmente entregável.

3.3.2 Eventos de duração fixa

No Scrum, os eventos de duração fixa, também chamados de *Time-Boxes*, são representados pela Reunião de Planejamento da Versão para Entrega, *Sprint*, Reunião de Planejamento do *Sprint*, a Revisão do *Sprint*, a Retrospectiva do *Sprint* e a Reunião Diária.

- Reunião de Planejamento da Versão para Entrega: Nesta reunião é estabelecido o plano de metas, as maiores prioridades do *Backlog* do Produto, os principais riscos e as características gerais da versão. Ele estabelece também os prováveis custos e a data de entrega;
- *Sprint*: É uma iteração, com duração menor ou igual a um mês, onde se é projetada, produzida e testada alguma entrega. A composição do time e as metas de qualidade permanecem fixas durante sua execução.
- Reunião de planejamento do *Sprint*: Uma reunião com aproximadamente 5% do tempo destinado ao *Sprint* e dividida em duas partes. Num primeiro

momento são decididas as atividades do *Sprint*. Na segunda parte é discutido como serão executadas as tarefas levantadas;

- **Revisão do *Sprint*:** Ao final do *Sprint* é realizada uma revisão onde o time discute sobre os problemas enfrentados e como os problemas foram resolvidos. Também são analisados os próximos passos e são feitas projeções para datas de conclusão. Esta reunião também dura aproximadamente 5% do período total do *Sprint*;
- **Retrospectiva do *Sprint*:** entre a revisão do *Sprint* e a reunião de planejamento do próximo *Sprint* ocorre a retrospectiva. Sua finalidade é inspecionar o andamento do último *Sprint* com foco no relacionamento das pessoas, nos processos e ferramentas utilizadas. Visa identificar pontos de melhoria.
- **Reunião diária:** Também chamada de *Daily Scrum*. Esta reunião tem o objetivo de divulgar o que foi feito e identificar os impedimentos. Deve ocorrer diariamente, no mesmo local e horário. Possui uma duração de 15 minutos. Basicamente, cada integrante responde a três perguntas: O que fez ontem? O que fará hoje? Quais os obstáculos em seu caminho?

3.3.3 Artefatos do Scrum

Artefatos do Scrum podem ser entendidos como as ferramentas que possibilitam a equipe organizar e controlar o projeto. Lima *et al.* (2013) citam como artefatos o *Product Backlog*, o *Sprint Backlog*, o gráfico *Burndown* de entrega e o gráfico *Burndown* do *Sprint*. Tais artefatos são detalhados a seguir:

- ***Product Backlog*:** Consiste de uma lista de funcionalidades, requisitos, melhorias e correções priorizada e mantida pelo *Product Owner*. É um elemento dinâmico e sofre atualizações a cada *Sprint*.
- ***Sprint Backlog*:** É um conjunto de tópicos selecionados do *Product Backlog* para serem executados durante um *Sprint*. Os itens do *Sprint Backlog*

Backlog são decompostos em tarefas de modo que o progresso seja entendido através das reuniões diárias.

- Gráfico *Burndown*: É um gráfico que mede os itens restantes do *Backlog* ao longo do tempo. É uma ferramenta para acompanhamento do andamento do projeto onde são plotados em um gráfico a quantidade de tarefas e o tempo restante. Ele é muito útil para prever quando todo o trabalho será completado e para alarmar o time em caso de atraso (CARVALHO e MELLO, 2012). A Figura 3 ilustra um gráfico *Burndown*.

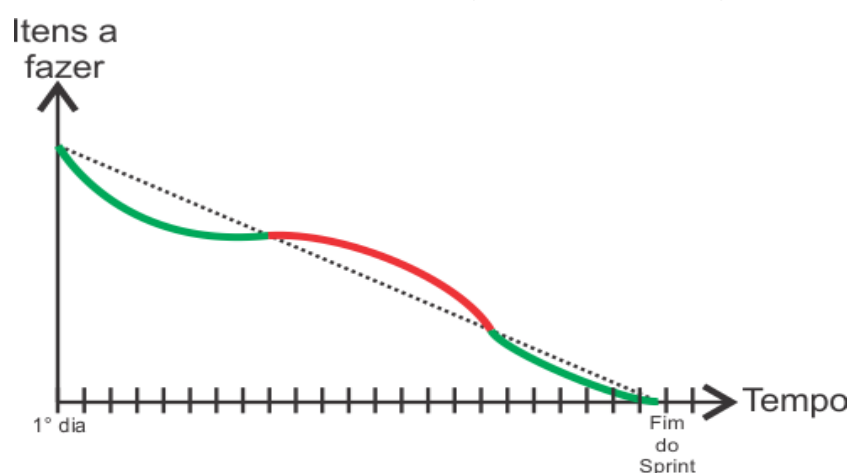


Figura 3 - Gráfico *Burndown*. Fonte: Autoria própria

O processo completo do Scrum pode ser observado na Figura 4:

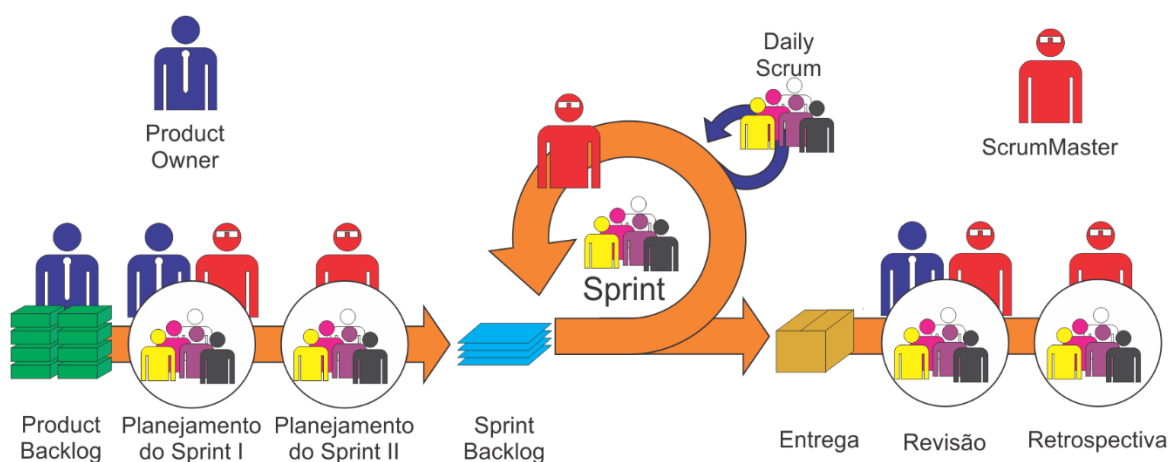


Figura 4 - Processo Scrum. Fonte: Adaptado de Brod (2015).

O *Product Owner* é responsável por criar o *Product Backlog*. A primeira parte do planejamento do *Sprint* é feita com toda a equipe para definir as atividades do *Sprint*. Numa segunda etapa, o *Dev team*, com o auxílio do Scrum Master, define como as atividades serão feitas.

No *Sprint*, o *Dev team* e o *ScrumMaster* trabalham para executar as tarefas levantadas a partir do *Sprint Backlog*. Diariamente o grupo se reúne para a discussão sobre o andamento do projeto.

Ao final do *Sprint* é apresentada uma entrega. Existe uma reunião de revisão do *Sprint* com a presença do *Product Owner* e finaliza-se com a retrospectiva do *Sprint* com a participação do *Dev team* e do *ScrumMaster*.

3.4 CONCLUSÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentre os três modelos apresentados neste capítulo, o modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006) é sem dúvidas o mais completo, pois aborda todo o ciclo de desenvolvimento de produto. Este modelo guarda muitas semelhanças com o DFSS, pois as atividades descritas nas etapas defendidas pelo DFSS encontram muitas equivalências dentro das etapas da macro fase de desenvolvimento vista no modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006).

Já o SCRUM não é considerado um modelo de desenvolvimento propriamente dito. A simplicidade e eficiência das práticas sugeridas pelo SCRUM são interessantes para pequenas empresas, pois não demanda muito tempo, não exige grandes equipes e evita documentação desnecessária.

Contudo, a aplicação do modelo SCRUM em MPEs pode demandar certa adaptação, visto que este modelo é voltado para desenvolvimento de softwares. Os modelos de Rozenfeld *et al.* (2006) e DFSS também sofreriam mudanças, pois certas burocracias presentes nestes modelos são incompatíveis com da realidade de micro e pequenas empresas.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 ENTREVISTA

Para conhecer as práticas utilizadas pelas empresas foco deste estudo, aplicou-se o questionário presente no apêndice A. Através de 32 perguntas obteve-se informações sobre as características gerais da empresa, equipe, relacionamento com clientes e sobretudo sobre a gestão de desenvolvimento de produto.

As entrevistas foram aplicadas de forma presencial entre junho e agosto de 2018, em empresas de pequeno porte da cidade de Ponta Grossa, Paraná. Optou-se pela forma presencial para garantir o entendimento das questões por parte do entrevistado. Ao todo foram visitadas 13 empresas de micro e pequeno porte.

Foi utilizada a definição adotada pelo SEBRAE (2015), que classifica o porte da empresa de acordo com o número de funcionários. A Tabela 1 demonstra os critérios:

Tabela 1 - Classificação de Empresas.

PORTE	SETORES	
	INDUSTRIA	COMÉRCIO E SERVIÇOS
Micro Empresa	Até 19 pessoas ocupadas	Até 9 pessoas ocupadas
Pequena Empresa	De 20 a 99 pessoas ocupadas	De 10 a 49 pessoas ocupadas
Média Empresa	De 100 a 499 pessoas ocupadas	De 50 a 99 pessoas ocupadas
Grande Empresa	500 pessoas ocupadas ou mais	100 pessoas ocupadas ou mais

Fonte: SEBRAE(2015).

Para a análise dos dados coletados foi utilizado o *software* Excel 2013. Os resultados obtidos são demonstrados a seguir.

4.1.1 Quanto a empresa

Todas as empresas entrevistadas residem em Ponta Grossa, Paraná. Destas, 53,8% não possuem sede própria. O espaço físico médio destas organizações é de 694m² número de funcionários é 15,9 em média. O número de funcionários é visto no gráfico 1:

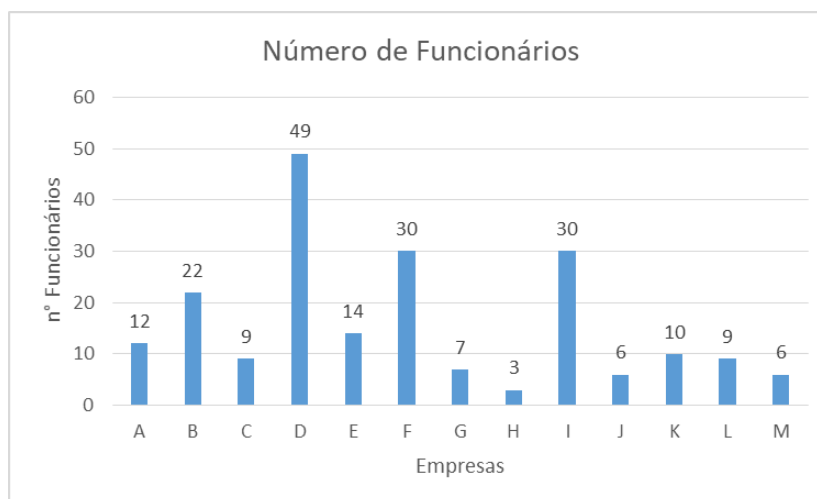


Gráfico 1 – Número de Funcionários. Fonte: Autoria Própria

Os segmentos de mercado mais citados foram Automação Industrial (69,2%), Metalomecânica (53,8%) e Eletroeletrônica (46,2%). Como principais tecnologias utilizadas destacam-se a Eletrônica (84,6%), Mecânica, Elétrica e Software, com 69,2% cada.

4.1.2 Quanto a equipe

Constatou-se que o tamanho médio das equipes de desenvolvimento é 3,8 funcionários. O gráfico 2 informa o número de funcionários de desenvolvimento de cada empresa entrevistada:

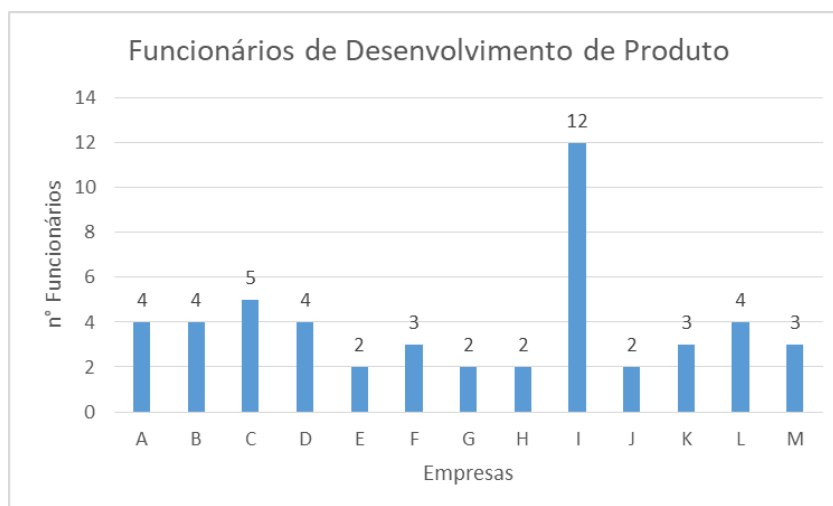


Gráfico 2 – Número de Funcionários voltados ao desenvolvimento. Fonte: Autoria Própria.

Quanto a escolaridade, 76,9% das empresas declaram possuir funcionários com curso superior em seus quadros de desenvolvimento. Para empregados de nível técnico o número foi de 46,2%. Mestrado e especialização somam 38,5% das citações. O título de doutorado não recebeu nenhuma menção.

A grande maioria (69,2%) afirmou que os funcionários exercem funções extras além do desenvolvimento. As respostas mais citadas foram suporte técnico, compras, gerenciamento de estoque e fabricação.

A figura de um gerente de projeto existe em 84,6% das empresas visitadas, sendo que em 53,8% este profissional possui curso superior.

4.1.3 Quanto a gestão do desenvolvimento

Com relação a gestão do desenvolvimento, 84,6% das empresas relataram não possuir nenhum padrão formalizado para desenvolvimento de seus produtos. Apenas duas empresas afirmaram que possuem sistemas formais de projeto.

Quanto ao uso de softwares pelas empresas, 69,2% afirmam não utilizar softwares para gerenciamento do projeto e 84,6% utilizam programas de desenho auxiliado por computador (CAD) para seus projetos, destacando-se o software SolidWorks com 9 menções.

A Tabela 2 detalha os valores obtidos para as perguntas de múltipla escolha sobre gestão do desenvolvimento:

Tabela 2 - Perguntas sobre gestão do desenvolvimento.

PERGUNTA	FREQUÊNCIA (%)				
	NUNCA	RARAMENTE	ÀS VEZES	FREQ.	SEMPRE
A empresa desenvolve mais de um projeto simultaneamente?	0,0	15,4	15,4	15,4	53,8
Ao início do projeto é criado algum tipo de cronograma?	15,4	7,7	7,7	23,1	46,2
Ao início do projeto é avaliada a viabilidade técnica e econômica do desenvolvimento?	15,4	0,0	7,7	7,7	69,2
Ao início do projeto as responsabilidades dos membros da equipe são definidas formalmente?	15,4	7,7	23,1	0,0	53,8
Durante o projeto existe alguma fase formal para coleta de informações?	15,4	7,7	38,5	0,0	38,5
Durante o projeto existe alguma fase formal para avaliação de conceitos do produto?	23,1	15,4	15,4	23,1	23,1
Durante o projeto existe uma fase formal para detalhamento do produto?	7,7	7,7	7,7	7,7	69,2
Existe algum plano formal para fabricação do produto?	7,7	15,4	23,1	7,7	46,2
Existe algum plano formal de testes para validação do produto?	30,8	15,4	15,4	7,7	30,8
Existe algum plano formal para o lançamento do produto?	53,8	30,8	7,7	0,0	7,7
Ao final do projeto os resultados são documentados?	30,8	15,4	23,1	23,1	7,7

Fonte: Aatoria Própria

Na tabela anterior destacam-se positivamente os números referentes a viabilidade técnica, definição de responsabilidades e fase de detalhamento. Das empresas pesquisadas, 69,2% SEMPRE avaliam a viabilidade técnica de um produto antes do desenvolvimento e 53,8% dizem SEMPRE definir as responsabilidades da equipe. Quanto a fase de detalhamento, a grande maioria, 69,2% relata sempre executar tal fase.

Quanto a documentação dos projetos, as respostas NUNCA, RARAMENTE e ÀS VEZES somam juntas 69,3%. Esse resultado indica a pouca preocupação com a formalização dos produtos.

Com relação à fase de projeto informacional, o valor obtido demonstra que as empresas visitadas carecem de maior empenho para coleta de informações no desenvolvimento de produtos. Outro ponto de destaque é a baixa adesão à fase de projeto informacional, visto que apenas 23,1% das empresas entrevistadas executam esta fase com frequência.

4.1.4 Quanto a relação com clientes

O principal meio de contato das empresas entrevistadas com os clientes é e-mail (92,3%) seguido de telefone (84,6%). Em 30,8% das empresas o contato é feito pessoalmente. O aplicativo de mensagens WhatsApp foi citado por 23,1% dos entrevistados.

Quando perguntadas se os clientes participam do processo de desenvolvimento, 38,5% responderam ÀS VEZES, 30,8% RARAMENTE. As respostas NUNCA e FREQUENTEMENTE receberam ambas 15,4%.

A maioria das empresas (46,2%) relataram que os clientes NUNCA exigiram certificações. As respostas RARAMENTE e ÀS VEZES receberam 23,1% e 30,8% respectivamente.

4.1.5 Quanto a cultura da empresa

Perguntou-se aos entrevistados quais eram as maiores dificuldades com relação ao desenvolvimento. As respostas citadas foram: variabilidade dos produtos; avanço acelerado da tecnologia; curtos prazos; falta de mão de obra especializada; falta de componentes no mercado nacional; falta de suporte dos fornecedores; dificuldade na gestão de custos e de tempo; falta de responsabilidades; falta de planejamento, baixo orçamento e falta de conscientização da equipe.

Quanto a construção de protótipos, as respostas foram NUNCA 7,7%, RARAMENTE 15,4%, ÀS VEZES 30,8%, FREQUENTEMENTE 30,8% e SEMPRE 15,4%.

Quando perguntadas sobre o atraso de projetos, 53,8% das empresas admitiram atrasar projetos FREQUENTEMENTE. As respostas ÀS VEZES e RARAMENTE foram citadas 30,8% e 15,4% respectivamente.

A última pergunta do questionário solicitava ao entrevistado classificar entre 1 (pouco importante) e 5 (muito importante) a importância das fases de desenvolvimento de produto listadas. As respostas podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Nível de importância das fases do desenvolvimento.

Fases de desenvolvimento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	Média
Fase formal de avaliação da viabilidade técnica e econômica do projeto	3	5	4	5	2	5	5	5	3	3	2	2	5	3,77
Fase formal para coleta de informações (clientes, patentes, concorrentes)	4	5	5	3	2	3	3	5	5	3	1	2	5	3,54
Fase formal para avaliação de variados conceitos para o produto	5	5	4	4	2	2	3	4	2	5	1	1	5	3,31
Fase formal para detalhamento das características do produto	5	5	4	5	2	3	4	4	4	5	2	4	5	4,00
Fase formal para preparação para fabricação	5	5	4	5	3	2	4	4	1	4	3	2	3	3,46
Plano formal de Lançamento do produto	3	5	1	2	1	3	2	1	1	1	2	1	1	1,85
Plano formal de estratégias para Pós-venda	3	5	3	2	1	4	4	1	4	1	1	1	1	2,38

Fonte: Autoria Própria.

Verifica-se que a Fase de lançamento do produto e o plano de Pós Venda são considerados pouco importantes para as empresas entrevistadas. Por outro lado a Fase de detalhamento de produto é a fase de maior importância segundo as empresas visitadas.

4.2 MODELO SUGERIDO

A metodologia sugerida é baseada nos dados coletados pelas entrevistas e no estudo dos modelos presentes no capítulo 3. Como visto anteriormente, o intuito deste trabalho é desenvolver um método de gestão de desenvolvimento de produto que possa ser implementado em pequenos empreendimentos, de modo a auxiliá-los na criação de seus produtos.

Espera-se que as micro e pequenas empresas possam organizar seus processos e melhorar seus produtos com a aplicação de um método padronizado de desenvolvimento. Desta forma, esta monografia auxilia no desenvolvimento profissional e econômico destas empresas.

4.2.1 Pilares do modelo

Para a criação do método foram definidos quatro pilares. Tais pilares são conceitos levantados através das entrevistas feitas com MPEs e informações coletadas na literatura. Assim como na metodologia SCRUM vista anteriormente, os pilares visam definir as características que o método proposto deve possuir.

4.2.1.1 Simplicidade

A simplicidade deve ser uma característica presente no método proposto para garantir a sua implementação.

Foi constatado que micro e pequenas empresas em geral não utilizam ferramentas de gestão ou sistemas de gerenciamento de projetos. Acredita-se que tais empresas evitam o uso devido à complexidade e dificuldade de implementação. Metodologias com muitas etapas, ferramentas, regras e documentações tendem a ser rejeitadas por micro e pequenas empresas.

O método proposto nesta monografia deve possuir poucas etapas, além disso, etapas de fácil execução e de fácil entendimento para todos da equipe. Desta forma o método pode ser utilizado em empresas com equipes reduzidas e pouco treinadas.

4.2.1.2 Agilidade

Geralmente os métodos vistos em empresas de grande porte exigem alta burocracia. Métodos burocráticos além de enfrentarem rejeição dentro de pequenas empresas seriam mal executados, visto que as equipes não possuem tempo disponível para ações burocráticas.

Constatou-se que muitas MPEs possuem equipes de desenvolvimento com funcionários que exercem outras funções dentro da empresa, como suporte e produção. Para evitar sobrecarga nestes colaboradores o método proposto deve ser ágil, com reuniões curtas, ações rápidas e a documentação deve ser restrita apenas ao essencial.

4.2.1.3 Participação

Como citado por SEBRAE (2006) no item 2.2, as MPEs possuem pontos positivos frente as grandes organizações. Devido ao número reduzido de funcionários é vista grande participação e dedicação, características extremamente necessárias para o alcance do objetivo final.

Para o bom desenvolvimento de um produto convém a participação de todos os envolvidos, de forma a contribuir com informações que garantam a produção e o pleno funcionamento do produto quando este for colocado no mercado.

O método proposto deve garantir que os colaboradores participem e agreguem valor ao produto final. Para isto as reuniões devem ser democráticas permitindo a participação de todos os interessados. As responsabilidades devem ser definidas e as informações amplamente divulgadas.

4.2.1.4 Disciplina

Para o bom funcionamento de qualquer método gerencial é necessária disciplina de todos os envolvidos. Sem disciplina as ações impostas pelo método são desviadas e os resultados esperados não são alcançados.

Para garantir a disciplina aos preceitos do método é necessária a conscientização dos envolvidos. Na implantação de um método de gestão é necessária uma ação visando a compreensão da equipe sobre a importância das atividades propostas.

A disciplina na execução do método deve ser absorvida por todos os níveis da empresa. No caso de MPEs, geralmente o proprietário da empresa

detêm o dever de exigir o comprometimento e servir de exemplo para os funcionários.

4.2.2 Visão geral do modelo

Após o estudo dos modelos apresentados no capítulo 3 e a análise dos resultados obtidos pela entrevista com MPEs, foi possível elaborar uma sequência enxuta de desenvolvimento visando a fácil implementação em micro e pequenas empresas.

Nos modelos estudados, é visível que o método proposto por Rozenfeld *et al.* (2006) é o mais completo, pois aborda de forma extremamente detalhada processos de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós desenvolvimento. Já o modelo DFSS aborda o assunto de forma mais compacta, envolvendo cinco etapas voltadas ao desenvolvimento e negligenciando processos de planejamento estratégico, pós venda e descontinuidade de produto.

O SCRUM por sua vez, é considerado um *framework* essencialmente voltado ao desenvolvimento de softwares, porém com práticas aplicáveis a diversas áreas. É um método que se diferencia dos outros por não possuir uma sequência formal de fases para o desenvolvimento. Outra questão destacável é a formalidade exigida, que nomeia atores, artefatos e até mesmo define as durações e pautas das reuniões.

Por questões de escopo e devido ao contexto encontrado nas pequenas empresas, decidiu-se excluir do método etapas de pré e pós-desenvolvimento. Através dos dados coletados na entrevista percebeu-se que as MPEs não dão grande importância para fases de lançamento de produto e estratégias de pós venda. Realmente, os produtos desenvolvidos por tais empresas pouco exigem tais aspectos.

As fases iniciais de planejamento estratégico também são subutilizadas visto que as empresas entrevistadas trabalham com produtos de linhas específicas e muitas vezes com produção sob demanda. Igualmente ao método DFSS, decidiu-se nesta monografia focar exclusivamente em fases de desenvolvimento.

Assim como no método SCRUM, para a elaboração do modelo sugerido, decidiu-se fixar o número de reuniões bem como os assuntos relativos a elas. Nomeadas de R1 a R4, as reuniões definidas visam manter a formalidade do método, garantir a participação da equipe e a transparência na tomada de decisões.

A Figura 5 ilustra o modelo elaborado:

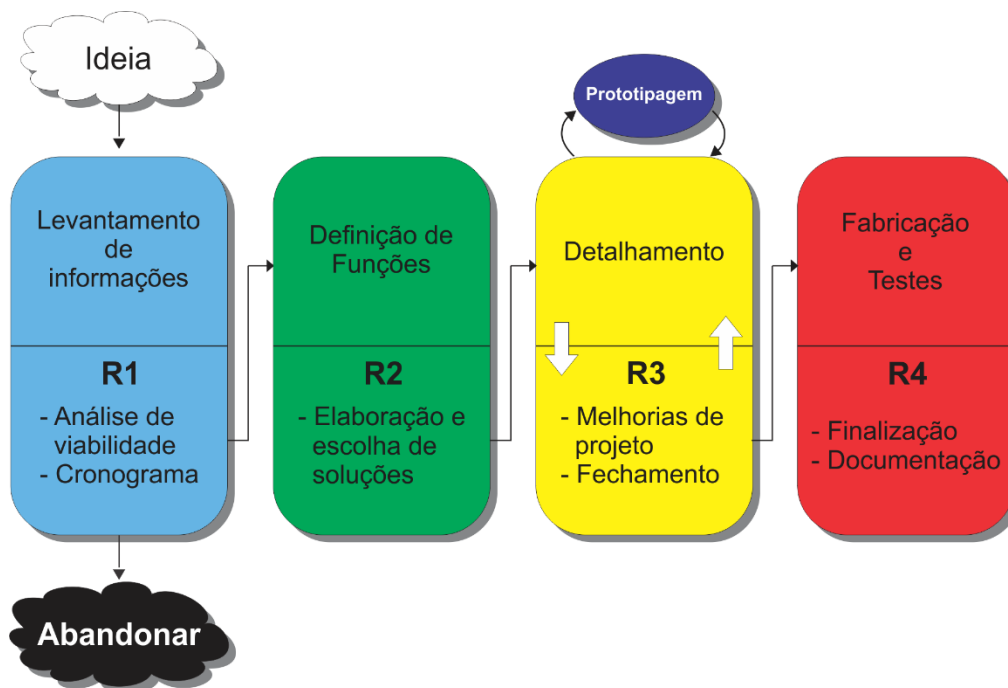


Figura 5 – Modelo Sugerido. Fonte: Autoria Própria

O modelo é formado basicamente por quatro etapas principais controladas por quatro reuniões nomeadas como R1, R2, R3 e R4. Na primeira reunião é analisada a viabilidade técnica e decidido o prosseguimento ou abandono do projeto. A segunda reunião baseia-se em brainstorming para elaboração e escolha de soluções para o produto. Na terceira etapa, o produto é detalhado e depois submetido a reunião R3, onde são verificadas possibilidades de melhoria. Caso necessário são feitos ciclos e prototipagem. Repete-se o ciclo de detalhamento até o fechamento do projeto, onde se documenta o necessário para a produção. Após a produção, na última reunião é feita toda a documentação de finalização do projeto.

O método foi resumido em quatro fases respeitando os pilares apresentados no tópico 4.2.1. Para manter a simplicidade escolheu-se apenas as fases mais importantes de desenvolvimento considerando as respostas da

entrevista com micro e pequenas empresas. Poucas e simplificadas fases também contribuem para a agilidade do método, evitando que os funcionários destinem muito tempo com práticas e documentações desnecessárias.

Para garantir a participação, o método fixa quatro reuniões baseadas na prática de *brainstorming*. Devido aos tamanhos reduzidos das equipes encontradas em MPEs é relativamente fácil convocar todos os interessados para as reuniões. Com a conscientização de todos sobre a importância do método a disciplina torna-se algo natural, e ações de fiscalização partirão dos próprios colaboradores.

Para a completa absorção pela equipe, o método deve apresentar-se simples e eficaz, o grupo precisa se sentir atuante no processo, deve haver transparência nas ações e os resultados devem ser conhecidos por todos. Como dito anteriormente, a dedicação dos funcionários pertencentes a pequenas empresas é um ponto positivo que pode auxiliar na implementação de uma metodologia.

As correspondências com a metodologia de Rozenfeld *et al.* (2006) e com o DFSS são vistas nas Figuras 6 e 7:

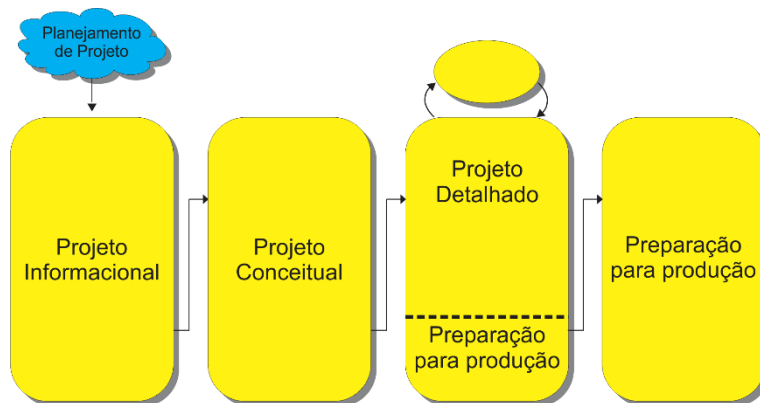


Figura 6 – Correspondência com modelo Unificado. Fonte: Autoria Própria

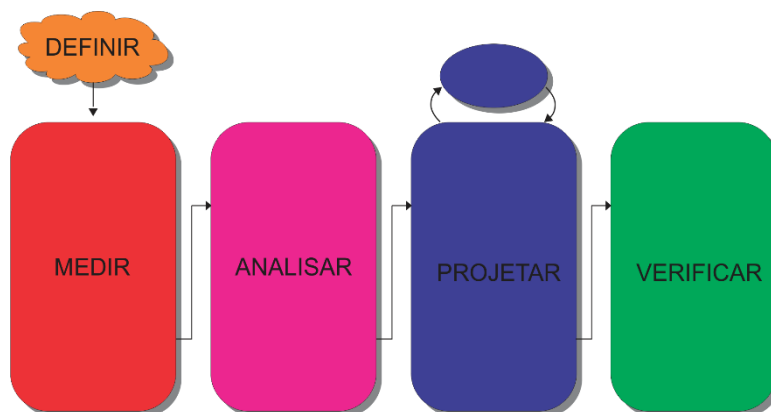


Figura 7 – Correspondência com DFSS. Fonte: Autoria Própria

É possível visualizar na Figura 6 a presença de quatro etapas da macro fase de desenvolvimento sugerida por Rozenfeld *et al.* (2006) e de uma fase de pré desenvolvimento chamada de planejamento de projeto. Como visto anteriormente, fases de pré-desenvolvimento não fazem parte do escopo desta monografia, portanto a etapa em questão será pouco aprofundada.

Na Figura 7 é demonstrada a grande semelhança do método proposto com o método DMADV, utilizado pelo DFSS. Optou-se pela exclusão dos *gates* de decisão utilizados pelo método apresentado na Figura 2 para garantir a simplicidade do modelo. Diferenças pontuais serão vistas nas descrições detalhadas das etapas. Basicamente buscou-se a simplificação interna das etapas presentes no DFSS e a adição de ferramentas e práticas sugeridas pelo SCRUM e por Rozenfeld *et al.* (2006).

4.2.2.1 Ideia

O primeiro elemento do modelo é chamado de Ideia. Este elemento não é propriamente uma etapa, pois como visto anteriormente apenas as atividades de desenvolvimento serão detalhadas nesta monografia. Porém optou-se por ilustrar tal item para indicar a sequência de projeto de forma mais didática.

Todo projeto nasce de uma ideia. A ideia pode decorrer de um pedido do cliente, uma visão de mercado vislumbrada pela empresa ou uma proposta de melhoria de produto existente. Cabe a empresa possuir mecanismos para o gerenciamento de ideias e inovação.

O mercado atual é cada vez mais concorrido e é extremamente necessário que as empresas, independente do porte, sejam capazes de inovar seus produtos e serviços a fim de se manterem competitivas. Neste contexto surge a necessidade da implantação de sistemas de gestão para o desenvolvimento de produtos bem como para a inovação sistemática.

Através da entrevista com MPEs, percebeu-se que a prática mais comum é a produção sob demanda, onde os produtos são construídos a partir da compra já realizada. Por vezes, os produtos são customizados para o atendimento do cliente. Desta forma cada venda acaba por ser um novo projeto onde um novo produto é criado para satisfazer apenas uma situação específica.

Independente da fonte da ideia, para ser posta em prática deve-se submetê-la ao rito de projeto. Melhorias de produto ou projetos semelhantes aos produtos já produzidos podem ignorar certas etapas, porém sugere-se que toda e qualquer ideia passe por um momento de decisão sobre viabilidade de implantação.

4.2.2.2 Levantamento de informações

A fase de levantamento de informações é responsável por fornecer a equipe todos os dados para o bom andamento do projeto. Na entrevista feita com as micro e pequenas empresas foi constatado que 15,4% das empresas nunca executam uma fase para levantamento de informações, enquanto que outras 38,5% afirmaram executar tal fase esporadicamente.

Isso revela a fragilidade da gestão de projetos em MPEs, pois a coleta de informações para o desenvolvimento de um produto é uma das tarefas mais importantes, visto que uma falha nesta etapa pode culminar em um produto final que não atende ao problema inicialmente definido.

Primeiramente deve-se definir um colaborador para o gerenciamento de todo o processo, como um líder, gerente do projeto. É comum em micro e pequenas empresas que o proprietário assuma tal cargo. A pessoa escolhida terá a atribuição de gerenciar as reuniões, estipular prazos e fiscalizar os processos, porém, sempre em acordo com a equipe.

A primeira atribuição do gerente de projeto é estipular as responsabilidades para a equipe com relação a coleta de informações. A busca por informações pode ser executada em vários eixos, como:

- Busca de produtos similares (*benchmarking*): Este processo visa situar a empresa em relação aos concorrentes fornecendo informações sobre as características produtos similares, principalmente sobre custos e funções agregadas. Também pode ser um fonte de ideias para as fases posteriores onde o produto será concebido.
- Busca de patentes: Além de fornecer ideias sobre as características do produto também auxilia no conhecimento da tecnologia, a fim de evitar problemas jurídicos com relação a direitos autorais.
- Levantamento de requisitos do cliente: Pode ocorrer de várias formas e é extremamente importante para que o produto desenvolvido satisfaça plenamente o problema do usuário. O anexo 1 demonstra um checklist que auxilia a equipe no entendimento dos requisitos do usuário. As perguntas do *checklist* podem ser adaptadas à realidade do projeto.

Após divididas as funções, o gerente de projeto, define a data para a reunião R1, onde será definido o prosseguimento do projeto. A duração da etapa de levantamento de informações depende do escopo do projeto e do tempo disponível pela empresa. Cabe ao gerente, com auxílio da equipe, definir uma data realista que otimize o tempo disponível para o projeto.

4.2.2.3 Análise de viabilidade (R1)

Na reunião R1 é decidido o prosseguimento do projeto. Com as informações obtidas na primeira etapa, a equipe delibera sobre a real viabilidade da ideia. Após as discussões é decidido entre o abandono do projeto ou seu prosseguimento para a etapa de identificação de funções.

Para a primeira reunião os colaboradores encarregados pelas pesquisas feitas na primeira etapa expõem os dados coletados. Basicamente, o intuito da reunião é verificar se a ideia do novo produto é viável técnica e economicamente, além de contextualiza-la dentro da estratégia da empresa.

Após a exposição dos dados coletados, a equipe deve responder as seguintes perguntas:

- É possível produzir este produto?

Deve-se refletir sobre a capacidade técnica da empresa para a fabricação do produto. Após conhecer os requisitos dos clientes e as características existentes nos produtos concorrentes o grupo é capaz de afirmar sobre a possibilidade de produção. É necessária atenção com os processos de produção, tolerâncias, disponibilidade de fornecedores e sobretudo prazos estipulados.

- O produto criado seria economicamente competitivo?

No *benchmarking* a equipe levanta dados sobre preços de venda dos concorrentes. Na reunião delibera-se a respeito do custo do produto final bem como seu preço de venda. Obviamente os dados nesta etapa são prematuros, porém é possível prever se os valores de venda dos concorrentes são condizentes com os valores esperados no desenvolvimento do novo produto.

- O produto é estratégico para a empresa?

A equipe deve esclarecer se a ideia em questão realmente faz parte da visão da empresa e se seu desenvolvimento não acarreta prejuízo a produção dos outros produtos já desenvolvidos. Convém que a empresa desenvolva produtos que agreguem valor ao portfólio geral da empresa. Produtos que divergem muito do portfólio podem gerar problemas no controle de estoque, bem como diluir o foco da empresa.

Caso alguma pergunta gere dúvida no grupo, deve-se analisá-la de forma detalhada e expor soluções para que a resposta torne-se afirmativa. Pode-se utilizar recursos como fabricação terceirizada, simplificação de funções e redução de custos.

Caso a equipe julgue que a ideia de novo produto seja incoerente, o desenvolvimento é interrompido e o projeto abandonado. Neste caso cabe ao

gerente reunir os dados levantados e arquivar o projeto. Nada impede que a ideia volte a discussão posteriormente.

Se a equipe decidir pelo prosseguimento da ideia, o próximo passo é a definição de responsabilidades. Como MPEs possuem pequenas equipes de desenvolvimento, geralmente as responsabilidades já são bem difundidas entre os colaboradores. Porém para manter a organização e disciplina ao método, deve-se documentar o papel de cada membro dentro do grupo de forma que todos saibam as reais atribuições de cada um.

Posteriormente é definido o cronograma do projeto. Para a criação do cronograma a equipe se utiliza da experiência para definir os prazos. Em casos de produção sob demanda deve-se respeitar datas estipuladas por clientes. No cronograma devem conter datas dos principais eventos definidos pelo grupo, como o fim das etapas, datas de reuniões e a entrega final.

O documento oficializando as responsabilidades e o cronograma deve ser visível a todos os envolvidos e controlado pelo gerente de projeto.

4.2.2.4 Definição de funções

Após a decisão sobre o prosseguimento do projeto, a fase de definição das funções é responsável pelo desdobramento dos requisitos dos clientes e detalhamento das funções exigidas pelo produto.

Nesta fase, os responsáveis definidos na etapa anterior utilizam os requisitos levantados com os clientes para elaborar requisitos de projeto. Os requisitos de projeto são derivados dos requisitos dos clientes, que geralmente são imprecisos. Para esta tarefa pode-se utilizar a matriz de QFD.

De acordo com Akao (1996), o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) nasceu no Japão na década de 1960 com a evolução da Gestão da Qualidade Total (GQT). Foi criado para auxiliar na tradução da voz do cliente em requisitos técnicos para produto. A voz do cliente contém relevantes informações para serem utilizadas na etapa do planejamento da qualidade, porém infelizmente não são muitas empresas que dedicam esforços neste sentido (OLIVEIRA, 2013). Geralmente os desejos dos clientes são imprecisos. É dever

dos projetistas transcrever tais desejos em parâmetros mensuráveis e identificar quais características devem receber maior atenção.

Neste método as necessidades dos clientes são desdobradas sucessivamente e convertidas em características críticas da qualidade e de funções do produto, especificações de matéria-prima e em parâmetros de processos (MIZUNO e AKAO, 1994).

Uma abordagem bastante comum do QFD é conhecida como a Matriz da Casa da Qualidade. Trata-se de uma estrutura que engloba requisitos de clientes, requisitos de produto, relações entre requisitos e priorização. Também pode apresentar seções de *Benchmarking* competitivo e análise de valor

A Figura 8 ilustra um modelo de casa da qualidade:

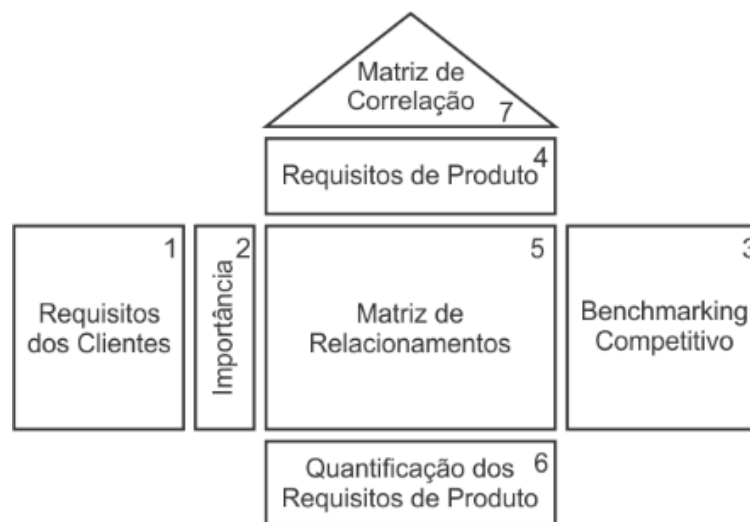


Figura 8 - Modelo de Casa da Qualidade. Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Na Matriz da casa da qualidade apresentada, é possível visualizar sete campos, cada qual com sua função específica.

- Campo 1: Requisitos do cliente. O que o cliente espera que o produto faça. Esta informação pode ser coletada através de entrevistas, questionários, grupos focais, etc.;
- Campo 2: Índice de importância de cada requisito para o cliente. Para definir este valor pode-se utilizar o método do diagrama de Mudge. Neste método os itens são confrontados entre si, estipulando pontuações melhores para requisitos mais importantes. Ao final o resultante é um valor de importância para cada item;

- Campo 3: No campo de *benchmarking* pode-se estruturar a relação dos concorrentes com os requisitos levantados;
- Campo 4: No campo 4 são listados os requisitos do produto. Requisitos do produto são obtidos em uma fase do QFD anterior a casa da qualidade onde os requisitos dos clientes são traduzidos em requisitos técnicos;
- Campo 5: Seção onde os requisitos de cliente e produto são relacionados. Pode-se utilizar um padrão de escala onde 1 significa relações fracas, 3 relações moderadas e 9 relações fortes;
- Campo 6: Neste campo pode-se listar as especificações de cada requisito do produto. Por exemplo: mm, R\$ e Kg;
- Campo 7: Chamado de telhado da casa da qualidade, o campo 7 faz uma correlação visando identificar relações positivas e negativas entre os requisitos;

Percebe-se que um grande conjunto de informações é compilado na aplicação do QFD. No exemplo apresentado, a matriz de relacionamentos quantifica os requisitos de produto considerando o grau de importância associado a cada requisito de cliente. O *benchmarking* competitivo indica a posição dos principais concorrentes perante cada requisito de cliente e a matriz de correlações indica correspondências positivas e negativas entre os requisitos de produto.

Após a construção da casa da qualidade, tem-se em mãos uma quantidade apreciável de dados sumarizados, de razoável confiabilidade, prontos para serem utilizados no processo de tomada de decisões pelas pessoas envolvidas no desenvolvimento do produto (ROZENFELD *et al.* 2006).

Após a definição dos requisitos técnicos, a equipe definida para esta etapa deve listar as funções do produto e estruturar a matriz morfológica que será utilizada na reunião R2.

A análise morfológica é uma técnica que divide o problema em subproblemas buscando compreender suas relações de modo estruturado (ZAVADIL, 2014). A matriz morfológica tem como objetivo encontrar uma solução para o problema sistematizando diversas combinações de elementos.

Ostergag, Ostertagová, Hunady (2012) definem a matriz morfológica como uma tabela na qual a primeira coluna vertical contém características (partes, funções) relevantes ao problema e as linhas horizontais contém as alternativas para cada atributo ou função. A solução global do sistema é dada pela combinação das subsoluções.

Para a construção apropriada da matriz morfológica Rozenfeld *et al.* (2006) sugerem o seguinte procedimento:

- 1) Listar as funções: deve-se criar uma lista não muito extensa das funções essenciais do produto. Deve-se evitar a listagem em forma de componentes.
- 2) Listar princípios de solução: Deve-se listar as possíveis alternativas que atendem cada função e tentar manter o mesmo nível de generalidade para todas as funções.
- 3) Estruturação de matriz: esboçar uma matriz contendo todos os princípios de solução. Sempre que possível utilizar as opções visualmente para facilitar a identificação de combinações. Para limitar o número de combinações é necessário limitar-se às alternativas mais plausíveis.

A Figura 9 ilustra uma matriz morfológica utilizada no projeto de um carrinho de bebê com transporte para adulto. Na primeira coluna são descritas as funções do produto e nas demais células são alocados os princípios de solução, de forma gráfica ou textual. Os itens circulados demonstram as alternativas escolhidas pelos autores para compor a solução final.

estofamento	TECIDO + ANTIALÉRGICO	REMOVÍVEL/ LAVÁVEL	FIXO DE LINHO GROSSO	ACOLCHOADO +
trava				
encosto				
cápsula		CASULO	CADEIRA BICICLETA	BALANÇO
ancoragem	CINTO DE SEGURANÇA	GANCHOS+ TRAVA	CARRINHO SUPER	
transporte do adulto				

Figura 9 - Matriz Morfológica. Fonte: Zavadil (2014).

Através da matriz morfológica pode-se combinar princípios de solução gerando diversas soluções possíveis. Uma maneira usual para classificar as várias combinações criadas pela matriz morfológica é a matriz de avaliação relativa, conhecida por Método de Pugh. O Método de Pugh, desenvolvido pelo professor Stuard Pugh, da Universidade de Strathclyde, fornece uma maneira de medir a capacidade de cada conceito de atender as necessidades dos clientes. (CUTOVOI e SALLES, 2013).

A Tabela 4 demonstra a estrutura de uma matriz de avaliação:

Tabela 4 - Matriz de Avaliação.

CRITÉRIOS	PESOS	CONCEPÇÕES			
		CONCEPÇÃO 1	CONCEPÇÃO 2 (Ref)	CONCEPÇÃO 3	CONCEPÇÃO n
Critério 1	Peso 1		0		
Critério 2	Peso 2		0		
Critério 3	Peso 3		0		
Critério 4	Peso 4		0		
...	
Critério n	Peso n		0		
Peso total					

Fonte: Rozenfend et al. (2006).

Na matriz de avaliação relativa ordena-se as concepções em colunas e os critérios em linhas. Cada critério pode possuir um peso para promover melhor

precisão ao método. A escolha da concepção de referência é aleatória e recebe valor zero em todos os critérios.

As concepções são confrontadas com a referência em cada critério. Utiliza-se sinais positivos (+ = “melhor que a referência”) e negativos (- = “pior que a referência”) para indicar a relação com o item referência. Após a valoração de todos os itens, pode-se calcular o peso total de cada concepção pela contagem do número de sinais positivos e negativos, multiplicados pelo peso de cada critério.

Ao final obtém-se uma classificação quantitativa das soluções encontradas. Os escores não devem ser tratados como medidas absolutas do valor das concepções (ROZENFELD *et al.* 2006). A seleção da concepção deve ser pautada em análises qualitativas e quantitativas, considerando outros aspectos não abordados por métodos matemáticos.

Dependendo do tipo de projeto, o desenvolvimento de produto pode seguir linhas divergentes, como por exemplo a criação de uma máquina que necessita de uma estrutura mecânica com controle eletrônico. Em casos assim convém que a equipe seja dividida de acordo com as especialidades e que os processos deste modelo de desenvolvimento sejam seguidas paralelamente pelas equipes formadas.

Após a estruturação da matriz morfológica e da matriz de decisões, a equipe se encaminha para a reunião R2, onde serão criados os conceitos do produto.

4.2.2.5 Elaboração de soluções (R2)

A segunda reunião é feita para a geração de princípios de solução para o produto. Após a estruturação da matriz morfológica, a equipe se reúne e através de uma sessão de *brainstorming* são geradas ideias para o desempenho das funções encontradas.

Neste momento é incentivada a presença de toda a equipe. Independente da especialidade dos colaboradores, a reunião R2 é feita para a geração de conceitos, não sendo obrigatório o conhecimento técnico a respeito da função estudada. Por exemplo, programadores podem participar e sugerir

soluções mecânicas para a máquina. Da mesma forma que mecânicos podem participar de um brainstorming voltado ao *layout* da interface de controle.

No primeiro momento da reunião R2, os colaboradores responsáveis pela etapa de definição das funções apresentam os resultados para toda a equipe. Ajustes podem ser feitos, como adição de mais funções sugeridas pela equipe, mudanças nos valores-meta definidos no QFD ou alteração dos critérios de avaliação na matriz de decisões.

Inicia-se então a sessão de *brainstorming*, moderada pelo gerente de projeto. O objetivo do brainstorming é gerar o maior número possível de soluções para as funções listadas. Cabe ao moderador incitar a equipe buscando soluções criativas e inovadoras.

Depois de esgotadas as ideias para todas as funções existentes, pode-se excluir princípios incoerentes para facilitar o processamento das soluções. Com auxílio da equipe os princípios são combinados gerando os conceitos para o produto.

O próximo passo é avaliar os conceitos e escolher a melhor alternativa de forma criteriosa. Para isso é preenchida a matriz de decisões previamente estruturada. A partir do consenso do grupo a melhor alternativa é escolhida e seguirá para a fase de detalhamento.

Caso a sessão de *brainstorming* seja demasiadamente longa, sugere-se encerrar a reunião e continuá-la no dia seguinte. Desta forma novas ideias serão criadas e os colaboradores são liberados para executar suas demais tarefas, visto que em MPEs os funcionários geralmente desempenham funções extras dentro da empresa.

4.2.2.6 Detalhamento

A fase de detalhamento é responsável pela estipulação dos materiais, dimensões, tolerâncias, e quaisquer característica específica do produto. Nesta fase o conceito gerado pela reunião anterior é lapidado e o produto ganha forma.

Assim como defendido por Rozenfeld *et al.* (2006), acredita-se que uma fase de projeto preliminar é dispensável nos dias atuais, pois a utilização de softwares CAD, CAE e CAM proporciona maior flexibilidade e confiabilidade para

os projetos, sem a necessidade de definições preliminares. Como as MPEs entrevistadas se mostraram usuárias de softwares CAD, entende-se que é desnecessária a existência de qualquer etapa preliminar no modelo proposto nesta monografia.

Para o detalhamento destaca-se os colaboradores específicos para o desenho do produto, programação ou quaisquer atividade de detalhamento necessária ao projeto.

Geralmente existe a figura de um projetista especializado em desenho por computador que é responsável por esta etapa. Há casos onde o projeto necessita de detalhamento com relação a *firmwares*, circuitos eletroeletrônicos ou interfaces visuais, Nestes casos os profissionais referentes a tais processos são solicitados para desempenho destas atividades.

O detalhamento deve seguir o conceito criado na reunião R2 e satisfazer aos requisitos levantados pela fase de definição de funções. As especificações meta criadas na matriz QFD da segunda etapa auxiliam os projetistas, programadores ou afins, a detalhar os conceitos.

Os profissionais relacionados com o detalhamento devem seguir os preceitos defendidos pelo DFMA.

O *Design For Manufacturing and Assembly* (DFMA) é um método pertencente aos DFX (*Design for X*) que são métodos de auxílio para a melhoria do projeto. Segundo Estorilio *et al.* (2008) o DFMA pode ser utilizado para como apoio para melhorar o conceito de um produto ou projeto já existente, resultando em um projeto mais elaborado. O objetivo deste método é gerar produtos que se encaixem na capacidade de manufatura da empresa e que possuam montagem simplificada.

Composto de duas partes, O DFMA é formado pelo DFM (*Design for Manufacturing*) e pelo DFA (*Design For Assembly*). O DFA é uma metodologia para consolidação de peças e montagem simplificada de produtos. O DFM provê uma aproximação sistemática para redução de custos de manufatura pelo exame dos custos de produção e escolha de materiais. (DEWHURTST, 2011). Geralmente, a utilização do DFMA gera uma redução no número de peças, resultando em um menor custo para o produto final, além de criar produtos mais confiáveis e fáceis de montar.

O principal objetivo do DFA é a redução de custos por meio da simplificação da estrutura do produto. Consiste em analisar criticamente os métodos e soluções adotadas afim de simplificar ou até mesmo eliminar peças ou montagens sugerindo novas abordagens.

Nesta metodologia, a equipe de projeto realiza decisões envolvendo a arquitetura do produto, o número e geometria dos componentes, os métodos de união, tolerâncias de montagem, composição de superfícies e materiais (ROZENFELD *et al*, 2006).

Através de sessões de *brainstorming* e *checklists* focados nos itens listados anteriormente é possível alcançar vantagens como a simplificação de montagem, maior padronização e modularização de produtos, redução de pontos de encaixe e menores problemas com tolerâncias.

ROZENFELD *et al.* (2006) também citam alguns princípios voltados ao projeto para montagem:

- Simplificar integrar e reduzir o número de peças;
- Padronizar partes comuns e materiais;
- Projetar montagens à prova de erros (*POKA YOKE*);
- Minimizar partes flexíveis e interconexões;
- Projetar montagem com movimentos simples e poucos eixos de manobra;
- Projetar uniões eficientes;
- Utilizar modularização;

Dewhurst (2011) sugere três perguntas simples para justificar a necessidade de existência de uma peça:

- A peça deve ser feita de algum material diferente?
- A peça deve mover-se em relação as outras peças do produto?
- A peça deve ser separada para não prejudicar a montagem de outras peças?

Tais perguntas devem ser feitas para cada peça do produto. Caso as respostas sejam negativas, é possível que a peça em questão possa ser incorporada a outra peça. Desta forma, o número de peças é reduzido e a montagem torna-se mais simples.

Já o *Design for Manufacturing*, ou DFM, analisa os componentes separadamente buscando utilizar geometrias e materiais mais simples afim de ajustá-los aos processos de fabricação utilizados pela empresa. Resumidamente, o DFM é útil para se projetar componentes que sejam fáceis de se fabricar.

É de extrema importância desenvolver o projeto do produto aliado ao projeto do processo. Para isso deve-se conhecer as capacidades de manufatura da empresa e/ou fornecedores e ponderar os custos aceitos para tal atividade.

Rozenfeld *et al.* (2006) sugerem algumas recomendações com relação ao DFM:

- Reduzir o número de componentes;
- Utilizar componentes e materiais padronizados;
- Selecionar processos de fabricação compatíveis com os materiais;
- Utilizar vantagens especiais de processos de fabricação;
- Considerar características que facilitem verificação e testes;
- Evitar pequenas tolerâncias;
- Projetar considerando robustez para compensar incertezas na manufatura;
- Projetar considerando o volume e produção esperado;
- Utilizar modularização;
- Projetar para fácil serviço;

Os itens descritos anteriormente devem ser considerados pela equipe de desenvolvimento e aplicados para que na etapa de fabricação não haja problemas como incapacidade de manufatura, ajustes, custos extras e dificuldades de montagem.

O uso do DFM pode incrementar o número de peças, visto que busca a modelagem dos componentes visando a eficiência de sua manufatura. Por outro lado o DFA tende a minimizar o número de componentes objetivando o uso mais eficiente de cada elemento. É necessário que os desenvolvedores ponderem as recomendações de cada vertente para alcançar uma solução eficiente e lucrativa para a empresa.

Na literatura existem várias outras abordagens DFX úteis ao tema deste trabalho. Vale citar o DFMT (*Design for Maintainability*) que concentra-se em aspectos como manutenção, inspeção e reparo para manter o funcionamento do produto durante seu ciclo de vida.

Durante o detalhamento do produto também devem ser consideradas características que possibilitem uma manutenção facilitada. No caso do desenvolvimento de softwares, boas práticas de programação devem implementadas.

Outra ferramenta importante para a etapa de projeto detalhado é a TRIZ. A metodologia TRIZ iniciou-se em 1940 pelos estudos de Genrich S. Altshuller. Com auxílio de outros pesquisadores, foram estudadas mais de um milhão de patentes, procurando levantar os problemas inventivos e como eles foram solucionados (ROZENFELD *et al.*, 2006). A tradução mais difundida para a sigla TRIZ é Teoria de Solução Inventiva de Problemas.

De Carvalho (2017), define a TRIZ como uma metodologia heurística, orientada ao ser humano e baseada em conhecimento para resolução de problemas inventivos. Heurística pela estrutura metodológica que evita intuição. Orientada ao ser humano pois não foi concebida para sistemas computacionais. Baseada em conhecimento porque as heurísticas possuem como fonte original informações de patentes. Voltada a problemas inventivos, classe de problemas nos quais existem contradições.

Dos vários métodos utilizados pela TRIZ, o mais difundido é o método dos princípios inventivos (MPI). O MPI se baseia na ideia de que soluções genéricas utilizadas com sucesso no passado podem ser utilizadas em situações similares no futuro (DE CARVALHO, 2017).

Pelo estudo de inúmeras patentes, foram identificadas soluções que repetidamente eram utilizadas para criação e melhoria de sistemas técnicos. Criados por Altshuller em 1969, os princípios inventivos (PIs) são sugestões de possíveis soluções para um determinado problema (DE CARVALHO e BACK, 2001). Uma lista com os 40 princípios inventivos de Altshuller é encontrada no anexo B.

Rozenfeld *et al.* (2006) explicam o método por meio de 3 passos. Inicia-se com a identificação dos requisitos conflitantes a serem otimizados. Depois é

feita a associação dos requisitos levantados com parâmetros de engenharia e por fim identifica-se os princípios inventivos com auxílio da matriz de contradições.

A Figura 10 demonstra um exemplo da matriz de impacto cruzado aplicada ao desenvolvimento de secadores de cabelo. Classifica-se as relações entre os requisitos como altas, médias, baixas e inexistentes de forma positiva ou negativa. Após a avaliação deve-se direcionar os esforços para solucionar as contradições mais impactantes.

Tendências para o secador ?	Maior velocidade de secagem	Menor ressecamento dos fios	Menor nível de ruído produzido	Menor consumo de energia	...
Maior velocidade de secagem	I	A-	A-	M-	...
Menor ressecamento dos fios	B-	I	B-	M+	...
Menor nível de ruído produzido	A-	I	I	M+	...
Menor consumo de energia	B-	B+	B+	I	...
...
Impactos: I (Inexistente); B (Baixo); M (Médio); A (Alto); + (Positivo); - (Negativo)					

Figura 10 - Exemplo de matriz de impacto cruzado. Fonte: De Carvalho, Back e Ogliari (2005).

Após identificar as contradições do projeto, deve-se traduzir os requisitos contraditórios em parâmetros de engenharia. Os parâmetros de engenharia são grandezas genéricas presentes em problemas técnicos de diferentes áreas (DE CARVALHO e BACK, 2001). A Tabela 5 apresenta os 39 parâmetros de engenharia sugeridos por Altshuller:

Tabela 5 - Parâmetros de engenharia.

1	Peso do objeto em movimento	2	Peso do objeto parado
3	Comprimento do objeto em movimento	4	Comprimento do objeto parado
5	Área do objeto em movimento	6	Área do objeto parado
7	Volume do objeto em movimento	8	Volume do objeto parado
9	Velocidade	10	Força
11	Tensão ou Pressão	12	Forma
13	Estabilidade da composição	14	Resistência
15	Duração da ação do objeto em movimento	16	Duração da ação do objeto parado
17	Temperatura	18	Brilho
19	Energia gasta pelo objeto em movimento	20	Energia gasta pelo objeto em parado
21	Potência	22	Perda de energia
23	Perda de substância	24	Perda de informação
25	Perda de tempo	26	Quantidade de substância
27	Confiabilidade	28	Precisão de medição
29	Precisão de fabricação	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto
31	Fatores externos indesejados causados pelo objeto.	32	Manufaturabilidade
33	Conveniência de uso	34	Mantenabilidade
35	Adaptabilidade	36	Complexidade do objeto
37	Complexidade de controle	38	Nível de automação
39	Capacidade ou produtividade		

Fonte: Altshuller (1969).

Com os requisitos conflitantes devidamente traduzidos em parâmetros de engenharia, pode-se partir para a aplicação da matriz de contradições. Esta matriz relaciona parâmetros de engenharia e sugere princípios inventivos para solução de contradições. No anexo C é apresentada a matriz de contradições adaptada de Altshuller.

Outras formas de uso do MPI, segundo De Carvalho (2017), são a aplicação livre e direta dos PIs, em sessões de *brainstorming* por exemplo, e a busca por ordem de frequência de utilização dos PIs, seguindo a sequência: 35 (mais utilizado), 35, 10, 1, 28, 2, 15, 19, 18, 32, 13, 26, 3, 27, 29, 34, 16, 40, 24, 17, 6, 14, 22, 39, 4, 30, 37, 36, 25, 11, 31, 38, 8, 5, 7, 21, 23, 12, 33, 9 e 20 (menos utilizado).

Há casos onde é necessária a construção de protótipos. Protótipos servem para provar conceitos, eliminar dúvidas a respeito do funcionamento além de promover noções de dimensão, peso, etc. A decisão pela construção de um protótipo deve ser estudada criteriosamente, pois a prototipagem demanda tempo além de gerar custos.

Quando a equipe de detalhamento encontra a necessidade de construção de um protótipo, o gerente de projeto deve ser consultado. Confirmada a necessidade, os responsáveis pela produção são acionados, os materiais são adquiridos e o protótipo é desenvolvido.

É importante que ao solicitar um protótipo a equipe de detalhamento relate o objetivo desta operação. Deve-se listar as características que devem ser analisadas, os resultados aceitáveis e os testes que devem ser feitos. Após a conclusão do protótipo deve-se documentar as conclusões para que os resultados sirvam de base para o detalhamento correto do produto.

Como visto na Figura 5, o processo de detalhamento e a reunião R3 interagem de forma cíclica. Quando a equipe encerra o detalhamento do produto, os resultados são submetidos a reunião R3 que retorna sugestões de melhoria para o projeto. Repete-se o ciclo até que o projeto seja aprovado pela reunião R3, seguindo assim para a fabricação. Contudo, o cronograma criado na reunião R1 deve ser respeitado e o número de iterações entre detalhamento e R3 deve ser reduzido.

4.2.2.7 Melhorias (R3)

Como visto no item anterior, a reunião R3 trabalha em conjunto com a etapa de detalhamento, onde se realiza iterações até que o produto seja aprovado pela equipe. Na reunião de melhorias o grupo é convocado para debater possíveis mudanças no detalhamento de modo tornar o produto totalmente otimizado.

Pode-se basear a reunião R3 em quatro assuntos principais: adição de funcionalidades, melhorias na fabricação, redução de custos e prevenção de falhas. Devido ao extenso debate que os assuntos podem gerar, pode-se optar por alocar cada assunto em uma iteração. Portanto, R3 pode ser considerada um conjunto de reuniões com assuntos específicos, executadas a cada iteração do estágio de detalhamento.

A Figura 11 exemplifica as iterações entre R3 e detalhamento:

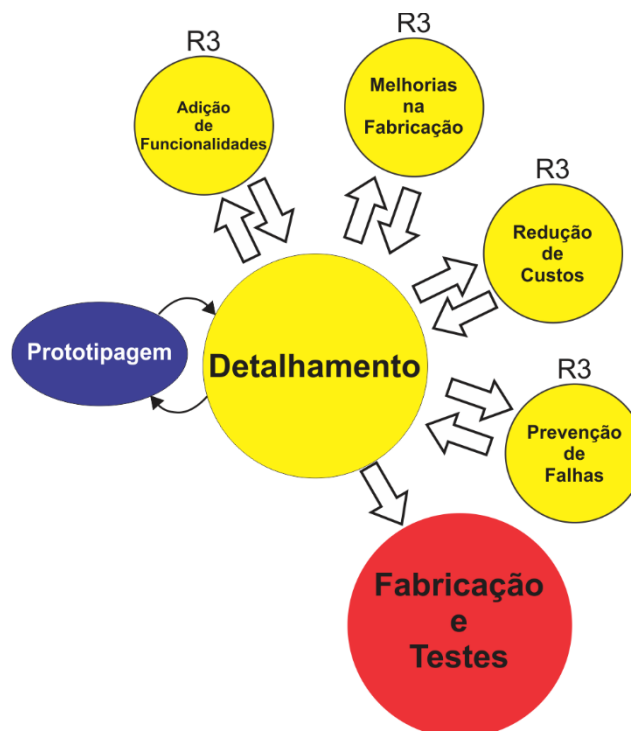


Figura 11 – Iterações entre R3 e Detalhamento. Fonte: Autoria Própria

Na primeira iteração de R3 sugere-se o debate sobre a adição de funcionalidades. Com o produto devidamente detalhado é possível que a equipe visualize outras aplicações e funções que não foram cogitadas na etapa de conceituação do produto. Porém é necessário cuidado para não se adicionar funções que desconfigurem o produto detalhado. Funcionalidades que trariam demasiadas mudanças ao projeto podem ser adicionadas a futuros processos de melhoria. Cabe a equipe decidir a necessidade de implementação, respeitando custos e prazos.

As funcionalidades adicionadas passam por um novo ciclo de detalhamento. Após a aprovação de todas as funcionalidades o grupo pode deliberar sobre melhorias na questão da fabricação e montagem do produto. Para isso os conceitos ditados pelo método DFMA, visto anteriormente, são fortemente indicados.

Com a utilização do DFMA, pode-se obter ideias para a facilitação da fabricação e da montagem do produto, otimizando assim a produção. Por meio de brainstorming, mediado pelo gerente de projeto, são listados os princípios do DFMA e colidas ideias para melhorias. Novamente é necessário salientar que as

mudanças devem ser implementadas se respeitarem os prazos e custos definidos.

Após as mudanças sugeridas nas duas primeiras iterações, sugere-se um encontro para análise de redução de custos. Neste momento a equipe deve analisar a planilha de custos criada no projeto detalhado e procurar mudanças que podem resultar na redução de custos do produto. Reduções de custos podem ser por meio de mudanças de material, de processo de fabricação, tolerâncias ou até mesmo exclusão de funcionalidades frívolas.

As mudanças focadas em redução de custos devem ser implementadas se respeitarem os prazos estipulados. Também deve-se tomar cuidado para não alterar definições anteriormente fixadas, como melhorias voltadas a fabricação e montagem.

Em uma última iteração, aconselha-se a análise de potenciais falhas que possam ocorrer ao produto. O método mais amplamente difundido para esta atividade é o FMEA.

O FMEA busca evitar falhas de um processo ou produto propondo melhorias através da análise de problemas potenciais. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006) é possível aplicar a técnica para detectar falhas antes de se produzir qualquer protótipo ou componente de um produto, diminuindo as chances de um produto falhar e aumentando assim sua confiabilidade.

A sigla FMEA vem do inglês *Failure Mode Effect Analysis* (Análise de modo e efeito de falha). Uma abordagem tradicional deste método define quatro estágios: Planejamento, Análise de falhas, Avaliação dos riscos e Sugestão de melhorias. Na primeira etapa é feito o planejamento do trabalho. É definido o grupo de trabalho, o cronograma de reuniões, os objetivos e a abrangência da análise.

Após o planejamento faz-se a análise das falhas potenciais. Em reunião a equipe discute e define as funções do produto/processo analisado, os tipos de falha possíveis para cada função, os efeitos de cada tipo de falha, as causas de cada falha e os controles atuais para verificação.

Depois de definidos os itens da etapa anterior, no estágio de avaliação dos riscos busca-se quantizar cada falha através de três critérios:

- Severidade (S): grau de severidade da falha em relação ao cliente;

- Ocorrência (O): probabilidade de ocorrência da falha;
- Detecção (D): probabilidade dos controles de verificação detectarem a falha.

As Tabelas 6,7 e 8 trazem índices que auxiliam na escolha dos valores para os critérios citados:

Tabela 6 - Índice de severidade.

ESCALA DE SEVERIDADE	ÍNDICE DE SEVERIDADE
Efeito não percebido pelo cliente	1
Efeito bastante insignificante, percebido por 25% dos clientes	2
Efeito insignificante, mas percebido por 50% dos clientes	3
Efeito moderado e percebido por 75% dos clientes	4
Efeito consideravelmente crítico percebido cliente	5
Efeito consideravelmente crítico que perturba o cliente	6
Efeito crítico que deixa o cliente um pouco insatisfeito	7
Efeito crítico que deixa o cliente consideravelmente insatisfeito	8
Efeito crítico que deixa o cliente totalmente insatisfeito	9
Efeito perigoso, que coloca a vida do cliente em risco	10

Fonte: Roos et al. (2007).

Tabela 7 - Índice de Ocorrência.

ESCALA DE OCORRÊNCIA	ÍNDICE DE OCORRÊNCIA
Extremamente remoto, altamente improvável	1
Remoto, improvável	2
Pequena chance de ocorrência	3
Pequeno número de ocorrências	4
Espera-se um número ocasional de Falhas	5
Ocorrência moderada	6
Ocorrência frequente	7
Ocorrência elevada	8
Ocorrência muito elevada	9
Ocorrência certa	10

Fonte: Roos et al. (2007).

Tabela 8 - Índice de Detecção.

ESCALA DE DETECÇÃO	ÍNDICE DE DETECÇÃO
É quase certo que será detectado	1
Probabilidade muito alta de detecção	2
Alta probabilidade de detecção	3
Chance moderada de detecção	4
Chance média de detecção	5
Alguma probabilidade de detecção	6
Baixa probabilidade de detecção	7
Probabilidade muito baixa de detecção	8
Probabilidade remota de detecção	9
Detecção quase impossível	10

Fonte: Roos *et al.* (2007).

Uma vez definidos os valores para cada critério, deve-se calcular os coeficientes de risco de cada falha. Também chamado de RPN (*Risk Priority Number*) este coeficiente resulta da multiplicação dos valores de cada critério. Através do RPN é possível priorizar as falhas por meio de um *ranking*.

A equipe de trabalho deve reunir-se para discutir as medidas a serem tomadas para a melhoria do produto/processo. A Tabela 9 ilustra um modelo de formulário para aplicação da ferramenta FMEA:

Tabela 9 - Formulário FMEA.

Função	Modo de Falha	Efeito	Causa	Controle atual	S	O	D	RPN	Ação recomendada

Fonte: Adaptado de Roos *et al.* (2007).

Com mediação do gerente do projeto, a equipe se utiliza das tabelas vistas anteriormente para definir quais são os principais riscos e quais as

possíveis ações para evitá-los. Ao final, as ações implementadas garantem melhor confiabilidade ao produto bem como ao seu processo de fabricação.

Após todo o processo de detalhamento e melhorias o projeto é enfim aprovado e resta documentar informações necessárias para a produção do lote piloto. Como visto na Figura 5, nomeou-se este processo de fechamento.

No fechamento, cabe a equipe responsável pelo detalhamento a elaboração da lista de materiais, do cronograma de fabricação e do roteiro de testes. Na lista de materiais são descritos todos os componentes necessários para a fabricação do produto, separados em grupos se necessário. O cronograma de fabricação deve conter os passos de fabricação e montagem, bem como instruções para sua correta execução. No roteiro de testes são descritas as funcionalidades que devem ser testadas, descrevendo os procedimentos necessários. Também deve-se especificar os resultados esperados e tolerâncias.

4.2.2.8 Fabricação e testes

Após o fechamento do projeto chega-se à fase de construção do produto. Na fabricação todos os conceitos definidos nas fases anteriores tomam forma e o produto finalmente se torna real.

O primeiro passo é a aquisição dos componentes e das ferramentas necessárias. Deve-se fazer um levantamento de estoque e entrar em contato com fornecedores a fim de obter todos os componentes descritos na lista de materiais. Existem casos onde o produto (ou partes dele) é fabricado por terceiros. Nestas situações deve-se enviar ao terceiro os documentos elaborados na etapa de detalhamento e garantir que quaisquer dúvida seja elucidada, para que a fabricação seja feita de forma correta.

Após a aquisição dos componentes e com auxílio do cronograma de fabricação, a equipe responsável inicia a produção do produto. Durante a execução, convém que se anote todo e qualquer problema verificado. Adaptações são comuns quando um produto é fabricado pela primeira vez. Cabe aos responsáveis documentar tais ajustes para que o projeto seja atualizado.

Ao término da fabricação são feitos os testes, seguindo o roteiro elaborado no fechamento. Caso os resultados obtidos estejam fora das tolerâncias definidas é necessária a realização de ajustes ao produto. Após os ajustes uma nova bateria de testes é executada, até que o produto seja aprovado.

4.2.2.9 Finalização (R4)

Na reunião R4 é feita a finalização do projeto. O produto já foi fabricado, testado e aprovado. A equipe se reúne para discutir os problemas enfrentados, as lições aprendidas e documentar informações que auxiliarão projetos futuros.

Resta agora corrigir o projeto inserindo todas as adaptações feitas na fabricação. Todas as anotações feitas pela equipe de fabricação são passadas aos responsáveis pelo detalhamento, discutidas e atualizadas no projeto. O cronograma de fabricação também é revisado, assim como a planilha de custos.

Todos os documentos gerados pelo processo de desenvolvimento são agrupados e arquivados. Tal documentação será consultada para eventuais melhorias no produto e servirá de base para projetos semelhantes no futuro.

5. CONCLUSÃO

Uma metodologia de gestão de desenvolvimento de produtos voltada especificamente para micro e pequenas empresas é necessária, pois estes tipos de empreendimentos compartilham características que não são contempladas pelas metodologias encontradas na literatura.

As metodologias de gestão e desenvolvimento de produtos já conhecidas privilegiam empresas de maior porte, que possuem maiores recursos para executar tais métodos. Empresas com pouca estrutura e quadro funcional reduzido possuem dificuldade para implementar tais metodologias. A documentação exigida, o tempo demandado e o treinamento necessário acabam tornando os modelos de desenvolvimento de produto intangíveis para micro e pequenas empresas.

Devido às dificuldades, MPEs pouco utilizam ferramentas de gestão em seus projetos. A falta de estrutura e organização no desenvolvimento de produtos por parte destas empresas resulta em objetivos não alcançados e, eventualmente, a falência da empresa.

Com base nisso, estudou-se a criação de um modelo simplificado para implantação em MPEs. Considerando as características inerentes a estas empresas desenvolveu-se um modelo que permitisse o uso por pequenas equipes, sem muito treinamento e com o mínima documentação necessária para o sucesso do projeto.

Para a criação do modelo foram entrevistadas 13 empresas de pequeno porte situadas na cidade de Ponta Grossa, estado do Paraná. O objetivo da entrevista foi coletar dados a respeito das características destas empresas, suas práticas e dificuldades.

Na entrevista, verificou-se que 84,6% das MPEs entrevistadas não possuíam padrões formalizados para o desenvolvimento de seus produtos. Este número é preocupante visto que o desenvolvimento de produtos demanda certa organização para seu sucesso. Acredita-se que com a inserção de um modelo para o desenvolvimento de produtos estas empresas alcançariam melhores resultados.

O modelo desenvolvido foi baseado no estudo de três metodologias conhecidas de desenvolvimento: O DFSS, o SCRUM e o modelo unificado de Rozenfeld *et al.* (2006). O modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) destaca-se por sua completa abordagem do processo de desenvolvimento. Já os métodos DFSS e SCRUM são vistos como *frameworks* de desenvolvimento. Características e ferramentas destes três modelos foram absorvidas para a criação da metodologia presente nesta monografia.

Foram numerados quatro pilares fundamentais para o desenvolvimento do modelo. Acredita-se que a simplicidade e a agilidade são características básicas para a aceitação de um modelo de desenvolvimento em pequenas empresas. Já os pilares de participação e disciplina são extremamente necessários para a boa execução do modelo.

Composto por quatro fases, o modelo proposto visa ilustrar a sequência de desenvolvimento para um produto. Foram considerados todos os processos tidos como essenciais para a realização de um projeto. Por razões de escopo, excluiu-se processos de pré e pós-desenvolvimento. Porém, sugere-se que após o domínio do método proposto as MPEs insiram tais etapas em seus processos de desenvolvimento.

Como cada empresa possui características próprias, provavelmente alguns aspectos do modelo sofrerão alterações para adequação à realidade da empresa. Esta prática é totalmente aconselhável. Cabe a equipe de desenvolvimento as adaptações necessárias para o bom funcionamento da metodologia de projeto.

Sugere-se para estudos futuros, a aplicação deste modelo em uma empresa de pequeno porte e a análise dos resultados após a implementação. Adaptações ao modelo podem ser feitas, principalmente com a adição de processos de pré e pós desenvolvimento bem como a utilização de outras ferramentas de gestão não abordadas neste trabalho. Sugere-se também estudos sobre metodologias de desenvolvimento de produto para empresas de maior porte e estudos sobre métodos para a migração entre metodologias simplificadas e complexas.

REFERÊNCIAS

AKAO Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1996. 187p.

BORGES, A. F; LESCURA, C. OLIVEIRA, J. L. **O campo de pesquisas sobre empresas familiares no Brasil: Análise da produção científica no período 1997-2009**. Revista Organizações & Sociedade, Salvador (BR), 2012.

BROD, Cesar. **Scrum: guia Prático para Projetos Ágeis**. São Paulo: Novatec, 2015.

CADAMURO, Luis F. **Implementação de planejamento e controle da produção em uma pequena empresa de alimento ultracongelados**. Trabalho de Conclusão de Curso. Ponta Grossa, 2015.

CARNEIRO, Patrícia L. **Aplicação de Gerenciamento de Projetos em Pequenas Empresas e Projetos: Proposta de modelo de gerenciamento de projetos em uma empresa de Construção Civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, 2017.

CARVALHO, Bernardo V.; MELLO Carlos H. P. **Aplicação do método ágil *scrum* no desenvolvimento de produtos de *software* em uma pequena empresa de base tecnológica**. São Carlos, 2012.

COHN, Mike. **Desenvolvimento de *Software* com *Scrum*: aplicando métodos ágeis com sucesso**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

COOPER, R. G. **The new product process: A decision guide for management.** *Journal of Marketing Management*. v.3, n. 3, 238-255, mar. 1988.

CUTOVOI, Iara T. M.; SALLES, José A. **Aplicação do método Pugh para a sistematização do PDP na cadeia de suprimentos numa empresa do segmento automotivo.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Rio de Janeiro, 2013.

DA SILVA, Fabiane C. **Passo a passo simplificado para aplicação de metodologia de projeto informacional em micro e pequenas empresas.** Monografia de Especialização. Curitiba. 2014.

DE CARVALHO, Marcos A. **Inovação em produtos: IDEATRIZ: uma aplicação da TRIZ: inovação sistemática na ideação de produtos.** São Paulo. Blucher. 2017.

DE CARVALHO, Marcos A.; BACK, Nelson. **Uso dos conceitos fundamentais da TRIZ e do método dos princípios inventivos no desenvolvimento de produtos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. Florianópolis, 2001.

DE CARVALHO, M. A.; BACK, N.; OGLIARI, A. **TRIZ no desenvolvimento de produto: Encontrando e resolvendo contradições técnicas e físicas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO. Curitiba, 2005.

DE CARVALHO, Marco A.; WEI, T.C., SAVRANSKY, S. D. **Validation of Heuristics for Systems Transformations**. Proceedings of TRIZCON, 2001. Woodland Hills, CA, USA, March, 2001.

DEWHURTST, Nicholas P. **DFMA: The Product, Then Lean The Process**. 2011.

ESTORILIO, Carla; SIMIÃO, Marcelo C.; LARA, Murilo C. **Estudo de redução de custo de fabricação e montagem em um motor a diesel com o auxílio do DFMA**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/646_Estudo de reducao de custo de fabricacao e montagem em um motor a diesel_com_o_auxilio_do_DFMA](https://www.researchgate.net/publication/646_Estudo_de_reducao_de_custo_de_fabricacao_e_montagem_em_um_motor_a_diesel_com_o_auxilio_do_DFMA)>. Acesso em: 18 mai. 2018.

GOBBO, Renata G. **Padronização da produção em uma microempresa de metalurgia uma abordagem da gestão da qualidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. Ponta Grossa, 2016.

GUPTA, Neha. **AN OVERVIEW ON SIX SIGMA: QUALITY IMPROVEMENT PROGRAM**. International Journal of Technical Research and Applications. v. 1. p. 29-39. abr. 2013.

JUCÁ JUNIOR, A. C. S. J.; CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. **Maturidade em gestão de projetos em pequenas empresas desenvolvedoras de software do Polo de Alta Tecnologia de São Carlos**. Revista Gestão e Produção, v. 17, n. 1, 2010.

KERZNER, Henrique. **Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. São Paulo. Blucher, 2011.

LIMA, Eleandro L.; DOS SANTOS, Nielsen A.; MORAVIA, Rodrigo V.; FURTADO, Maria R. **SCRUM: UMA DAS METODOLOGIAS ÁGEIS MAIS USADAS DO MUNDO**. 2013.

MADER, Douglas P. **DFSS and your current *Design* process**. 2003.

MANIFESTO ÁGIL. 2001. Disponível em: <<http://www.manifestoagil.com.br/>>. Acesso em 15 jul. 2018.

MARTENS, Cristina D. P.; BELFORT, Ana Claudia; CARNEIRO, Karoline D. A.; MARTENS, Mauro Luiz. **Gerenciamento de Projetos em Micro e Pequenas Empresas**. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, 2014.

Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pibobrasil,ad0fc70646467410VgnVCM2003c74010aRCRD>>. Acesso em 20 jul. 2018.

MIZUNO, S.; AKAO, Y. **QFD: the customer-driven approach to quality planning and development**. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1994. 365p.

MORAES, G.D.A.; TERENCE, A.C.F.; ESCRIVÃO FILHO, E. **A TI como suporte à gestão estratégica da informação na pequena empresa.** Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. v. 1, n. 1, 2005.

OLIVEIRA, Altina S.; PALMA, Manuel A. M. **Inovação em Pequenas Empresas e Desenvolvimento Econômico Local.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Bento Gonçalves, 2012.

OLIVEIRA, Geraldo. N. **Construindo um Sistema de Desenvolvimento de Produtos em Empresa Têxtil por Intermédio da Gestão de Portfólio e de QFD.** Belo Horizonte, 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

OSTERTAG, O.; OSTERTAGOVÁ, E.; HUNADY, R. **Morphological matrix applied within the *Design* project of the manipulator frame.** Procedia Engineering, 48, 2012, pp. 495-499.

PEREIRA, João G.; ZABOLOTNY, Luiz M. **Micro e pequenas empresas familiares do estado do paraná: levantamento das principais características e aplica o da engenharia de produ o para melhoria.** Trabalho de Conclusão de Curso. Ponta Grossa, 2017.

PRATA, Rodrigo F.; FERNANDES, Tatiana; DA SILVA, Carlos E. S.; TURRIONI João B. **Fundamentos do *Design For Six Sigma*.** In: XI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODU O. Bauru, 2004.

PUGH, S. **Total Design, Integrated methods for successful product engineering.** Massachusetts. Addison Wesley, 1990.

ROOS, Cristiano; DIESEL Letícia; MORAES, Jorge A. R.; DA ROSA, Leandro C. **Aplicação da ferramenta FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de passageiros.** Tecno-Lógica v. 11 p. 29-32. Santa Cruz do Sul, jun. 2007.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R.; K. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SARAIVA, Adriana. **Mulheres buscam mais a economia formal no Brasil que os homens.** Agencia de Notícias IBGE, 18 out. 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/17323-pnad-mercado-de-trabalho.html>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

SCHWABER, Ken. **Guia do Scrum: Transforming The Word of Work.** Tradução: Heitor Roriz Filho, 2009. Disponível em: <http://www.training.com.br/download/GUIA_DO_SCRUM.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2018.

SEBRAE. **Anuário do Trabalho nos Pequenos Negócios 2015.** Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/anuário%20do%20trabalho%202015.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

SEBRAE, GEM. **Empreendedorismo no Brasil - 2016**. Curitiba, 2016.

SELLA, Verônica T., GRZYBOVSKI, Denize. **Modelo PMBOK/PMI para gestão de projetos nas *micro* e pequena empresas: um estudo de caso**. Revista Economia & gestão. 2011.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **The new new product development game**. Harvard Business Review, p. 137-146, 1986.

TOLEDO, José C.; DA SILVA, Sérgio L.; MENDES, Glauco H. S.; JUGEND, Daniel. **Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte**. Revista Gestão & Produção, São Carlos, 2008.

WERKEMA, Maria C. **Criando a cultura Lean Six Sigma**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2012.

ZAVADIL, Priscila; SCHERER, Fabiano; TEIXEIRA, Fábio G.; DA SILVA, Régio P. KOLTERMANN, Tânia; CATTANI, Airton. **Possibilidades de uso da matriz morfológica no processo de geração de alternativas em *Design***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM *DESIGN*. Gramado, 2014

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Relação de micro e pequenas empresas com a gestão do desenvolvimento de produto.

Prezado(a) respondente,

A presente pesquisa busca fazer um levantamento das práticas utilizadas por pequenas e médias empresas que possuem atividades de desenvolvimento de produtos. Contamos com a sua colaboração na resposta deste questionário destacando o nosso compromisso de sigilo acadêmico. Como retribuição, o estudo será divulgado para as empresas colaboradoras a fim de auxiliá-las na gestão do desenvolvimento de seus produtos.

Obrigado pela colaboração e nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimento.

Atenciosamente,

Jhonathan Junio de Souza

Pós-Graduando em Gestão do desenvolvimento de produtos.

Departamento de Engenharia Mecânica

Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Jhonathan Junio de Souza

Empresa:

- 1) Localização:
- 2) Sede Própria:
- 3) Espaço físico:
- 4) Número de Funcionários:
- 5) Data de fundação:
- 6) Segmentos de mercado:
 - Indústria Alimentícia
 - Indústria Automotiva
 - Indústria Química e Petroquímica
 - Indústria Eletroeletrônica
 - Indústria Metal mecânica
 - Indústria do Plástico
 - Automação Industrial
 - Indústria Médica/terapêutica
 - Outros: _____
- 7) Principais tecnologias utilizadas nos produtos da empresa:
 - Mecânica
 - Mecatrônica
 - Elétrica
 - Eletrônica
 - Telemetria
 - Óptica
 - Software*
 - Outras _____.

Quanto à Equipe:

- 8) Quantos funcionários exercem funções de desenvolvimento?

- 9) Qual é o grau de escolaridade dos funcionários dedicados a desenvolvimento?
 - Segundo Grau
 - Nível técnico
 - Curso Superior
 - Especialização

- Mestrado
- Doutorado

10) A equipe de desenvolvimento exerce outras funções dentro da empresa? Quais?

11) Existe a figura de um gerente de projeto? Qual a sua formação?

- Segundo Grau
- Nível técnico: _____.
- Curso Superior: _____.
- Especialização: _____.
- Mestrado: _____.
- Doutorado: _____.

Quanto à gestão do desenvolvimento:

12) A empresa segue algum padrão formalizado e documentado para o desenvolvimento de produtos? Qual?

13) A empresa utiliza *softwares* para gerenciamento do projeto? Quais?

14) A empresa utiliza ferramentas de CAD/CAE/CAM para o desenvolvimento do produto? Quais?

15) A empresa desenvolve mais de um projeto simultaneamente?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

16) Ao início do projeto é criado algum tipo de cronograma?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes

- Frequentemente
 - Sempre
- 17) Ao início do projeto é avaliada a viabilidade técnica e econômica do desenvolvimento?
- Nunca
 - Raramente
 - Às vezes
 - Frequentemente
 - Sempre
- 18) Ao início do projeto as responsabilidades dos membros da equipe são definidas formalmente?
- Nunca
 - Raramente
 - Às vezes
 - Frequentemente
 - Sempre
- 19) Durante o projeto existe alguma fase formal para coleta de informações?
- Nunca
 - Raramente
 - Às vezes
 - Frequentemente
 - Sempre
- 20) Durante o projeto existe alguma fase formal para avaliação de conceitos do produto?
- Nunca
 - Raramente
 - Às vezes
 - Frequentemente
 - Sempre
- 21) Durante o projeto existe uma fase formal para detalhamento do produto?
- Nunca
 - Raramente
 - Às vezes
 - Frequentemente

- Sempre
- 22) Existe algum plano formal para fabricação do produto?
- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre
- 23) Existe algum plano formal de testes para validação do produto?
- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre
- 24) Existe algum plano formal para o lançamento do produto?
- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre
- 25) Ao final do projeto os resultados são documentados?
- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

Quanto ao *marketing* e a relação com clientes

- 26) Qual é o principal meio de contato com seus clientes?
- Pessoalmente
- Telefone
- E-mail
- Outro: _____.
- 27) Os clientes participam do processo de desenvolvimento?
- Nunca
- Raramente

- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

28) Os clientes da empresa exigem algum tipo de certificação? (ex: ISO, ANSI, etc).

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

Quanto à cultura da empresa

29) Quais as maiores dificuldades da empresa com relação ao desenvolvimento?

30) A empresa costuma construir protótipos dos produtos em desenvolvimento?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

31) A empresa costuma atrasar a entrega de projetos?

- Nunca
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

32) Em uma escala de 1 a 5, sendo 1 pouco importante e 5 muito importante, classifique os itens a seguir:

Fase formal de avaliação da viabilidade técnica e econômica do projeto

Fase formal para coleta de informações (clientes, patentes, concorrentes)

Fase formal para avaliação de variados conceitos para o produto

Fase formal para detalhamento das características do produto

- () Fase formal para preparação para fabricação
- () Plano formal de Lançamento do produto
- () Plano formal de estratégias para Pós-venda

ANEXO A - CHECKLIST PARA REQUISITOS DE CLIENTE

Para Rozenfeld et. al (2006), *checklists* auxiliam o trabalho sistemático e reduzem chances de algum parâmetro ou alguma informação importante sejam desconsiderados. As perguntas a seguir são baseadas no modelo proposto por Pugh (1990).

Desempenho

- Quais as funções que o produto tem que cumprir?
- Quais são os parâmetros pelo quais as características funcionais serão avaliadas (velocidade, potência, resistência, precisão, capacidade etc.)?

Meio ambiente

- Quais as influências ambientais a que o produto estará sujeito durante a manufatura, armazenamento, transporte, uso (temperatura, vibrações, umidade etc.)?
- Quais os efeitos do produto sobre o meio ambiente que devem ser evitados?

Vida em serviços

- Quais as faixas de utilização do produto?
- Qual é a vida útil esperada para o produto?

Eficiência

- Quais as características relativas a eficiência que o produto deverá exibir? Custos, disponibilidade, confiabilidade (tempos, modos e efeitos associados a falhas), manutenibilidade (tempos) etc.?

Transporte

- Quais são os requisitos de transporte durante a produção e entrega do produto?

Embalagem

- Embalagem é necessária?
- Contra quais influências deve a embalagem proteger o produto?

Quantidade

- Qual o tamanho lote?
- A produção será contínua ou por batelada?

Infraestrutura

- O produto deverá ser projetado para infraestruturas de manufatura existentes?
- São possíveis investimentos em novas instalações para a produção?

Tamanho e peso

- Quais são os limites de tamanho e peso em função da produção, transporte e uso?

Estética, aparência e acabamento

- Quais são as preferências dos consumidores?
- Deverá o produto ter que seguir alguma tendência ou estilo específico?

Materiais

- São necessários materiais especiais?
- Existem materiais que não devem ser usados (por razões de segurança dos usuários ou por efeitos do meio ambiente)?
- Quais as propriedades dos materiais que são necessárias?

Normas

- Quais são as normas (internas, nacionais e internacionais) aplicáveis ao produto e a produção?

Ergonomia

- Quais os requisitos com relação a percepção, uso, manipulação etc.?
- A quem o produto deverá atender?

Armazenamento e vida de prateleira

- São necessário longos períodos de tempo de armazenamento durante a produção, distribuição e uso?
- Isso torna necessária alguma medida específica de conservação?

Testes

- Para quais testes funcionais e de qualidade o produto será submetido, dentro e fora da empresa?

Segurança

- Deverá ser providenciada alguma estrutura ou instalação especial para a segurança dos usuários e não usuários?

Política do produto

- A família ou plataforma do produto impõe algum requisito sobre o produto?

Implicações sociais e políticas

- Qual a opinião do público com relação ao produto?

Responsabilidade do produto

- Quais são as possíveis consequências não intencionais da produção, operação e uso pelas quais o fabricante poderá ser responsabilizado?

Operação e instalações

- Quais os requisitos são necessários para a montagem e instalação final fora da fábrica, e para o aprendizado, uso e operação do produto?

Reuso, reciclagem e descarte

- É possível prolongar o ciclo dos materiais e partes?
- Podem os materiais e suas partes ser separados para o descarte?

ANEXO B - PRINCÍPIOS INVENTIVOS

Princípios inventivos são sugestões de possíveis soluções para um determinado problema (DE CARVALHO e BACK, 2001). Os princípios inventivos listados a seguir foram desenvolvidos por Altshuller (1969) a partir da análise de um grande número de patentes.

No.	Princípio inventivo	Orientações	Exemplos
1	Segmentação ou fragmentação	<ul style="list-style-type: none"> • Dividir o objeto em partes independentes • Selecionar o objeto (inclusive para facilitar a desmontagem) • Aumentar o grau segmentação do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Móveis modulares; mangueiras de jardim; • Engates rápidos; rifles modulares; • Persianas; metal de adição em ó para soldagem.
2	Remoção ou extração	<ul style="list-style-type: none"> • Remover ou separar a parte ou prioridade indesejada ou desnecessária do objeto • Extrair apenas a parte desejada ou necessária do objeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar um compressor (ruidoso) fora do ambiente onde o ar comprimido será usado; • Iluminação interna de refrigeradores com fibras óticas.
3	Qualidade localizada	<ul style="list-style-type: none"> • Mudar a estrutura de um objeto ou o ambiente de homogêneo; • Atribuir diferentes funções para cada parte de um objeto na melhor condição para sua operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Jatos concêntricos com gotas de diferentes tamanhos para remover pó de um ambiente; • Bandeja com compartimentos adequados para a entrada, prato principal, guarnição, bebida e sobremesa; • Lápis com borracha
4	Assimetria	Tornar o objeto assimétrico	<ul style="list-style-type: none"> • Pneus mais resistentes no Lado externo; • O´rings de seção assimétrica
5	União ou mistura	<ul style="list-style-type: none"> • Unir os objetos idênticos ou similares para executar operações em paralelo • Executar operações em paralelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Microcomputadores em rede; • <i>Catamarã</i> • Cortador- picotador de grama
6	Universalização	<ul style="list-style-type: none"> • Atribuir múltiplas funções a um objeto eliminando a necessidade de outro(s) objetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Escova de dentes com compartimentos para pasta; • Sofá cama
7	Alinhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar um objeto dentro de outro e este dentro de outro • Passar um objeto por uma cavidade em outro 	<ul style="list-style-type: none"> • Antena telescopia; • Cadeiras empilháveis; • Mecanismo de retração do cinto de segurança.
8	Contrapeso	<ul style="list-style-type: none"> • Compensar o peso do objeto pela união com 	<ul style="list-style-type: none"> • Barcos ou hidro fólios; • Asas de aeroplanos;

		<p>objetos que produzem sustentação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compensar o peso do objeto pela interação com o ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de balões para transporte de cargas em terrenos acidentados.
9	Compensação prévia	<ul style="list-style-type: none"> • Compensar uma ação previamente • Anti-tencionar o objeto que será tensionado 	<ul style="list-style-type: none"> • Concreto protendido; • Pré-tensionamento de discos de corte; • Uso de proteções.
10	Ação prévia	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar uma ação previamente (completa ou parcialmente) • Arranjar previamente objetos de forma que eles atuem da forma mais conveniente e/ou rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Toalhas de papel; lâminas de estiletas; • Mecanismos de busca na www; • Adesivo em fita.
11	Proteção prévia	<ul style="list-style-type: none"> • Compensar a baixa confiabilidade do objeto com precauções 	<ul style="list-style-type: none"> • Paraquedas de reserva; • Colocação de placas magnéticas em mercadorias de uma loja.
12	Equiponten- cialidade	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar as condições de trabalho para evitar levantamento e/ou abaixamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Contentores de peças pretensionados em linhas de montagem; • Comportas num canal fluvial.
13	Inversão	<ul style="list-style-type: none"> • Inverter a ação utilizada normalmente para solucionar o problema • Fixar partes móveis e tomar móveis partes fixas • Virar objeto “de cabeça para baixo” 	<ul style="list-style-type: none"> • Na montagem por interferência, resfriar o eixo em vez de aquecer o cubo; • Girar a ferramenta fixar a peça; • Inverter a posição do motor na montagem, para facilitar o aparafusamento.
14	Recurvação	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir formas retilíneas por formas curvas • Usar rolamentos, esferas ou espiras • Substituir movimentos lineares por rotativos utilizar a força 	<ul style="list-style-type: none"> • Arcos e domos, na arquitetura; • Mouse comum para microcomputador; • Substituição de peneiras ou filtros estáticos por elementos rotativos.
15	Dinamização	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer com que características de um objeto, ambiente ou processo possam ser otimizadas durante a operação • Dividir um objeto em partes com movimento relativo • Tornar um objeto móvel ou adaptável 	<ul style="list-style-type: none"> • Espelhos, bancos e volante ajustáveis; • Endoscópios e instrumental para cirurgias minimamente invasivas; • Suspensão independente nas quatro rodas.
16	Ação parcial ou excessiva	<ul style="list-style-type: none"> • Executar um pouco menos ou um pouco mais, quando é difícil conseguir 100% de um determinado efeito 	<p>8 pintura de peças cilíndricas por imersão na tinta e posterior rotação para remoção do excesso;</p>

			Algoritmos para codificação de imagens, com JPEG, GIF, TIFF, etc.
17	Mudanças para uma nova dimensão	<ul style="list-style-type: none"> • Mudar de linear para planar, de plana para tridimensional para n-dimensional • Utilizar arranjos em prateleiras o camadas • Inclinar ou virar o objeto para o lado • Utilizar outro lado do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema <i>MVD</i> para armazenagem de dados; • Caminhão com betoneira; • Placas de circuito impresso com componentes dos dois lados; • Fita cassete na forma de fita de Moebius.
18	Vibração	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir a oscilação ou vibração de um objeto • Aumentar a frequência de vibração do objeto • Utilizar a frequência de ressonância do objeto • Substituir vibradores mecânicos por piezoelétricos • Combinar oscilações ultrassônicas e eletromagnéticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Bateria vibratória de celular; • Ferramenta de corte ultrassônicas; • Quebra de cálculos renais por ultrassom; • Relógios com osciladores de quartzo; • Mistura de liga num forno de indução.
19	Ação periódica	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ações contínuas por ação periódicas • Utilizar as pausas entre os pulsos para executar ações similares ou diferentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Parafusadeira de impacto; • Lâmpadas, sons ou textos pulsados; • Variação da amplitude e frequência de pulsação de lâmpadas, sons ou textos pulsados; • Transmissões telefônicas
20	Continuidade da ação útil	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer com que todas as partes de um objeto trabalhem a plena carga, todo o tempo • Eliminar tempos mortos e pausas durante o uso do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Veículo com sistema de armazenagem de energia de frenagem; • Impressão no curso de avanço e de retorno em impressoras jato de tinta e matriciais;
21	Aceleração	<ul style="list-style-type: none"> • Executar um processar determinadas etapas que processem alta velocidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Brocas odontológica de alta velocidade, para evitar aquecimento dos dentes; • Laser para remover manchas epiteliais; • Corte rápido de plástico (não há tempo suficientes para deformações).
22	Transformação de prejuízo em lucro	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar fatores indesejados do objeto ou ambiente para obter resultado úteis • Remover o fator indesejado pela combinação com outro fator indesejado • Ampliar o fator indesejado até que ele deixe de ser indesejado 	<ul style="list-style-type: none"> • Radioterapia; • Aproveitamento de calor ou resíduos de um processo; • Combate de fogo com fogo controlado; • Supercongelamento de materiais, para restaurar a capacidade de fluxo

			perdida com simples congelamento.
23	Realimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir realimentação para melhorar uma ação ou processo intermediário • Modificar a magnitude ou influência da realimentação 	<ul style="list-style-type: none"> • Bóia na caixa d'água; • Sistemas de freios ABS; • Mudança de sensibilidade do piloto automático de um avião próximo do aeroporto.
24	Mediação	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar um objeto ou processo intermediário • Misturar um objeto (que possa ser facilmente removido) com outro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtros de conversão utilizada em processadores de texto, planilhas e outros; • Transporte de materiais abrasivos em suspensões líquidas
25	Auto-serviço	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer com que um objeto "ajuda-se" pela execução de funções suplentes e/ou de reparo • Utilizar energia ou material perdidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Lâmpadas halógenas, nas quais ocorre a regeneração do filamento; • Equipamentos que, periodicamente ou ao ser ligados executam auto-verificações; • Turbocompressor.
26	Cópia	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir objetos de fácil obtenção, frágeis e/ou caros por cópias simples e baratas • Substituir um objeto ou processo por cópias óticas • Utilizar cópias infravermelhas ou ultravioletas do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Função "visualizar impressão" em vários programas de computador; • Modelagem e simulação computacional; • Uso do som de latidos como alarme contra roubo em casas; • Medição de um objeto pela medição da fotografia; • Alarmes com sensores infravermelhos
27	Uso de objetos descartáveis	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o objeto caro por vários objetos baratos 	<ul style="list-style-type: none"> • Copos, pratos e talheres descartáveis numa festa infantil; • Câmaras fotográficas descartáveis.
28	Substituição de meios mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir um sistema mecânico por um sistema ótico, acústico, tátil ou olfativo • Utilizar campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos para interagir com o objeto • Mudar campos de estáticos para móveis, de não estruturados para estruturados, de fixos para móveis • Utilizar campos em conjunto com partículas ativadas pelos campos. 	<ul style="list-style-type: none"> • "Cercas" auditivas ou olfativas para animais; • Adição de mercaptanas a uma broca para escavação, para identificar o desgaste pelo cheiro; • Transição de sistemas de comunicação • Transição de sistemas de comunicação unidirecionais para multidirecionais; • Simulação de diferentes condições do solo pela adição ao mesmo de

			partículas magnéticas e controle com campo magnético
29	Uso de pneumática e hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir partes sólidas de um objeto por gases ou líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos ou solas de sapato preenchidas com gel; • Embalagens em espumas ou bolhas de plástico
30	Uso de filmes e cascas	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar filmes flexíveis ou cascas no lugar de estruturas tridimensionais • Isolar o objeto do ambiente externo utilizando filmes flexíveis ou cascas 	<ul style="list-style-type: none"> • Coberturas infláveis para quadras de tênis; • Cobertura das superfícies aerodinâmicas de um aeromodelo; • Filmes para isolamento térmico ou visual.
31	Uso de materiais porosos	<ul style="list-style-type: none"> • Tornar o objeto poroso ou adicionar elementos porosos • Introduzir substâncias ou funções úteis nos poros do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Armazenagem de tinta em elementos porosos nos cartuchos de impressoras jato de tinta; • Mancais obtidos por sinterização e impregnados com óleo.
32	Mudança de cor	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar a cor do objeto ou do ambiente • Mudar a transparência do objeto ou o ambiente • Usar aditivos coloridos para observar objetos ou processos de difícil visualização • Usar aditivos luminescentes para observar objetos ou processos de difícil visualização 	<ul style="list-style-type: none"> • Vidros verdes para automóveis; • Curativos transparentes; • Uso de contrastes em procedimentos de diagnóstico médico; • Exame com partículas magnéticas fluorescentes.
33	Homogeneização	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer objetos que interagem do mesmo material ou de material com propriedades idênticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório feito com o mesmo material o seu conteúdo, para evitar reações químicas; • Colheres e espátulas de plásticos revestidas com PTFE.
34	Descarte e regeneração	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar ou modificar partes de um objeto que já tenham cumprido parte de suas funções • Regenerar partes consumíveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Envoltório de drágea contendo medicamentos; • Fundição pelo processo de cera perdida; • Ejeção do cartucho após o tiro
35	Mudança de estado físico	<ul style="list-style-type: none"> • Mudar o estado de agregação, a concentração ou consistência, o grau de flexibilidade ou a temperatura de um objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Liquefação de gases para transporte; • Congelamento de amoras com nitrogênio líquido, para permitir a manipulação sem danificação.
36	Mudança de fase	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar fenômenos relacionados a mudanças de fase (liberação ou 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas de calor; • Armazenagem de ácidos fortes no estado sólido

		absorção de calor, mudança de volume. etc.)	(congelados), quando estes perdem o poder corrosivo.
37	Expansão térmica	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais que expandam ou contraem o calor • Associar materiais com diferentes coeficientes de expansão térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Montagem de elementos de máquinas com interferência • Termostatos
38	Uso de oxidantes	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o ar comum por ar enriquecido com oxigênio • Substituir o ar enriquecido com oxigênio por oxigênio • Usar ar ionizado ou oxigênio ionizado • Substituir ar ionizado ou oxigênio por ozônio 	<ul style="list-style-type: none"> • Maçarico para solda oxiacetilênica; • Tanques para mergulho com Nitrox; • Tratamento de ferimentos em ambiente com oxigênio pressurizado; • Aceleração de reações químicas pela utilização de ozônio.
39	Uso de atmosferas	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir o ambiente normal por um ambiente inerte • Adicionar partes neutras ou aditivos neutros um objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Lâmpadas com argônio; • Extintores de espuma • Tratamento de materiais inflamáveis (algodão, por exemplo) com gases inertes.
40	Uso de materiais compostos	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir sistemas homogêneos por materiais compostos 	<ul style="list-style-type: none"> • Quadros de bicicletas de alto desempenho; • Varas para pesca esportiva ou salto em distância

ANEXO C - MATRIZ DE CONTRADIÇÕES.

Na matriz de contradições, desenvolvida por Altshuller (1969), é possível identificar princípios inventivos para a solução de problemas onde existem contradições técnicas. Nas linhas constam os parâmetros de engenharia a ser melhorados. Nas colunas figuram os parâmetros que tendem a piorar com a melhoria dos parâmetros a serem melhorados (DE CARVALHO e BACK, 2001).

		Parâmetros de Engenharia a serem piorados								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso do objeto em movimento			15, 8, 29, 34		29,17,3 8,34		29, 2, 40, 28	
	2	Peso do objeto parado	88, 88, 88, 88			10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 8, 29, 34				15, 17, 4		7, 17, 4, 35	
	4	Comprimento do objeto parado	-	35, 28 40, 29				17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14
	5	Área do objeto em movimento	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4				7, 14, 17, 4	
	6	Área do objeto parado	-	30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39				35, 8, 2, 14
	7	Volume do objeto em movimento	2, 26, 29, 40		1, 7, 35, 4		1, 7, 4, 17			
	8	Volume do objeto parado		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14				
	9	Velocidade	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 34	
	10	Força	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 1	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37
	11	Tensão ou pressão	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 34
	12	Forma	21, 35, 2, 39	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, n4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10		14, 4, 15,22	7, 2, 35
	13	Estabilidade da composição	1, 8, 40, 15	26, 39, 1, 40	13, 14, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19 39	34, 28, 35, 40
	14	Resistência	19, 5, 34, 31	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 38	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15
	15	Duração da ação do objeto em movimento	-		2, 19, 9		3, 17, 19		10, 2, 19, 30	
	16	Duração da ação do objeto parado	36, 22, 6, 38	6, 27, 19, 16		1, 40, 35				35, 34, 38
	17	Temperatura	19, 5, 34, 31	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4

18	Brilho	-	2, 35, 32	19, 32, 16		19, 32, 26		2, 13, 10	
19	Energia Gasta pelo objeto em movimento	36, 22, 6, 38	19, 1, 32	12, 28		15, 19, 25		35, 13, 18	
20	Energia gasta pelo objeto parado	19, 1, 32	12, 18, 28, 31						
21	Potência	12, 18, 38, 31		1, 10, 35, 37		19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 35
22	Perda de Energia	15, 6, 19, 28	8, 36, 38, 31	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7
23	Perda de substância	35, 6, 23, 40	19, 6, 18, 9	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31
24	Perda de informação	10, 24, 35	35, 6, 22, 32	1, 26	26	30, 26	30, 16		2, 22
25	Perda de tempo	10, 20, 37, 35	10, 35, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18
26	Quantidade de substância	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18		15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	
27	Confiabilidade	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24
28	Precisão de medição	32, 25, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	
29	Precisão de fabricação	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35
30	Fatores externos atuando no objeto	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27
31	Fatores causados pelo objeto	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22		17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4
32	Manufaturabilidade	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1, 40	35
33	Conveniência de uso	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12		1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 31, 39
34	Mantabilidade	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 32, 13	16, 25	25, 2, 35, 11	1
35	Adaptabilidade	2, 27, 35, 11	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	
36	Complexidade do objeto	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16
37	Complexidade do controle	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31
38	Nível de automação	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13		36, 13, 16	
39	Capacidade ou produtividade	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	5, 37, 10, 2

		Parâmetros de Engenharia a serem piorados								
		9	10	11	12	13	14	15	16	
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso do objeto em movimento	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	
	2	Peso do objeto parado		8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27		2, 27, 19, 6
	3	Comprimento do objeto em movimento	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	
	4	Comprimento do objeto parado		28, 1	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26		1, 40, 35
	5	Área do objeto em movimento	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	
	6	Área do objeto parado		1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37		2, 38	40		2, 10, 19, 30
	7	Volume do objeto em movimento	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	
	8	Volume do objeto parado		2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15		35, 34, 38
	9	Velocidade		13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	
	10	Força	13, 28, 15, 12		18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	
	11	Tensão ou pressão	6, 35, 36	36, 35, 21		35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	
	12	Forma	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14		33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	
	13	Estabilidade da composição	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4		17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23
	14	Resistência	8, 13, 26	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35		27, 3, 26	
	15	Duração da ação do objeto em movimento	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10		
	16	Duração da ação do objeto parado					39, 3, 35, 23			
	17	Temperatura	2, 28, 36, 30	16, 26, 21, 2	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40
	18	Brilho	10, 13, 19	36, 27		32, 30	32, 3, 27	35, 19	2, 19, 6	
	19	Energia Gasta pelo objeto em movimento	8, 15, 35	26, 2, 36, 35	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	

20	Energia gasta pelo objeto parado		36, 38			27, 4, 29, 18	35		
21	Potência	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14,2, 40	335, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16
22	Perda de Energia	16, 35, 38	36, 38			14, 2, 39, 6	26		
23	Perda de substância	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38
24	Perda de informação	26, 32						10	10
25	Perda de tempo		10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16
26	Quantidade de substância	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31
27	Confiabilidade	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11		11, 28	2, 35, 10, 40	34, 27, 6, 40
28	Precisão de medição	28, 12, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24
29	Precisão de fabricação	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	
30	Fatores externos atuando no objeto	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 40, 33
31	Fatores causados pelo objeto	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22
32	Manufaturabilidade	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16
33	Conveniência de uso	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25
34	Mantenabilidade	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	1, 11, 2, 9	11, 29, 28, 27	1
35	Adaptabilidade	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16
36	Complexidade do objeto	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	
37	Complexidade do controle	3, 4, 16, 25	36, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 25, 39	25, 34, 6, 35
38	Nível de automação	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	
39	Capacidade ou produtividade		28, 15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	20, 10, 16, 38

		Parâmetros de Engenharia a serem piorados								
		17	18	19	20	21	22	23	24	
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso do objeto em movimento	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31		12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35
	2	Peso do objeto parado	28, 19, 32, 22	35, 19, 32		18, 19, 28, 1	16, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35
	3	Comprimento do objeto em movimento	10, 15, 19	3	8, 35, 24		1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24
	4	Comprimento do objeto parado	3, 35, 38, 18	3, 25			12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26
	5	Área do objeto em movimento	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32		19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26
	6	Área do objeto parado	35, 39, 38				17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16
	7	Volume do objeto em movimento	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35		35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22
	8	Volume do objeto parado	35, 6, 4				30, 6		10, 39, 35, 34	
	9	Velocidade	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38		19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26
	10	Força	35, 10, 21		19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	
	11	Tensão ou pressão	35, 39, 19, 2		14, 24, 10, 37		10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 37	
	12	Forma	35, 1, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14		4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	
	13	Estabilidade da composição	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	
	14	Resistência	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	
	15	Duração da ação do objeto em movimento	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18		19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10
	16	Duração da ação do objeto parado	19, 18, 36, 40				16		27, 16, 18, 38	10
	17	Temperatura		32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17		2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	
	18	Brilho	32, 35, 19		32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6
	19	Energia Gasta pelo objeto em movimento	19, 24, 3, 14	2, 15, 19			6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	
	20	Energia gasta pelo objeto parado		19, 2, 35, 32					28, 27, 18, 31	
	21	Potência	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37			10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19

22	Perda de Energia	19, 38, 7	1, 13, 32, 15			3, 38		35, 27, 2, 37	19, 10
23	Perda de substância	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31		
24	Perda de informação		19			10, 19	19, 10		
25	Perda de tempo	35, 29, 21, 18	1, 19, 21, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32
26	Quantidade de substância	3, 17, 39		34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35
27	Confiabilidade	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28
28	Precisão de medição	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32		3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	
29	Precisão de fabricação	19, 26	3, 32	32, 2		32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	
30	Fatores externos atuando no objeto	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2
31	Fatores causados pelo objeto	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 22, 2	10, 1, 34	10, 21, 29
32	Manufaturabilidade	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1,4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16
33	Conveniência de uso	26327, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24		35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22
34	Mantenabilidade	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16		15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	
35	Adaptabilidade	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13		19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	
36	Complexidade do objeto	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28		20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	
37	Complexidade do controle	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10,24	35, 33, 27, 22
38	Nível de automação	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13		28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33
39	Capacidade ou produtividade	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 30, 35, 23	13, 15, 23

		Parâmetros de Engenharia a serem piorados								
		25	26	27	28	29	30	31	32	
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso do objeto em movimento	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36
	2	Peso do objeto parado	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17
	4	Comprimento do objeto parado	30, 29, 14		15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18		15, 17, 27
	5	Área do objeto em movimento	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24
	6	Área do objeto parado	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16
	7	Volume do objeto em movimento	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40
	8	Volume do objeto parado	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16		35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35
	9	Velocidade		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 32, 21	35, 13, 8, 1
	10	Força	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1
	11	Tensão ou pressão	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16
	12	Forma	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 11, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28
	13	Estabilidade da composição	35, 27	15, 32, 35		13	18	35, 23, 18, 30	35, 40, 27, 39	35, 19
	14	Resistência	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32
	15	Duração da ação do objeto em movimento	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4
	16	Duração da ação do objeto parado	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24		17, 1, 40, 33	22	35, 10
	17	Temperatura	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27
	18	Brilho	19, 1, 26, 17	1, 19		11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26
	19	Energia Gasta pelo objeto em movimento	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32		1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30
	20	Energia gasta pelo objeto parado		3, 35, 31	10, 36, 23			10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4
	21	Potência	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	9, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34
	22	Perda de Energia	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32		21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	
	23	Perda de substância	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 10	10, 1, 34, 29	15, 34, 33

24	Perda de informação	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23			22, 10, 1	10, 21, 22	32
25	Perda de tempo		35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4
26	Quantidade de substância	35, 38, 18316		10, 3, 28, 40	3, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27
27	Confiabilidade	10, 30, 4	21, 28, 40, 3		32, 3, 11, 25	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	
28	Precisão de medição	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23			28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18
29	Precisão de fabricação	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1			26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	
30	Fatores externos atuando no objeto	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18			24, 35, 2
31	Fatores causados pelo objeto	1, 22	3, 24, 39, 31	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26			
32	Manufaturabilidade	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24		1, 35, 12, 18		24, 2		
33	Conveniência de uso	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39		2, 5, 12
34	Mantenabilidade	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 102, 16		1, 35, 11, 10
35	Adaptabilidade	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10		35, 11, 32, 31		1, 13, 31
36	Complexidade do objeto	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13
37	Complexidade do controle	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28		22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29
38	Nível de automação	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13
39	Capacidade ou produtividade		35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	32, 1, 18, 10	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24

		Parâmetros de Engenharia a serem piorados							
		33	34	35	36	37	38	39	
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso do objeto em movimento	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
	2	Peso do objeto parado	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29
	4	Comprimento do objeto parado	2, 25	3	1, 35	1, 26	26		30, 14, 7, 26
	5	Área do objeto em movimento	15, 17, 1316	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2
	6	Área do objeto parado	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
	7	Volume do objeto em movimento	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34
	8	Volume do objeto parado		1		1, 31	2, 17, 26		35, 37, 10, 2
	9	Velocidade	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	
	10	Força	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
	11	Tensão ou pressão	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37
	12	Forma	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10
	13	Estabilidade da composição	32 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3
	14	Resistência	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14
	15	Duração da ação do objeto em movimento	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19
	16	Duração da ação do objeto parado	1	1	2		25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38
	17	Temperatura	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	23, 2, 19, 16	15, 28, 35
	18	Brilho	28, 26, 29	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16
	19	Energia Gasta pelo objeto em movimento	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35
	20	Energia gasta pelo objeto parado					19, 35, 16, 25		1, 6
	21	Potência	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34
	22	Perda de Energia	35, 32, 1	2, 19		7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35
	23	Perda de substância	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23

24	Perda de informação	27, 22				35, 33	35	13, 23, 15
25	Perda de tempo	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	
26	Quantidade de substância	35, 29, 10, 25	2, 32, 11, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27
27	Confiabilidade	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38
28	Precisão de medição	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 38
29	Precisão de fabricação	1, 32, 35, 23	25, 10		26, 2, 18		26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39
30	Fatores externos atuando no objeto	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24
31	Fatores causados pelo objeto				19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39
32	Manufaturabilidade	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28
33	Conveniência de uso		12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 25, 12, 17		1, 34, 12, 3	15, 1, 28
34	Mantenabilidade	1, 12, 26, 15		7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11		34, 35, 7, 13	1, 32, 10
35	Adaptabilidade	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4		15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37
36	Complexidade do objeto	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37		15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28
37	Complexidade do controle	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28		34, 21	35, 18
38	Nível de automação	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25		5, 12, 35, 26
39	Capacidade ou produtividade	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	