

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA**

**CÁSSIO HAAS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO PARA O PROJETO DE MÁQUINAS  
ESPECIAIS**

**CAXIAS DO SUL**

**2020**

**CÁSSIO HAAS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO PARA O PROJETO DE MÁQUINAS  
ESPECIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica na Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Alexandre Luciano.

**CAXIAS DO SUL**

**2020**

**CÁSSIO HAAS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO PARA O PROJETO DE MÁQUINAS  
ESPECIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica na Universidade de Caxias do Sul.

**Aprovado em 08/12/2020.**

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Marcos Alexandre Luciano  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Carlos Alberto Costa  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Me. Sérgio da Silva Kucera  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho aos meus filhos Manuela e Guilherme, que foram fonte de força e inspiração para completar esta jornada, assim como a minha esposa Daniela, que sempre me apoiou e me incentivou durante a minha formação acadêmica.

Aos meus pais Rui e Marinez, e às minhas irmãs Karin e Eduarda, que ao longo de suas vidas dedicaram-se a me fazer uma pessoa melhor.

Ao Grupo Brinox, que possibilitou a realização deste trabalho em suas dependências. Também, aos meus colegas e amigos, integrantes do setor de melhoria contínua, Cleyton e Juliano, por me ajudarem durante a execução do projeto ao longo de 2020.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos, por todas as discussões e sugestões que colaboraram para o desenvolvimento e aprimoramento deste projeto desafiador.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos transmitidos durante a minha formação acadêmica.

A Deus por ter me proporcionado a saúde necessária para alcançar o objetivo traçado ao longo deste ano.

## RESUMO

O desenvolvimento de máquinas especiais para o setor industrial exige mão de obra técnica especializada, principalmente no que diz respeito à automação. O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo de procedimento para a fabricação de máquinas especiais, por meio de ferramentas e *checklists* que auxiliam na organização de um projeto. Para o desenvolvimento das ferramentas foram utilizados como referencial teórico os conceitos de processo de desenvolvimento de produto (PDP), auxiliando na elaboração das fases do projeto. O modelo criado conta com 5 fases: gerenciamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Conta também, com *checklists* para auxiliar em diversas fases. Com a finalidade de avaliar o modelo, uma implementação em um projeto de máquina de inserir cabos plásticos em lâminas de aço inoxidável foi elaborada pelo setor de melhoria contínua dentro da empresa Grupo Brinox. A título de comparação, o novo procedimento foi confrontado com as práticas exercidas antes da criação do modelo, que demonstraram melhora na organização e condução do projeto.

**Palavras-chaves:** Processo de Desenvolvimento de Produto, Melhoria contínua, Projeto, *Checklist*, Máquinas especiais.

## **ABSTRACT**

The development of special machines for industrial sector requires specialized labor mainly about automation. The main goal of this paper was to develop a model procedure for the construction of special machines through tools and checklists, which help in a project organization. For the tools' development had been used as a theoretical framework the Product Development Process (PDP) concepts, helping in the elaboration of the project stage. The model have 5 steps: design management, informational design, conceptual design, preliminary design and detailed design. It also has checklists to assist in other steps. With the aim of evaluate the model, an implementation of a project in a machine for inserting plastic handles into stainless steel sheets had been elaborated in the constant improvement sector at Grupo Brinox industry. Comparing the results, the new procedure had been checked with practical applied before the model's creation, and it showed that the organization and the project conduction got better.

**Key-words:** product development process; constant improvement; project; checklist, special machines.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo Engenharia Simultânea x Engenharia Sequencial .....	16
Figura 2: Modelo de processo de desenvolvimento integrado de produtos .....	19
Figura 3: Fluxograma de organização matricial equilibrada .....	22
Figura 4: Fluxograma da fase de projeto informacional.....	24
Figura 5: Fluxograma da fase de projeto conceitual .....	26
Figura 6: Fluxograma da fase de projeto preliminar .....	27
Figura 7: Fluxograma da fase de projeto detalhado .....	28
Figura 8: Gravação a laser .....	31
Figura 9: Alimentador cartesiano para prensa excêntrica .....	32
Figura 10: Perfilatriz para alumínio revestido .....	33
Figura 11: Inseridora de cabos plásticos .....	34
Figura 12: Fluxograma das etapas do trabalho .....	35
Figura 13: Fases do projeto .....	36
Figura 14: Fase de gerenciamento do projeto.....	37
Figura 15: Cronograma das fases do projeto .....	38
Figura 16: <i>Checklist</i> da fase de gerenciamento do projeto .....	39
Figura 17: Fase do Projeto Informacional .....	40
Figura 18: <i>Checklist</i> de projeto informacional .....	40
Figura 19: Fase de Projeto Conceitual.....	42
Figura 20: Fase do projeto preliminar .....	44
Figura 21: <i>Checklist</i> resumido da fase do projeto preliminar.....	45
Figura 22: Fase de projeto detalhado.....	47
Figura 23: <i>Checklist</i> da fase de projeto detalhado .....	49
Figura 24: Imagem atual da máquina de inserir cabos (vista do operador).....	50
Figura 25: Talheres antes e após inserção .....	51
Figura 26: <i>Checklist</i> da fase de gerenciamento de projeto preenchido .....	52
Figura 27: Cronograma das fases do projeto preenchido .....	53
Figura 28: <i>Checklist</i> do projeto informacional preenchido .....	54
Figura 29: vista explodida dos conjuntos da máquina.....	56
Figura 30: Magazine de montagem dos cabos. ....	57
Figura 31: Calha de posicionamento dos cabos.....	57
Figura 32: Transferidor de lâminas .....	58

Figura 33: Magazine de montagem da lâmina .....	58
Figura 34: Calha abastecedora de lâminas .....	59
Figura 35: <i>Checklist</i> da fase de projeto conceitual preenchido .....	60
Figura 36: <i>Checklist</i> da fase de projeto detalhado preenchido. ....	63

## **LISTA DE QUADRO**

Quadro 1: Comparativo das fases com e sem o modelo proposto.....	65
--	----

## LISTA DE SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Projeto Auxiliado por Computador
CAE	<i>Computer Aided Engineer</i> – Engenharia Auxiliada por Computador
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> – Manufatura Auxiliada por Computador
CLP	Controlador Lógico Programável
DFX	<i>Design for Excellence</i> – Projeto para Excelência
ETO	<i>Engineering to Order</i> – Engenharia Sob Encomenda
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> – Análise de Modos de Falhas e Efeitos
IHM	Interface Homem-Máquina
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> – Tempo Médio entre Falhas
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i> – Tempo Médio para Reparo
NR	Norma Regulamentadora
PCP	Plano de Controle de Produção
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PR	Prototipagem Rápida
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> – Desdobramento da Função de Qualidade
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVO GERAL.....	15
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1	ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....	16
2.2	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP).....	18
<b>2.2.1</b>	<b>Gerenciamento de projeto.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Projeto informacional .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Projeto conceitual .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Projeto preliminar .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Projeto detalhado.....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>SITUAÇÃO ATUAL E ETAPAS DO TRABALHO.....</b>	<b>30</b>
3.1	SITUAÇÃO ATUAL.....	30
3.2	ETAPAS DO TRABALHO.....	34
<b>4</b>	<b>MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PROJETO DE MÁQUINAS ESPECIAIS.....</b>	<b>36</b>
4.1	GERENCIAMENTO DO PROJETO .....	36
<b>4.1.1</b>	<b>Recebimento da demanda .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Análise de estruturação das etapas do projeto .....</b>	<b>38</b>
4.2	PROJETO INFORMACIONAL.....	39
<b>4.2.1</b>	<b>Coletar informações do produto/processo.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Reunião de análise .....</b>	<b>41</b>

4.3	PROJETO CONCEITUAL.....	42
4.3.1	Elaboração da proposta de estrutura funcional .....	42
4.3.2	Estudo de custos e prazos.....	43
4.3.3	Reunião de validação.....	43
4.4	PROJETO PRELIMINAR.....	44
4.4.1	Modelamento do projeto .....	44
4.4.2	Estudo de fabricação .....	45
4.4.3	Análise de custos .....	45
4.4.4	Reunião de Aprovação .....	46
4.5	PROJETO DETALHADO.....	47
4.5.1	Detalhamento do projeto .....	48
4.5.2	Elaboração dos diagramas.....	48
4.5.3	Criação do manual de instruções .....	48
4.5.4	Reunião de revisão.....	48
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE MÁQUINA PARA INSERIR CABOS PLÁSTICOS EM LÂMINAS DE AÇO INOXIDÁVEL .....</b>	<b>50</b>
5.1	ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO.....	51
5.1.1	Análise de dados do estudo de caso na fase de gerenciamento do projeto .....	51
5.1.2	Análise de dados do estudo de caso na fase de projeto informacional .....	53
5.1.3	Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto conceitual .....	55
5.1.4	Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto preliminar .....	56
5.1.5	Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto detalhado .....	63
5.2	COMPARATIVO COM E SEM O MODELO .....	65
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>

**REFERÊNCIAS ..... 68**

**APÊNDICE A – *CHECKLIST* DA FASE DO PROJETO PRELIMINAR..... 71**

## 1 INTRODUÇÃO

Não é de hoje que ser competitivo e inovador faz parte do cotidiano das empresas. E isso não é diferente nas indústrias produtoras de utilidades domésticas, que sofrem, frequentemente, com a concorrência de outros fabricantes, além da vinda de produtos oriundos de outros países – China, por exemplo. Por isso, design inovador, qualidade e preço de acordo com a necessidade do cliente são fatores fundamentais para a sobrevivência de qualquer empresa.

Para Couto et. al (2016), a globalização comercial implicou consideravelmente na forma de competir entre as organizações. A necessidade constante de apresentar produtos novos, melhorados ou inéditos para os consumidores demonstra o grau de competitividade na atuação das empresas pela sua sobrevivência. Por isso, melhorar a produtividade, a eficiência e a qualidade dos produtos, a fim de satisfazer o cliente final, bem como a segurança e a ergonomia dos colaboradores, respeitando o meio ambiente, são aspectos desejados no setor industrial. Ainda mais em indústrias que têm em seu portfólio uma gama considerável de produtos e processos.

Bens de consumo, como utilidades domésticas, são itens que podem levar facilidade à vida das pessoas, mas não são considerados de primeira necessidade. Por isso, quaisquer que sejam os ganhos obtidos por meio da redução de custo e de preço são importantes para poder ampliar o mercado.

Outro fator determinante para a indústria é a incorporação de novas tecnologias em equipamentos mais antigos. Há redução de custos ao adaptar novos projetos em sistemas que não dispõem de grandes automações, como o caso de uma prensa, por exemplo que, se for abastecida de forma manual e individual, tem um ciclo produtivo que depende exclusivamente de quem a estiver operando. Porém, se nesta prensa for adaptado algum dispositivo de alimentação automático, os ganhos produtivos podem ser consideráveis.

Outro ponto possível de intervenção são os equipamentos importados que, muitas vezes, são dedicados a um produto e sem assistência técnica nacional. Eles podem ser adequados utilizando itens de linha nacional ou mesmo componentes de fácil aquisição no mercado interno, o que ocasiona melhora no MTTR (*Mean Time to Repair* – Tempo Médio para Reparo), gerando economia na hora da manutenção e menos tempo de máquina parada.

Portanto, quanto mais ágil e correta forem as adaptações ou criações dentro de uma unidade fabril, melhores serão os resultados. Buscando essa competência, foi o que fez o Grupo Brinox, empresa na qual foi realizado este trabalho de conclusão de curso (TCC), com a criação

de um setor de melhoria contínua, visando aperfeiçoar aspectos produtivos e ambientais com melhor eficiência e dinamismo.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Grupo Brinox é uma empresa que tem como ramo de atividade a fabricação e comercialização de utilidades domésticas em aço inox (talheres, cubas, bandejas, etc.), plástico (organizadores, vasilhames, jarras, etc.) e alumínio (painéis, fervedores, frigideiras, etc.). O setor de melhoria contínua atua desde a concepção até a execução do projeto para equipamentos e máquinas que normalmente não são comercializadas em linha, doravante denominadas de máquinas especiais.

Ganhos em produtividade, qualidade e segurança são possíveis por meio de melhorias no processo e nos equipamentos. Como exemplo, uma prensa mecânica composta por um sistema de alimentação importado, que no ano de 2019 produziu em torno de 14 mil unidades de talheres, de diferentes modelos (facas, garfos, colheres, etc.) por dia, nos três turnos de operação. A partir da substituição do sistema original por um novo modelo desenvolvido internamente pelo setor de melhoria contínua, obteve-se, já no primeiro mês, um aumento de 25% na produtividade com o mesmo regime de trabalho, segundo dados da empresa.

O setor de melhoria conta com 3 funcionários de diferentes áreas técnicas (projeto, mecânica e elétrica) recebendo as demandas vindas dos setores produtivos, analisando custos e sistemas e, quando dentro do custo esperado pelo cliente/setor, segue com o refinamento do projeto e sua execução. Porém, um fator importante e que limita o seu campo de atuação é a organização do projeto, que não conta com estrutura para a criação e o controle do projeto do produto, neste caso máquinas especiais.

De acordo com Back et. al (2008, p. 16),

a aplicação de metodologias ou procedimentos de desenvolvimento integrado do produto ou de engenharia simultânea têm apresentado consideráveis vantagens nos seguintes aspectos: redução de tempo de desenvolvimento do produto, redução de modificações do projeto e aumento da qualidade sob diversos aspectos.

A partir disso, faz-se necessário, então, que haja controle, agilidade e confiabilidade na condução de um novo projeto, por isso é importante que todas as informações sejam seguras e claras, desde o seu início até a execução. Pensando nisso é que se entende necessária a criação de um processo de desenvolvimento de produto (PDP) no setor de melhoria contínua. Aliado a isso, o TCC oportuniza a sua criação de forma metódica e consistente.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um procedimento para o projeto de máquinas especiais, com o intuito implantá-lo no setor de melhoria contínua do Grupo Brinox.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Conhecer os modelos de desenvolvimento de produtos existentes;
- b) Identificar o(s) mais adequado(s) ao setor de máquinas especiais;
- c) Implementar e avaliar o modelo proposto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a criação de novas tecnologias e produtos cada vez mais complexos, o tempo para o lançamento de um produto novo no mercado reduziu consideravelmente. Com isso, as indústrias iniciaram pesquisas no intuito de diminuir o tempo de desenvolvimento. A seguir, apresentamos os estudos realizados que servem como base para a presente pesquisa.

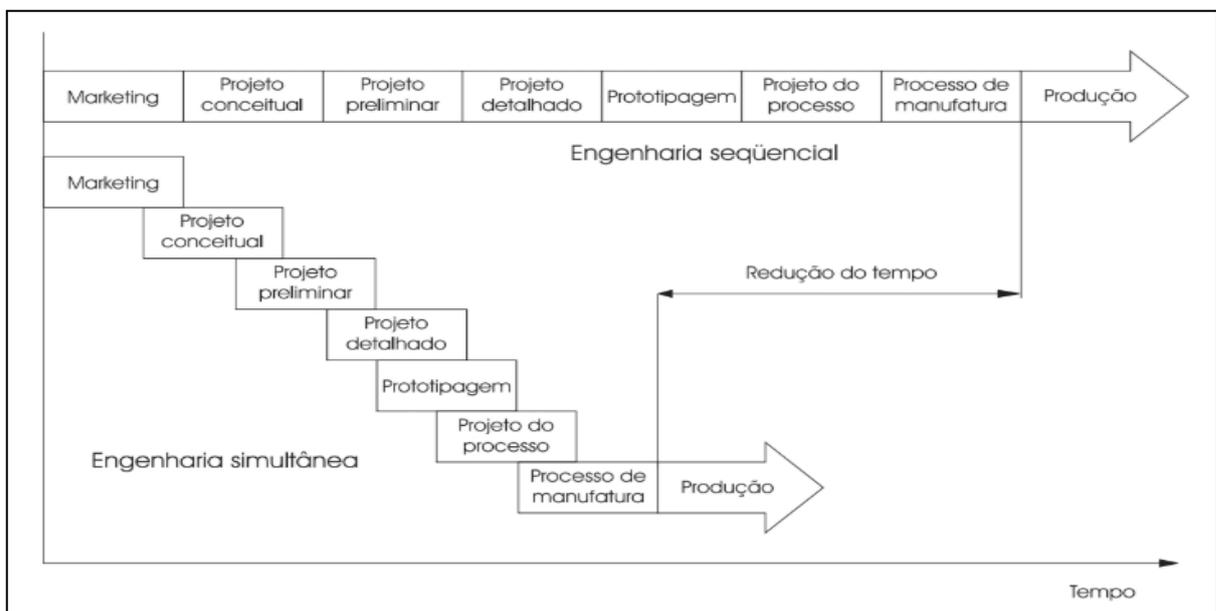
### 2.1 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Ainda na década de 80, uma das ações adotadas, foi a de elaborar um nível de paralelismo entre as atividades de desenvolvimento. Os passos seguintes de uma tarefa que somente eram dados após a conclusão e aprovação da tarefa anterior, agora são desenvolvidos independentemente dos ciclos de aprovação, denominada assim de engenharia simultânea.

Para Rozenfeld et al. (2006), a engenharia simultânea é uma filosofia empregada no desenvolvimento de produtos que exige trabalho em equipe abrangendo clientes e fornecedores, pensando em todos os elementos da vida de um produto para atender as expectativas dos clientes. Busca, ainda, o paralelismo entre as tarefas fazendo a utilização de técnicas e procedimentos integrados de engenharia.

Na Figura 1, observa-se um comparativo da redução de tempo ocasionada com a abordagem da engenharia simultânea no processo de desenvolvimento de produto.

Figura 1: Comparativo Engenharia Simultânea x Engenharia Sequencial



Na engenharia sequencial, observa-se que cada etapa se inicia após o término da anterior. De certa forma, apresenta uma sistemática que possibilita alguma vantagem, que é a de organização entre as etapas de desenvolvimento. Porém, traz às organizações uma desvantagem que nos dias de hoje é crucial para se manterem no mercado, o tempo de lançamento de um produto.

Para Elhariri, Sekhari e Bouras (2017), na era da “Internet das Coisas”, facilidade e qualidade de vida já não são os únicos requisitos dos consumidores, que querem cada vez mais produtos que os identifiquem, personalizados. O bombardeio de novidades e variações tornam a elaboração do produto algo ainda mais complexo e menos tradicional.

A Engenharia Simultânea sugere a participação de, praticamente, todos os setores da empresa no design do produto, através da criação de equipes, com o âmbito de cooperação, confiança e compartilhamento de decisões. Para Vieira (2016), estes grupos são formados de pessoas da área de vendas, marketing, engenharia de desenvolvimento de produtos, engenharia de processos de fabricação, departamento de manufatura, qualidade, montagem e assistência técnica, entre outros, tendo assim uma visão e perspectivas diferenciadas, de forma a se complementarem.

Por meio de uma eficaz combinação entre especificações técnicas e necessidades de manufatura, o produto é projetado da melhor forma com o mínimo de gasto possível. Outra finalidade da engenharia simultânea é reconhecer antecipadamente os problemas e restrições e, assim, solucioná-los o mais cedo possível, diminuindo ao máximo os recursos e tempo gastos com análises e retrabalhos posteriores. Este comportamento visa instigar os projetistas a levarem em consideração todos os elementos do ciclo de vida de um produto (PEREIRA et al., 2001).

A coordenação das equipes tem uma considerável relevância na qualidade dos resultados encontrados. De certa forma, esse grupo deverá ser uma quantidade pequena de pessoas com capacidades que se complementam, envolvidas com um propósito coletivo (PEREIRA et al., 2001).

Pina, Beal e Machado (2016) destacam a importância do conhecimento multidisciplinar pela equipe de projetos, sendo assim, a interlocução entre as partes envolvidas deve ser clara e objetiva. Tal condição será benéfica para a definição dos processos de manufatura, material e ferramental, além do design do produto.

A integração entre as funções é definida pelas decisões que a empresa faz sobre a estruturação do trabalho das equipes, seu grau de autonomia, nível de paralelismo das tarefas, modelos de comunicação, entre outras. Assim, a implantação da engenharia simultânea não

significa necessariamente o abandono das formas tradicionais de organização do trabalho. Por outro lado, os resultados objetivados pela engenharia simultânea parecem combinar-se satisfatoriamente com formas organizacionais do trabalho, nas quais flexibilidade e autonomia decisória são conceitos de projeto importantes (ZANKUL, MARX e METZKER, 2006).

A sistemática da implementação da engenharia simultânea traz inúmeros benefícios ao setor fabril, porém, Back et al. (2008) destacam a possibilidade de possíveis falhas durante a implantação da engenharia simultânea dentro das organizações, tais como:

- a) de iniciação: relacionadas às formas de avaliação dos possíveis custos e benefícios, a escolha inadequada de quem irá promover a introdução da engenharia simultânea na empresa, a falta de objetivos claros e definidos e a falta de experiência;
- b) de preparação e planejamento do processo de implantação: a não prioridade pela alta gerência, a falta de cooperação entre as diferentes áreas da empresa, a má formação da equipe multidisciplinar, dificuldades em assimilar novos modelos/ideias, visão e adoção de tecnologia/ferramenta inapropriada para a solução dos problemas, o medo do insucesso, a divergência em quem estabelece as especificações do projeto ou a importância dada ao processo de implantação da engenharia simultânea;
- c) na execução do plano de implantação da engenharia simultânea: o baixo grau de envolvimento e comprometimento da média gerência das áreas funcionais da empresa, a não definição correta das atribuições e responsabilidades dos membros da equipe, a dificuldade de expansão e aprendizado na execução do plano.

## 2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

O PDP vem se firmando como um fator preponderante para a continuidade das empresas, auxiliando na busca de melhor organização, qualidade e eficiência nos seus processos e produtos. Back et al. (2008) acrescentam, ainda, que o desenvolvimento de produto abrange os elementos de planejamento e projeto em toda a sequência de atividades. Sendo assim, é um método de transformação de informações para compreender a demanda, a produção e a utilização do produto.

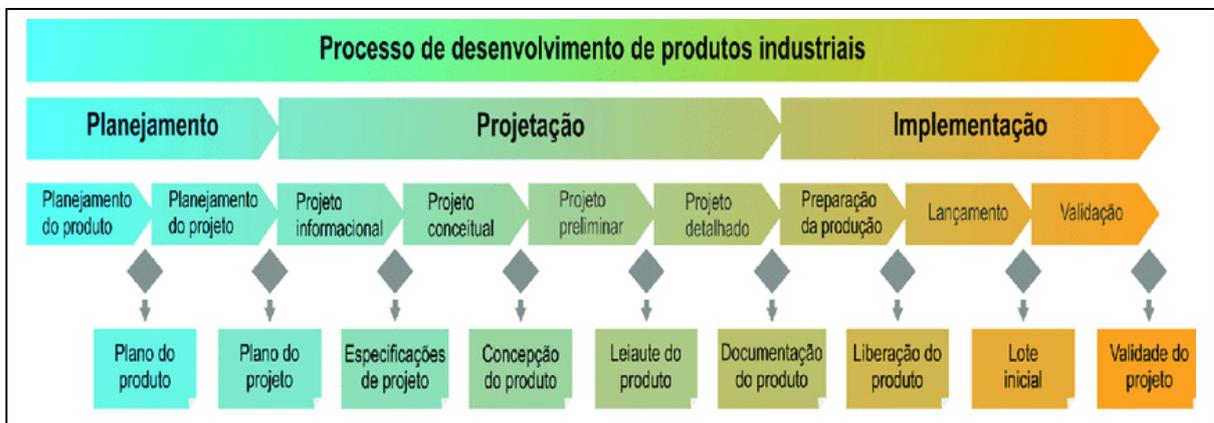
Para Rozenfeld et al. (2006), PDP é uma técnica de negócios, a qual busca atingir as especificações de projeto, de produto e sua forma de produzi-lo, capaz de atender as necessidades do cliente, seja ele interno ou externo.

Segundo Andrade, Pereira e Ferreira (2010), o processo de desenvolvimento de um produto pode ser compreendido como um conjunto de atividades e tarefas sistematizadas e

organizadas de maneira a assegurar um resultado determinado. Percebe-se, então, que, para os autores apresentados, o processo de desenvolvimento de produto baseia-se na elaboração de procedimentos técnicos a fim de garantir a efetividade de concepção de um produto, de modo a satisfazer a demanda tanto de clientes quanto da unidade fabril.

Back et al. (2008) têm como modelo de referência no processo de desenvolvimento de produtos três macro fases: o planejamento, a projeção e a implementação. Além disso, essas macro fases são divididas em fases, conforme representadas na Figura 2, com entradas e saídas específicas, assim como, atividades pré-determinadas a serem realizadas.

Figura 2: Modelo de processo de desenvolvimento integrado de produtos



Fonte: adaptado de Back et al. (2008)

Na macro fase do planejamento, existem duas fases: a) o planejamento do produto que irá gerar o plano do produto; e b) o planejamento do projeto, no qual se conceberá o plano do projeto (BACK et al., 2008).

A macro fase de projeção é subdividida em quatro fases: projetos informacional, conceitual, preliminar e detalhado. Neles são definidas, respectivamente, as especificações do projeto, concepção, leiaute e a documentação do produto (BACK et al., 2008).

A última macro fase, a de implementação, envolve fases de preparação para produção, lançamento e validação, que gerarão, consecutivamente, a liberação do produto, o lote inicial e a validade do projeto (BACK et al., 2008).

Para Brettel et al. (2011), o desenvolvimento de novos produtos implica no empenho de vários profissionais e setores ligados às atividades do PDP. As incertezas e a complexidade do PDP criam dependências entre departamentos, dos quais a produção trata dos conteúdos tecnológicos do produto e o marketing é o responsável por compreender as preferências do

consumidor. A correlação entre os dois setores traduz-se em informações para o PDP, que deverá ponderá-las.

O segredo para um bom desenvolvimento de produtos é gerenciar as incertezas por meio da qualidade das informações, do controle dos requisitos a serem atingidos e da vigilância às mudanças do mercado (ROZENFELD et al., 2006).

Porém, a questão cultural, assim como a não competência no desenvolvimento de produto de algumas empresas, que priorizam uma visão confortável de pouca padronização e de liberdade excessiva na condução das tarefas do PDP, acarretam em falhas no processo de transferência da aprendizagem. Para Pinheiro e Toledo (2016), é comum a visão de que o dinamismo e a criatividade específicos de PDPs são inconsistentes com conceitos e práticas de padronização e de melhoria contínua.

Um PDP elaborado de forma satisfatória pode gerar inúmeras vantagens à empresa, dentre elas, a redução no tempo de desenvolvimento, a padronização na elaboração dos projetos, a redução no desperdício e a melhora na qualidade do produto (TYAGI et al., 2015). Assim sendo, as empresas que dispõem de um modelo de PDP geralmente possuem excelência no desenvolvimento de seus produtos (PIZZO, CAMILO e GIANDON, 2018). Por isso, torna-se importante criar, dentro da empresa, um modelo de referência com uma linguagem comum entre os diferentes grupos participantes na elaboração dos projetos de desenvolvimento de produto.

A macro fase de planejamento do PDP será retratada como gerenciamento de projeto, o que promove a análise e a organização, tanto do produto quanto do projeto, visando orientar os passos das fases de execução seguintes.

### **2.2.1 Gerenciamento de projeto**

Na atualidade, os processos de desenvolvimento de produtos obrigam as empresas a superarem diversos desafios. Um deles é a necessidade de conhecimentos em gerenciamento de projetos, o qual busca favorecer a execução e a organização dos processos de desenvolvimento de produtos em equipes formadas dentro da empresa (BACK et al., 2008).

Para Pizzo, Camilo e Giandon (2018), programas de gerenciamento de projetos vêm sendo cada vez mais aplicados para o desenvolvimento de produtos nas empresas, com intuito de melhorar indicadores de qualidade e custo. Aliado a isso, a utilização de ferramentas de gerenciamento de projeto possibilita melhorar a integração, o controle e a padronização dos processos de desenvolvimento do produto. Silva et al. (2017) corroboram que os conceitos,

tanto de processo de desenvolvimento de produto quanto de planejamento estratégico, são instrumentos fundamentais para criação, previsão, análise e gestão de todo o desenvolvimento do projeto, reduzindo gastos, melhorando a qualidade, diminuindo o prazo de execução e aumentando a flexibilidade.

Vale salientar que práticas e ferramentas podem ser de suma importância na configuração de um PDP. Curce et al. (2013) destacam que as práticas e ferramentas como, QFD (*Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função de Qualidade), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* – Análise de Modos de Falhas e Efeitos), DFX (*Design for Excellence* – Projeto para Excelência), CAD (*Computer Aided Design* – Projeto Auxiliado por Computador) / CAE (*Computer Aided Engineer* – Engenharia Auxiliada por Computador) / CAM (*Computer Aided Manufacturing* – Manufatura Auxiliada por Computador), PR (Prototipagem Rápida) são importantes aliadas por otimizarem a eficiência de produtos e processos, reduzindo o número de retrabalhos, o tempo de desenvolvimento e os custos.

Uma das atividades mais complexas em uma organização é gerenciar, de modo satisfatório, as tarefas associadas ao desenvolvimento de produtos. A condução no gerenciamento é um dos fatores considerados críticos para o sucesso em tal elaboração, por isso, a utilização de ferramentas técnicas conhecidas no processo torna-se grandes auxiliares nas etapas de desenvolvimento do produto/projeto (PIZZO, CAMILO e GIANDON, 2018).

Ainda para Back et al. (2008), um projeto parte de problemas restritos, que visa constituir soluções determinadas por objetivos e metas, que são levadas em consideração por quesitos decorrentes dos interesses dos usuários, evitando, ao máximo, que ocorram desvios. Já o gerenciamento do projeto baseia-se em ações coordenadas, partindo da definição do problema atual até o seu resultado final, procurando satisfazer os requisitos do projeto, tendo como fundamentação a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas, orientadas pelo gerente da equipe. O projeto é que constitui o objetivo principal do gerenciamento.

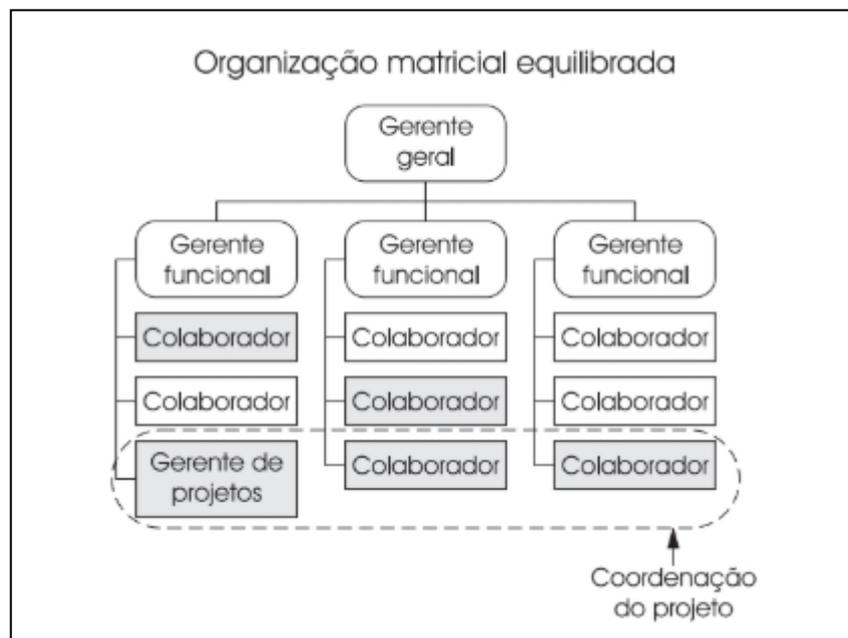
Para Rozenfeld et al. (2006), o planejamento de um projeto inicia-se com a definição dos interessados e, em seguida, o escopo do produto e do projeto, que irá gerar uma declaração escrita e que será a base genérica a ser adotada nas decisões futuras do planejamento e execução.

Para Loos e Miguel (2016), a determinação dos critérios estratégicos é uma das etapas que mais importam no gerenciamento do portfólio, tendo em vista que a escolha inadequada dos requisitos pode levar à execução de projetos totalmente desconexos com a realidade da organização. A definição desses critérios, embasada e determinada por comitês específicos que conheçam o portfólio de produtos e as necessidades da empresa, tende a ser mais facilmente assertiva e coerente.

A realização de um projeto e de seu gerenciamento dependem de um modo adequado de organização. De acordo com Back et al. (2008), grande parte das pesquisas têm demonstrado a estrutura matricial balanceada ou equilibrada (Figura 3) como a forma mais efetiva para se atingir os resultados desejados em uma empresa que trabalha com atividades de projeto. Porém, a determinação de um ou outro tipo de estrutura depende muito da situação dos problemas de projeto.

No caso da Figura 3, cada setor envolvido no projeto participará de forma direta, indicando um colaborador para compor a coordenação do projeto, e dentre os colaboradores indicados, um será o responsável pelo seu gerenciamento.

Figura 3: Fluxograma de organização matricial equilibrada



Fonte: Back et al., 2008.

Outro fator a ser levado em consideração dentro do gerenciamento do projeto é a análise de viabilidade econômico-financeira que, para Rozenfeld et al. (2006), tem o objetivo de antever e examinar o desempenho financeiro do produto, servindo como um referencial de custo final, viabilizando a sua execução.

O planejamento de projeto ideal deve ser determinado por um cronograma e um custo, sendo importante identificar, inicialmente, qual é o trabalho necessário para a execução do projeto e, por fim, por um conjunto de atividades. O tempo necessário para cada uma delas é utilizado para estabelecer um orçamento. Planejar o tempo e a sequência das tarefas

proporcionam um cronograma geral do projeto. Cada atividade exigirá, no mínimo, trabalho, ferramentas, equipamentos e gastos (JACK, 2015).

Para Back et al. (2008) tempo e custo estão entre as variáveis mais importantes para o sucesso do projeto. O gerenciamento do tempo do projeto envolve os processos de definição, sequenciamento, estimativa de duração das atividades, elaboração e controle do cronograma. Já os custos podem ocorrer em diferentes etapas do desenvolvimento do projeto e envolvem processos como estimativa e planejamento dos recursos, orçamento e controle de custos.

Um planejamento eficiente de produto/projeto deve procurar o equilíbrio entre a necessidade de diminuir os riscos do projeto, reduzir as incertezas e eliminam eventos inoportunos, melhorando a sua previsibilidade, a quantidade e a qualidade de alternativas de soluções, com a necessidade de busca por novas opções e inovações (ROZENFELD et al., 2006).

Os itens posteriores, tratam da macro fase de projeção. De acordo com Back et al. (2008), será nas suas fases que as necessidades e os requisitos de projeto do produto são convertidos e normatizados em documentos técnicos que representam as soluções criadas para o produto e viabilizam sua realização física.

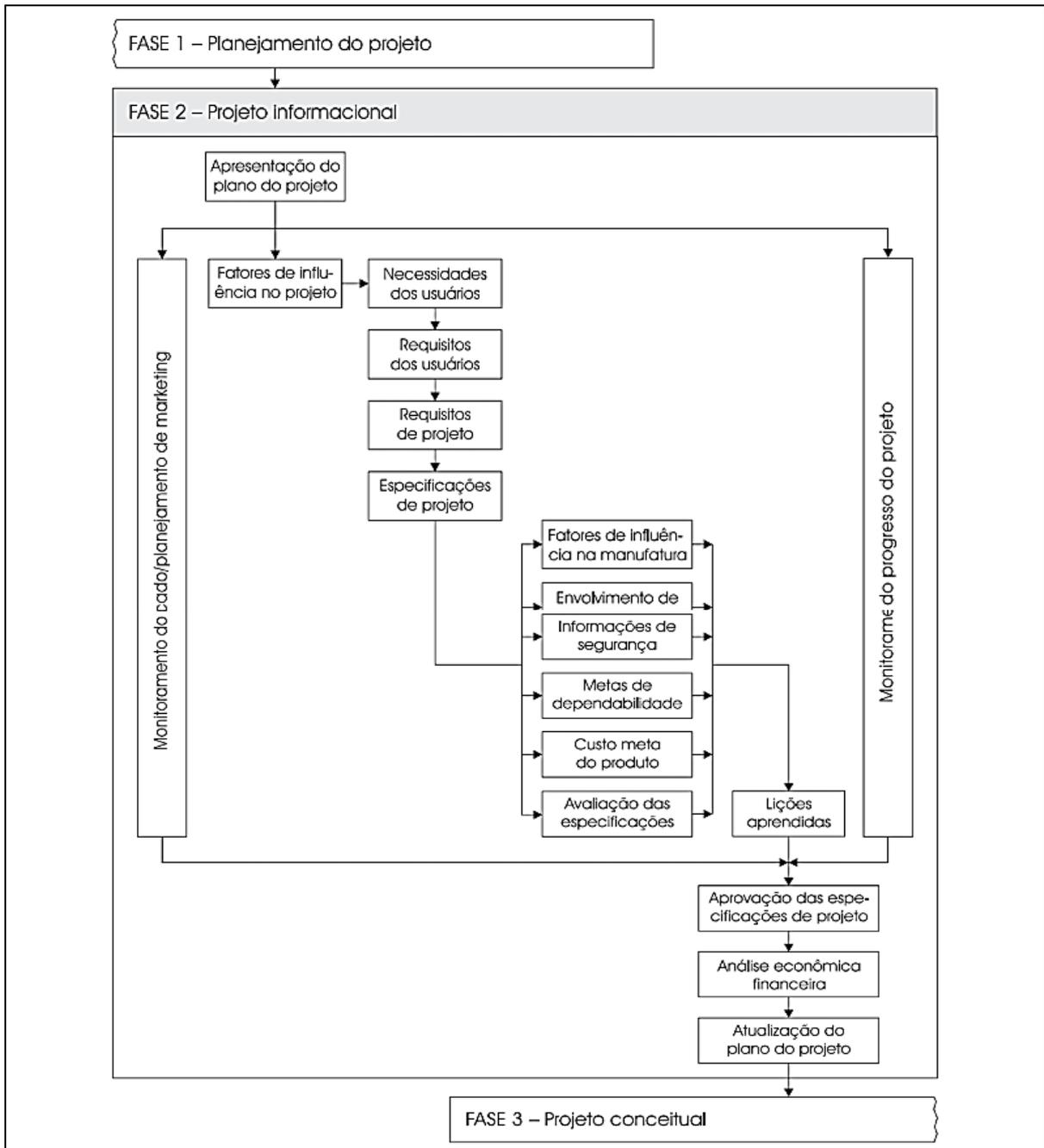
### **2.2.2 Projeto informacional**

Para Rozenfeld et al. (2006), o projeto informacional é a primeira etapa de desenvolvimento e gera, a partir do Plano do Projeto, os objetivos para o produto a ser concebido no final das atividades. O projeto informacional é composto pelas condições e dados qualitativos a respeito do futuro produto. Sendo assim, é nesta etapa do processo que se recolhe o máximo possível de informações, sejam elas oriundas de modo interno ou externo da organização.

O projeto informacional, conforme a Figura 4, é o ponto da introdução ao projeto propriamente dito. Para Back et al. (2008) é nesta etapa que acontece o levantamento das informações, a definição dos requisitos e as especificações do projeto a ser realizado.

A partir da Figura 4, pode-se verificar que, ao longo do processo, simultaneamente são realizados o monitoramento constante do mercado, para identificar mudanças que possam influenciar nas especificações do projeto, bem como o monitoramento do seu progresso a fim de que se cumpram as fases determinadas para obter-se, através da avaliação da equipe, a aprovação para a passagem de fase (BACK et al., 2008).

Figura 4: Fluxograma da fase de projeto informacional



Fonte: Back et al. (2008)

Várias são as adversidades encontradas no planejamento de projetos. De acordo com Back et al. (2008), as falhas mais comuns estão nos programas de gerenciamento e de processo dos projetos, principalmente no que diz respeito à identificação e à seleção da ideia, que nem sempre dispõe de informações suficientes e de forma quantitativa. Somado a isso, também, estão as incertezas sobre as novas propostas, que precisam ser levadas em conta na hora da realização do projeto.

Rozenfeld et al. (2006) corroboram com a ideia, indicando que as decisões tomadas no princípio do desenvolvimento são responsáveis por cerca de 80 a 90% dos custos do produto. Na etapa de desenvolvimento, os custos são inferiores do que em fases posteriores. Por outro lado, o custo final do produto pode ser bastante comprometido nesta fase. Assim, são pequenas as possibilidades de reduzir este custo nas etapas de produção, uma vez que já estariam preestabelecidas as especificações técnicas do produto.

### **2.2.3 Projeto conceitual**

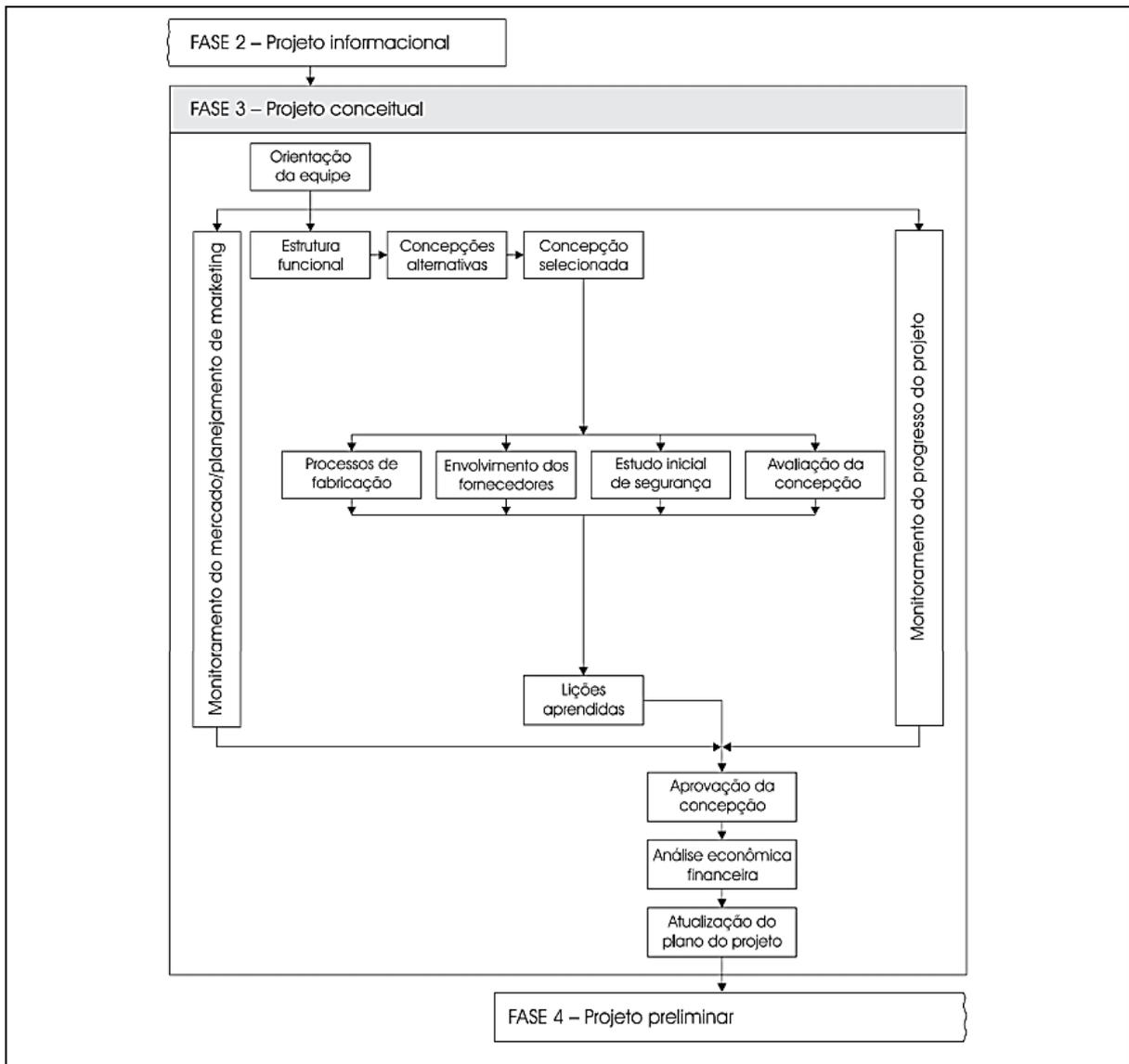
Após o projeto informacional, inicia-se o projeto conceitual (Figura 5) com a construção das concepções do produto, estabelecendo suas funcionalidades e determinando os princípios das soluções. Back et al. (2008) acrescentam que é na fase conceitual onde se inicia a parte criativa, partindo das informações obtidas na etapa anterior. É neste momento que se procura estabelecer a estrutura funcional do produto, definindo a função global a ser executada, assim como as suas subfunções.

Segundo Back et al. (2008), para a escolha da concepção do projeto leva-se em consideração: as especificações do projeto; o custo meta; os riscos de desenvolvimento; e os objetivos de qualidade, segurança e de dependabilidade. Assim como na fase anterior, o processo de monitoramento simultâneo do projeto e também do planejamento de marketing sobre o mercado deve continuar durante toda a etapa, a fim de evitar possíveis variações relevantes ao projeto.

Para Back et al. (2008), é importante nesta etapa levar em consideração todas as alternativas propostas pelo grupo a fim de que se possa chegar a um denominador comum que será a concepção selecionada. A partir disso, pode-se realizar uma análise de processos de fabricação e elaborar o conceito do sistema de segurança, assim como, envolver os possíveis fornecedores que serão necessários para o projeto.

Baxter (2000), ao realizar a análise funcional de produtos, apresentou os resultados em forma de uma árvore funcional ou estrutura funcional, na qual foi possível destacar as necessidades específicas do produto, podendo gerar mudanças radicais ou apenas pequenas mudanças incrementais, de acordo com a sua complexibilidade. Assim sendo, obteve-se uma forma organizada e sistemática de se visualizar as fases de criação de um produto podendo adequá-la à necessidade requerida.

Figura 5: Fluxograma da fase de projeto conceitual



Fonte: Back et al. (2008)

Uma vez definida a concepção do produto, começam a ser identificados os possíveis meios de manufaturabilidade e são definidos prazos junto a fornecedores, tanto para o projeto preliminar, quanto para o detalhado. Também é nesta etapa que se iniciam os estudos sobre a segurança do produto a ser concebido e é realizada uma avaliação preliminar antes da aprovação para a próxima fase, conforme apresentado na Figura 5 (BACK et al., 2008).

#### 2.2.4 Projeto preliminar

Essa é a fase em que acontece uma análise mais aprofundada do projeto (Figura 6), gerando uma visualização geométrica do produto e a simulação dinâmica das soluções



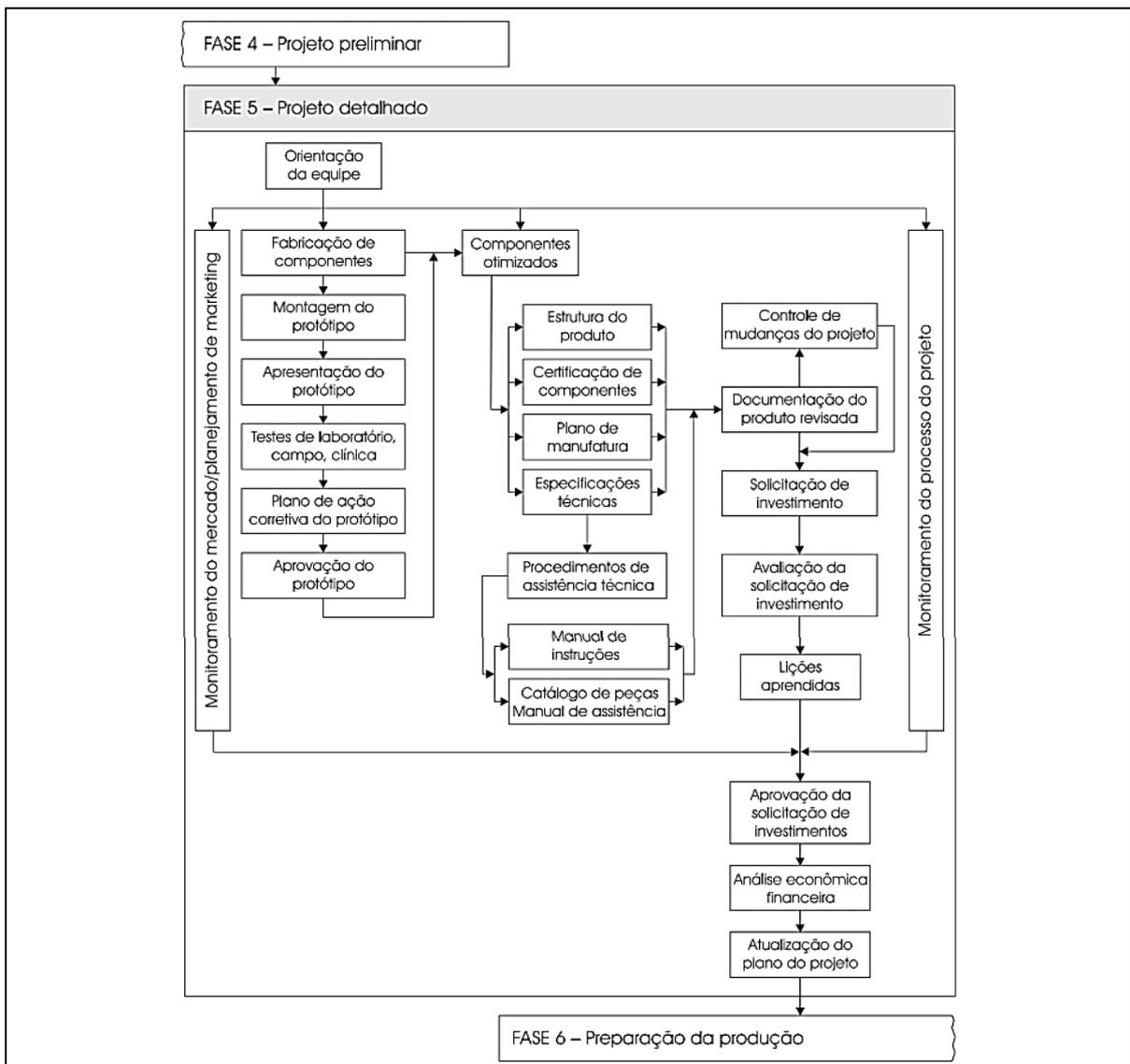
a fim de corroborar o atendimento do mercado; e avaliar os leiautes dimensionais do ponto de vista da viabilidade técnica, manufaturabilidade e otimização da concepção.

Desta forma, é no projeto preliminar que ocorre a separação entre as abstrações e conceitos das fases anteriores para o projeto detalhado concreto.

### 2.2.5 Projeto detalhado

O projeto detalhado (Figura 7) é a última das fases de projeção, onde será detalhado cada peça, componente e material, bem como cotas, tolerâncias geométricas, processos de fabricação e montagem, que serão necessários para o do produto desejado.

Figura 7: Fluxograma da fase de projeto detalhado



Para Back et al. (2008), esta fase destina-se a vários propósitos, como: aprovação do protótipo; finalização das especificações dos componentes; detalhamento do plano de manufatura; e preparação da solicitação de investimento.

Para Pahl et al. (2005), esta etapa completa a estrutura de construção, por meio de prescrições definitivas, dimensionamento e acabamento de todos os componentes, resultando em uma definição técnica da solução.

Por fim, Rozenfeld et al. (2006) destacam que quando o modelo de produção for sob encomenda ETO (*Engineering to Order* – Engenharia Sob Encomenda), para produtos *one of a kind* (um de cada tipo) não se deve considerar a produção em lotes, mas deve ser feito um acompanhamento personalizado do projeto e uma entrega técnica, sendo que esses projetos, normalmente, têm uma vida entre 20 a 100 anos.

### 3 SITUAÇÃO ATUAL E ETAPAS DO TRABALHO

Neste capítulo são apresentadas as condições atuais do desenvolvimento de projetos do setor de melhoria contínua no Grupo Brinox e, a partir disto, é estabelecida uma análise criteriosa sobre os elementos abordados no capítulo anterior objetivando interpretar, analisar e propor melhorias sobre a conjuntura atual.

#### 3.1 SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente, o setor de melhoria contínua do Grupo Brinox conta com 3 funcionários provenientes de áreas técnicas, que coletam e analisam as informações advindas dos diferentes setores da unidade fabril, projetando equipamentos, gerando orçamentos, terceirizando serviços e executando boa parte dos implementos.

As solicitações de análise que chegam ao setor provêm das necessidades encontradas no processo produtivo e que podem corresponder a gargalos de produção, fabricação de novos produtos ou, até mesmo, aspectos de segurança dos colaboradores.

O primeiro passo é analisar possíveis soluções e gerar uma perspectiva de melhoria com os prováveis custos de implementação. A partir disso, os dados gerados vão para uma reunião de aprovação, na qual é determinada a criação ou não da ordem de investimento para tal melhoria.

Se o investimento for aprovado, cabe ao setor de melhoria organizar e gerenciar, de modo geral, a execução do projeto proposto. O gerenciamento do projeto dá-se de forma subjetiva e com poucos critérios de execução, ocorrendo, por vezes, falhas.

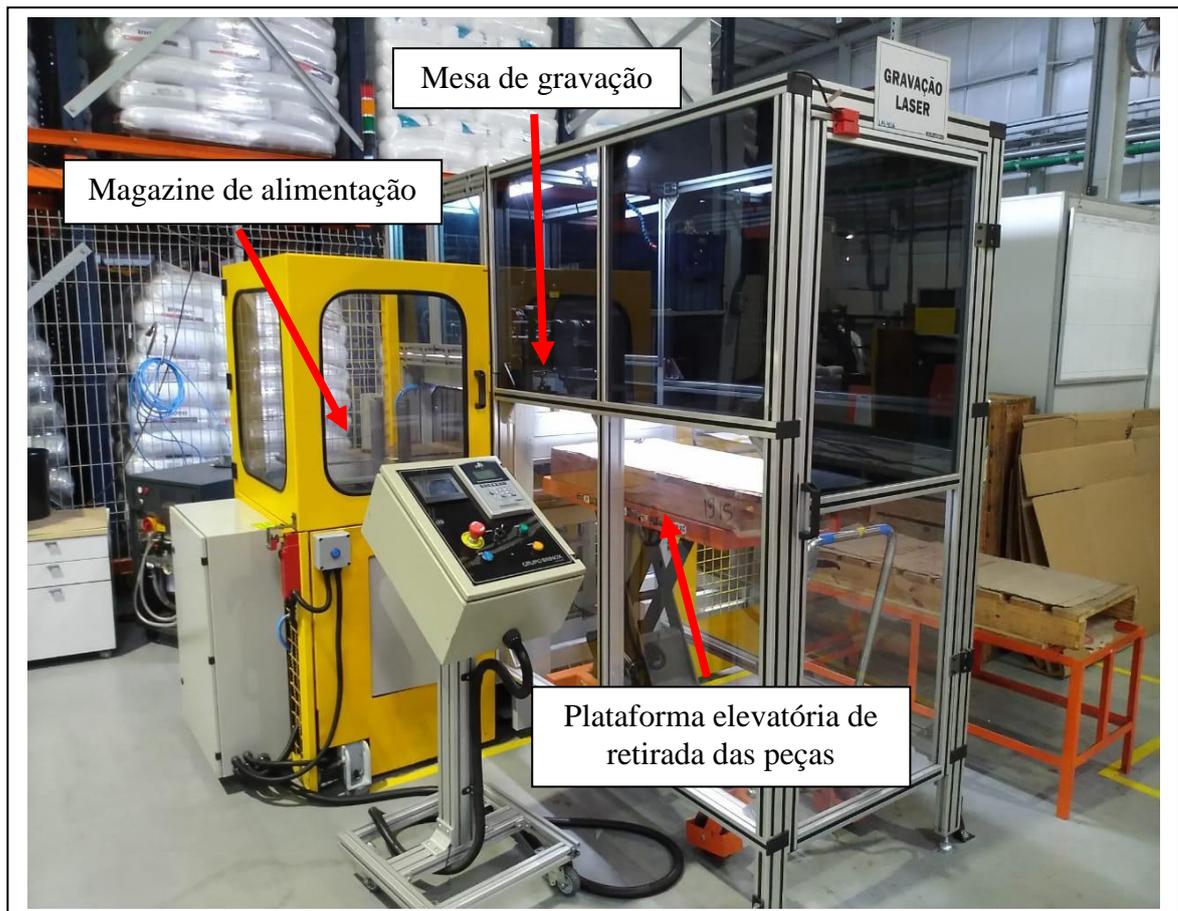
A falta de um procedimento para o planejamento e controle de execução de máquinas especiais faz com que o setor atue de forma intuitiva para gerir as etapas, por vezes repetindo ou esquecendo partes importantes para atingir os objetivos propostos. Nesse contexto, gera-se retrabalhos e uma demanda de maior tempo do que o previsto inicialmente, conseqüentemente acrescentando no custo de fabricação.

Porém, mesmo com algumas falhas, custos e tempo acima do previsto, diversos são os benefícios das melhorias desenvolvidas pelo setor. Seguem, abaixo, alguns equipamentos elaborados pelo setor de melhoria contínua:

- a) Gravação a laser (Figura 8): resulta de um *retrofitting* (termo utilizado, principalmente em engenharia, para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma), onde foram

reaproveitados a estrutura de um alimentador de chapas inativo e o dispositivo de gravação a laser, sendo criado um sistema de alimentação contínuo acolhendo, praticamente, todas as gravações que antes eram feitas em prensas excêntricas. Além do aumento da produtividade, a gravação a laser possibilita que sejam incorporadas na escrita o número do lote e logotipos variados. O tempo para a conclusão do projeto foi 80% maior do que o previsto preliminarmente;

Figura 8: Gravação a laser

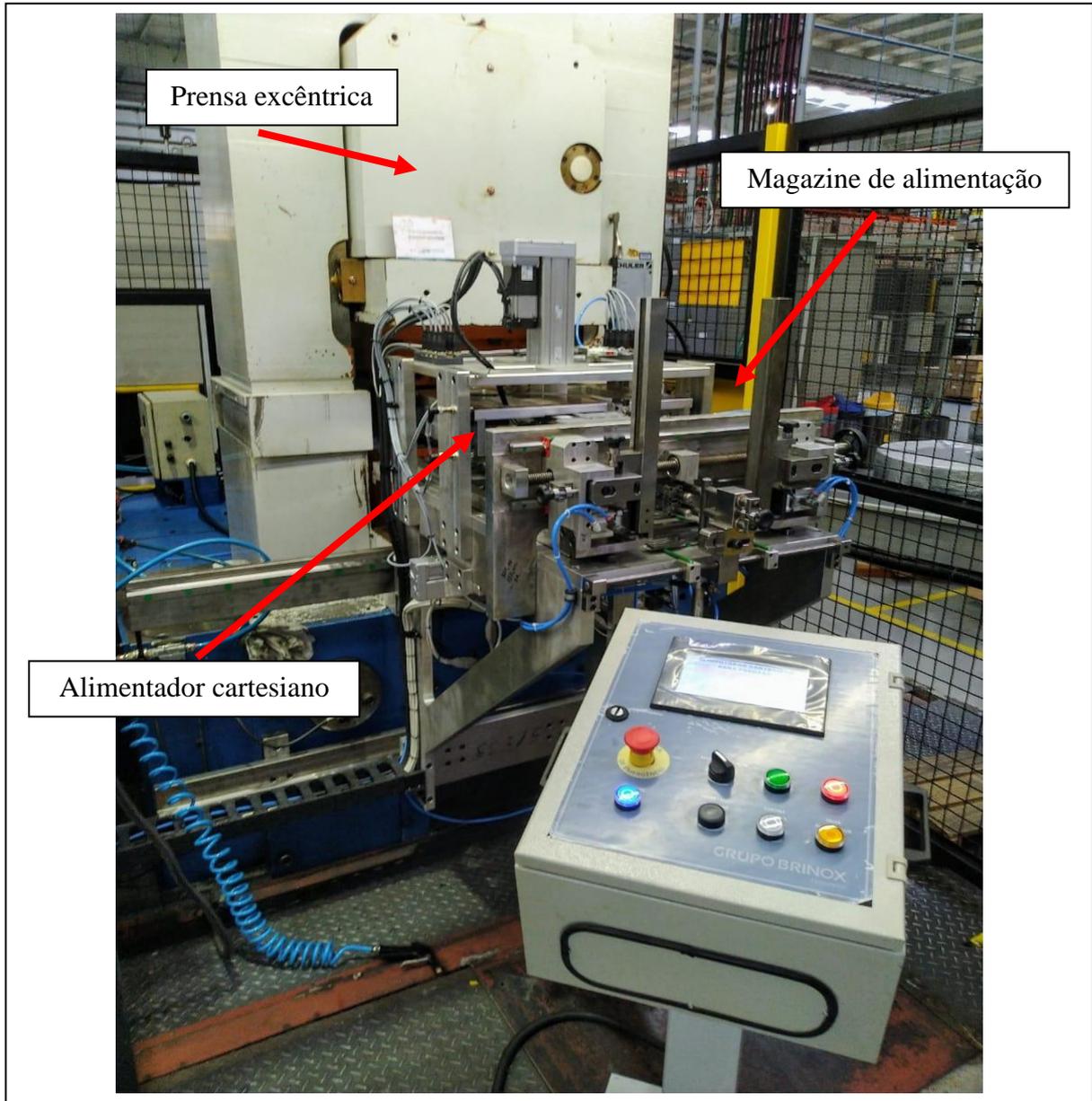


Fonte: o autor (2020).

- b) alimentador cartesiano para prensa excêntrica (Figura 9): a alimentação de peças para cunhagem de talheres, antes realizada com um equipamento importado, foi substituída por um alimentador automático de eixos servo comandados, totalmente novo, fabricado utilizando tecnologias como atuadores elétricos e pneumáticos, IHM (Interface Homem-Máquina) e CLP (Controlador Lógico Programável) encontrados no mercado nacional. Com essa automação, foi possível melhorar, principalmente, os tempos de *setup*, através de regulagens determinadas

automaticamente, e de máquina parada, diminuindo o MTTR, e aumentar o ritmo de produção. Neste caso, o intervalo de tempo planejado para a execução do projeto foi 33% menor do que o período previsto;

Figura 9: Alimentador cartesiano para prensa excêntrica

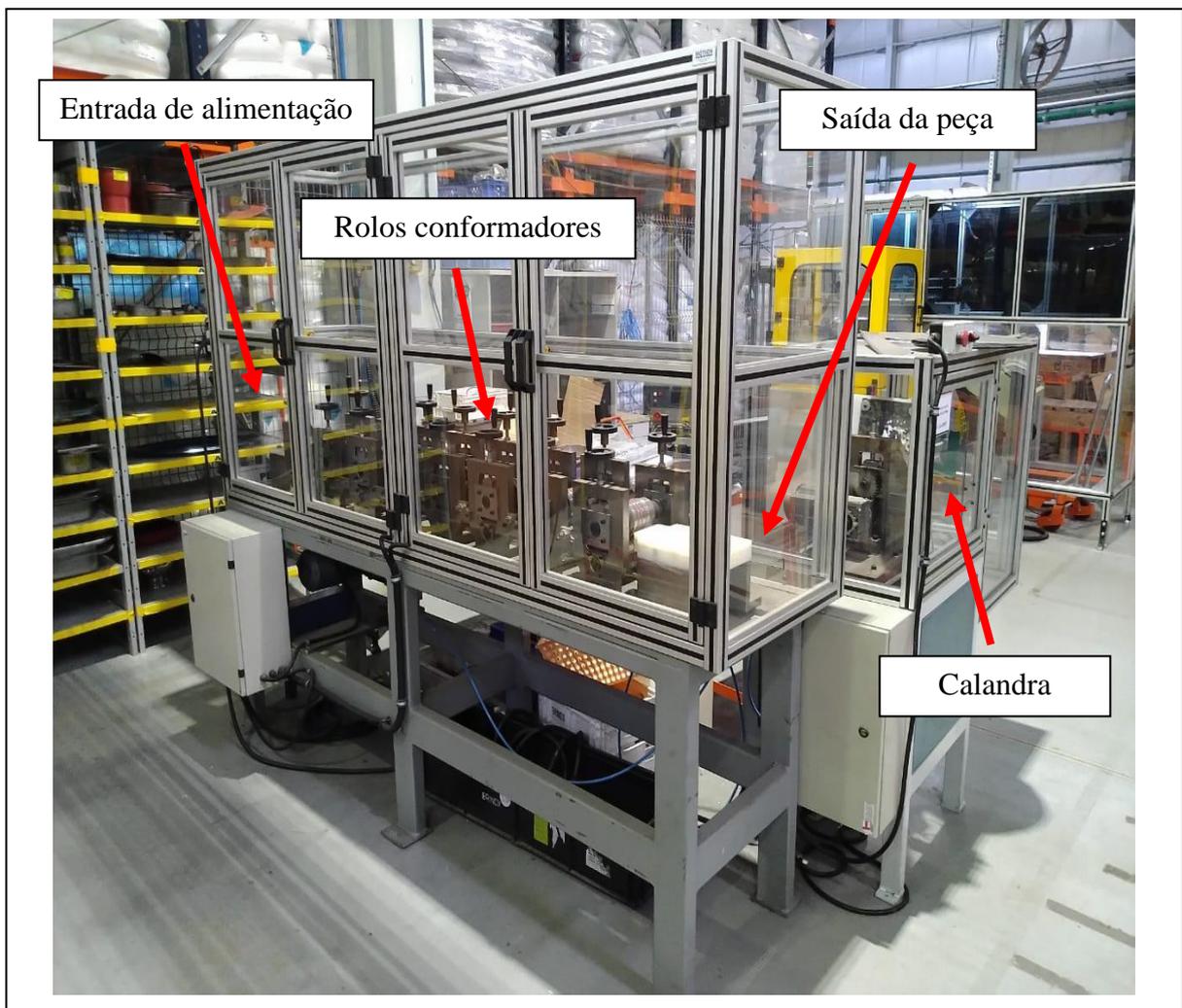


Fonte: o autor (2020)

- c) perfilatriz para alumínio revestido (Figura 10): máquina perfiladora com 8 estágios, que executa, através de processo de *rolling form*, a conformação de chapas de alumínio, gerando bordas raiadas e um vinco central para maior resistência mecânica do material. O equipamento também conta com uma calandra para criar a

circunferência, dando à chapa o seu formato final. O desenvolvimento de tal equipamento tem como diferencial a possibilidade de conformar a chapa de alumínio já revestida com material antiaderente, o que não é possível com equipamentos encontrados no mercado. A máquina teve como tempo de construção um período duas vezes superior ao planejado;

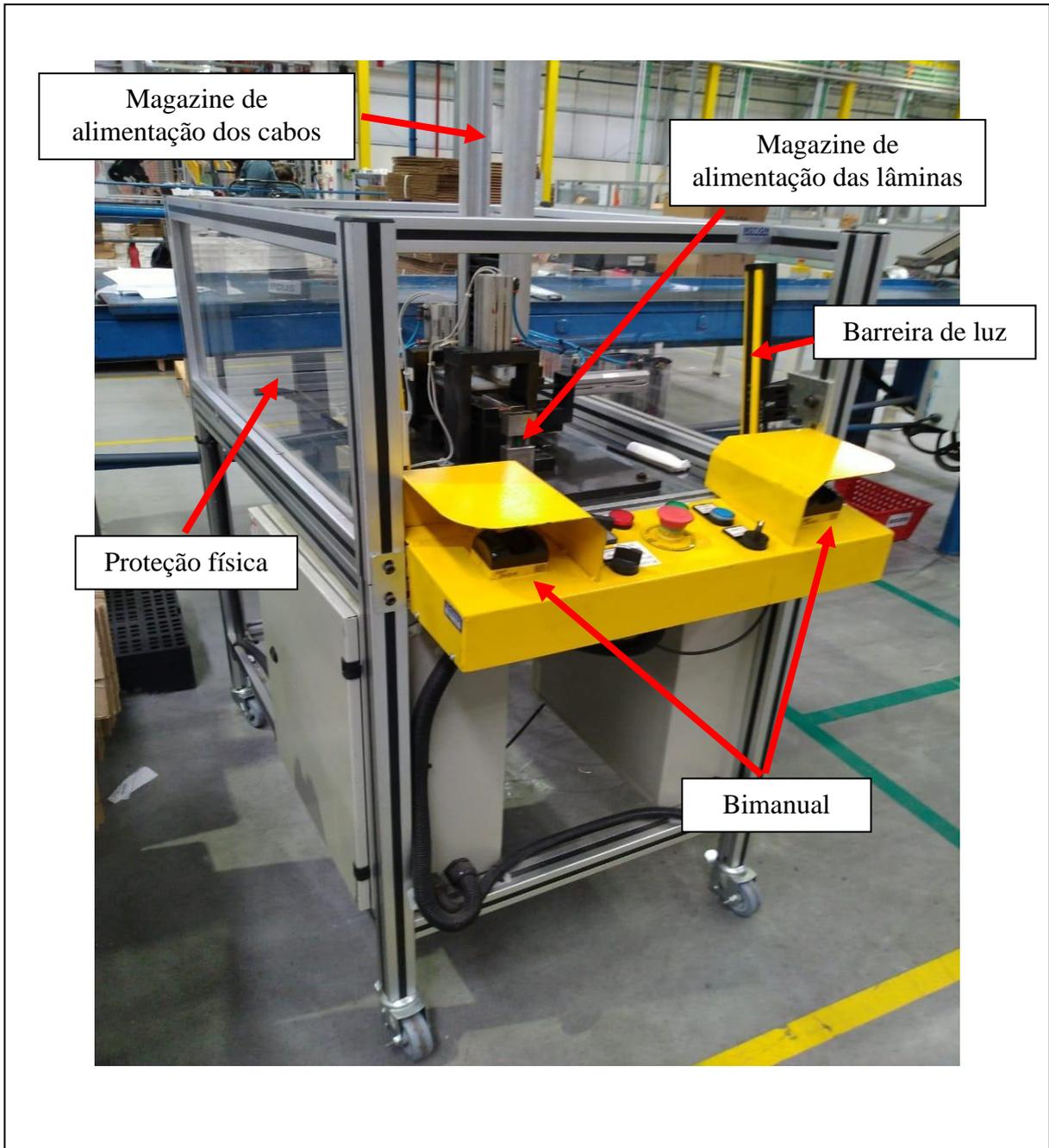
Figura 10: Perfilatriz para alumínio revestido



Fonte: o autor (2020).

- d) inseridora de cabos plásticos (Figura 11): equipamento de inserir cabos de polímero em lâminas de aço inoxidável, formando talheres. Foi desenvolvida com o intuito de atender à norma de segurança NR12, garantindo a segurança dos colaboradores que o faziam em equipamentos com nível baixo de proteção. Além da questão da segurança, foi incorporado a montagem de itens que eram até então importados. O tempo de elaboração de tal projeto foi 25% maior do que o previsto inicialmente.

Figura 11: Inseridora de cabos plásticos

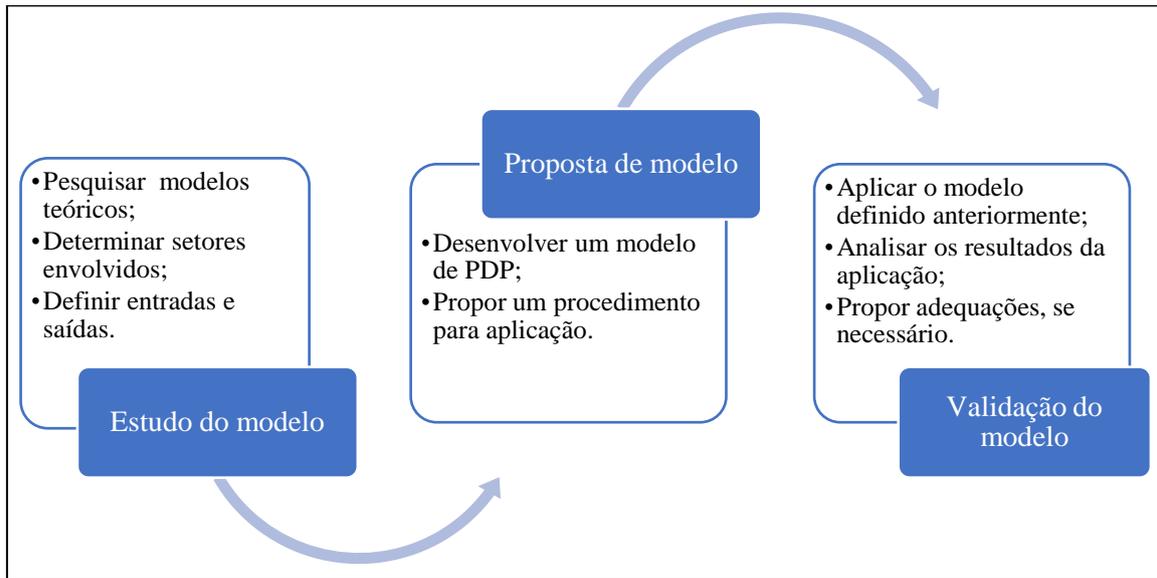


Fonte: o autor (2020).

### 3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Este TCC tem como base o PDP, utilizando, principalmente, a referência de Back et al. (2008). A proposta do trabalho estabelece um desenvolvimento nas etapas subsequentes do processo semelhante ao conceito adotado pelos autores. O fluxograma abaixo apresenta as etapas que compõem o estudo.

Figura 12: Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: o autor (2020)

Na Figura 12, observam-se as etapas do trabalho, iniciando pelo estudo do modelo, passando por uma proposta e finalizando com a validação do mesmo. Cada etapa é composta por tarefas que foram cumpridas durante o decorrer do trabalho.

A etapa de estudo de modelo teve como competência pesquisar os modelos teóricos para serem utilizados no projeto de máquinas especiais, juntamente com a determinação de setores que possam estar sendo envolvidos para a criação de uma equipe multidisciplinar e definir entradas e saídas, através de *checklists*, de cada fase do modelo a ser proposto.

A etapa de proposta de modelo é desenvolvida com o intuito de desenvolver um modelo de PDP para orientação do setor de melhoria contínua durante a elaboração dos projetos e propor tal procedimento para aplicação.

Por fim, a etapa de validação do modelo, que através da aplicação do PDP proposto, possibilitou analisar e avaliar tal proposta.

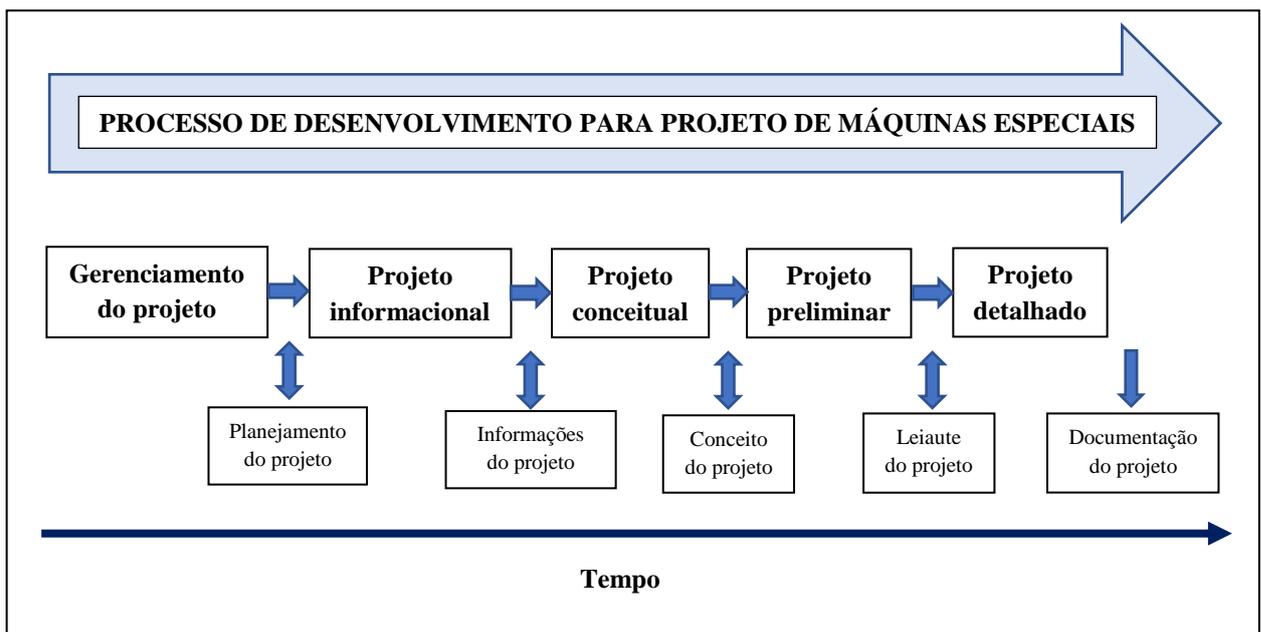
#### 4 MODELO DE REFERÊNCIA PARA O PROJETO DE MÁQUINAS ESPECIAIS

A necessidade de se manterem competitivas no mercado atual obriga as empresas a se qualificarem, tanto em seus produtos, quanto em suas tecnologias de produção. O intuito da criação de um modelo para a fabricação de máquinas especiais passa, justamente, pelo ponto de otimizar as tecnologias de produção dentro da unidade fabril, propiciando auxiliar, controlar e documentar os passos a serem seguidos na execução do projeto.

O modelo é um guia que facilita o controle e os dados coletados servem de base para os projetos posteriores, sendo que, a cada novo trabalho, mais informações são armazenadas, oferecendo uma melhor assertividade.

Assim, a Figura 13 apresenta as 5 fases do projeto, – gerenciamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado – juntamente com os resultados gerados a cada fase que abastecem as fases posteriores.

Figura 13: Fases do projeto

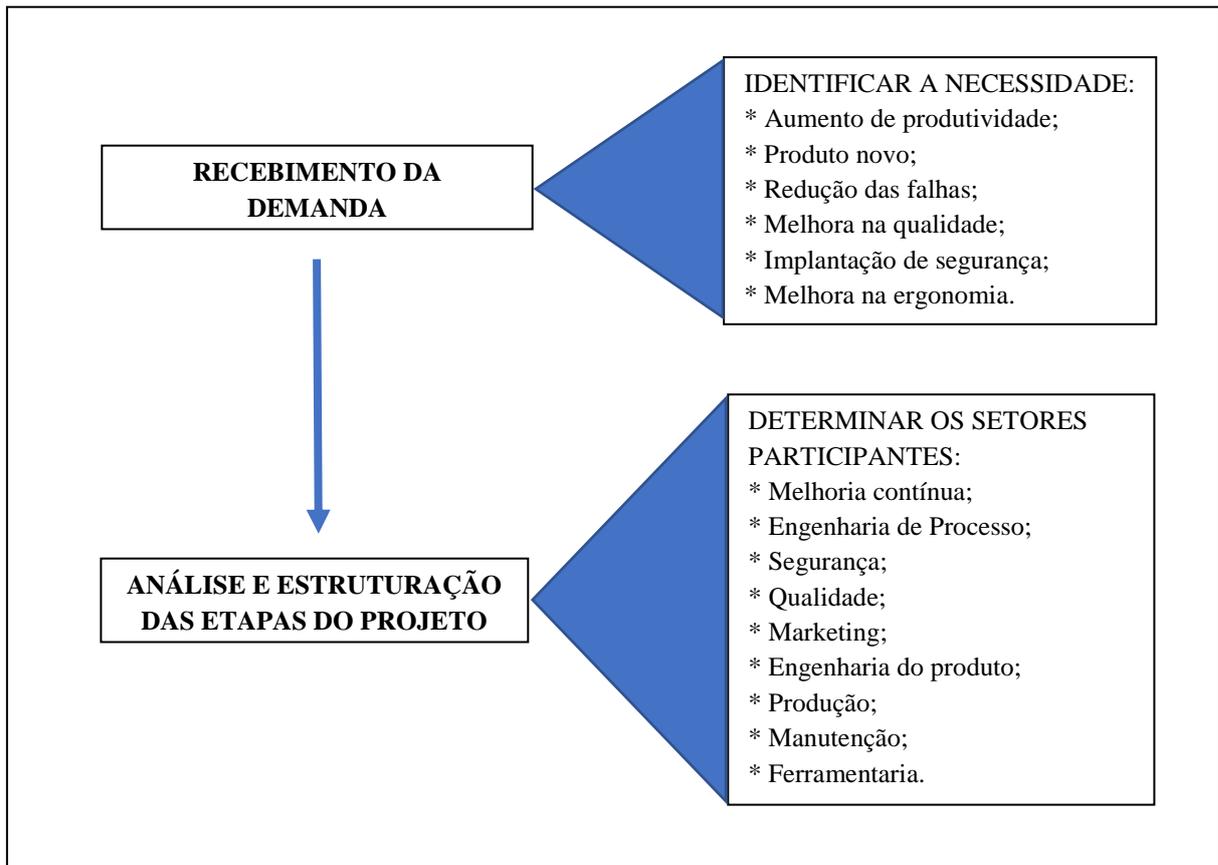


Fonte: o autor (2020)

##### 4.1 GERENCIAMENTO DO PROJETO

A fase de gerenciamento do projeto tem como objetivo identificar as necessidades e determinar os setores que serão convidados a participar de forma direta (Figura 14). Esta fase é o pontapé inicial do projeto, que busca a sua viabilidade através de uma análise prévia.

Figura 14: Fase de gerenciamento do projeto



Fonte: o autor (2020)

#### 4.1.1 Recebimento da demanda

A demanda de serviço a ser desenvolvida pelo setor de melhoria contínua deve vir da engenharia de processo, ocasionada por uma necessidade encontrada na produção. Tal solicitação requer um estudo prévio para compreender a real necessidade do cliente/setor.

O primeiro passo é analisar a necessidade existente e preencher um formulário para compreensão e discussão das possíveis melhorias, assim como a estimativa de investimento que será disponibilizada pela empresa. Tal estimativa abastece outro formulário já existente, que é o de liberação para investimento.

Assim sendo, toda a automatização, *retrofitting* ou reforma tem como princípio uma ou mais necessidades encontradas nos setores produtivos. Destaca-se algumas das mais comuns na empresa: i) aumento de produtividade; ii) produto novo; iii) redução de falhas; iv) melhora na qualidade; v) implantação de segurança; vi) melhora na ergonomia.

Fatores como segurança e ergonomia dificilmente terão retorno financeiro que possa ser contabilizado na produção, porém diminuem o risco de acidentes físicos e lesões, fazendo com

que se diminuam os gastos com colaboradores afastados e, até mesmo, possíveis ações na justiça.

#### 4.1.2 Análise de estruturação das etapas do projeto

Após a validação, pela gerência, dos recursos de investimento, tem-se início a estruturação das etapas do projeto, visualizando e documentando as etapas posteriores.

Neste momento determinam-se o coordenador do projeto e as partes que devem estar envolvidas na busca de informações e decisões do novo projeto.

Outro ponto fundamental é escolher e comunicar os setores envolvidos no novo projeto. Assim, cada setor pode escolher alguém para avaliar e discutir as possíveis implementações. Não é necessário envolver todos os setores da empresa, porém é importante requisitar a participação de todos que têm influência direta tanto na execução quanto na pós implantação do equipamento.

O que determina o setor ou colaborador a ser envolvido no projeto dependerá da necessidade identificada na fase anterior. Esses são setores que podem passar a ser convidados a participar das fases do projeto: melhoria contínua, engenharia de processo, segurança do trabalho, qualidade, marketing, engenharia do produto, produção, manutenção, ferramentaria.

Com o objetivo de auxiliar na visualização das tarefas e para evidenciar possíveis atrasos no decorrer do projeto, o cronograma semanal (Figura 15) das fases que compõem o projeto é elaborado nesta etapa. O cronograma será criado pelo setor de melhoria contínua juntamente com a supervisão, que é quem estabelece a ordem dos projetos existentes.

Figura 15: Cronograma das fases do projeto

<b>CRONOGRAMA – 2020</b>														
Semana/ Fase	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Gerenciamento do projeto														
Projeto informacional														
Projeto conceitual														
Projeto preliminar														
Projeto detalhado														

Fonte: o autor (2020).

Da mesma forma, para documentar fase de gerenciamento de projeto, foi criado um *checklist* (Figura 16), o qual contribuirá para a análise nas fases posteriores. Tal *checklist* contempla o nome do projeto, as necessidades principais, o setor que será feita a melhoria e a possibilidade de investimento, bem como o coordenador do projeto e os responsáveis por cada setor que estará envolvido.

Figura 16: *Checklist* da fase de gerenciamento do projeto

<b>CHECKLIST – GERENCIAMENTO DO PROJETO</b>			
PROJETO			
NECESSIDADE(S)			
SETOR			
INVESTIMENTO			
SETORES PARTICIPANTES			
COORDENADOR DO PROJETO			
SETOR	NOME	FUNÇÃO	CONTATO

Fonte: o autor (2020).

#### 4.2 PROJETO INFORMACIONAL

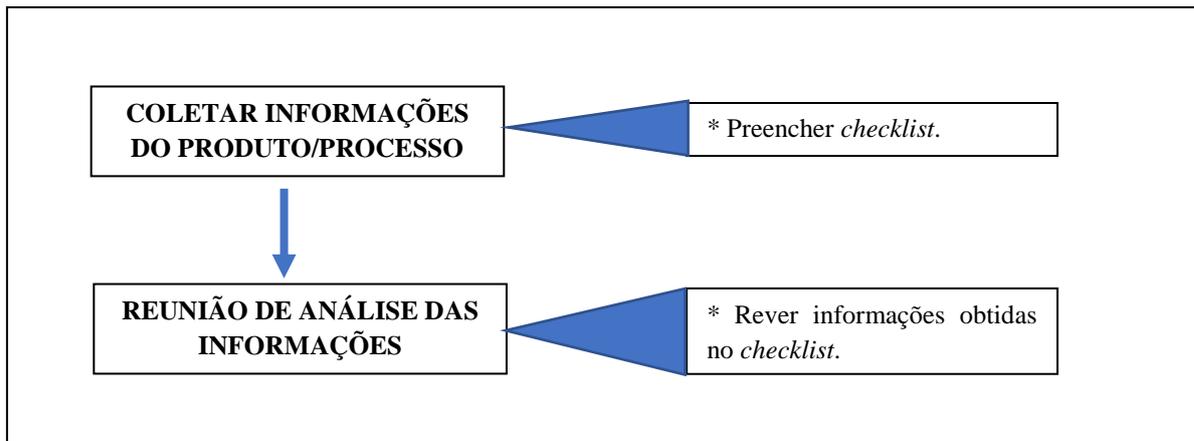
Para cada necessidade existe uma série de fatores que podem ser identificados de forma quantitativa ou mesmo qualitativa. Tais fatores são o ponto-chave para a concretização do projeto informacional.

Das respostas qualitativas, cabe ao grupo responsável pelo projeto tentar quantificar as que possam ter essa possibilidade, elaborando uma forma de mensurar tais resultados. Dados qualitativos ficam sujeitos a subjetividade e, com isso, a uma visão individual que é naturalmente diferenciada.

Assim, esta fase tem por objetivo extrair o máximo possível de informações sobre o desejo do cliente final, levando em consideração todos os atores que foram considerados importantes na etapa anterior.

Nesta fase existem duas atividades que são i) a de coleta de informações e ii) a da reunião de análise de tais informações (Figura 17).

Figura 17: Fase do Projeto Informacional



Fonte: o autor (2020)

#### 4.2.1 Coletar informações do produto/processo

O questionário (Figura 18) sugere as informações a serem preenchidas e que abastecem a etapa posterior. Caso uma informação relevante não esteja contemplada, ela pode ser anexada como observação ou, até mesmo, incluída no questionário para possíveis captações futuras.

A Figura 18 conta com a identificação da necessidade do setor e com o preenchimento das questões referentes a ela. De uma forma geral, o projeto pode estar vinculado a diferentes situações, quais sejam: aumento da produtividade, produto novo, redução de falhas, melhora na qualidade, implantação de segurança, melhora na ergonomia.

Figura 18: *Checklist* de projeto informacional

<b>CHECKLIST – PROJETO INFORMACIONAL</b>	
<b>QUESTIONÁRIO</b>	<b>INFORMAÇÃO</b>
<b>( ) Aumento da produtividade</b>	
Produtividade atual (peças por hora):	
Quantidade máxima de operadores (nº de operadores):	
Produtividade mínima desejada (peças por hora):	
<b>( ) Produto novo</b>	
Produtividade mínima desejada (peças por hora):	
Quantidade máxima de recursos (nº de operadores):	
Tipo(s) de peça(s) (formato, peso, material):	
Tipo(s) de operação(ões) (detalhar):	
Valor máximo para implementação (reais):	

<b>( ) Redução de falhas</b>	
Tipo da falha (detalhar):	
Quantidade atual de falhas (percentual):	
Quantidade de falhas aceitáveis (percentual):	
<b>( ) Melhora na qualidade</b>	
Tipo de problema (detalhar):	
Modelo aceitável (produto):	
<b>( ) Implantação de segurança</b>	
Tipo de operação (detalhar):	
Já possui algum sistema de segurança (detalhar):	
Categoria de segurança (1, 2, 3 ou 4):	
<b>( ) Melhora na ergonomia</b>	
Tipo de movimento (detalhar):	
Peso máximo do produto movimentado (kg):	
Tamanho máximo do produto (mm):	
Tamanho mínimo do produto (mm):	
Observações:	

Fonte: o autor (2020).

#### 4.2.2 Reunião de análise

Ao término da captação das informações, os responsáveis pelo projeto reúnem-se com o objetivo de rever os dados e garantir que nada de importante deixou de ser considerado. Desta forma, reforça-se a qualidade, possibilitando um projeto mais assertivo e com menos pausas geradas por falta de informações.

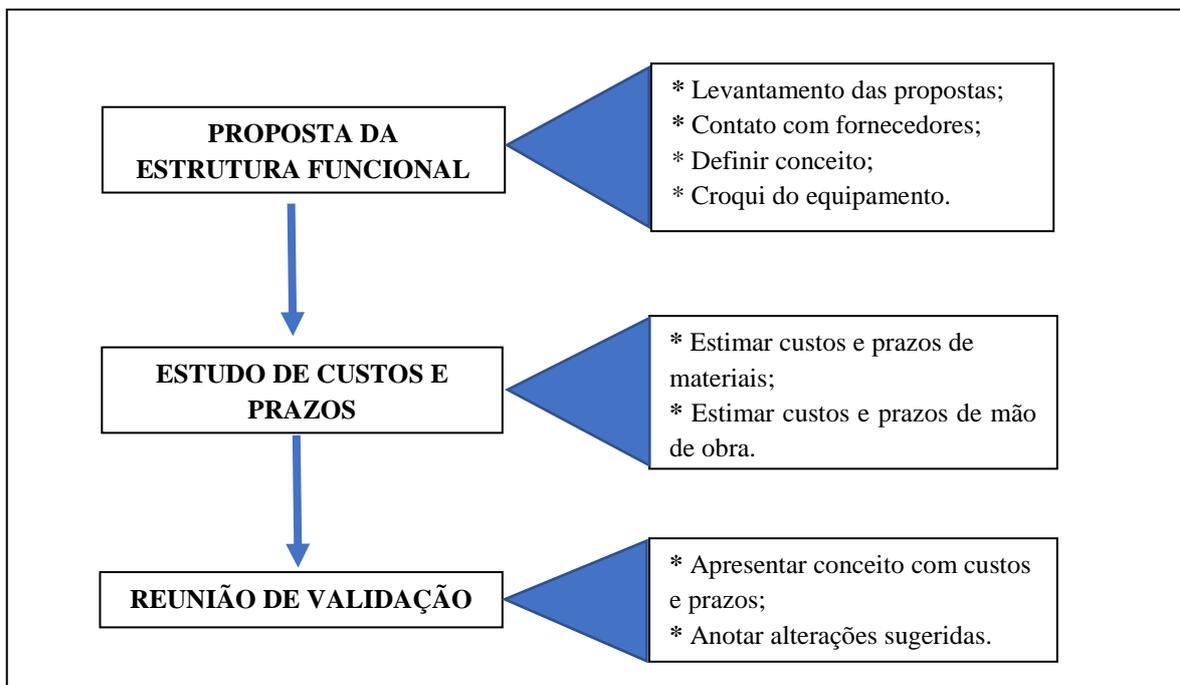
De forma consensual, a equipe valida esta etapa e permite passar para a próxima fase, que é a de criar um conceito para a máquina a ser desenvolvida.

### 4.3 PROJETO CONCEITUAL

Nesta fase, o setor de melhoria contínua, a par das informações coletadas anteriormente, inicia o processo de idealizar o produto, no caso, máquina especial. Para essa etapa, cria-se um esboço do equipamento no qual é estudado e especificado componentes e peças com base nos projetos elaborados anteriormente e no *know how* (conhecimento técnico) dos colaboradores do setor.

A Figura 19 apresenta as partes a serem contempladas durante esta fase, que passam por proposta de estrutura funcional, estudo de custos e prazos, assim como, uma reunião de apresentação e validação da máquina.

Figura 19: Fase de Projeto Conceitual



Fonte: o autor (2020)

#### 4.3.1 Elaboração da proposta de estrutura funcional

Com base nos dados coletados na etapa anterior e com o conhecimento técnico dos colaboradores do setor de melhoria contínua, pode ser gerada uma proposta do equipamento por meio de um esboço ou de uma ideia de funcionalidade.

As possíveis ideias são discutidas e anotadas para a reunião de validação da proposta. O dimensionamento dos principais componentes ou itens com risco de falhar também precisam

ser observados, assim como, protótipos ou testes para auxiliar na comprovação do funcionamento do equipamento.

Nesta etapa também acontecem encontros com possíveis fornecedores de componentes a serem utilizados no produto, o que auxilia a entender as funcionalidades e os custos do equipamento final.

Caso seja necessário, um croqui em *software* de desenho 3D é criado para uma melhor visualização e entendimento da geometria da máquina.

#### **4.3.2 Estudo de custos e prazos**

Com o conceito pré-concebido, é possível estabelecer uma estimativa de possíveis prazos e custos, sempre tentando permanecer dentro do orçamento e do prazo inicialmente proposto.

O setor de melhoria estipula os prazos e valores conforme conhecimento adquirido nos projetos anteriores, porém, se houver algum equipamento ou componente que seja novidade aos integrantes, é importante consultar fornecedores ou, até mesmo, técnicos com experiência no assunto.

Caso alguma das metas não possa ser atingida é necessário levar a dificuldade para a próxima reunião.

#### **4.3.3 Reunião de validação**

A reunião de validação tem por objetivo avaliar as ideias conceituais do equipamento, tais como custos, prazos e possíveis impedimentos na execução do projeto. Nesta reunião é importante que todos os setores responsáveis possam estar presentes para que não ocorram falhas comprometedoras ao projeto final.

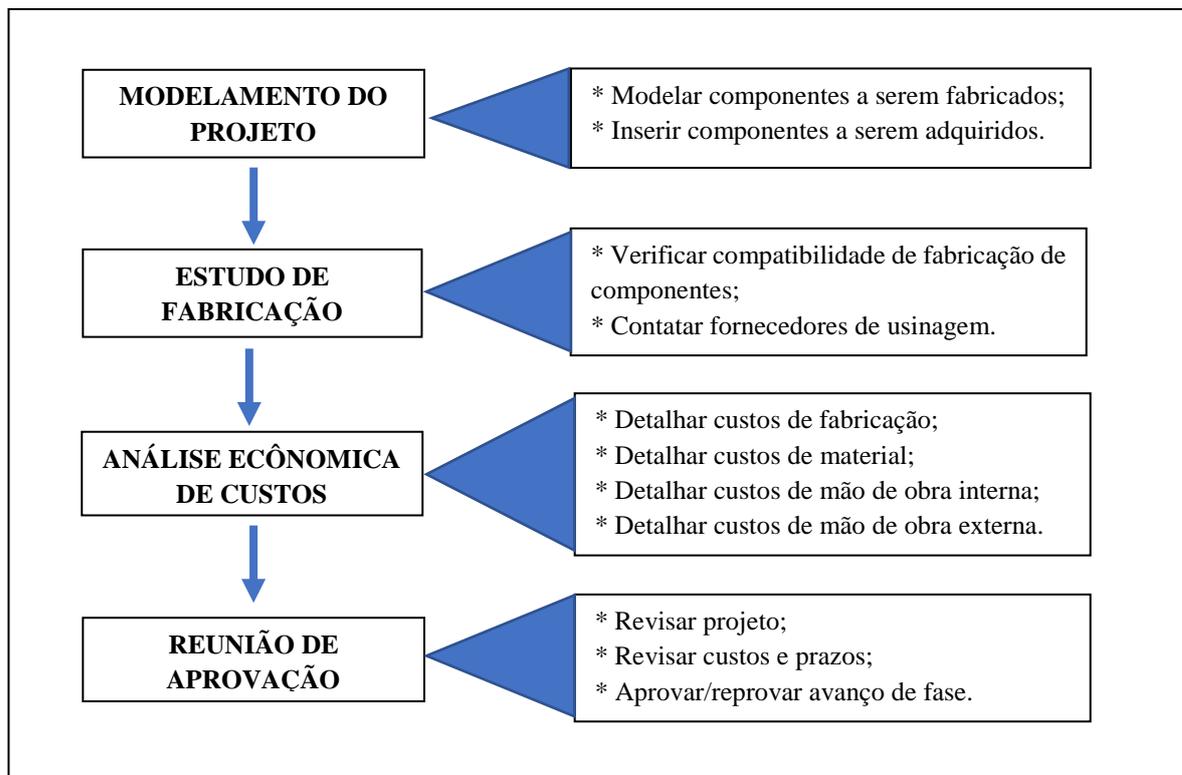
O setor de melhoria contínua apresenta a sugestão de melhoria explicando as características e o funcionamento do equipamento a ser gerado. Caso exista um croqui, pode ser apresentado aos participantes.

Se houver alterações de conceito ou sugestões, o próprio grupo designado pela responsabilidade do projeto avalia e informa ao setor de melhoria contínua. Porém, caso o problema seja a possibilidade de não atingir alguma meta, seja ela de necessidade, de custos ou prazos, deverá ser comunicado à gerência, que irá avaliar e informar se dará prosseguimento ao projeto, ou não.

#### 4.4 PROJETO PRELIMINAR

Validado o conceito da máquina, inicia-se a fase do projeto preliminar, com o modelamento do equipamento, estudo de fabricação e uma análise mais aprofundada dos custos. Por fim, é realizada uma reunião para validação e aprovação dos detalhes e custos (Figura 20), para seguir a parte final do projeto.

Figura 20: Fase do projeto preliminar



Fonte: o autor (2020)

##### 4.4.1 Modelamento do projeto

O desenho do produto é feito no *software Solidworks*, modelando os componentes a serem fabricados e incorporando os itens que são adquiridos. A utilização do *software* possibilita visualizar se há inconsistências na geometria dos componentes que levarão a colisões ou falta de recursos necessários.

#### 4.4.2 Estudo de fabricação

Ao mesmo tempo em que se concebe o modelamento, analisa-se as possibilidades de fabricação dos componentes, facilidade de montagens e desmontagens, bem como futuras manutenções, sejam elas periódicas ou não.

Não se pode pensar somente no hoje, na facilidade do projetista, é necessário estimar as fases que estão por vir, como a usinagem, a montagem e a desmontagem, a facilidade de instalação e de operação.

#### 4.4.3 Análise de custos

Com a seleção de todos os itens necessários à disposição, deverão ser agrupados os orçamentos para se produzir a máquina. Aqui será possível estimar com maior precisão o valor final do equipamento e se ele realmente estará dentro do planejado anteriormente.

Para um melhor entendimento e documentação da fase, preenche-se um novo *checklist* (Figura 21), que auxilia uma análise mais aprofundada dos componentes que fazem parte do novo equipamento. Aqui, o *checklist* é apresentado de forma resumida, sendo que a sua versão completa encontra-se no Apêndice A.

Figura 21: *Checklist* resumido da fase do projeto preliminar

<b>CHECKLIST - PROJETO PRELIMINAR</b>			
<b>ITENS</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Materiais para estrutura</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes mecânicos</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Materiais de fabricação mecânica</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes elétricos</b>			

<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes Pneumáticos</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes hidráulicos</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Pintura</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Tratamento superfície</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Segurança</b>			
<b>Total parcial</b>			
<b>Itens não contemplados anteriormente</b>			
<b>Total parcial</b>			
Total dos itens			
Total de mão de obra (interna)			
Total de mão de obra (terceiros)			
<b>Total de investimento</b>			

Fonte: o autor (2020).

#### 4.4.4 Reunião de Aprovação

Nesta fase, custos, prazos e mesmo a visualização do projeto ficam mais evidentes. O que antes era uma estimativa, agora é o mais próximo da realidade. O grupo responsável pelo projeto faz uma nova reunião para determinar o seguimento para a etapa final do projeto. Os testes devem estar feitos e as dúvidas devem ter sido sanadas, assim como o custo efetivo final

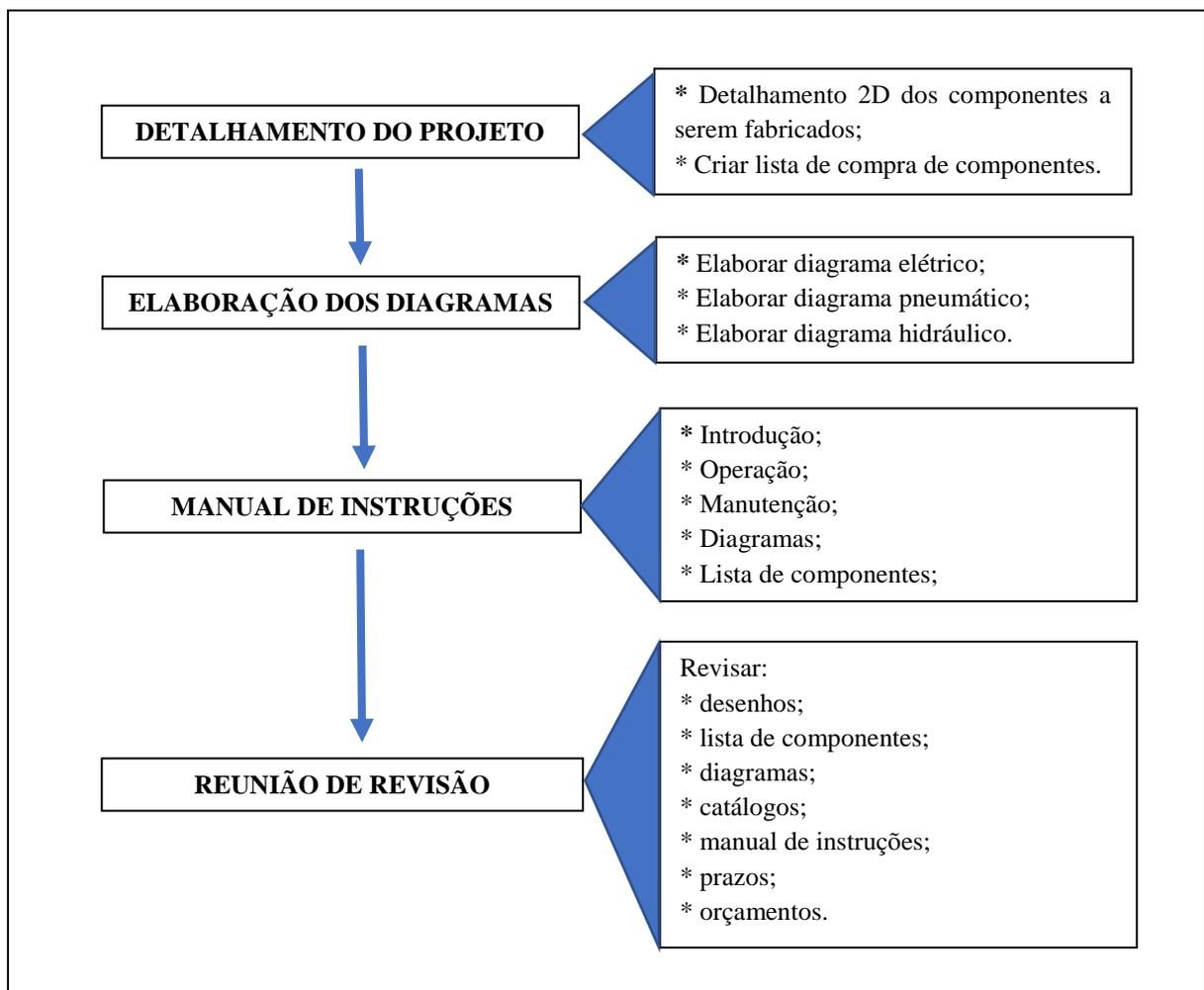
definido. Caso algo não esteja dentro do esperado, é importante corrigi-lo ou, até mesmo, interromper o projeto.

Da mesma forma que ocorre na etapa anterior, sugestões ou alterações poderão ser decididas em consenso pelos participantes. Porém fatores como custo e prazos precisarão ser comunicados à gerência para avaliação do segmento do projeto.

#### 4.5 PROJETO DETALHADO

Conforme a Figura 22, nesta última fase é que são feitos o detalhamento do projeto, a criação dos diagramas, a elaboração do manual da máquina e, por fim, todo o projeto é revisado, a fim de evitar que falte algo importante.

Figura 22: Fase de projeto detalhado



Fonte: o autor (2020)

#### **4.5.1 Detalhamento do projeto**

Nesta etapa são gerados os desenhos em 2D para a fabricação das peças, juntamente com a lista de itens e componentes que devem ser adquiridos. O setor de melhoria contínua é quem determinará os fornecedores, levando em consideração o valor, a qualidade, o prazo de entrega e a pós-venda que cada um oferece. Após esta análise, o pedido de compra dos produtos é enviado para o setor de compras.

#### **4.5.2 Elaboração dos diagramas**

Nesta atividade são elaborados os diagramas elétrico, pneumático e/ou hidráulico, caso sejam necessários. Os diagramas auxiliam no momento da montagem e também farão parte do manual de instrução. Estes devem seguir normas técnicas para entendimento de qualquer colaborador técnico qualificado que fará a montagem do equipamento ou, até mesmo, uma futura intervenção de manutenção.

#### **4.5.3 Criação do manual de instruções**

Outro ponto fundamental é o manual de instruções, que fará parte da entrega técnica do produto cujo objetivo é de auxiliar no entendimento operacional e nas manutenções e lubrificações do equipamento. No manual precisam constar: i) introdução explicativa do equipamento; ii) orientação operacional; iii) orientação de manutenção; iv) diagramas; v) lista de componentes e fornecedores.

#### **4.5.4 Reunião de revisão**

Por fim, realiza-se a última reunião para concretizar a finalização do projeto. Revisa-se o projeto como um todo com o intuito de encontrar algo que possa ter passado despercebido. Todos os documentos serão armazenados em uma pasta que ficará salva em rede para acesso de qualquer que seja o setor que necessitar de alguma informação.

É importante que fiquem salvos dentro da pasta arquivos como: i) arquivos 2D; ii) diagrama elétrico; iii) diagrama pneumático; iv) diagrama hidráulico; v) lista de componentes adquiridos; vi) manual de instruções.

Para a revisão da fase, um *checklist* (Figura 23) auxilia os colaboradores do setor de melhoria contínua.

Figura 23: *Checklist* da fase de projeto detalhado

<b>CHECKLIST – PROJETO DETALHADO</b>			
<b>Revisar</b>	<b>OK</b>	<b>Não se aplica</b>	
			<b>DETALHAMENTO 2D</b>
			Vistas alinhadas
			Perspectivas
			Cotas principais
			Tolerâncias
			<b>LISTA DE COMPRAS</b>
			Materiais para estrutura
			Materiais de construção mecânica
			Componentes elétricos
			Componentes mecânicos
			Componentes pneumáticos
			Componentes hidráulicos
			Lista de parafusos
			Componentes especiais
			<b>DIAGRAMAS</b>
			Diagrama elétrico
			Diagrama pneumático
			Diagrama hidráulico
			<b>MANUAL DE INSTRUÇÕES</b>
			Apresentação da máquina/equipamento
			Instruções de operação
			Instruções de manutenção elétrica
			Instruções de manutenção mecânica
			Instruções de lubrificação
			Lista de diagramas
			Lista de materiais

Fonte: o autor (2020).

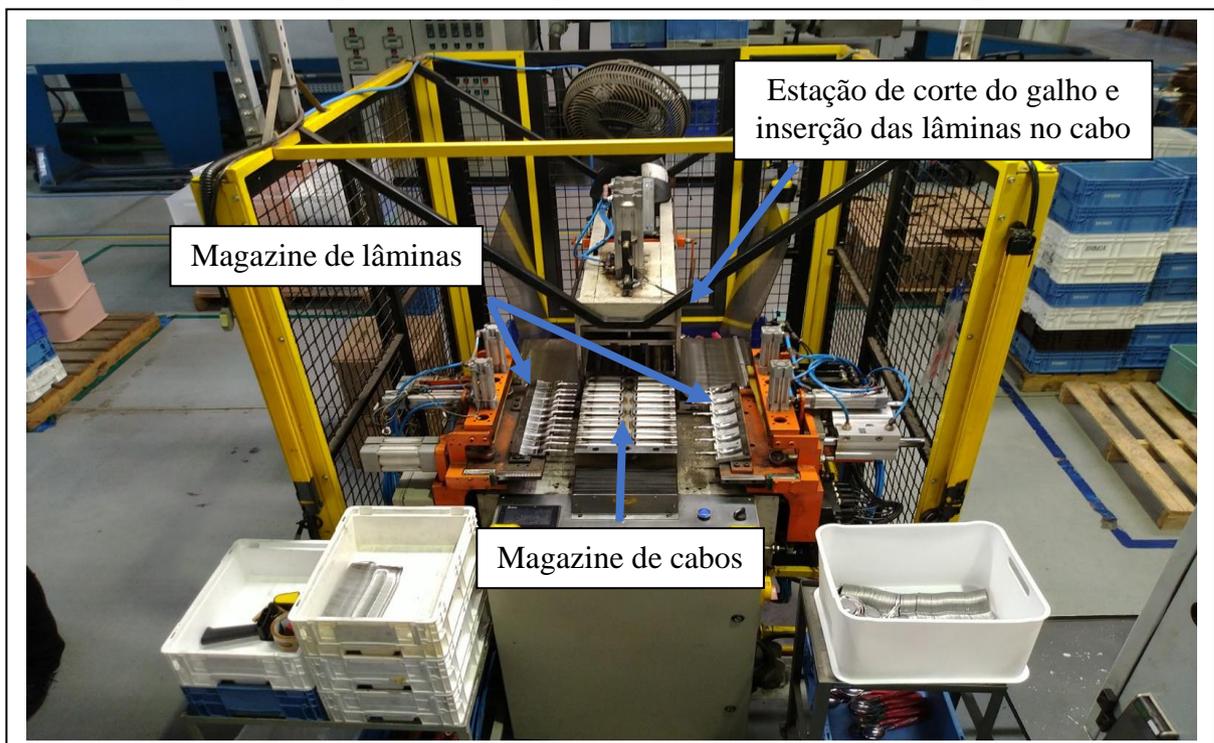
Assim, finaliza-se as etapas de projeto, cabendo à supervisão do setor de melhoria contínua a escolha de executar ou terceirizar, total ou até mesmo parcialmente, a fabricação da máquina.

## 5 ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE MÁQUINA PARA INSERIR CABOS PLÁSTICOS EM LÂMINAS DE AÇO INOXIDÁVEL

O projeto escolhido para o estudo de caso foi uma máquina de inserir cabos plásticos em lâminas de aço inoxidável formando talheres. Tal item é da linha do Grupo Brinox comercializado como um produto de entrada, com margem de lucro baixa e seu ganho focado na quantidade da venda do produto.

O talher é da linha Itaparica, que passa por uma necessidade de aumento na demanda de produção, fazendo com que precise de uma máquina com uma produtividade 30% maior. Além disso, a máquina atual (Figura 24) é semiautomática e depende da agilidade do operador para atingir a produtividade.

Figura 24: Imagem atual da máquina de inserir cabos (vista do operador)



Fonte: o autor (2020)

O novo projeto consiste em criar uma máquina com um sistema automático de posicionamento do cabo e alimentação da lâmina por meio de abastecimento manual de magazine. A máquina irá inserir, exclusivamente, garfo e colher de mesa (Figura 25), uma vez que o cabo é igual para ambas.

Figura 25: Talheres antes e após inserção



Fonte: o autor (2020).

## 5.1 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Para tal estudo, há dificuldade de se comparar o passado com o presente, uma vez que não havia um modelo que pudesse ser posto à prova. Assim, apesar de não haver tal modelo, a tentativa foi de entender o que estava sendo feito no passado e o que foi feito no presente trabalho, através da utilização das ferramentas e do acompanhamento detalhado no capítulo anterior.

### 5.1.1 Análise de dados do estudo de caso na fase de gerenciamento do projeto

O início do projeto deu-se através de uma solicitação de melhoria na máquina inseridora de cabos Itaparica que, conforme informação vinda do setor de engenharia de processo, através de e-mail, precisava de um aumento de 30% em sua produção. Tal demanda de trabalho foi confirmada, iniciando assim o estudo do projeto.

Ao setor de engenharia de processo coube calcular o valor a ser despendido para a melhoria levando em consideração o cálculo de retorno de investimento. Já o setor de melhoria contínua analisou algumas possibilidades, constatando que não seria viável a utilização da inseridora atual, uma vez que a matriz de injeção dos cabos também sofreria alterações, o que dificultaria para o operador ainda mais a alimentação. Assim, os integrantes do setor de

melhoria contínua consentiram em utilizar um conceito mais antigo de inseridora, que, após *retrofitting*, atingiu uma produtividade bem próxima da que estava sendo exigida. Assim, essa inseridora tornou-se a base para o novo projeto.

Outro ponto foi a escolha dos participantes do novo projeto. Para tal escolha foi levado em consideração, pelos setores de melhoria contínua e de engenharia de processo, a importância da participação do de produção, em que será realizada a melhoria; a participação do da segurança do trabalho, para detalhes relativos com a segurança da máquina; do de manutenção, para entendimento da nova máquina em futuras intervenções; juntamente com o setor de ferramentaria, para a fabricação das peças da nova máquina.

A cada líder dos setores citados acima foi feito convite e estes designaram participantes para o projeto. Como o setor com maior envolvimento no projeto é o de melhoria contínua, foi definido pela sua supervisão que o responsável pelo projeto seria deste setor.

Com todos os dados iniciais a Figura 26 foi preenchida, informando o título do projeto, o setor a ser realizada a melhoria, as necessidades a serem sanadas e o investimento que poderia ser utilizado par tal, assim como o responsável e os participantes do projeto.

Figura 26: *Checklist* da fase de gerenciamento de projeto preenchido

<b>CHECKLIST – GERENCIAMENTO DO PROJETO</b>			
PROJETO	INS XXXX		
SETOR	Talheres		
NECESSIDADES	Aumento de produtividade (30%)		
INVESTIMENTO	R\$ XXX.000,00		
<b>SETORES PARTICIPANTES</b>			
<b>COORDENADOR DO PROJETO</b>		XXXXXX XXXX	
<b>SETOR</b>	<b>NOME</b>	<b>FUNÇÃO</b>	<b>CONTATO</b>
Melhoria contínua	XXXXXX XXXX	Técnico	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Engenharia de Processo	XXXX XXXX XXXXXX	Analista	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Produção	XXXXXXXX XXXXXX	Líder de produção	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Segurança do trabalho	XXXXXXXX XXXX	Técnica	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Manutenção	XXXX XXXXXX	Técnico	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Ferramentaria	XXXXXX XXXXXX	Analista	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Fonte: o autor (2020)

Diferentemente de projetos passados, quando a participação dos setores interessados era praticamente nula, desta vez a contribuição dos integrantes foi fundamental e proveitosa para a elaboração do projeto, mesmo que alguns dos indicados não conseguissem participar diretamente das reuniões.

Junto a essa análise, o setor de melhoria contínua criou o cronograma do projeto. Conforme a Figura 27, foi determinado o início do projeto na 36ª semana e seu término ocorreria na 45ª semana do ano de 2020. O cronograma foi estipulado pelo setor de melhoria contínua junto com a supervisão, devido ao fluxo de projetos em andamento. Quem determina a prioridade de cada projeto na fila de execução é a supervisão do setor. No projeto atual, não havia outros trabalhos a serem executados, o que fez com que o setor se debruçasse sobre o projeto da inseridora de cabos.

Figura 27: Cronograma das fases do projeto preenchido

<b>CRONOGRAMA – 2020</b>														
Semana/ Fase	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Gerenciam. do projeto	X	X												
Projeto informacional			X											
Projeto conceitual				X	X									
Projeto preliminar					X	X	X	X						
Projeto detalhado							X	X	X	X				

Fonte: o autor (2020).

Após a liberação do investimento pela gerência do Grupo Brinox informada à supervisão, também foram comunicados aos setores participantes da aprovação, dando assim continuidade ao novo projeto.

### 5.1.2 Análise de dados do estudo de caso na fase de projeto informacional

Após a conclusão da primeira fase, deu-se início a do projeto informacional, com o objetivo de aprofundar ainda mais na necessidade do setor e quais parâmetros existem atualmente. Para tal, foi preenchida a Figura 28, uma parte do *checklist* (a Figura 21 apresenta o *checklist* na íntegra) com informações que são relevantes para a criação do novo equipamento, como as metas a serem atingidas.

Figura 28: *Checklist* do projeto informacional preenchido

<b>CHECKLIST - PROJETO INFORMACIONAL</b>	
<b>QUESTIONÁRIO</b>	<b>INFORMAÇÃO</b>
<b>( X ) Aumento da produtividade</b>	
Produtividade atual (peças por hora):	<b>XXXX</b>
Quantidade máxima de operadores (nº de operadores):	<b>X</b>
Produtividade mínima desejada (peças por hora):	<b>XXXX</b>

Fonte: o autor (2020)

Os dados de produtividade atual e o número de operadores foram obtidos junto ao setor de talheres e correspondem ao processo de produção sem paradas habituais por manutenção, moagem do galho ou abastecimento da injetora, que acabam ocasionando uma queda de produtividade ainda maior. Tanto a moagem quanto o abastecimento da injetora são realizados pelo próprio operador da inseridora, tornando a produtividade ainda menor que a contabilizada no quadro.

A necessidade principal foi a de aumento da produtividade, porém, outros aspectos importantes também foram observados como, por exemplo, o *layout*. No caso do *layout*, a disposição das máquinas não mudaria e o novo equipamento deveria ter as dimensões parecidas com a máquina atual, sendo que o espaço para a nova máquina é relativamente amplo e possibilita a construção de uma máquina até 50% maior sem que ocorram problemas.

Em reunião com os responsáveis pelo projeto, foi solicitado pelo setor de segurança do trabalho que a nova máquina deverá suprir, além dos quesitos de segurança, os problemas ergonômicos que existem atualmente, que fazem com que o operador precise abastecer as lâminas uma a uma e tenha que se curvar para pegar o galho de cabos.

O setor de manutenção também informou sobre a quantidade de quebras de componentes relativamente frágeis na máquina atual e a variação das regulagens que fazem com que se tenha paradas corriqueiras para tais ajustes e consertos.

Em projetos anteriores, as informações eram obtidas pelo setor de melhoria contínua junto aos demais de forma aleatória, sem a anotação de qualquer dado e sem uma reunião que pudesse corroborar com as informações. Tal amostragem pode apresentar a importância do envolvimento dos setores convidados nos dados obtidos e que deverão ser levados em consideração na próxima fase, algo que não era realizado em projetos passados. Assim, ao final da reunião, de forma consensual, foram validadas as informações e dado o aval pelo coordenador do projeto para passar à próxima fase.

### 5.1.3 Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto conceitual

Com base nos dados coletados anteriormente, o setor de melhoria contínua pode agora passar para a fase do projeto conceitual. Os colaboradores do setor, atualmente 3, analisaram e discutiram sistemas para a fabricação do equipamento proposto. O novo modelo de máquina deverá atingir a meta de produção sem perdas de tempo com *setup*. Cada estação operacional não deve ultrapassar o tempo limite estabelecido.

O setor de melhoria contínua optou por seguir o conceito de uma máquina que foi reformada e melhorada no ano de 2017 pelos próprios colaboradores que hoje integram o setor e que na época trabalhavam no de manutenção da empresa. Tal máquina, atualmente, produz um número de talheres por hora próximo do exigido e, com alguns ajustes, pode atingir a meta proposta.

Como são apenas dois itens inseridos no equipamento, a opção foi por desenvolvê-lo sem que necessitasse troca de gabaritos, um sistema de alimentação de cabos por panela vibratória e alimentação de lâminas com calhas de abastecimento. A inserção é por unidade e não mais em conjunto como no equipamento anterior.

Porém, por uma análise prévia, levando em consideração projetos anteriores, o custo de fabricação estimado ultrapassaria em aproximadamente 30% o valor base. Os motivos de um conceito duplicado na hora de inserir, um aumento considerável nos materiais devido ao aumento do dólar na pandemia, principalmente os que utilizam componentes importados, e também a mão de obra externa elevaram as despesas para a nova máquina.

Nos projetos passados, as informações vinham de forma aleatória, e muitas vezes chegavam no decorrer do processo, ocasionando retrabalhos. Os custos de fabricação eram estimativas, sem nem mesmo determinar um conceito de máquina e, ainda, não era informado para a supervisão caso houvesse aumento do custo final.

Em reunião conjunta entre o setor de melhoria contínua, os participantes responsáveis pelo projeto e a supervisão, ficou definido que, mesmo com o aumento do valor inicial, seria dado continuidade ao desenvolvimento do projeto, uma vez que o aumento de materiais e da mão de obra externa foram as principais causas desse descompasso e o fato de não haver *setup* seria algo de grande valia.

Assim, durante a reunião, foi acordada a ideia conceito do equipamento que segue para a próxima fase.

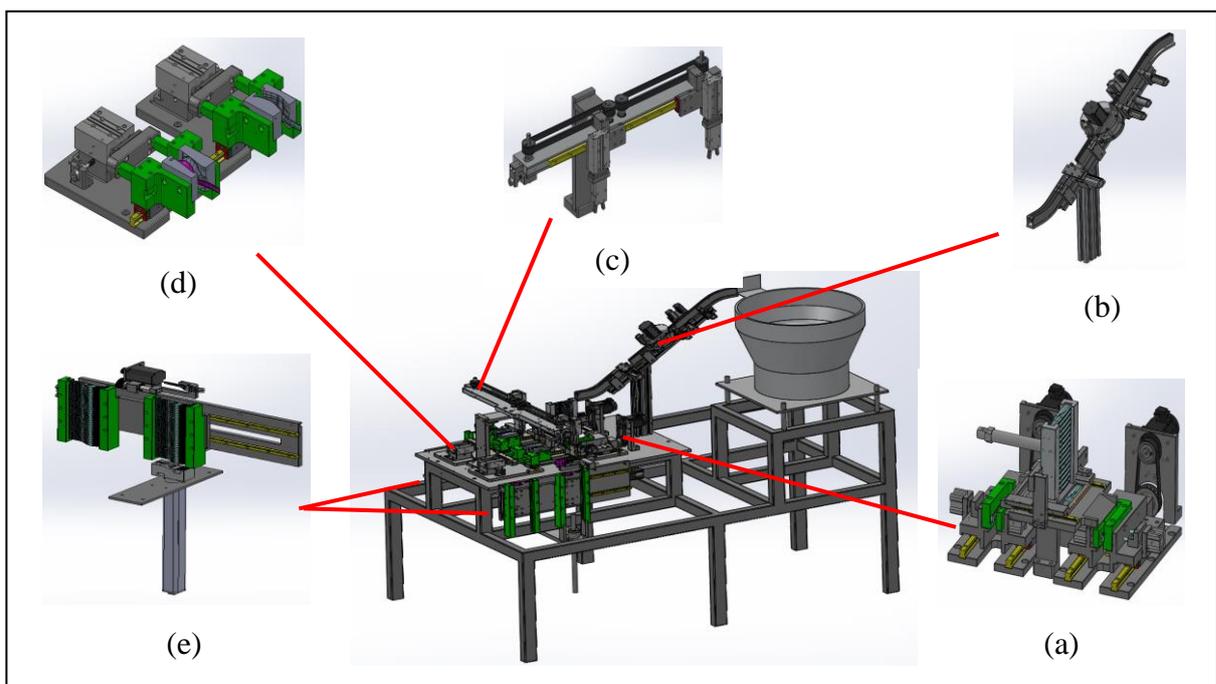
### 5.1.4 Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto preliminar

Na fase do projeto preliminar foi desenvolvido o modelamento do equipamento em *software* 3D, levando em consideração as ideias levantadas na fase anterior. Para tal, o projetista desenhou os componentes observando a possibilidade de sanar a necessidade do setor dentro do que foi estipulado na fase anterior. Os demais responsáveis do setor participam auxiliando em opiniões e ideias para validar o funcionamento da máquina.

O novo equipamento conta com diversos mecanismos para que ocorra a montagem de forma satisfatória. Do lado do cabo, uma panela vibratória recebe os cabos vindos da injetora, posteriormente uma calha posiciona o cabo no sentido correto com um pulmão para o alimentador do cabo no magazine de montagem. Já, do lado da lâmina, o mecanismo conta com uma calha de abastecimento com troca automática, mais um transferidor de lâmina para o magazine de montagem da lâmina que, após a inserção, cai através de uma abertura na mesa.

A Figura 29 apresenta a vista explodida dos equipamentos para montagem do talher. A máquina está dividida em cinco partes principais: (a) magazine de montagem dos cabos, (b) calha de posicionamento dos cabos, (c) transferidor de lâminas, (d) magazine de montagem das lâminas (e) e calha de abastecimento das lâminas.

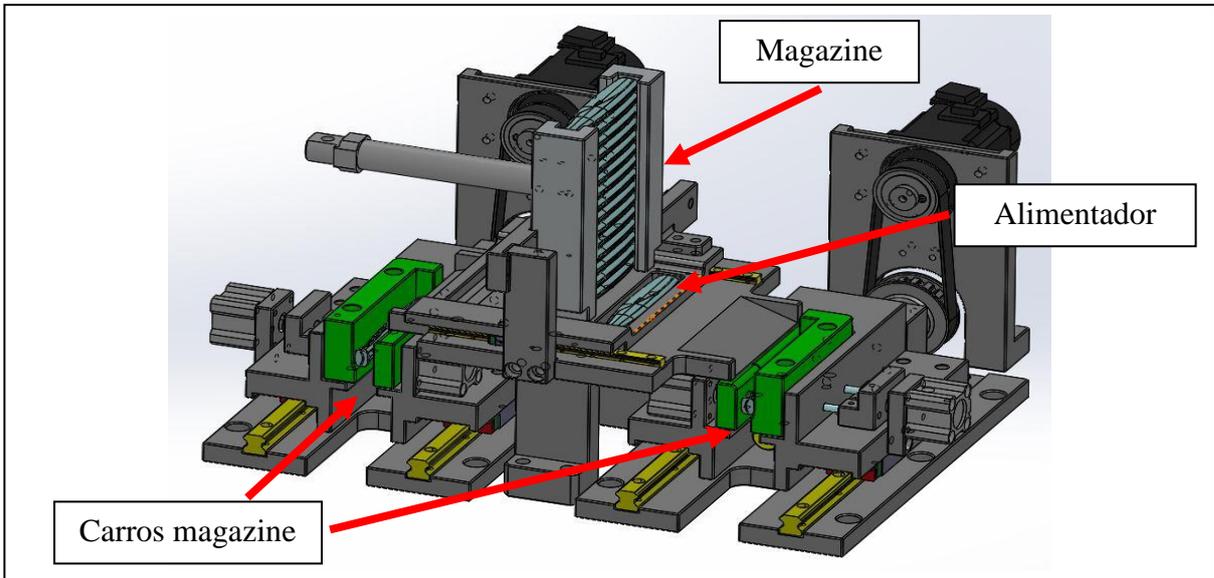
Figura 29: vista explodida dos conjuntos da máquina



Fonte: o autor (2020)

A Figura 30 mostra o magazine de montagem dos cabos com um duplo sistema de abastecimento automático, um para o lado do garfo, outro para o da colher. A montagem é dada através de encaixe sob pressão por meio de movimento linear com parafuso de potência.

Figura 30: Magazine de montagem dos cabos.



Fonte: o autor (2020).

A Figura 31 apresenta a calha de posicionamento dos cabos que, na saída da panela vibratória, identifica a posição do cabo através de sensores e o posiciona no sentido correto.

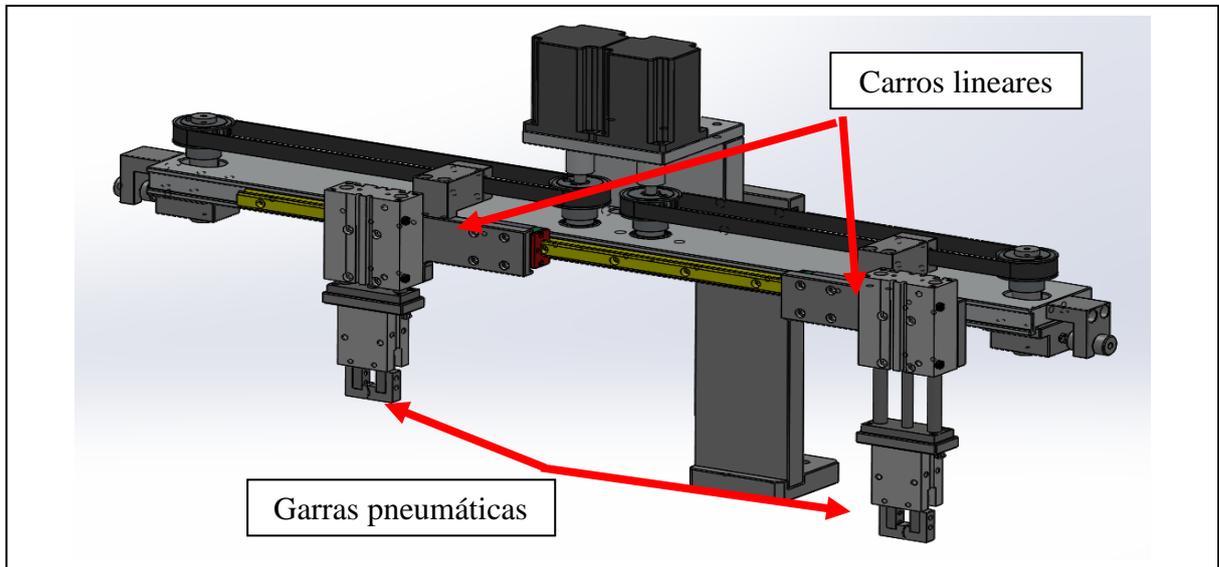
Figura 31: Calha de posicionamento dos cabos



Fonte: o autor (2020).

A Figura 32 apresenta o transferidor de lâminas, que coletará o material na calha e o transportará até o magazine. Tal dispositivo conta com um sistema de pinças para a pega das peças e com carros em guias lineares que farão o transporte.

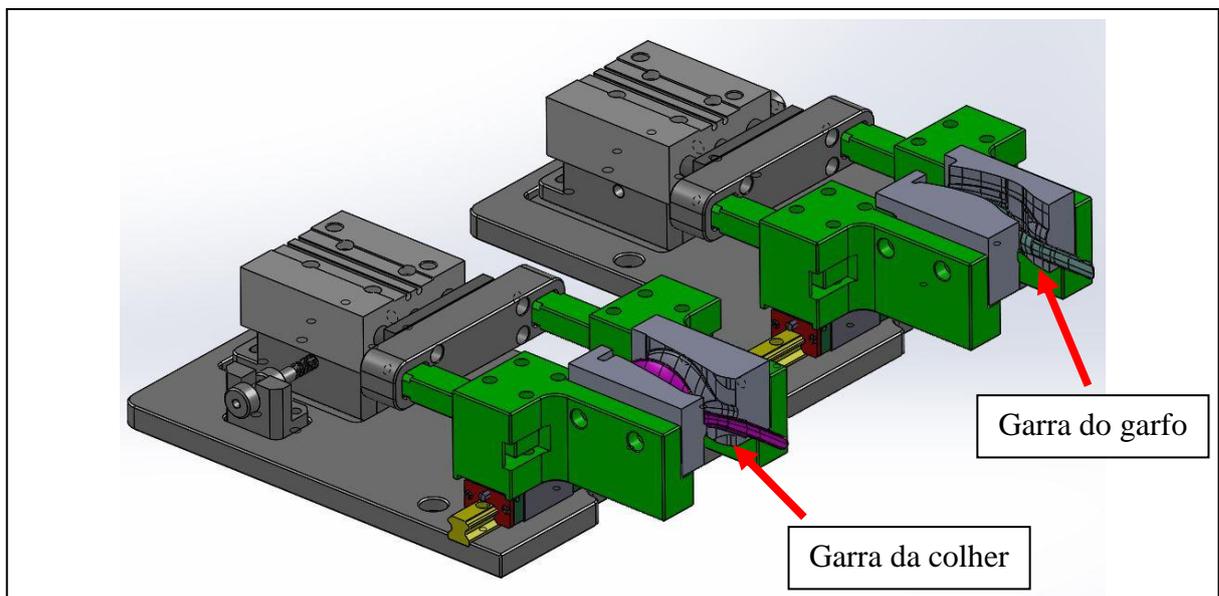
Figura 32: Transferidor de lâminas



Fonte: o autor (2020).

A Figura 33 apresenta o magazine de montagem da lâmina, com um conjunto de garras pneumáticas desenvolvidas que desempenharão o trabalho de segurá-la no momento de inserção com o cabo.

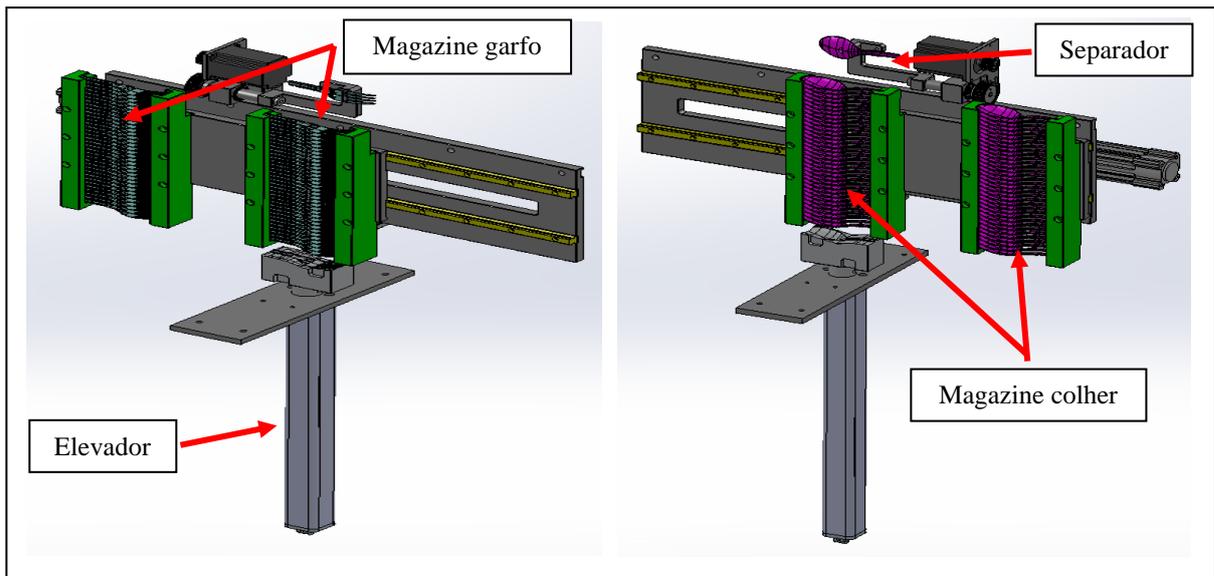
Figura 33: Magazine de montagem da lâmina



Fonte: o autor (2020).

A Figura 34 apresenta a calha de abastecimento das lâminas, que conta com um magazine duplo para que, enquanto um lado estiver em operação, o outro possa estar sendo abastecido. Cada lado da máquina fará um tipo de talher: o direito fará garfo e o esquerdo colher.

Figura 34: Calha abastecedora de lâminas



Fonte: o autor (2020).

O modelamento observa questões de facilidade de montagem e desmontagem dos componentes para possíveis intervenções de manutenção, bem como a possibilidade de fabricação deles.

Enquanto o 3D é criado, os demais colaboradores do setor de melhoria contínua participam ativamente junto ao projetista. O responsável pela parte mecânica orienta quanto à geometria dos componentes e aos itens que se encontram com mais facilidade no mercado. Já o responsável pela parte elétrica verifica as possibilidades de atuação e o monitoramento dos movimentos. Ambos, também, auxiliam no contato com fornecedores para suprir dúvidas e consultar preços dos componentes.

Através da Figura 35 foi possível detalhar os equipamentos a serem utilizados e, com isso, determinar uma expectativa de custo final. É importante ressaltar que o setor de melhoria contínua vale-se do reaproveitamento de componentes de máquinas que foram desativadas e que estejam em boas condições. Com o reaproveitamento, é possível minimizar os custos da nova máquina.

Figura 35: Checklist da fase de projeto conceitual preenchido

<b>CHECKLIST - PROJETO PRELIMINAR</b>			
<b>ITENS</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Materiais para estrutura</b>			
Chapa	100 kg	Base em aço SAE 1045	R\$ 600,00
Tubo	150 kg	Estrutura e suportes em aço SAE 1020	R\$ 1.200,00
Cantoneira	10 kg	Suportes de sensores em alumínio	Reaprov.
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 1.800,00</b>	
<b>Componentes mecânicos</b>			
Redutor			
Rolamento	4 unid.	Rolamento para fusos (32203)	R\$ 60,00
Rolamento	12 unid.	Rolamento para transfer (6204 zz)	R\$ 40,00
Guia linear	4 unid.	Para carro inseridor	R\$ 3.000,00
Patim	20 unid.	Geral	R\$ 2.600,00
Fuso	2 unid.	Fuso e porca	R\$ 1.920,00
Retentor			
Parafuso		Geral aproximado	R\$ 200,00
Arruela			
Porca			
Polia	8 unid.	Sincronizada	R\$ 400,00
Correia	4 unid.	Sincronizada	R\$ 100,00
Atuador elétrico	2 unid		R\$ 4.000,00
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 12.320,00</b>	
<b>Materiais de fabricação mecânica</b>			
Aço	300 kg	Componentes em aço SAE 1045	R\$ 3.500,00
Aço	30 kg	Gabaritos e guias em aço SAE 4140	R\$ 500,00
Aço	5 kg	Guias em aço inox SAE 420	R\$ 200,00
Alumínio			
Bronze			
Nylon			
Poliacetal			
Elastômero			
Celeron			

<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 5.000,00</b>	
<b>Componentes elétricos</b>			
Painel	1 unid.	1500X1000X300	R\$ 1.000,00
CLP	1 unid.	Delta	R\$ 2.800,00
Expansão	3 unid.	Delta	R\$ 730,00
IHM	1 unid.	Delta	Reaprov.
Motor	4 unid.	Motor de passo	R\$ 4.500,00
Servo	2 unid.	200 watts	R\$ 4.100,00
Drive	2 unid.	200 watts	R\$ 4.100,00
Contator			Reaprov.
Disjuntor			Reaprov.
Sensor	40 unid.	Sensor M12 com cabo	R\$ 6.000,00
Relé	60 unid.		R\$ 3.000,00
Botão	6 und.		Reaprov.
Cabo	300 m		Reaprov.
Borne	200 unid.		R\$ 300,00
Jumper	6 unid.		R\$ 250,00
Fonte	6 unid.		Reaprov
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 26.750</b>	
<b>Componentes Pneumáticos</b>			
Atuador	20 unid.	Geral	R\$ 5.800,00
Válvula	20 unid.	5 X 2, duplo solenoide, 24V	Reaprov.
Un. de tratamento	1 unid.	Filtro regulador	Reaprov.
Conexão	60 unid.	Geral	R\$ 500,00
Tubo	100 m	Tubo 6 mm	R\$ 270,00
Geradoras de vácuo	2 unid.	Geradora SMC com vacuostato	R\$ 4.000,00
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 10.570,00</b>	
<b>Componentes hidráulicos</b>			
Atuador			
Válvula			
Bomba			
Filtro			
Tubo			
Óleo			
Reservatório			

<b>Total parcial</b>		<b>R\$</b>	
<b>Pintura</b>			
Spray	5 unid.	Lata 400 ml.	R\$ 100,00
Pintura líquida	2 unid.	Lata 3,6 Lts.	Reaprov.
Pintura a pó			
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 100,00</b>	
<b>Tratamento superfície</b>			
Zincag. Eletrolítica			
Zinco ferro			
Oxidação negra			
<b>Total parcial</b>		<b>R\$</b>	
<b>Segurança</b>			
Proteção física	1 unid.	Proteção em alumínio com ...	R\$ 5.000,00
Barreira de luz			
Sensaguard			Reaprov.
Relé			Reaprov.
CLP			Reaprov.
<b>Total parcial</b>		<b>R\$ 5.000,00</b>	
<b>Itens não contemplados anteriormente</b>			
Panela vibratória			Reaprov.
<b>Total dos itens</b>		<b>R\$ 60.870,00</b>	
<b>Total de mão de obra (interna)</b>		<b>R\$ XX.000,00</b>	
<b>Total de mão de obra (terceiros)</b>		<b>R\$ XX.800,00</b>	
<b>Total de investimento</b>		<b>R\$ XXX.670,00</b>	

Fonte: o autor (2020).

Ao término do modelamento, novamente foram reunidos os responsáveis pelo projeto que puderam observar as características geométricas da máquina através do projeto em 3 dimensões.

Em reunião, foi decidido, a pedido do setor de melhoria contínua em acordo com a segurança do trabalho, realizar os testes antes que as proteções físicas sejam feitas. Assim, caso ocorra algum retrabalho, não irá danificar ou ter que retrabalhar a parte de segurança também.

Outro ponto esclarecido foi que parte da demanda de usinagem seria terceirizada, uma vez que o setor de ferramentaria está sobrecarregado. O responsável pelo setor encaminhará as peças a um fornecedor terceirizado no qual será feito orçamento prévio.

Durante as reuniões, o que pesa é o bom senso na hora da decisão. Se for uma discussão sobre a segurança, o maior peso é de quem é da segurança do trabalho. Se for algo tecnológico, o maior peso é do setor de melhoria contínua e assim consecutivamente. Caso haja algo em que não se tenha uma decisão unânime ou, até mesmo, discordâncias na equipe, o ponto será levado para a gerência.

Não se obteve nenhuma grande mudança de custos em relação ao que foi avaliado no projeto conceitual e as questões pertinentes ao projeto foram sanadas. Para comprovar a validação para a próxima etapa, uma ata foi elaborada e enviada por e-mail para todos os participantes do projeto, sendo solicitado que estes respondessem com suas considerações e concordância.

A grande diferença desta fase ficou na participação e decisão dos integrantes responsáveis pelo projeto. Tal aprovação, ou até mesmo considerações, ficavam somente entre os integrantes do setor de melhoria contínua e, no pior dos casos, os impasses eram resolvidos com a supervisão.

### 5.1.5 Análise de dados do estudo de caso na fase do projeto detalhado

Para a fase de projeto detalhado, à medida que as atribuições da máquina foram todas sanadas na etapa anterior, iniciou-se a criação dos documentos que fazem parte desta fase. Para tal, um novo *checklist* foi incorporado (Figura 36), visando lembrar os integrantes do setor as tarefas desta fase.

Figura 36: *Checklist* da fase de projeto detalhado preenchido.

<i>CHECKLIST</i> – PROJETO DETALHADO			
Revisar	OK	Não se aplica	DETALHAMENTO 2D
	X		Vistas alinhadas
	X		Perspectivas
	X		Cotas principais

	X		Tolerâncias
			<b>LISTA DE COMPRAS</b>
	X		Materiais para estrutura
	X		Materiais de construção mecânica
	X		Componentes elétricos
	X		Componentes mecânicos
	X		Componentes pneumáticos
		X	Componentes hidráulicos
X			Lista de parafusos
	X		Componentes especiais
			<b>DIAGRAMAS</b>
	X		Diagrama elétrico
X			Diagrama pneumático
		X	Diagrama hidráulico
			<b>MANUAL DE INSTRUÇÕES</b>
X			Apresentação da máquina/equipamento
X			Instruções de operação
X			Instruções de manutenção elétrica
X			Instruções de manutenção mecânica
X			Instruções de lubrificação
X			Lista de diagramas
X			Lista de materiais

Fonte: o autor (2020).

O detalhamento 2D e a lista de compras ficaram a critério do projetista, o diagrama elétrico ficou a cargo do técnico eletricista, enquanto que o diagrama pneumático ficou a cargo do técnico mecânico. Quanto ao manual de instruções, a apresentação ficou a cargo do projetista, as instruções de operação ficaram a cargo do técnico eletricista, assim como as instruções de manutenção elétrica e, as instruções de manutenção mecânica e de lubrificação ficaram sob a responsabilidade do técnico mecânico.

O *checklist* contribuiu para a revisão do projeto, algo que não era comum no passado, uma vez que documentar o projeto não era prática exercida no setor. Os documentos eram deixados de lado e somente feitos caso o setor de melhorias estivesse com tempo de sobra.

Ao final desta fase, os colaboradores do setor de melhoria contínua deixam os documentos salvos em uma pasta criada em rede com o nome e número do equipamento que

possibilita o acesso de diversos colaboradores, permitindo uma visão transparente do trabalho do setor de melhoria contínua e podendo ser acessada sempre que necessário.

## 5.2 COMPARATIVO COM E SEM O MODELO

Este item tem por objetivo comparar as diferenças entre utilizar ou não o procedimento, confrontando as novas práticas com as exercidas antes da elaboração do método, através da experiência do setor de melhoria contínua do Grupo Brinox. O Quadro 1 foi desenvolvido através de um comparativo da utilização ou não do modelo.

Quadro 1: Comparativo das fases com e sem o modelo proposto

<b>FASES</b>	<b>COM O MODELO</b>	<b>SEM O MODELO</b>
Gerenciamento do projeto	Demanda com identificação das necessidades e investimento + Análise de setores que serão envolvidos (Preenchimento do Quadro 1) + Cronograma do projeto (Preenchimento do Quadro 2).	Sem análise de investimento + Sem cronograma + Sem envolvimento dos setores interessados
Projeto informacional	Coleta de informações do produto/processo + Análise e validação das informações com os setores responsáveis (Preenchimento do Quadro 3).	Informações oriundas de diversas fontes de forma aleatória e sem ser documentada + Pouca interação com setores interessados.
Projeto conceitual	Proposta/Conceito da estrutura funcional + estudo de custos e prazos + reunião de validação com setores responsáveis.	Conceito elaborado sem interação com os setores responsáveis e sob total responsabilidade do setor de melhoria contínua.
Projeto preliminar	Modelamento do projeto + Estudo de fabricação + Detalhamento de custos (Preenchimento de Quadro 4) + reunião de aprovação com setores responsáveis.	Modelamento do projeto sem detalhamentos dos custos finais e sem aprovação dos setores responsáveis.
Projeto detalhado	Detalhamento do projeto + elaboração dos diagramas + manual de instruções + reunião de revisão (Preenchimento do Quadro 5).	Detalhamento do projeto + elaboração dos diagramas + manual de instruções se houver tempo hábil.

Fonte: o autor (2020)

Na fase de gerenciamento do projeto, com o modelo, a definição da demanda é dada pelo setor de engenharia de processo, que analisa a necessidade e o quanto poderá ser investido para resolvê-la. Em conjunto, o setor de melhoria contínua organiza o cronograma e quais outros que deverão estar envolvidos no projeto. Sem o modelo, a análise de investimento seria feita após a definição de um conceito preliminar, não haveria cronograma e tampouco interação com os setores interessados.

Com o modelo, a fase de projeto informacional busca as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto através do preenchimento do *checklist* e com a participação dos setores responsáveis. Enquanto que, sem o modelo, as informações chegam de forma aleatória e com pouco envolvimento dos setores responsáveis.

Na fase de projeto conceitual, com o modelo, as informações recolhidas anteriormente promovem uma melhora nos dados para o conceito da máquina, assim como uma avaliação dos setores responsáveis no projeto. Já sem o modelo, o conceito fica somente sob responsabilidade do setor de melhoria contínua, sem a participação dos outros.

Na fase de projeto preliminar, através do modelo, cria-se o modelamento da máquina corroborada com as informações do projeto conceitual e torna mais preciso os custos finais da máquina/equipamento. Sem o modelo, não há revisão de custos.

Por fim, a fase de projeto detalhado, com o modelo, promove a revisão das tarefas e finaliza o projeto. Sem o modelo, o projeto por vezes fica incompleto.

Assim, mesmo com uma única amostragem, a aplicação do modelo mostrou-se favorável no quesito organizacional. Houve o entendimento das fases do projeto e a responsabilidade pelo projeto foi distribuída entre todos os setores envolvidos.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve por necessidade a elaboração de um modelo de procedimento para fabricação de máquinas especiais no setor de melhoria contínua do Grupo Brinox. O setor, que foi formado em 2018, fabricava equipamentos sem um procedimento que pudesse auxiliar os colaboradores no entendimento do projeto.

A partir de estudos realizados, utilizou-se como base o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) para a elaboração de um procedimento, que conta com 5 fases: gerenciamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado.

Juntamente, foram elaborados *checklists* para auxiliar na execução das fases de forma que fosse possível captar e documentar informações de necessidades, investimentos, custos, revisões, dentre outras. Tal processo foi aplicado na criação de uma máquina de inserir cabos plásticos em lâminas de aço inoxidável com o intuito de confirmar a sua validade.

Os resultados, até o momento, são qualitativos e não quantitativos, porém, por meio da aplicação deste método, já se pode observar melhoras no ambiente organizacional através do entendimento das fases do projeto, uma vez que a utilização dos *checklists* permitiram o registro das lições aprendidas e, também, a possibilidade de discussão através de equipe multidisciplinar.

Quanto ao novo projeto, as inovações implementadas proporcionaram ganhos, principalmente, no quesito organizacional, juntamente com maior tendência na assertividade, minimizando retrabalhos por falta de informações e discussões. Assim, como sugestão de continuidade para trabalhos futuros, um maior número de amostragem permitirá medir os ganhos obtidos após a implementação do procedimento.

Por fim, pode-se afirmar que este trabalho atingiu de modo geral os objetivos propostos: a criação de um modelo de procedimento para fabricação de máquinas especiais e a comprovação de que tal procedimento melhorou o processo de entendimento e organização das fases do projeto no setor de melhoria contínua do Grupo Brinox.

A análise da aplicação deste estudo, demonstra a importância de trabalhar a fabricação de máquinas especiais utilizando modelos de procedimento, uma vez que proporcionam melhora no entendimento do projeto a ser executado. Sendo assim, os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, na medida em que o objetivo geral foi atingido.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. T. T.; PEREIRA, C. V.; FERREIRA, H. B. B. Uma Ontologia para a Gestão do Conhecimento no Processo de Desenvolvimento de Produto. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 537-551, 2010. Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000300008](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000300008) Acesso em 16 abr. 2020.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Malone, 2008.
- BRETTEL, M.; HEINEMANN, F.; ENGELN, A.; NEUBAUER, S. Cross-functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations and its effects on project effectiveness and efficiency. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 2, p. 251-269, 2011. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley-com.ez314.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/jbl.12081> Acesso em 15 abr. 2020.
- COUTO, S. M.; JÚNIOR, J. A. V. A.; VACCARO, G. L. A inovação como fator de vantagem competitiva: estudo de uma cooperativa produtora de suco e vinho orgânicos. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 397-407, 2016. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/gp/v23n2/0104-530X-gp-0104-530X1677-14.pdf> Acesso em 14 mar. 2020.
- CURCE, J. S.; UMEMOTO, A. L. T.; CARDOZA, E.; LEAL, G. C. L. Prática e ferramentas de engenharia utilizadas no processo de desenvolvimento de produtos: uma revisão sistemática. In.: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, BA. **Anais ...**. Salvador: Enegep, 2013. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_181\\_035\\_22553.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_181_035_22553.pdf). Acesso em 16 abr. 2020.
- ELHARIRI, E. M. T.; SEKHARI, A.; BOURAS, A. Product lifecycle management solution for collaborative development of Wearable Meta-Products using set-based concurrent engineering. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 1, p. 41-52, mar. 2017. Disponível em <https://journals-sagepub-com.ez314.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1177/1063293X16671386>. Acesso em 15 abr. 2020.
- JACK, H. **Projeto, planejamento e gestão de produtos: uma abordagem para engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- LOOS, M. J.; MIGUEL, P. A. C. Proposta de seleção e priorização do portfólio de novos produtos em uma empresa têxtil. **Production**, v. 26, n. 4, p. 801-817, 01 mar. 2016. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/prod/2016nahead/0103-6513-prod-0103-6513118113.pdf>. Acesso em 14 abr. 2020.
- PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos. Métodos e Aplicações**. Tradução da 6ª edição alemã. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. *E-book* (411 p.) Disponível em

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215516/cfi/0!/4/2@100:0.00>. Acesso em 13 abr. 2020.

PEREIRA, E. C. O.; PISKE, F.; OLIVEIRA, G. P. de.; SANTOS, J. U.; NARDELLI, R.; JUNIOR, W. P. Engenharia simultânea: um estudo de caso em uma empresa têxtil. **Revista produção Online**, UFSC, v.1, n. 1, out. 2001. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/590/0>. Acesso em 14 abr. 2020.

PINA, S. A. S. M.; BEAL, V. E.; MACHADO, A. M. O design como agente integrador das atividades de projetos e fabricação de produtos. **CPMark – Caderno Profissional de Marketing**, UNIMEP, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2016. Disponível em <https://www.cadernomarketingunimep.com.br/ojs/index.php/cadprofmkt/article/view/49>. Acesso em 13 abr. 2020.

PINHEIRO, L. M. P.; TOLEDO, J. C. Aplicação da abordagem lean no processo de desenvolvimento de produto: um survey em empresas industriais brasileiras. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 320-332, 01 mai. 2016. Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2016000200320&lng=en&tlng=en&gathStatIcon=true](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000200320&lng=en&tlng=en&gathStatIcon=true). Acesso em 14 abr. 2020.

PIZZO, J. S.; CAMILO, M. D.; GIANDON, A. C. Diagnóstico de práticas do gerenciamento de projetos no desenvolvimento de produtos: um estudo de caso em uma empresa fabricante de produtos odontológicos. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v. 6, n. 2, p. 29-45, jul. / dez. 2018. Disponível em <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=iptec&page=article&op=view&path%5B%5D=12832>. Acesso em 14 abr. 2020.

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

SILVA, B. P. M.; LEITE, S. S.; FRANCISCO, B. L.; TAVERES, G. F.; MAIOLI, G. S.; ASSIS, R. F. A.; LEONI, J. N.; MORAES, P. A. V.; MAZINI, S. R. Análise do planejamento estratégico e do processo de desenvolvimento do produto para a criação de uma empresa no setor moveleiro. **Revista Engenharia em Ação UniToleto**, Araçatuba, v. 2, n. 1, p.136-146, jan./ago. 2017. Disponível em <http://www.ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/2580>. Acesso em 09 abr. 2020.

TYAGI, S.; CHOUDHARY, A.; CAI, X.; YANG, K. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. **International Journal of Production Economics**. v. 160, p. 202-212, feb. 2015. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527314003521> Acesso em 15 abr. 2020.

VIEIRA, A. V. **Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecânicos**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7571/VIEIRA\\_Antonio\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7571/VIEIRA_Antonio_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 09 abr. 2020.

ZANCUL, E. S.; MARX, R.; METZKER, A. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, n.1, p. 15-29, 2006. Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2006000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2006000100003&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em 09 abr. 2020.

**APÊNDICE A – CHECKLIST DA FASE DO PROJETO PRELIMINAR**

<b>CHECKLIST - PROJETO CONCEITUAL</b>			
<b>ITENS</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Materiais para estrutura</b>			
Chapa			
Tubo			
Cantoneira			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes mecânicos</b>			
Redutor			
Rolamento			
Rolamento			
Guia linear			
Patim			
Fuso			
Retentor			
Parafuso			
Arruela			
Porca			
Polia			
Correia			
Atuador elétrico			
<b>Total parcial</b>			
<b>Materiais de fabricação mecânica</b>			
Aço			
Aço			
Aço			
Alumínio			
Bronze			
Nylon			
Poliacetal			
Elastômero			
Celeron			

<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes elétricos</b>			
Painel			
CLP			
Expansão			
IHM			
Motor			
Servo			
Drive			
Contator			
Disjuntor			
Sensor			
Relé			
Botão			
Cabo			
Borne			
Jumper			
Fonte			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes Pneumáticos</b>			
Atuador			
Válvula			
Un. de tratamento			
Conexão			
Tubo			
Geradoras de vácuo			
<b>Total parcial</b>			
<b>Componentes hidráulicos</b>			
Atuador			
Válvula			
Bomba			
Filtro			
Tubo			
Óleo			
Reservatório			

<b>Total parcial</b>			
<b>Pintura</b>			
Spray			
Pintura líquida			
Pintura a pó			
<b>Total parcial</b>			
<b>Tratamento superfície</b>			
Zincag. eletrolítica			
Zinco ferro			
Oxidação negra			
<b>Total parcial</b>			
<b>Segurança</b>			
Proteção física			
Barreira de luz			
Sensaguard			
Relé			
CLP			
<b>Total parcial</b>			
<b>Itens não contemplados anteriormente</b>			
Total dos itens			
Total de mão de obra (interna)			
Total de mão de obra (terceiros)			
<b>Total de investimento</b>			