

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUANA CARLA DA SILVA

**MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS EM
PROCESSOS DE PRODUÇÃO COM O AUXÍLIO DO BPM: UM
ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2017

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS EM
PROCESSOS DE PRODUÇÃO COM O AUXÍLIO DO BPM: UM
ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

LUANA CARLA DA SILVA

Dissertação Apresentada Ao Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção, Da Faculdade De Engenharia Arquitetura E Urbanismo, Da Universidade Metodista De Piracicaba – UNIMEP, Como Requisito Para Obtenção Do Título De Mestre Em Engenharia De Produção.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Célia de Oliveira.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2017

**MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS EM
PROCESSOS DE PRODUÇÃO COM O AUXÍLIO DO BPM: UM
ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

LUANA CARLA DA SILVA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 31 de maio de 2017, pela
Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela benção da sabedoria para ter chegado até aqui. Agradeço, também, por ter me acompanhado e por ter me protegido durante o desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus pais, Carlos e Inês, por terem sido exemplo de vida em relação a respeito, humildade e determinação em buscar objetivos. Também, por, sempre, me apoiarem na busca pelos meus sonhos e por, nos momentos de desânimo, serem meu amparo.

Ao meu esposo Gabriel, pelo incentivo, paciência e suporte durante os momentos difíceis.

À Prof^a Dr^a Maria Célia de Oliveira por me orientar nesse projeto e compartilhar comigo seus conhecimentos, sempre com muita paciência e direcionamentos que nos levaram a uma troca de experiência.

A todos os Professores do Programa PPGEP – UNIMEP, pela oportunidade de aprendizado, em especial ao Prof^o Dr. André Luis Helleno pela confiança, direcionamento, compartilhamento de informações.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio fornecido em forma de bolsa de fomento para o desenvolvimento deste trabalho.

"Se podes?", disse Jesus. "Tudo é possível àquele que crê."

Marcos 9:23

RESUMO

Como consequência da concorrência global, as empresas do século XXI estão enfrentando, cada vez mais, mudanças frequentes e imprevisíveis do mercado, incluindo a rápida introdução de novos produtos, produtos personalizados, novas tecnologias, constantes variações de demanda e mudanças nos regulamentos governamentais. Todos estes fatores impõem pressão nas empresas em relação sobre o prazo de introdução de novos produtos, que dependem da modificação dos seus sistemas de produção. Desenvolver ou modificar um sistema de produção envolve desafios que devem estar alinhados com as diretrizes da organização e aos fatores externos que a afetam. O objetivo deste estudo é propor um método de implementação de novos equipamentos em processo de produção, com o auxílio do BPM (*Business Process Management*). Para isso, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico. Como resultado deste estudo tem-se um método para auxiliar na implementação de novos em equipamentos de processos de produção, que considera os requisitos de produto, processo e normas.

ABSTRACT

Due the global competition, 21st century companies are increasingly facing frequent and unpredictable changes in the market, including the rapid introduction of new products, customized products, new technologies, constantly changes in demand, and changes in government regulations. All these factors impose pressure on companies regarding the timeframe for introducing new products, which depend on the modification of their production systems. Developing or modifying a production system involves challenges that must be aligned with organizational guidelines and the external factors that affect it. For this, this research proposed a method of implementing new equipment in production process, identifying the stages of implementation and the requirements that should be considered in each stage. For the development of the case study, the concepts of business process management and process modeling were used to develop the case study in an automotive company. As a result of this study there is a method to assist in the implementation of new in production process equipment, which takes into account the requirements of product, process and standards

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	OBJETIVOS	14
1.1.1.	OBJETIVO GERAL	14
1.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.2.	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1.	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E PROCESSO	16
2.2.	NORMAS.....	25
2.3.	MODELAGEM DE PROCESSOS.....	31
2.3.1.	ETAPAS PARA MODELAGEM DE PROCESSOS.....	34
2.3.2.	FERRAMENTAS A MODELAGEM DE PROCESSOS	36
2.4.	MODELOS DE GESTÃO POR PROCESSOS	44
2.4.1.	MODELO DE HARRINGTON, ESSELING E NIMWEGEN.....	45
2.4.2.	MODELO DE SMITH E FINGAR	46
2.4.3.	MODELO DE HAVEY.....	48
2.4.4.	MODELO DE BALDAM.....	49
3.	MÉTODO E PROCEDIMENTO DE PESQUISA.....	52
3.1.	ETAPAS DA PESQUISA	53
4.	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO.....	58
4.1.	O MÉTODO PROPOSTO	58
4.1.1.	LISTA DE ATIVIDADE E VERIFICAÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.2.	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	63
4.2.1.	MODELAGEM DO PROCESSO DESEJADO.....	87
4.3.	MÉTODO PROPOSTO FINAL.....	98
5.	CONCLUSÃO.....	108
7.	REFERÊNCIAS	110

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ETAPAS DE PDP PROPOSTO POR PAHL E BEITZ (PAHL E BEITZ 1996).....	17
FIGURA 2 - PROCESSO DE PLANEJAMENTO E DESIGN PROPOSTO POR PAHL E BEITZ (ADAPTADO DE PAHL E BEITZ 2007).....	20
FIGURA 3 - CATEGORIAS DE RECURSOS DE PROCESSO DE PRODUÇÃO (WIENDAHL ET AL., 2015).....	21
FIGURA 4 – ELEMENTOS DE UMA ESTAÇÃO DE PRODUÇÃO (FONTE: WIENDAHL, REICHARDT E NYHUIS 2015).....	22
FIGURA 5 – OS OITO FATORES INFLUENCIADORES EM UM SISTEMA DE PRODUÇÃO (WESTKAMPER, 2006).....	24
FIGURA 6 - ATIVIDADES DA MODELAGEM DE PROCESSO (BALDAM ET AL, 2007).....	34
FIGURA 7 - EXEMPLO DE FLUXOGRAMA DE PROCESSO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	38
FIGURA 8 - DIAGRAMA EM EPC (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	39
FIGURA 9 - EXEMPLO DE MODELAGEM UTILIZANDO A NOTAÇÃO BPMN. (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	42
FIGURA 10 - MODELO DE HARRINGTON, ESSELING E NIMWEGEN (1997).....	45
FIGURA 11 - MODELO DE SMITH E FINGAR DO CICLO DE VIDA DE PROCESSOS BPM (SMITH E FINGAR 2007).....	47
FIGURA 12 - MODELO PROPOSTO POR HAVEY (2006).....	49
FIGURA 13 - CICLO DE BPM (BALDAM ET AL, P. 56, 2007).....	50
FIGURA 14 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	52
FIGURA 15 - ETAPAS DE CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO (CAUCHICK MIGUEL, 2007).....	54
FIGURA 16 - O MÉTODO PROPOSTO.....	58
FIGURA 17: FOLHA DE ABERTURA DO PROJETO DE MODELAGEM (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	66
FIGURA 18 - FLUXOGRAMA DOS SUBPROCESSOS IDENTIFICADOS (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	67
FIGURA 19 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	69
FIGURA 20 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	70
FIGURA 21 – DIAGRAMA DE SIPOC – FASE DE MANUFATURA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	71
FIGURA 22 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE INSTALAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	72
FIGURA 23 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	73
FIGURA 24 – MODELAGEM DO SUBPROCESSO - SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	75

FIGURA 25: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	77
FIGURA 26: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO MANUFATURA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	79
FIGURA 27: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO INSTALAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	81
FIGURA 28: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	83
FIGURA 29: RESULTADO DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	88
FIGURA 30: RESULTADO DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	90
FIGURA 31: RESULTADOS DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO REVISÃO DA DOCUMENTAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	91
FIGURA 32: RESULTADO DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO MANUFATURA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	93
FIGURA 33: MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO INSTALAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	94
FIGURA 34: MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)	96
FIGURA 35 – MÉTODO FINAL PROPOSTO – ETAPAS SIMPLIFICADAS	98

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - LISTA DE VERIFICAÇÃO PROPOSTA (PAHL E BEITZ, 2007).....	19
QUADRO 2 - ITENS DA NORMA REGULAMENTORA NR10 ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
QUADRO 3 - ITENS DA NORMA REGULAMENTADORA 12.....	29
QUADRO 4 - CONTRIBUIÇÕES DAS NORMAS MENCIONADAS NO ESTUDO	30
QUADRO 5 - SÍMBOLOS PARA ELABORAÇÃO DE FLUXOGRAMA CONFORME PADRÃO ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE) (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	37
QUADRO 6 - PRINCIPAIS SÍMBOLOS DA METODOLOGIA EPC	39
QUADRO 7- ELEMENTOS BÁSICOS DA NOTAÇÃO BPMN (BPMN, 2004)	41
QUADRO 8 - LISTA DE VERIFICAÇÃO (PAHL E BEITZ , 2007)	59
QUADRO 9 - LISTA DE ATIVIDADE E VERIFICAÇÃO PARA O MÉTODO PROPOSTO	62
QUADRO 10 - MELHORIAS PROPOSTAS (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).....	85

1. INTRODUÇÃO

A globalização, desde meados da década de 1980, foi marcada pelo aumento no fluxo de capital entre os países industrializados e, mais notavelmente, entre os países industrializados e em desenvolvimento. A globalização foi acelerada por fatores como as decisões políticas; os avanços tecnológicos e sociopolíticos. Esse processo conduz à crescente interdependência entre os países em relação aos aspectos sociais e econômicos, ao aumento de oportunidades e o risco devido à concorrência intensificada (SCHERER, PALAZZO, 2011).

Impulsionadas pela concorrência global, as empresas do século XXI estão enfrentando, cada vez mais, mudanças frequentes e imprevisíveis do mercado, incluindo a rápida introdução de novos produtos, constantes variações de demanda e mudanças nos regulamentos governamentais, especialmente as relacionadas à segurança e ao meio ambiente (WANG; KOREN, 2013; MICHAELISA *et al.*, 2014; WULFSBERG E BRUHNS, 2011; DEEP E SINGH, 2015).

Além disso, o aumento da demanda por produtos mais personalizados (DU, JIAO E TSENG, 2006; HANA, 2013) impõe às empresas a necessidade de produção diversificada com diferentes produtos e variantes (TONISSEN *et al.* (2012). Ainda, têm-se as regulamentações ambientais que estão mais rigorosas (SCHÖNEMANN *et al.*, 2015) e a volatilidade de demanda (MOURTZIS, DOUKAS e PSAROMMATIS, 2015).

Para se manterem competitivas, essas empresas devem possuir sistemas de produção capazes de produzir produtos de alta qualidade, baixo custo, além de possuírem a capacidade de reagirem, rapidamente, às mudanças do mercado (AZAIEZ *et al.*, 2016), que, segundo Kuzgunkaya e Elmaraghy (2009), são cada vez mais constantes para os sistemas de produção. Dessa forma, o correto gerenciamento dessas mudanças torna-se

uma vantagem competitiva e um desafio para as empresas (ELMARAGHY *et al.*, 2008).

Um aspecto importante dessas mudanças é que merece destaque relaciona-se com a rápida evolução tecnológica, que impõe a necessidade das empresas em lidar com maiores complexidades (ELMARAGHY *et al.*, 2013; MILLER, 2010). A evolução tecnológica impõe pressão sobre as empresas, uma vez que é tida como uma vantagem competitiva, resultante da inserção de novas tecnologias. Esse mesmo avanço da tecnologia impõe pressão sobre os prazos de entrega para o *design* de produto, que devem ser lançados em tempos menores para contribuir com o aumento da competitividade da empresa, além da necessidade de desenvolver ou modificar os respectivos sistemas de produção que atendam os mesmos prazos (CEGLAREK, 2014).

Desenvolver ou modificar um sistema de produção, para que este esteja alinhado com os objetivos estratégicos da organização e para que seja possível a fabricação dos novos produtos, necessariamente, envolve decisões complexas. Essas decisões complexas estão relacionadas, especialmente, com o detalhamento dos sistemas de produção, como: a especificação e *design* de equipamentos que compõe o sistema, *layout*, conteúdo do trabalho manual e automático, material e fluxo de informações, dentre outros. O grande desafio é fazer com que essas decisões estejam alinhadas com a estratégia de negócios da empresa (COCHRAN *et al.*, 2002). Para que isso ocorra, os responsáveis pelo desenvolvimento e modificações de sistemas de produção têm que focar na melhoria da condição atual com visão em longo prazo considerando as exigências do mercado, analisando capacidade de produção, recursos existentes e necessidades futuras devido as mudanças de mercado, entre outras atividades de estruturação (ROSIO e SAFSTEN, 2013).

Consideram-se tarefas de difícil execução, modificações de sistemas de produção, devido à necessidade de consideração dos fatores internos, relacionados com a organização, fatores externos, que são as influências que o mercado impõe a indústria, exigindo que os responsáveis pela implementação

possuam conhecimentos do sistema existente das variáveis que o afetam (ANDERSEN, BRUNO e NIELSEN, 2015).

Outro desafio em relação ao desenvolvimento ou modificação de sistemas de produção constitui o gerenciamento do projeto, devido ao fato da extensa troca de informações entre os fornecedores de equipamentos e o responsável pela implementação, pois esta cria interdependências de informações que podem influenciar os resultados. (BRUCH E BELLGRAN, 2012).

Consoante Abd Rahman, Brookes, Bennett (2009); Stock e Tatikonda (2004), há forte colaboração entre fornecedores de equipamentos e os respectivos utilizadores, o que depende do bom desempenho em relação ao processo de aquisição e ao processo de implementação desses equipamentos.

Apesar do bom relacionamento entre o fornecedor do equipamento e do utilizadores, as atividades de sua implementação devem atender aos requisitos de qualidade, meio ambiente, segurança, processos (tempo de ciclo, flexibilidade, dentre outros) e ergonomia. Porém, a correta implementação depende de atender a todas as normas relacionadas a cada uma desses requisitos.

Para que esses requisitos sejam considerados no desenvolvimento, o conceito do BPM (*Business process management*) foi utilizado para realização da modelagem do processo e a notação BPMN (*Business process management notation*) para representação do método.

Nota-se, dessa forma, que a implementação dos equipamentos em relação ao desenvolvimento ou à modificação de um sistema de produção não constitui tarefa trivial, portanto, este estudo definiu as seguintes questão de pesquisa:

1. Como introduzir novos equipamentos em uma linha de produção para uma empresa do setor automotivo, que auxilie na fase de desenvolvimento de processos?

Para responder a esses questionamentos, foram definidos o objetivo, que está declarado no subtópico seguinte.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para introdução de novos equipamentos em uma linha de produção de automóveis.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atender ao objetivo geral deste estudo foram delineados os seguintes objetivos específicos,

- Desenvolver um estudo de caso em uma indústria automobilística;
- Desenvolver, a partir do estudo de caso, o método proposto para este estudo.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 – Introdução, apresentou-se a contextualização do estudo, justificativa do tema e objetivo relacionado ao estudo ser conduzido.

No Capítulo 2 – Revisão da Literatura, apresentou-se o mapeamento da literatura e estrutura conceitual teórica sobre desenvolvimento de produto e processo, abordando sobre o modelo de desenvolvimento de produto proposto por Pahl e Beitz (2007), as mudanças nos sistemas de produção devido à volatilidade dos mercados, o conceito da gestão por processos, modelo para implementação da gestão por processo e etapas para modelagem de

processos, ferramentas de modelagem e descrição das normas de gestão de qualidade e processos.

Para o desenvolvimento do Capítulo 3 – Procedimentos Metodológicos, definiu-se a classificação da pesquisa, descreveu-se o método de estudo a ser utilizado, foi definido o modelo proposto por Cauchick (2007) para realização do estudo de caso, e apresentação do protocolo de pesquisa para a condução do trabalho.

No Capítulo 4 – Resultados e Discussões, descreveu-se o método proposto com base no modelo de PDP proposto por Pahl e Beitz (2007). Posteriormente, apresentou-se o desenvolvimento do estudo de caso, descrevendo-se os dados coletados, a análise e a discussão dos resultados obtidos, possibilitando melhorias para o método proposto anteriormente.

No Capítulo 5 – Conclusões, descreveram-se as conclusões obtidas com a realização do trabalho e as oportunidades de trabalhos futuros identificadas.

Para finalizar o estudo, no Capítulo 6, apresentou-se o referencial bibliográfico utilizado no trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo apresenta os conceitos necessários para o seu desenvolvimento. Dentre esses conceitos, destacam-se os seguintes: (i) Desenvolvimento de Produto e Processo; (ii) Normas de gestão de qualidade e segurança; (iii) Gestão por Processo; (iii) Modelagem de processo.

Os conceitos sobre desenvolvimento de produtos são importantes por dois aspectos: a localização da problemática deste estudo, que está inserida em uma das etapas de desenvolvimento de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) e a apresentação do modelo de PDP proposto por Pahl e Beitz (2007) utilizado como referência para desenvolvimento do método proposto; as questões normativas são referentes aos requisitos que devem ser atendidos sobre qualidade, saúde e segurança e meio ambiente inseridas no contexto dos processos de produção. Finalmente, a gestão por processos e as ferramentas para modelagem de processos servem como base para o desenvolvimento do estudo de caso.

2.1. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E PROCESSO

No contexto da administração geral, o PDP consiste em um dos principais processos de negócios de uma empresa, frequentemente utilizado para exemplificar o *modus operandi* dos processos, em contraposição às suas atividades funcionais (DAVENPORT, 1994). A abordagem do PDP, como processo de negócio, refere-se à origem das modelos de PDP propostos por CLARK e FUJIMOTO (1991), CLARK e WHEELWRIGHT (1993), COOPER (1993). Em administração da produção, o PDP é tratado como uma etapa essencial do processo de gestão da manufatura, no qual são definidos produtos/serviços e processos de produção (SLACK et al., 2002).

Na literatura existe uma grande quantidade de autores que propuseram modelos estruturados para o processo de PDP (CHAUDHURIA e BOER, 2016). Dentre esses modelos, destacam-se as propostas de Rozenfeld *et al.* (2006), Cooper (1990), Stephen R. Rosenthal (1992) e Pahl e Beitz (2007). Os modelos apresentados pelos diferentes autores diferem, basicamente, nas suas etapas. Porém, este estudo assenta-se no modelo de PDP proposto por Pahl e Beitz (2007), devido ao modelo tratar como uma sequência de etapas que principia pela especificação de seus objetivos, normalmente expressos na forma de grandezas quantitativas - o que se aplica bem, por exemplo, ao projeto de máquinas e equipamentos.

O modelo de Pahl e Beitz utiliza o termo processo de planejamento e projeto, cuja atividade multifacetada e interdisciplinar tem como resultado o planejamento e o esclarecimento de tarefas, por meio da identificação de funções requeridas, da elaboração de soluções iniciais, da construção de estruturas modulares para a documentação final do produto (PAHL e BEITZ, 1996; PAHL et al., 2005).

Segundo os autores, o processo do projeto pode ser dividido nas seguintes etapas: Planejamento e esclarecimento das tarefas; Projeto Conceitual; Projeto preliminar; Projeto detalhado. A Figura 1 ilustra as etapas de PDP proposta por Pahl e Beitz.

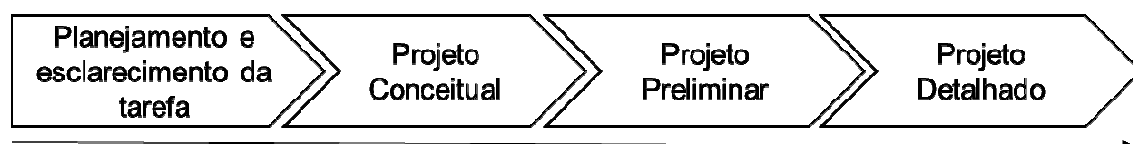


FIGURA 1 - ETAPAS DE PDP PROPOSTO POR PAHL E BEITZ (PAHL E BEITZ 1996)

De acordo com Figura 1, a primeira etapa corresponde ao planejamento e ao esclarecimento de tarefas, em que são avaliados os cenários internos, que dizem respeito à empresa, e os cenários externos, que estão relacionados ao

que o mercado impõem. Nessa etapa são levantadas as necessidades, referentes ao produto, que devem ser atendidas. Essas necessidades são provenientes de pedidos de desenvolvimento, por parte do setor de planejamento de produtos, como o pedido de um cliente ou mesmo como críticas ou sugestões. O resultado esperado, ao final dessa etapa, constitui uma lista detalhada de requisitos do produto, com todas as restrições e os objetivos a serem alcançados, além de uma descrição das expectativas e das exigências do cliente.

Na segunda etapa, projeto conceitual, analisa-se a função global a ser desempenhada pelo produto. Quando essa função é complexa, ela pode ser dividida em subfunções básicas, formando estruturas de subfunções arranjadas em série ou em paralelo. Ainda nessa etapa, devem ser propostas soluções que contenham o efeito físico e a configuração necessária para a realização de suas subfunções. Essas subfunções devem indicar o desempenho do sistema técnico, por exemplo: dobrar tubos, cortar chapas, entre outros. Após essa definição, devem ser apresentados os princípios de funcionamento de cada subfunção, identificando as formas que regem seus pares entrada/saída (energia, movimento, força aplicada, dispositivo utilizado etc.). Nesse momento, os princípios de funcionamento são alocados em portadores de função que são componentes físicos que comportam uma única subfunção ou grupo delas, materializando os princípios de funcionamento planejados.

Na etapa do projeto preliminar, os *designers* elaboram a partir do conceito inicial (de trabalho, solução inicial), a estrutura de construção que corresponde ao *layout* geral, que inclui os processos de produção e as soluções para eventuais funções auxiliares. Essa estrutura de construção deve estar alinhada aos critérios técnicos e econômicos. Ainda nessa etapa, algumas definições devem ser estabelecidas, como: a identificação de requisitos determinantes, com base na lista de requisitos; avaliação de anteprojetos preliminares por meio de critérios preestabelecidos, de acordo com o julgamento do projetista; detalhamento dos anteprojetos selecionados, com a respectiva viabilidade técnica e econômica. Dessas atividades resulta o

projeto básico global preliminar. Por fim, elabora-se a lista de peças e as instruções preliminares para sua produção e montagem.

Finalmente, na etapa de projeto detalhado, revisam-se as propostas definidas no projeto inicial. Nessa etapa, são especificados recursos necessários, as formas de produção e utilização, componentes, acabamento das superfícies, bem como da estrutura de custos, criando, assim, a documentação obrigatória para o desenvolvimento do projeto. Para o desenvolvimento dessa etapa, Pahl e Beitz (2007) sugerem uma lista de verificação, conforme ilustra o Quadro 1.

QUADRO 1 - LISTA DE VERIFICAÇÃO PROPOSTA (PAHL E BEITZ, 2007)

Atividade	Exemplo de Verificação
Função	A função estipulada é cumprida? Quais funções auxiliares são necessárias?
Princípio de solução	Os princípios de solução escolhidos produzem as vantagens e os efeitos desejados?
Layout	A escolha do <i>layout</i> geral, das formas dos componentes, material dimensão.
Segurança	Foram considerados todos os fatores de segurança que afetam os componentes, a função e operação.
Ergonomia	Foram consideradas as relações homem-máquina? Foi desenvolvido de modo a evitar acidentes?
Produção	Houve uma análise econômica e técnica dos processos de produção?
Controle de qualidade	As verificações necessárias podem ser aplicadas durante e após a produção?
Montagem	Os processos internos e externos de montagem podem ser feitos de formas simples?
Transporte	As condições internas e externas de transporte e seus riscos foram examinados e levados em consideração?
Operação	Foram considerados todos os fatores da operação, como por exemplo, ruído e vibração?
Reciclagem	O produto pode ser reciclado ou reutilizado?
Manutenção	A manutenção, revisão podem ser realizadas e verificadas?
Custos	Foram observados os limites de custo?
Cronograma	As datas de entrega podem ser cumpridas? Existem modificações de projeto que possam antecipar sua entrega?

A lista de atividades apresentadas no Quadro 1, é importante, pois permite o acompanhamento do andamento do projeto, auxiliando para que todas as atividades sejam desenvolvidas. Pahl e Beitz (2007) apresentam uma sequência de atividades, que auxilia na utilização do modelo proposto pelos autores, de acordo com o fluxograma da Figura 2.

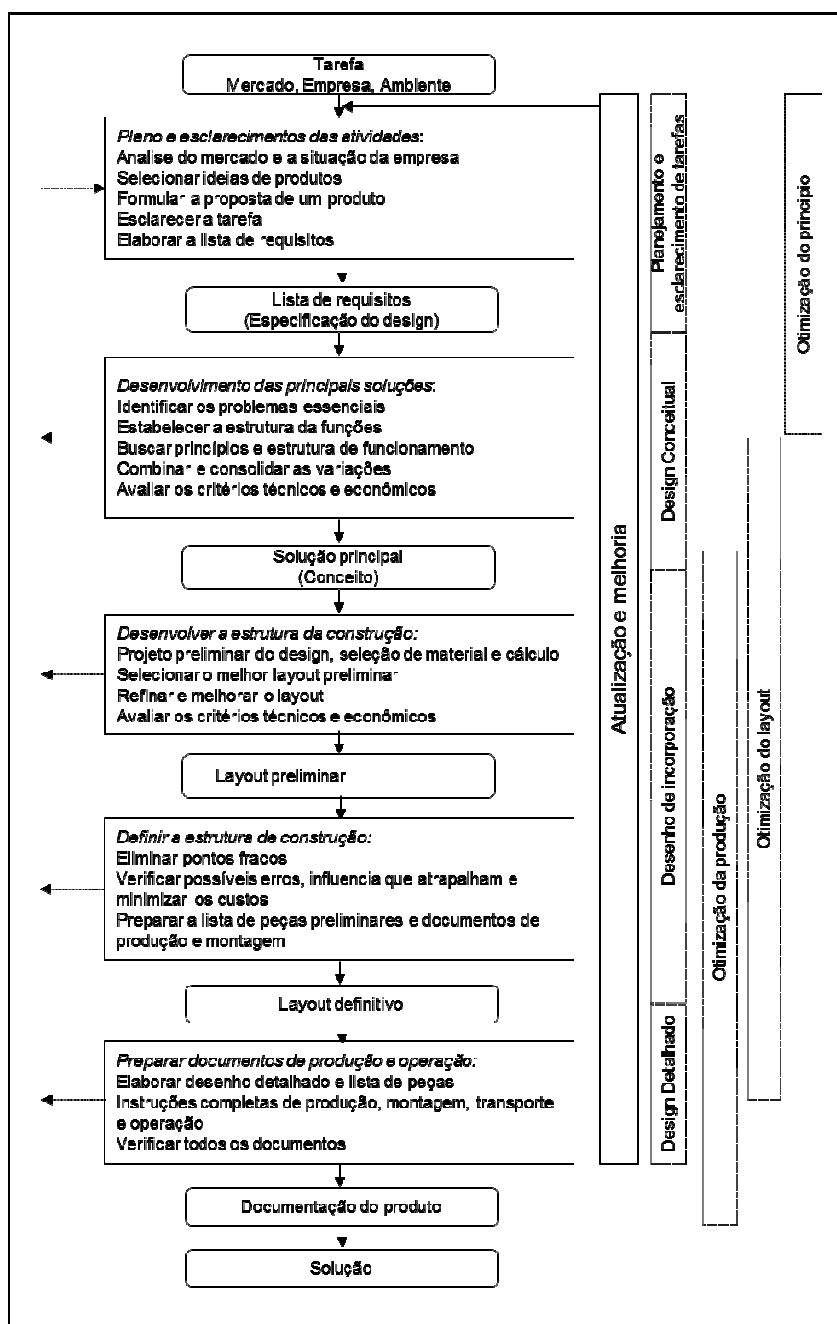


FIGURA 2 - PROCESSO DE PLANEJAMENTO E DESIGN PROPOSTO POR PAHL E BEITZ (ADAPTADO DE PAHL E BEITZ 2007)

Um destaque importante que deve ser discutido no fluxograma da Figura 2, refere-se à realimentação constante entre as ações, mostrando que o modelo é dinâmico e está em constante construção, durante todo o processo de desenvolvimento do produto.

Com base no modelo da Figura 1, o estudo apresentado nesta dissertação, considera a fase de Projeto detalhado, na qual são definidos formas e recursos de produção. De acordo com Wiendahl *et al.*, (2015), os recursos de produção podem ser divididos nas quatro categorias: Ergonomia, Tecnologia; Instalações e Organização, conforme ilustra a Figura 3.

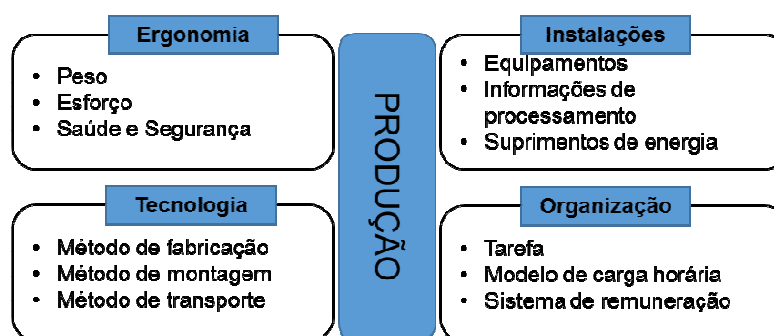


FIGURA 3 - CATEGORIAS DE RECURSOS DE PROCESSO DE PRODUÇÃO (FONTE: WIENDAHL, REICHARDT E NYHUIS 2015)

As categorias Ergonomia e Organização estão relacionadas com os operadores que executam as atividades de trabalho. A ergonomia deve assegurar as condições ergonômicas desses trabalhadores e a organização refere-se às legislações e às normas trabalhistas da empresa.

Na categoria Tecnologia, estão inseridas informações como: as especificações, as instruções de trabalho, os planos de processos, as necessárias para fabricação e a montagem e transporte do produto.

Na categoria Instalações, tem-se o planejamento de instalações dos equipamentos, como: máquinas-ferramentas, montagem de estações, sistemas de armazenamento e transporte. Além dos equipamentos, essa categoria considera o planejamento de utilidades, como a energia, ar comprimido e água.

Para a definir as componentes da categoria de instalações, Wiendahl et al. (2015) consideraram a definição tradicional de processo, que, segundo Chang (2006), constitui um fluxo de atividades coordenadas e padronizadas, executadas por pessoas ou máquinas, com o intuito de atingir um objetivo de negócio que criar valor para clientes externos ou internos. A Figura 4 apresenta os recursos, *input* (recursos de entrada), *output* (*saída do processo*), integração de informações, condições do ambiente em um processo de produção, como elementos de estação de produção.

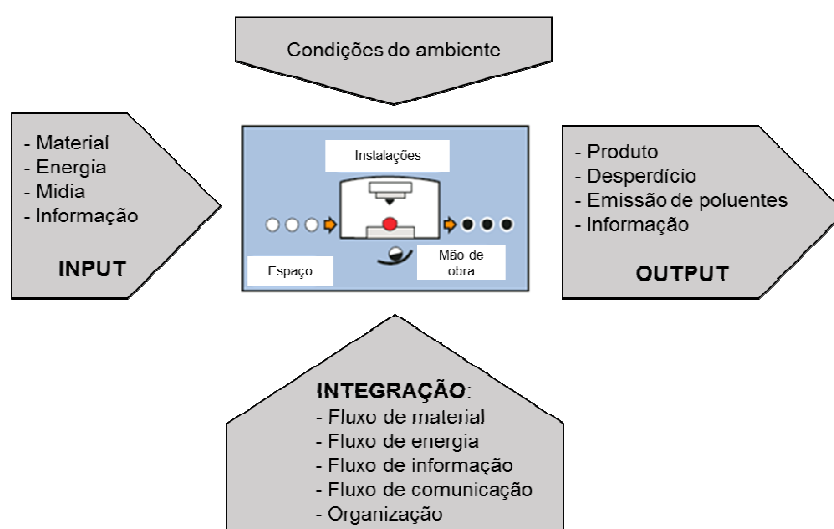


FIGURA 4 – ELEMENTOS DE UMA ESTAÇÃO DE PRODUÇÃO (FONTE: WIENDAHL, REICHARDT E NYHUIS 2015)

De acordo com a Figura 4, em uma estação de produção, inicia-se o processo com os inputs, que são classificados como matéria-prima para o produto, energia (energia elétrica, gás, combustível), informações (desenhos, planos de trabalho, programas de controle e instruções de trabalho).

Outro elemento são os equipamentos, ferramentas, dispositivos utilizados como auxílio no processo e que interagem com mão-de-obra (ser humano). Consideram-se como constituinte básico de uma estação de produção os equipamentos, as pessoas e o espaço de ocupação. As condições ambientais, em relação à visão do processo, constituem o terceiro elemento, que implica a necessidade de controle de temperatura, limpeza, ventilação,

iluminação, parte dos elementos de uma estação de produção. Com a interação dos elementos mencionados, tem-se o output do processo, além do produto desejado, podem ser resíduos de material.

Os autores definem que devem ser considerados todos os fluxos de tal forma que seja possível a produção de um determinado item, além das condições ambientais. Todos esses elementos devem ser reunidos em um determinado espaço físico e com a atuação das pessoas envolvidas, equipamentos, espaço e condições ambientais, formando, assim, o que o autor define como *design* de uma estação de produção.

Independentemente do modelo adotado para definir e projetar um sistema de produção, de tal forma que se consiga o alinhamento com os objetivos estratégicos da organização, envolve uma série de decisões ao longo do tempo que devem ser avaliadas pelos implementadores (ALI-QURESHIA; ELMARAGHY, 2014).

A definição e a implantação de um sistema de produção, independentemente do seu contexto, seja para a construção de uma nova fábrica, ou seja, para a construção ou adequação de uma linha de produção para um novo produto, diversos fatores podem influenciar a definição dos componentes do sistema de produção. Segundo Westkamper (2006), um fator influenciador é um fator que pode causar mudanças, por exemplo, em um sistema de produção, conseqüentemente, alterar as suas características. Para o autor, podem ser considerados oito fatores que influenciam em um sistema de produção, conforme ilustra a Figura 5.

Para se manterem competitivas, as empresas precisam adaptar seus processos, de forma regular, às condições mais recentes em seus campos de atuação. Assim sendo, desenvolvimento ou modificações dos sistemas de produção devem considerar os fatores que o interferem, conforme apresenta Figura 4. Portanto, para aumentar a eficiência dos processos de produção, a automação, otimização e adaptação dinâmica se tornaram os requisitos mais

importantes nesse campo, além do atendimento as normas de segurança, ambientais e de qualidade exigidas.



FIGURA 5 – OS OITO FATORES INFLUENCIADORES EM UM SISTEMA DE PRODUÇÃO (WESTKAMPER, 2006)

Além desses fatores, uma questão que deve ser considerada na implantação de um sistema refere-se às normas, que podem ser de origem internacional (ISO), por exemplo: ISO 9001:2015 (2015), ISO TS-16949:2016 (2016), ISO14001:2015 (2015); ou nacional (ABNT), por exemplo: NR 10 (2016), NR 11(2016), NR 12 (2016), que devem ser consideradas no desenvolvimento de produto e processos.

2.2. NORMAS

As normas estabelecem diretrizes para as mais diversas áreas, porém este capítulo abordará as normas direcionadas para qualidade, sendo a ISO 9001:2015 (2015) e a ISO TS 16949:2016, para o meio ambiente, a ISO 14001:2015 (2015) e as Normas regulamentadoras 10 e 12 que definem diretrizes para instalações elétricas e segurança de máquinas e equipamentos.

Norma constitui o documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto (ABNT, 2015).

A NBR ISO 9001:2015 (2015) é uma das normas que deve ser implementada em um sistema. A sua aplicação exige, apenas, que a organização tenha um Sistema de Gestão da Qualidade já implementado (NABAVI, et al, 2014).

A ISO 9001:2015(2015) adota a abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade (ABNT, 2015b), cujos principais objetivos são:

1. a capacidade de prover, consistentemente, produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis;
2. facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente;
3. abordar riscos e oportunidades associados com seu contexto e objetivos;
4. demonstrar conformidade com requisitos especificados de sistemas de gestão da qualidade.

Além da implementação da ISO 9001:2015 (2015), toda indústria automotiva deve implementar, em adicional, a ISO/TS 16949:2016 (2016), que é uma especificação técnica que estabelece os requisitos específicos para o setor automotivo e prioriza os seguintes itens:

1. planejamento de infraestrutura;
2. planejamento da planta, instalações e equipamentos;
3. planos de contingência;
4. processo de validação de processos, que utilizam metodologias como, por exemplo, o APQP (planejamento avançado da qualidade do produto), em que estão inseridas as metodologias de PPAP (Processo de aprovação de peça de produção), FMEA (análise de modos e efeitos das falhas), MSA (Análise do sistema de medição) e o CEP (Controle estatístico de processo);

Além das normas para o sistema de gestão da qualidade, há as normas para gestão ambiental, saúde e segurança, que apresentam as diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão ambiental ISO14001:2015 (2015) e saúde e segurança ocupacional, OHSAS18001:2007.

A ISO14001:2015(2015) especifica os requisitos para que um sistema da gestão ambiental capacite uma organização a desenvolver e implementar política e objetivos que levem em consideração requisitos legais e informações sobre aspectos ambientais significativos (ABNT, 2004).

As normas ambientais apresentam, cada vez mais, regulamentos rigorosos, exigindo que as empresas possuam procedimentos internos e projetos igualmente rigorosos para que elas estejam alinhadas com as normas ambientais (MOURTZIS; DOUKAS; PSAROMMATIS, 2015)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) recomenda que a organização identifique os aspectos ambientais dentro do escopo de seu sistema da gestão ambiental, levando em consideração as entradas e saídas

(tanto intencionais quanto não intencionais), que estão associadas às suas atividades, produtos e serviços relevantes presentes, passados, planejados ou de novos desenvolvimentos, ou associadas a atividades, produtos e serviços novos ou modificados. A ABNT (2004) recomenda, ainda, que sejam consideradas as condições operacionais normais e anormais, condições de parada e partida, assim como situações de emergência razoavelmente previsíveis.

Além das normas internacionais, como as já apresentadas, a ABNT possui normas específicas para o mercado nacional, como: as Normas Regulamentadoras (NR's). Essas normas tratam do conjunto de requisitos e procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, de observância obrigatória às empresas privadas, públicas e órgãos do governo que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. No Brasil essas normas são elaboradas pela ABNT (ABIMAQ, 2016).

O Brasil possui um total de 33 NR's, que fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho. Somente algumas delas são aplicadas à equipamentos, como é o caso da Norma regulamentadora 10 (NR10; 2016) e Norma regulamentadora 12 (NR12; 2016).

A NR10 (2016) tem por objetivo definir as condições mínimas exigidas para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em sua etapa, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação e, ainda, a segurança de usuários e terceiros. Essa norma se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

ITEM	DESCRIÇÃO
I-Medida de controle	Medidas preventivas de controle do risco elétrico; técnicas de análise de risco.
II-Segurança em projetos	Itens que devem ser cumpridos durante a fase de desenvolvimento de projeto do equipamento.
III -Segurança na construção, montagem, operação e manutenção	Os procedimentos de como as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos usuários.
IV- Segurança em instalações elétricas desenergizadas	Procedimentos de operação, sinalização e controle para trabalho em condições desenergizadas de equipamentos e liberação para trabalho.
V- Segurança em instalações elétricas energizadas	Procedimentos de operação, sinalização e controle para trabalho em condições energizadas de equipamentos e liberação para trabalho.
VI- Trabalhos envolvendo alta tensão	Procedimentos de operação, sinalização e controle para trabalho em condições em instalações elétricas energizadas com alta tensão.
VII -Habilitação, qualificação e autorização dos trabalhadores	Procedimentos que devem ser seguidos para qualificação e autorização de trabalhos em instalações elétricas.
VIII- Proteção contra incêndio	Procedimento para prevenção de incêndio e explosão para realizar intervenções em instalação elétrica.
IX -Sinalização de segurança	Procedimento sobre sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação de segurança antes e durante intervenções elétricas.
X-Procedimento de trabalho	Aborda os procedimentos para os serviços em instalações elétricas que devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa.

QUADRO 2 – ITENS DA NORMA REGULAMENTORA NR10

O Quadro 2 apresenta os principais itens da NR10 (2016) e as respectivas descrições.

Já a NR12 (2016), no item 12.1.1, estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho, nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos. Para isso, a norma define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção, que garantem a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

O item 12.1.2 da NR12 descreve, detalhadamente, as fases de aplicabilidade da norma, que, na versão anterior, não estavam claras. Para isso, esse item define questões referentes ao transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento.

O Quadro 2 apresenta os principais itens da NR12 (2016) e as respectivas descrições.

QUADRO 2 - ITENS DA NORMA REGULAMENTADORA 12

ITEM	DESCRIÇÃO
I-Arranjo físico e instalações	Define como deve ser os locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e em conformidade com as normas técnicas.
II-Instalações e dispositivos elétricos	Define padrões das instalações elétricas das máquinas e equipamentos, em como devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes.
III-Dispositivos de partida, acionamento e parada	Define padrões de projeto para os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas.
IV-Sistemas de segurança.	Define padrões dos sistemas de segurança de máquinas e equipamentos (proteções, dispositivos de segurança).
V-Dispositivos de parada de emergência	Define padrão dos dispositivos de parada de emergência de máquinas e equipamentos, por meio dos quais possam ser evitadas situações de perigo aos usuários.
VI- Meios de acesso permanentes	Define padrões dos meios de acesso, para máquinas e equipamentos, os acessos, devem ser fixados e seguros em todos os seus pontos de operação.
VII-Componentes pressurizados	Define padrões para equipamentos que possuem sistemas pressurizados.

VIII- Aspectos ergonômicos	Define padrões de projeto e operação para máquinas e equipamentos, devem ser observados aspectos que possam prejudicar a saúde dos operados, técnico de manutenção do equipamento.
ITEM	DESCRIÇÃO
IV -Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos	Define padrões dos procedimentos para máquinas e equipamentos, quanto a realização de manutenções preventivas e corretivas.
X-Sinalização	Define padrões de sinalização para máquinas e equipamentos. As instalações devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos.
XI-Manuais	Define padrões para máquinas e equipamentos, em como o manual de instruções deve ser fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização.

Para o método proposto neste estudo, serão consideradas as normas mencionadas neste subcapítulo. O quadro 3 apresenta as contribuições de cada norma.

QUADRO 3 - CONTRIBUIÇÕES DAS NORMAS MENCIONADAS NO ESTUDO

NORMA	CONTRIBUIÇÃO
ISO 9001:2015 ISO/TS 16949:2016	Diretrizes para garantia da qualidade durante a fase de implementação e validação do equipamento no processo de produção.
ISO 14001:2015	Diretrizes para sejam considerados os aspectos ambientais durante a fase de desenvolvimento e implementação do equipamento.
Norma Regulamentadora 10 (NR10)	Diretrizes para fases de projeto, construção, montagem, instalação e operações das instalações elétricas.
Norma Regulamentadora 12 (NR12)	Diretrizes para prevenção de acidentes nas fases de projeto, construção, montagem, instalação e operação de máquinas e equipamentos.

2.3. MODELAGEM DE PROCESSOS

Para o desenvolvimento do estudo de caso realizado nesta dissertação, utilizou-se o conceito de gestão por processos. Para isso, esse tópico apresenta os conceitos sobre processos, os tipos de processo e, por fim, os modelos de gestão por processos propostos na literatura.

Em relação à perspectiva de negócios, um processo pode ser definido como um fluxo de atividades coordenadas e padronizadas, executadas por pessoas ou máquinas, e que pode ultrapassar as fronteiras organizacionais, departamentalização, com o intuito de atingir um objetivo de negócio que crie valor para clientes externos ou internos (CHANG, 2006).

Harrington (1993) classifica processos em duas categorias: Processo de Produção e Processo Empresarial. Um processo de produção entra em contato físico com o produto ou o serviço que será fornecido a um cliente externo, por exemplo: manufatura de computadores, produção de alimentos e soldagem de componentes. Já o processo empresarial gera serviços ou presta suporte aos processos de produção, como: processos de atendimento de pedidos de cliente, de alterações de engenharia, de compra de material e planejamento de processo de manufatura. Um processo empresarial consiste em um grupo de tarefas que fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados definidos, em apoio aos objetivos da organização.

A modelagem de processos inclui a representação gráfica do sequenciamento de atividades que, de maneira clara e objetiva, representa a estrutura e o funcionamento básico dos processos de uma organização, existentes ou propostos. A modelagem de processo constitui uma atividade meio que viabiliza a gestão por processo e provê uma perspectiva ponta-a-ponta de processos primários, de suporte e gerenciamento (FERREIRA, (2013).

A modelagem de processo tem o objetivo de delimitar o processo, identificar suas entradas, saídas, recursos e responsáveis pela sua execução. Assim, tem-se, então, o mapeamento das atividades, facilitando a sua visualização e, conseqüentemente, pode-se reestruturá-las, identificar os pontos críticos, promovendo melhorias (JACOSKI; GRZEBIELUCHAS, 2011; BORN, KIRCHNER E MUELLER 2009; OCA *et al.* 2015).

Outro objetivo da modelagem de processo é dado por Junior e Scucuglia (2011), que é a representação gráfica, por meio fluxos ou diagramas, de um processo, a ponto de ele ser compreendido pelas partes interessadas. Essa representação pode ser desde a alta administração da organização até o pessoal de automação de processos, passando pelos donos de processos e pelos próprios analistas.

Kuster *et al.* (2011) mencionam que os benefícios da modelagem de processos são: a criação de transparência sobre os processos de negócio; documentação clara e abrangente dos processos de negócio como pré-requisito para a automação; comunicação dos processos de negócio e promover a compreensão do processo; análise, medição, controle, benchmarking e otimização de processos de negócios; além da gestão de risco e conformidade.

De acordo com Santoro *et al.* (2011), muitas vezes os processos não estão claros, visíveis ou documentados e, para isso, a modelagem de processos aparece como um conjunto de métodos e técnicas que apoiam a formalização dos processos de negócio.

Segundo Araújo *et al.* (2011) é possível desmembrar o processo em subprocessos paralelos, para facilitar o seu mapeamento dentro da organização que o executa. Por exemplo, o processo de desenvolvimento de um novo modelo de carro é composto de diversos processos paralelos, que têm como escopo o desenvolvimento das diversas partes e sistemas que compõem o produto: processo de desenvolvimento do projeto, dos sistemas de manufatura, de análises de marketing etc. Cada um dos processos paralelos,

por sua vez, pode ser decomposto em subprocessos, que constituem agrupamentos de atividades afins.

Entendendo o mapeamento do processo em uma estrutura hierárquica, podem-se definir os processos, os subprocessos e, no nível seguinte, há as atividades que devem ser desenvolvidas. Abaixo do nível de atividades, há o nível de tarefas, que envolve as operações (passos) de curta duração, sempre realizadas por uma única célula de trabalho, geralmente com um único elemento (GONÇALVES, 2000).

Segundo a *Association Of Business Process Management Professionals – ABPM* (2009), entender o processo envolve, tipicamente, a sua modelagem e a avaliação dos fatores ambientais que habilitam ou restringem o processo. Para as organizações que estão menos maduras na prática BPM (*Business Process Management*), pode ser a primeira vez que o processo de negócio ponta-a-ponta tenha sido documentado, enquanto as organizações mais maduras podem focar mais em fatores ambientais, nuances e exceções aos processos de negócio (ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS-ABPM, 2009). A prática de modelagem de processos inclui um conjunto de atividades envolvidas na criação de representações de um processo existente ou proposto.

No conceito de ciclo de vida dos processos, apresentado por Georgakopoulos e Tsalgatidou (1997), a modelagem de processos compreende duas etapas: Modelagem do estado atual (*As Is*); Otimização e modelagem do estado futuro (*To Be* – quando aplicável).

A primeira etapa, *“As Is”*, consiste em mapear o estado atual do processo. Para isso, devem ser coletados dados de pessoas que executam de fato o processo, o que permite aprender, exatamente, como as coisas acontecem dentro da organização.

Ainda nessa primeira etapa, a principal ideia é a construção de modelos simbólicos — as representações devem representar a realidade dentro de um

contexto. A intenção é propiciar a melhor discussão e compreensão do processo atual da organização; para subsidiar a melhoria contínua na segunda etapa por meio de análise de eficiência e eficácia do processo atual e simular alternativas com essa base. Uma vez que o “As Is” do processo esteja documentado, podem-se avaliar as possibilidades de melhorias.

Já o “To-be” consiste na representação gráfica de um processo a ser implementado ou a proposição de um novo processo, considerando a análise e as melhorias identificadas no “As Is” (ABPM 2009). Como resultado dessa etapa, tem-se a representação gráfica de um processo a ser implementado, por meio de técnicas com o uso de padrões de notação específica.

2.3.1. ETAPAS PARA MODELAGEM DE PROCESSOS

Segundo Baldam *et al* (2007), as principais atividades da modelagem de um processo devem ser realizadas em 4 etapas, conforme Figura 6.

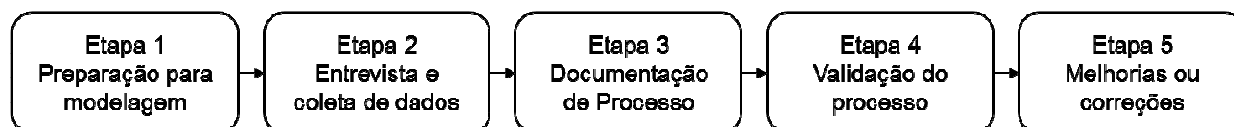


FIGURA 6 - ATIVIDADES DA MODELAGEM DE PROCESSO (BALDAM ET AL., 2007)

Na etapa 1, a preparação para a modelagem envolve as diversas atividades de compreensão de escopo (qual processo será modelado, propósitos, métricas, verificar alinhamento estratégico, prazos, entregáveis etc.), composição de equipe envolvida, definição de documentação necessária, planejamento das reuniões (pessoas envolvidas, datas, agenda, infraestrutura necessária à reunião), consulta à documentação do processo, ou que rege o processo previamente disponível (normas, leis, regulamentos, referências etc.).

Na segunda etapa, ocorrem entrevistas, abertas ou dirigidas, e a coleta de dados com participantes os participantes; criação conjunta da lista e de esquema gráfico de atividades; descrição de informações do processo, criação de atas de reuniões, dentre outras. Para essa etapa, os autores sugerem

utilizar diagrama de processos, para a sua exposição. Essa exposição pode ser feita uma mesa ou numa parede, por meio de uma impressão em grande formato). Nessa etapa, os membros da equipe participam da montagem desse diagrama, identificando os pontos fracos e as potenciais melhorias.

Baldan et al (2007) apresentam, no Quadro 4, as informações que podem ser identificados durante a etapa de coleta de dados.

QUADRO 4- RELAÇÃO DE DADOS QUE PODEM SER IDENTIFICADOS DURANTE A COLETA DE DADOS (BALDAM ET AL. 2007)

Dados normalmente coletados em modelagem (LIN, YANG & PAI, 2002)	Exemplo de dados coletados que dependem do objetivo da modelagem
Atividade	Custo por atividade
Comportamento	Tempo da atividade
Recurso	Competências necessárias
Relação entre atividade	Sistemas em uso na atividade
Agente	Unidade organizacional relacionada
Informação	Itens de controle necessários para compor indicadores
Entidade de informação	Leis, normas, regulamentos, etc. aplicáveis
Evento	Novos conceitos, siglas, termos, etc. adotados no processo
Validação	Desvios de processo
Procedimento de modelagem	Posicionamento no Diagrama Global de Processos

A terceira etapa consiste na construção do modelo na condição do processo atual considerado como “As Is”, conforme metodologia previamente definida. Além dos componentes do processo propriamente ditos, outras informações serão necessárias, como: o controle de versão de documentação, publicação, referências, escopo etc. Nessa fase é comum o uso intensivo de *software* de apoio à modelagem do processo.

Ainda nessa etapa de documentação do processo, conforme Jeston e Nelis (2006), espera-se obter os seguintes resultados: (i) métricas apropriadas e suficientes para estabelecer uma base para futuras medidas de melhorias de processos, priorização e seleção na fase seguinte de análise do “To Be”; (ii) Documentação das atividades que funcionam da forma esperada e das que requerem melhorias; (ii) identificação dos itens mais significativos e de ganho

rápido que podem ser, rapidamente, implementados, possibilitando a construção do modelo proposto “To be”.

Para a validação do processo, na quarta etapa, devem ser realizadas avaliações do modelo uma instância real do processo, para avaliar a coerência entre o processo desenhado e o processo real. Em alguns casos, a validação é impossível, seja porque o tempo de processamento é muito longo, ou exige um grande deslocamento, ou então por questões de altos custos. Por exemplo, um processo de compra por licitação pública, quando envolve grandes somas, pode se desenvolver por meses, tornando a sua validação inviável.

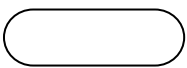
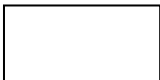
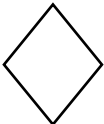

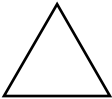

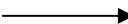
Na quinta e última etapa, ocorrem as correções propostas anteriormente e a melhoria da documentação (FERREIRA *et al.* 2014).

2.3.2. FERRAMENTAS A MODELAGEM DE PROCESSOS

Existem diversas ferramentas que auxiliam na documentação de modelos de processos, dentre elas este estudo destaca: fluxograma de processo; EPC (*Event-Driven Process Chain*); BPMN (*Business Process Model and Notation*) (BOGEL; STIEGLITZ e MESKE, 2014; STUCHI 2015).

Fluxograma de processo são utilizados como um recurso visual, pelas indústrias para analisar sistemas de produção, quando o objetivo é não realizar detalhamento profundo do processo (FITZSIMMONS E FITZSIMMONS, 2000). Os fluxogramas podem ser verticais ou horizontais e são representados por símbolos, conforme Quadro 5:

QUADRO 4 – SÍMBOLOS PARA ELABORAÇÃO DE FLUXOGRAMA CONFORME PADRÃO ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE)

Padrão	Denominação	Descrição
	Início / Fim	Identifica pontos de início ou de conclusão de um processo.
	Processamento	Indica o processamento de informação, produto ou serviço.
	Decisão	Identifica a necessidade de decisão em um determinado ponto do processo.
	Documento impresso	Indica algum documento ou relatório vinculado ao processo.
	Armazenagem	Indica a necessidade de armazenagem.
	Espera	Indica tempo de espera na execução de uma atividade
	Sentido do fluxo	Indica as sequências das atividades e a direção do fluxo.

Para ilustrar a aplicação de um fluxograma, a Figura 7 exemplifica um processo de recebimento de matéria prima.

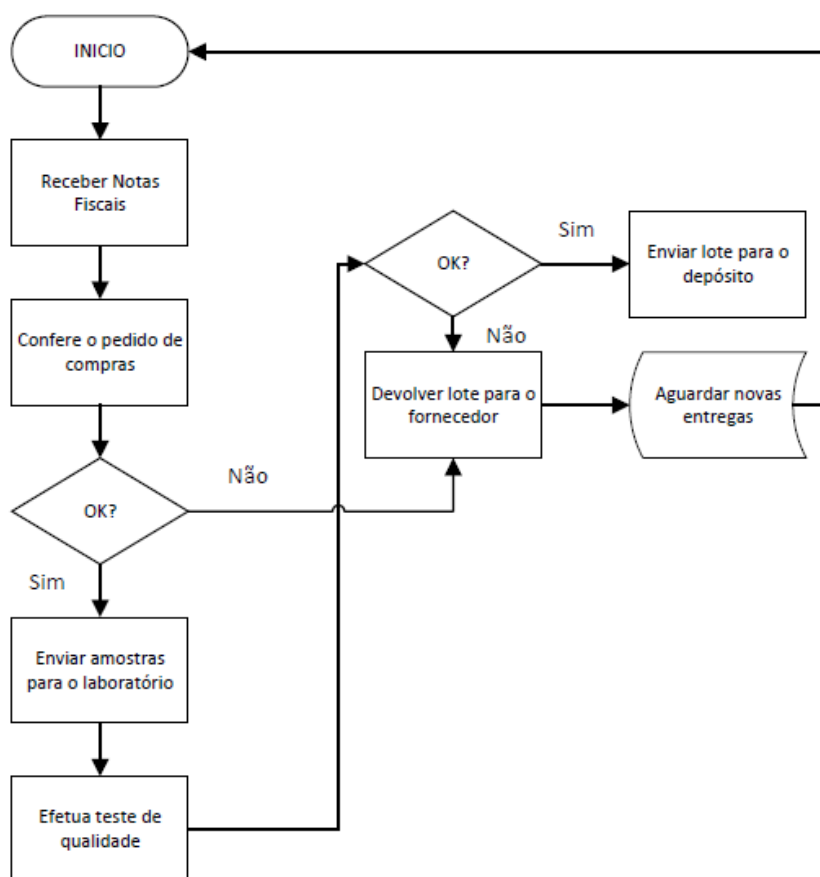

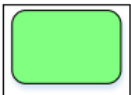



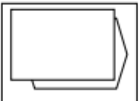




FIGURA 7 - EXEMPLO DE FLUXOGRAMA DE PROCESSO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA).

O fluxograma da Figura 7 permite identificar as principais atividades do processo de recebimento de matéria prima, porém não é possível representar com detalhamento profundo, isto é: não é possível identificar quem é responsável pela atividade, se há algum documento vinculado à atividade, assim quando se necessita de maior detalhamento, outra ferramenta para modelagem deve ser utilizada.

O EPC uma técnica focada no controle de fluxos de atividade e eventos juntamente às relações de dependência entre elas. Essa ferramenta trata da representação dos processos em de seus níveis lógicos. Porém, nem sempre aborda os níveis formais do negócio, para facilitar a compreensão pelos usuários (Aalst, 1998). Assim como o fluxograma, o EPC utiliza notações em símbolos. O Quadro 6 organiza os principais símbolos da ferramenta.

QUADRO 5 - PRINCIPAIS SÍMBOLOS DA METODOLOGIA EPC

Padrão	Denominação	Descrição
	Evento	Um evento descreve qual estado que a função ou processo trabalha ou em que a função ou processo resulta.
	Atividade	A função descreve a transformação de um estado inicial para o resultado de um estado. Representa atividades, tarefas ou passos do processo.
	Conectores Lógicos	São utilizados quando ocorre unificação ou separação de fluxos. Os conectores utilizados representam o sentido de E, OU, EXCLUSIVO (XOR).
	Unidade Organizacional	A Unidade organizacional determina qual pessoa ou organização é responsável por determinada função.
	Fluxo de Controle	O fluxo de controle conecta eventos com funções, processos e operações criando cronologia lógica e sequencial entre eles.
	Caminho de Processo	O Caminho de Processos mostra a conexão a partir de um processo até outros processos.
	Sistema de Aplicação	Representam os Sistemas, Softwares utilizados no exercício das atividades.
	Relacionamento	Indica a relação de precedência entre as atividades e caminhos possíveis.

A Figura 8 apresenta um exemplo da aplicação do EPC em um processo de negócio de vendas.

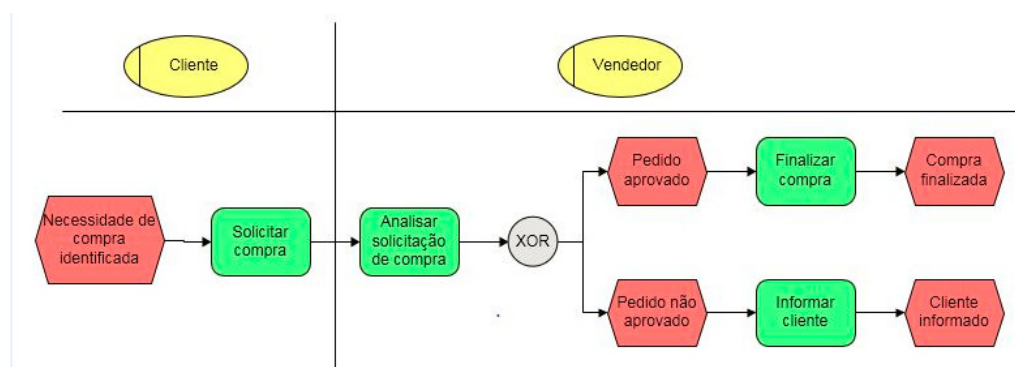


FIGURA 8 - DIAGRAMA EM EPC (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Conforme apresenta a Figura 8, as atividades que compõem o processo de vendas estão representadas pelos retângulos verdes: solicitar compra; analisar solicitação de compra; finalizar compra; informar cliente. Além das atividades, existem os eventos, que são representados pelos hexágonos vermelhos e podem vir antes ou depois de uma atividade.

O BPMN representa o padrão de modelagem utilizado pela tecnologia BPM. Quase uma década após sua introdução oficial, o BPMN ganhou preferência nas modelagens de processos de negócios, tanto na academia quanto em ambiente de negócios (YOUSF ET AL., 2016; BECKER, ROSEMANN e UTHMANN 2000).

A partir de junho de 2015, o BPMN foi referenciado em mais de 24. 000 mil publicações científicas e 300 patentes (YOUSF et al., 2016). Quando comparados com outras linguagens de modelagem de processos de negócios, numerosos estudos, como: Mili *et al.* (2010) e Recker, Rosemann e Indulska (2009) enfatizam que a BPMN pode ser considerada como o padrão.





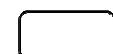






Segundo Yousf *et al.* 2016, o BPMN foi estendido por inúmeras contribuições para descrever diferentes características de processo em diferentes domínios, por exemplo: gestão da qualidade, medição do desempenho, saúde, segurança, recursos, adaptação do processo, controle interno e tempo.

Para Stuchi (2015), a notação BPMN é caracterizada por ser de fácil compreensão e utilização, sendo uma das notações mais utilizadas para modelagem de processos em ambientes empresariais, conseqüentemente é uma das mais adotados mundialmente.

A linguagem BPMN é constituída por um conjunto de elementos gráficos, representados por meio de formas básicas, como losangos, retângulos, setas, entre outros, gerando diagramas de processos de negócio, um diagrama de processos de negócio deve representar graficamente todo o fluxo de atividades do processo (STUCHI 2015).

O objetivo do BPMN é servir de apoio ao uso do BPM por não especialistas, fornecendo-lhes uma notação bastante intuitiva que, no entanto, permite representar processos de negócio complexos (BALDAM et al., 2007)

Os elementos básicos da notação podem ser organizados em quatro categorias, segundo OMG (2009), conforme mostra o Quadro

OBJETOS DE FLUXO		OBJETOS DE CONEXÃO		RAIAS		ARTEFATOS	
Evento		Fluxo de sequência		Pool (piscina)		Grupo	
Atividade		Fluxo de mensagem		Lane (Divisão)		Anotações	
Gateway		Associação				Objeto de dados	

QUADRO 6: ELEMENTOS BÁSICOS DA NOTAÇÃO BPMN (BPMN, 2004)

De acordo com o Quadro 6, os elementos básicos da notação do BPMN são apresentados em 4 grupos: objetos de fluxo; objetos de conexão, raias e artefatos. Os objetos de fluxo são compostos pelos eventos, atividades e decisões (*gates*). Os eventos são representados por um círculo e significa algo que acontece durante o curso de um processo de negócio. Já as atividades são representadas por um retângulo e é um termo para trabalho que a companhia, ou algum funcionário executa. As decisões são dadas por losangos e são utilizados para definir um ponto de decisão, caracterizado por reuniões.

Os objetos de conexão formam a estrutura básica no processo de negócio, sendo composto pelo fluxo de sequência; fluxo de mensagens e associação. O fluxo de sequência é representado por uma reta sólida com uma seta indicando o direcionamento, sendo utilizado para indicar o sequenciamento das atividades. Já o fluxo de mensagem é representado por uma linha tracejada, com uma seta na ponta e se refere ao fluxo de mensagens entre os participantes do processo. A associação é representada por uma linha pontilhada, com uma seta na ponta, significando associação que podem ser de atividades, informações, dentre outros.

As raias são faixas funcionais, normalmente representam a funções de um processo (vendas, compras, marketing) mas, também, podem representar unidades organizacionais, dividindo visualmente os diferentes departamentos funcionais, sendo elas, pool e raia. O *pool* é um retângulo que representa o processo, que podem ser diferentes áreas, ou mesmo diferentes empresas presentes no mesmo processo. Sumarizando, a raia representa uma divisão da mesma área (representado por um *pool*), normalmente quando existem diferentes atividades, realizadas por diferentes pessoas na mesma área funcional.

Já os artefatos permitem a adição de informações, sendo eles: objetos de dados; grupos e anotações. Os objetos de dados são conectados às atividades e indicam quais dados da atividade devem ser fornecidos. Os grupos são representados por retângulos de linhas tracejadas, utilizado para representar um grupo de trabalho. Finalmente, as anotações mostram informações adicionais ao modelo.

A utilização dos elementos gráficos permite a criação de diagramas, conforme Figura 9, que consiste na modelagem do processo de pré-desenvolvimento simples de produtos em uma indústria.

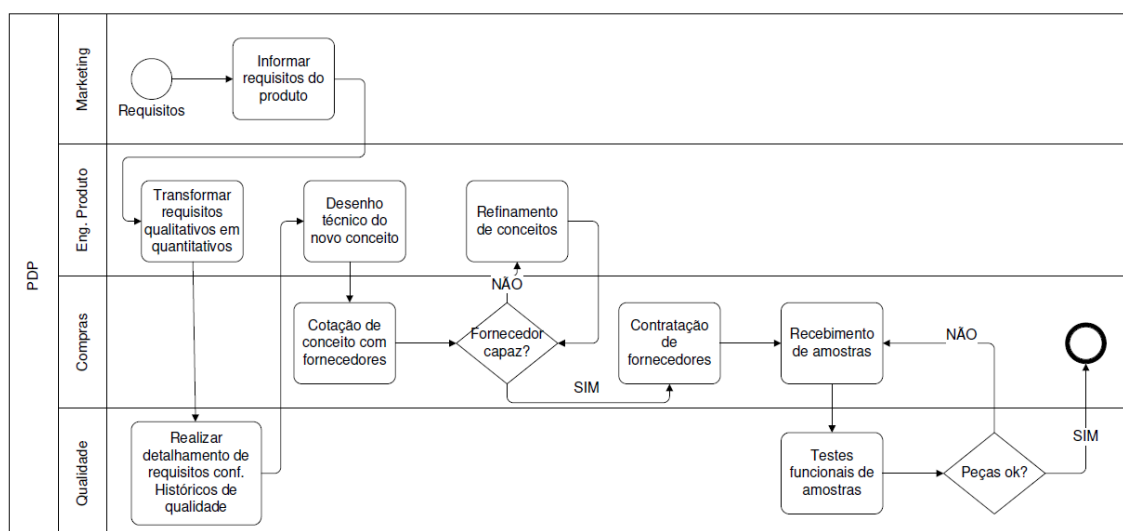


FIGURA 9 - EXEMPLO DE MODELAGEM UTILIZANDO A NOTAÇÃO BPMN. (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Conforme apresentado na Figura 9, com a notação BPMN, é possível identificar, facilmente, o fluxo de atividades e os pontos que exigem tomada de decisão.

Existem diversas ferramentas que auxiliam a elaboração da modelagem de processo utilizando a notação BPMN, como *Bizagi Process Modeler* e *ARIS Express*, que são softwares de uso livre. Além de softwares comerciais tais como: *Cameo Business Modeler*, *Visio Office* e *BPMN Visio Modeler* (STUCHI 2015).

Dentre os estudos que utilizam a modelagem para melhoria de processos, Joschko et al. (2014) realizaram um estudo de caso em uma indústria de geração de energia em parques eólicos. Neste estudo, os autores visualizaram os processos de operação e de manutenção, por meio de uma análise de risco de todos os processos relevantes. Como resultado do trabalho, os autores conceberam uma ferramenta capaz de modelar os processos definidos, utilizando a notação BPMN 2.0, bem como simulação por meio do BPMN.

Mello (2008) realizou um estudo de caso em uma indústria automotiva, com o objetivo de diminuir o tempo de implementação de novos chicotes automotivos em processos de produção. Para isso os autores utilizaram as técnicas de *blueprinting*, que consistem em uma representação gráfica de todas as transações que constituem um processo, diferentemente dos fluxogramas tradicionais que unificam o cliente e suas ações na mesma estrutura juntamente a toda a operação envolvida. A utilização de um fluxograma para mapear o estado atual permitiu ao autor conhecer os processos. O mapeamento do estado atual identificou que o departamento de tempos e métodos era o gargalo do processo, a partir do qual o autor propôs melhorias no processo, por meio do fluxograma do estado futuro. Os resultados do estudo tornaram possível a visualização das ações necessárias para reduzir o tempo de implementação do projeto, obtendo redução significativa para o caso analisado.

2.4. MODELOS DE GESTÃO POR PROCESSOS

Para o desenvolvimento do estudo de caso realizado nesta dissertação, utilizou-se o conceito de gestão por processos, assim, neste subcapítulo, apresentam-se os modelos de gestão por processos.

A gestão por processos, ou BPM, tem sido um dos assuntos mais discutidos na literatura sobre gestão em empresas com aplicabilidade prática, isso devido a sua característica de permitir que as empresas passem de forma mais rápida pelas mudanças exigidas pelo mercado, esse fator está relacionado ao conhecimento que a organização possui dos seus processos após a aplicação, permitindo a rápida adequação do mesmo (NEUBAUER, 2009).

A gestão por processos pode ser compreendida como uma abordagem para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar e melhorar os processos de negócio para que os resultados desejados possam ser alcançados. (*Association of Business Process Management Professionals*, 2009).

O BPM permite que o conhecimento dentro de uma organização não seja limitado pela divisão de departamentos, pois possibilita a visualização dos processos à toda organização e sua interface entre os mesmos (RECKER, 2014). O BPM utiliza de aspectos da gestão total da qualidade da década de 1980 e da reengenharia de processos da década de 1990, porém, enquanto os enfoques dessas abordagens estão em um ponto específico (qualidade, mudanças de processo), o BPM surge com uma visão holística (SCHMIEDEL; BROCKE E RECKER, 2014).

Durante a última década, o tema BPM tornou-se um assunto bem abordado na literatura, descrevendo sobre suas aplicações, princípios, métodos e ferramentas, as quais, são discutidas nas áreas de tecnologia da informação, ciências de gestão e engenharia industrial, com a finalidade de

melhoria de processos (VAN DER ALST 2004, 2013; WESKE 2007; DUMAS et al., 2013; LEDERER et al., 2017).

Os benefícios de se adotar a gestão por processos incluem: maior velocidade nas melhorias e mudanças de mercado, aumento da satisfação do consumidor, melhor qualidade de produtos, redução de custos e maior compreensão sobre as atividades da organização (KOHLBACHER, 2010)

Na literatura foram propostos diversos modelos para implementação da gestão por processos, sendo que a maioria deles assumem a forma cíclica. Em uma modelagem cíclica, partes das atividades se repetem a cada fase. Por essa razão, refere-se como ciclos de BPM (BALDAM ET AL., 2007). Este estudo apresenta os modelos de gestão por processo mais importantes em termos de maior aplicabilidade, maior facilidade de entendimento, disponibilidade para a sua utilização e frequência de citações na literatura. Assim, os modelos aqui apresentados são os cinco, a saber, (i) Modelo de Harrington, Esseling & Nimwegen (1997); (ii) Modelo de Smith & Fingar (2003); (iii) Havey (2006); (iv) Modelo unificado de Baldam (2007).

2.4.1. MODELO DE HARRINGTON, ESSELING E NIMWEGEN

Este modelo foi proposto por Harrington, Esseling e Nimwegen (1997), sendo ele dividido em seis fases, conforme mostra a Figura 10.

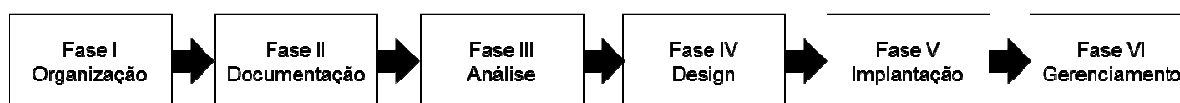


FIGURA 10 - MODELO DE HARRINGTON, ESSELING E NIMWEGEN (1997)

De acordo com a Figura 10, a primeira fase do modelo é a organização, na qual cria-se a equipe que deverá trabalhar com o projeto, define-se o plano do projeto, as técnicas de controle e são estabelecidas as atividades do projeto.

Na Fase II, toda documentação é selecionada. Nessa fase destacam-se: inventário da documentação existente, análise dos procedimentos correntes, documentação de acordo com a técnica selecionada, registro da descrição do processo, definição dos processos a serem analisados na próxima fase, planejamento a análise de dados.

Na fase de análise, todos os envolvidos no projeto analisam, discutem e reportam os documentos da fase anterior. Já na Fase IV, o novo processo de negócio é modelado, para o qual são desenvolvidas mudanças de acordo com o método de documentação escolhido; especificação das diferenças do processo atual com o proposto, aprovação da proposta, apresentação final das propostas à equipe.

Na Fase V, desenvolve-se o plano de implantação, das melhorias, medição e reporte dos resultados, ainda nessa fase são executadas revisões periódicas. Finalmente na Fase VI o processo de negócios é gerenciado para as melhorias, cujas modificações são frequentemente acompanhadas e analisadas.

2.4.2. MODELO DE SMITH E FINGAR

Smith e Fingar (2007) propuseram um modelo de ciclo de vida, que foi dividido, sequencialmente, em oito etapas: (i) descoberta (análise da situação atual); (ii) modelagem; (iii) distribuição; (iv) execução; (v) interação; (vi) controle; (vii) otimização e (viii) análise do processo, conforme Figura 11.

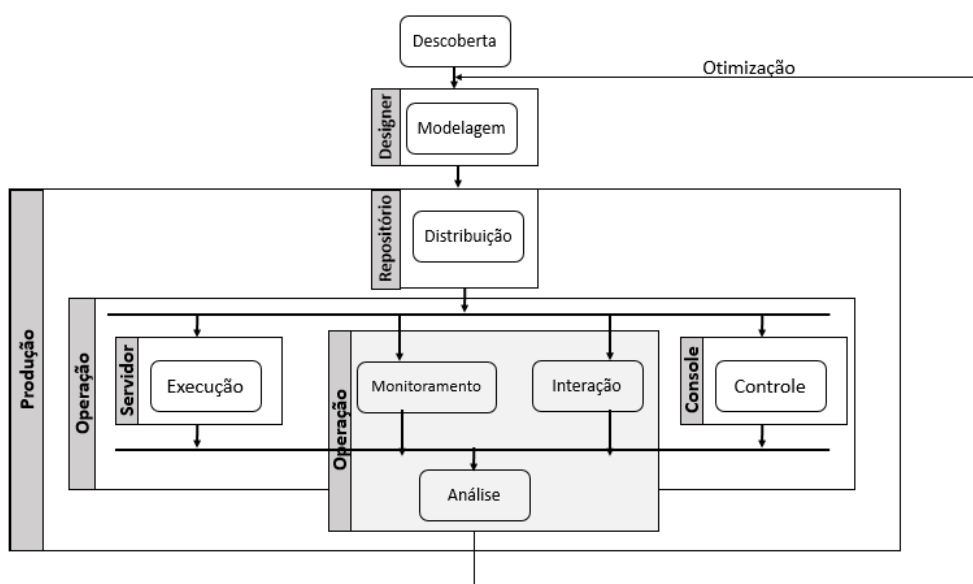


FIGURA 11 - MODELO DE SMITH E FINGAR DO CICLO DE VIDA DE PROCESSOS BPM (SMITH E FINGAR 2007).

Na prática, o modelo de Smith e Fingar é um dos mais utilizados. Nesse modelo, a fase da descoberta implica tornar explícita a forma como as coisas são feitas, atualmente, no processo, por meio da descrição de todas as suas atividades. Pode ser feita de modo inteiramente manual ou por meio de softwares, ou ambos. Essa etapa permite desenvolver uma visão clara de como os processos trabalham internamente e externamente.

O *design* significa explicitar o processo por uso de modelagem, manipulação e redesenho. Nessa etapa são indicadas as atividades, regras, participantes, interações e relações. Inclui, nessa fase, a indicação de metas de métricas para os processos de negócios. Sistemas e interfaces de negócios são reengenheirados internamente ou com parceiros.

Na fase do desenvolvimento, o novo processo é implementado para todos os participantes, incluindo pessoas, aplicações e outros processos. Ainda nessa fase, é possível distribuir o trabalho para execução em diferentes sistemas de gerenciamento de processos. Os recursos são alocados como resultados dessas decisões de distribuição.

A execução consiste na certificação de que o novo processo está sendo encaminhado, adequadamente, por todos os participantes.

A fase de interação implica o uso de interfaces compostas por computadores e portais, que permite às pessoas interagir completamente com os processos de negócios. Inclui gerenciamento de interfaces entre o trabalho manual e a automação, além de habilidades de observar, monitorar e intervir em exceções.

O monitoramento e controle são aplicados aos processos já em execução. As atividades focam nas intervenções necessárias para manter sob controle um determinado processo em particular, classe de processos ou um ambiente inteiro. Erros inesperados e exceções precisam ser identificados e gerenciados nessa etapa. Pode-se incluir aqui a alocação de processos entre parceiros, atualizando os processos, adicionando, removendo ou trocando participantes.

O objetivo da análise é medir o desempenho do processo para prover métricas, análise e inteligência do negócio necessário para direcionar melhorias estratégicas e descoberta de oportunidades para inovações.

Na otimização são realizadas as atividades de melhoria do processo, fechando o *loop* entre o *design* do processo e a análise do *feedback* do seu desempenho atual. Quando em uso por um sistema, o mesmo poderá detectar gargalos, paradas ou outras inconsistências.

2.4.3. MODELO DE HAVEY

Com o propósito de criar uma estrutura simples para compreensão, Havey (2006) propôs um modelo de implementação de BPM em seis etapas, conforme ilustra a Figura 12.

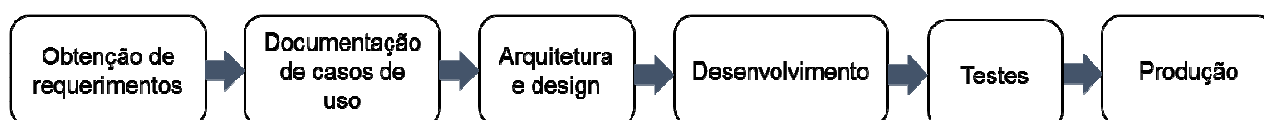


FIGURA 12 - MODELO PROPOSTO POR HAVEY (2006)

O modelo se inicia com a obtenção dos requisitos, que desenvolve os objetivos gerais do processo a ser tratado, como: indicadores, escopo e emissão de relatório sobre o processo a ser trabalhado.

Na etapa de documentação de caso de uso, o processo é documentado, gerando o modelo desejado e as especificações gerais do projeto. Em seguida, tem-se a etapa de arquitetura e *design*, que define as especificações particulares e recursos do processo analisado.

Na etapa de desenvolvimento, são implantadas as soluções de processos e treinamentos dos envolvidos. Posteriormente ao desenvolvimento, são realizados os testes da solução implantada, finalizando a implantação com a etapa de produção que consiste no uso continuado da solução.

2.4.4. MODELO DE BALDAM

Após a avaliação dos modelos propostos na literatura, Baldam *et al.* (2007) propuseram um ciclo de implantação de BPM, seguindo a orientação básica de Kirchmer (2006), incorporando a representação de Muehlen e Ho (2008). O modelo proposto pelo autor é composto por quatro macro etapas, conforme Figura 13.

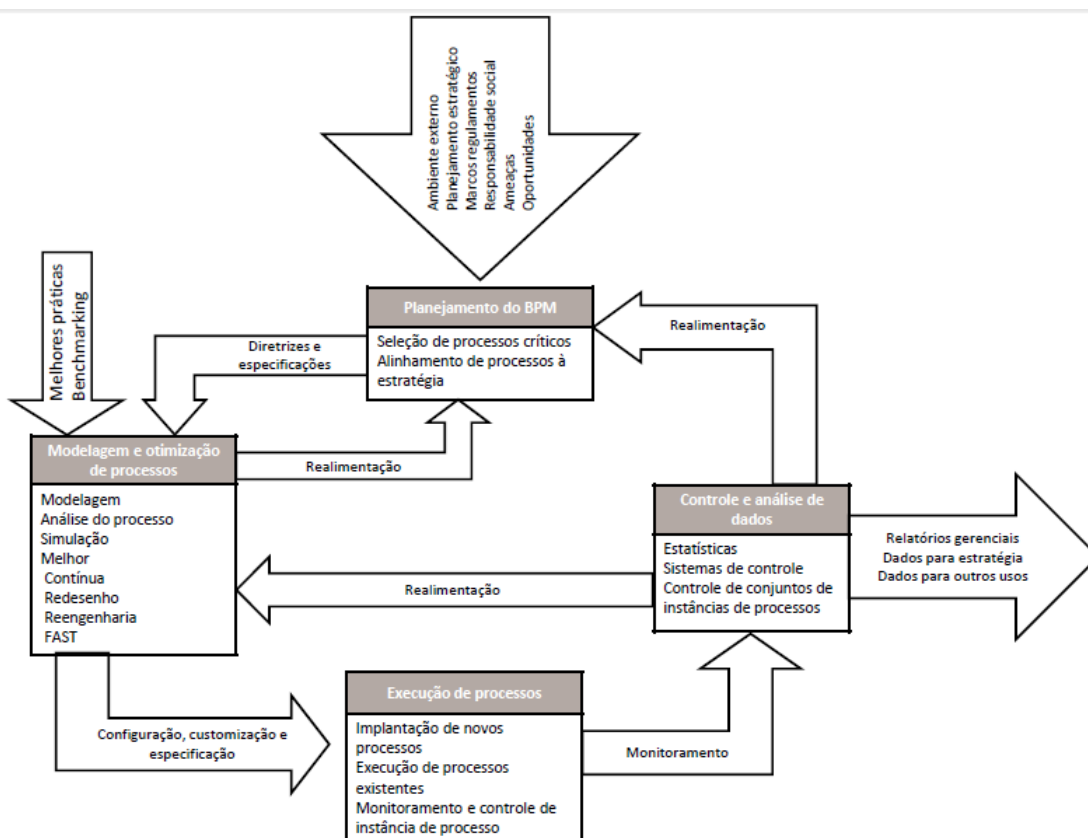


FIGURA 13 - CICLO DE BPM (BALDAM ET AL, P. 56, 2007)

Conforme a Figura 13, as etapas que compõem o ciclo estão sequenciadas na seguinte ordem: Planejamento do BPM; Modelagem e otimização de processos; execução de processos; Controle e análise de dados, são descritas a seguir.

O ciclo inicia-se com o Planejamento da BPM, como propósito de definir as atividades de BPM que contribuirão para o alcance das metas organizacionais, das estratégicas às operacionais, definição de planos de ação para implantação e a definição dos processos que necessitam de ação imediata.

Na modelagem e otimização de processos: engloba atividades que permitem gerar informações sobre o processo atual (*As Is*) e/ou sobre a proposta de processo futuro (*To Be*); documentar os processos; prover dados de integração entre processos; empregar metodologias para otimizar os processos; fazer simulações, inovações e redesenho; adotar as melhores práticas e modelos de

referência; gerar especificações para implementação, para configuração e customização (caso o processo ainda não esteja em uso), para execução e para controle.

Já na execução de processos: atividades que garantirão a implementação e a execução dos processos, como o treinamento, criação de modelos executáveis em software, bem como ajustes em software existentes e infraestrutura;

No controle e análise de dados: atividades relacionadas ao controle geral do processo, realizadas por meio de diversos recursos, como o uso de indicadores, BSC, métodos estatísticos, entre outros.

Apesar das diferenças de posicionamento das fases dos modelos aqui apresentados, nota-se um consenso em relação às atividades de forma geral, pois, em todos eles, as etapas são semelhantes, mudando, apenas, a ordem e o momento da execução.

3. MÉTODO E PROCEDIMENTO DE PESQUISA

O presente capítulo descreve os aspectos metodológicos definidos para o desenvolvimento deste estudo, que foi classificado de acordo com os seguintes aspectos: a abordagem; a natureza; os objetivos; e o método, conforme Figura 14.

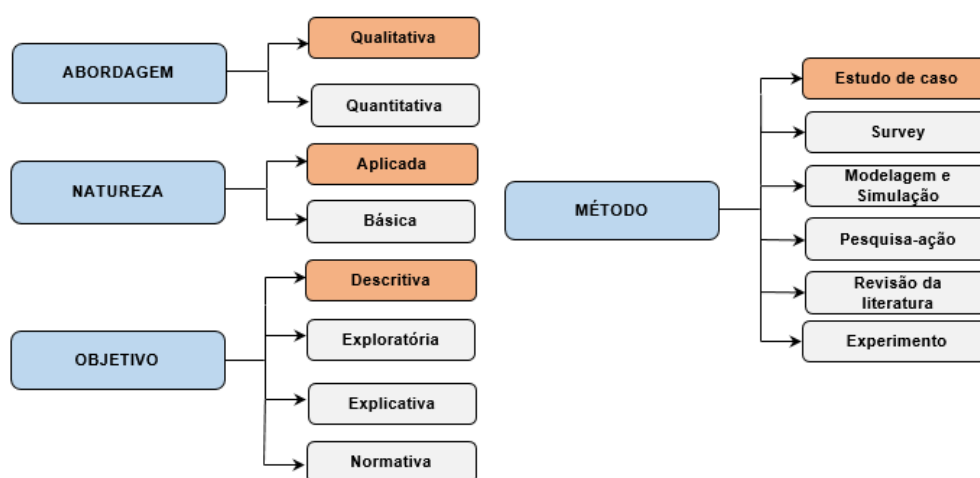


FIGURA 14 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Esta pesquisa está classificada segundo a sua abordagem, como qualitativa. A pesquisa qualitativa, na qual se pode utilizar o estudo de caso, preocupa-se com os processos e significados que não são medidos em termos de quantidade, intensidade ou frequência (GARCIA; QUEK, 1997). A análise qualitativa pode ter apoio quantitativo, mas geralmente se omite a análise estatística ou o seu emprego não é sofisticado (TRIVINOS, 1987).

Quanto a sua natureza, esta pesquisa está classificada como aplicada, pois teve como objetivo propor uma metodologia para implementação de novos equipamentos em processos de produção, este método posteriormente pode ser utilizado em empresas. A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar

conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (MORESI, 2003).

Em relação aos seus objetivos, esta pesquisa está classificada como descritiva. A definição como descritiva foi definida, pois este trabalho busca descrever os fatos e fenômenos referentes ao processo estudado. A pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática (GIL 1991).

Em relação aos procedimentos, este trabalho foi definido como estudo de caso descritivo, por meio das observações em campo, serão levantadas as informações para construção do modelo proposto, descrevendo o processo de implementação de novos equipamentos em processos de produção, definindo etapas essenciais, sem a pretensão de intervir sobre o objeto estudado. O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas (CAUCHIK 2007). Os estudos de casos descritivos têm por objetivo aprofundarem a descrição de determinada realidade (TRIVINOS, 1987).

3.1. ETAPAS DA PESQUISA

O estudo de caso aqui proposto foi baseado no modelo definido por Miguel (2007), conforme a Figura 15:

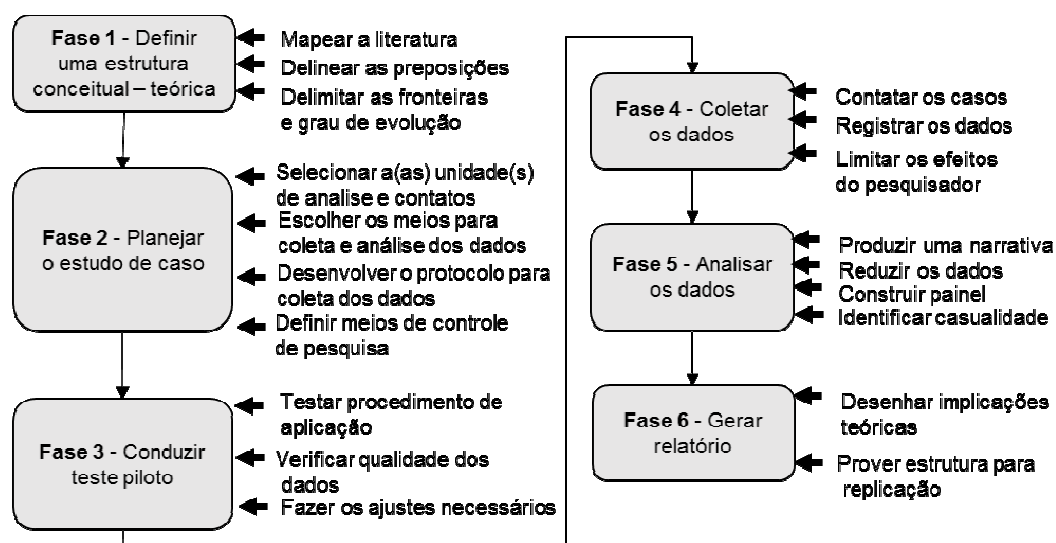


FIGURA 15 - ETAPAS DE CONDUÇÃO DO ESTUDO DE CASO (CAUCHICK MIGUEL, 2007)

Para realizar o mapeamento da literatura, foram realizadas pesquisas no portal de periódicos da Capes, *Science Direct*, *Emerald* e *Elsevier*, além de consultas nas normas ISO, disponíveis online em <http://www.abnt.org.br/> e <http://www.abimaq.org.br/>.

Com o mapeamento da literatura realizado, foram sumarizadas as referências bibliográficas consideradas relevantes e utilizadas para o desenvolvimento do estudo. As palavras-chaves utilizadas para a construção do referencial teórico foram: Modelo de desenvolvimento de produto / *Product development methods*; *Factory planning*; *Production system*; *Manufacturing resources*; Gestão por processos; Modelagem de processos; ISO; Normas regulamentadoras. Com o material levantado nestas pesquisas construiu-se o Capítulo 2 desta dissertação.

De acordo com a Figura 15 a fase 2 consiste no planejamento do caso. Esta é a fase mais longa do estudo de caso, pois nela, define-se o caso, a justificativa para a sua escolha, a forma de coleta dos dados e o protocolo de pesquisa.

A unidade selecionada para o estudo de caso consiste em uma indústria automobilística, com mais de 55 anos de existência mundial. Essa empresa é classificada como uma empresa multinacional de grande porte e possui

fornecedores nacionais, internacionais de todos os portes, presente em mais de 3 continentes no mundo. A empresa considerada neste trabalho é uma das líderes de venda em seu segmento. Destaca-se que a escolha do segmento automotivo para desenvolvimento do estudo se deu, pois, a universidade está inserida em um polo automobilístico e a empresa ora estudada está inserida nesta mesma região.

Ainda no planejamento do estudo de caso, foram determinados os departamentos que seriam considerados no estudo, quais sejam, Engenharia de Processo; Compras, Produção, Manutenção e Segurança do trabalho, que possuem as seguintes responsabilidades,

- Engenharia de Processo: Responsável pela aquisição de equipamentos (especificações técnicas, avaliação, acompanhamento); avaliação técnica (propostas, design); validação do equipamento no processo de produção.
- Compras: Responsável pela seleção de fornecedores, negociação de valores e contratos comerciais.
- Produção: Responsável pela avaliação do atendimento as necessidades da produção.
- Manutenção: Responsável pela avaliação do atendimento aos padrões de mecânica, elétrica de manutenção e funcionamento do equipamento.
- Segurança do trabalho: Responsável pela avaliação do equipamento e seus respectivos documentos para assegurar o cumprimento de normas aplicáveis.

Após a caracterização da empresa estudada, definiu-se o protocolo de pesquisa para coleta de dados.

Ainda na Fase 2, definiu-se o protocolo de pesquisa que traz todas as diretrizes para a coleta dos dados durante o estudo de caso, conforme mostra Quadro 7.

O protocolo de pesquisa foi desenvolvido com base nos conceitos de gestão por processos e modelagem de processos apresentados no capítulo 2. Nota-se que, na segunda coluna do protocolo de pesquisa, a definição da atividade a ser realizada, na terceira coluna, definiu-se o meio de coleta de dados, na quarta coluna, apresenta as pessoas responsáveis por cada atividade e, por fim, na quinta coluna do protocolo, definiu-se um *check list* para verificar e observar a coleta de dados e para evidenciar as informações.

QUADRO 5 - PROTOCOLO DE PESQUISA DO ESTUDO DE CASO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Item	Atividade	COMO - Meio de coleta de dados	QUEM - Pessoas participantes	O QUE - O que deve ser observado durante a coleta de dados
1	Avaliação inicial da sistemática adotada pela empresa	Observação direta (roteiro, conforme meio de controle de pesquisa). Análise de documentações (Instruções de trabalho ou outros documentos)	Gerente de Engenharia de Processo	Verificar se a empresa possui sistemática ou documentações sobre o processo a ser modelado
2	Definição dos participantes	Reunião	Gerente de Engenharia de Processo Gerente de Compras Gerente de Recursos Humanos	Definir os participantes das reuniões para o desenvolvimento do trabalho
3	Apresentação do trabalho para o time / Cronograma do projeto	Cronograma Folha de abertura de projeto	Todas as áreas	Definir período de realização do projeto Apresentar para o time o objetivo do projeto e etapas de realização
4	Fluxograma básico do processo	Fluxograma	Todas as áreas	Definir os principais subprocessos do processo analisado
5	Análise detalhada do processo e sub-processo	Brainstorming SIPOC	Todas as áreas	Definir entradas, saídas, recursos, normas internas, normas externas e outros requisitos do processo mapeado Identificação de oportunidades de melhoria
6	Modelagem do "As Is"	Diagrama em notação BPMN	Todas as áreas	Realização da modelagem
7	Definição de ações para as oportunidades identificadas	Plano de melhorias	Todas as áreas	Registrar ações propostas, bem como os custos envolvidos, responsáveis. Alinhamento com alta direção
8	Modelagem do "To Be"	Diagrama em notação BPMN	Todas as áreas	Realizar a modelagem
9	Validação do modelo proposto	Entrevista com os gestores das áreas envolvidas	Todas as áreas	Apresentação do modelo proposto para alta direção
10	Implementação do modelo na empresa	Registro nas diretrizes da empresa	Todas as áreas	Registrar o modelo proposto

A fase 3, que consiste no desenvolvimento do teste piloto, para este estudo não foi aplicada, pois ele não é aplicável para um estudo de caso único. Dessa forma, os procedimentos de aplicação da pesquisa serão validados na etapa de coleta de dados.

Finalmente, na fase 4, todos os resultados observados no estudo de caso serão confrontados com as definições observadas na literatura. Espera-se ter como resultado desse confronto o método proposto neste, para desenvolvimento e implementação novos equipamentos em processos de produção.

Na fase 5, tanto os dados coletados como o modelo proposto serão analisados e discutidos. Na fase 6, serão feitas proposições para a replicação deste estudo em uma indústria automotiva, além das discussões sobre as dificuldades encontradas e as proposições de estudos futuros.

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

A apresentação dos resultados deste estudo está dividida em duas partes principais: (i) o estudo de caso; (ii) método proposto. O estudo de caso foi desenvolvido e apresentado de acordo com o protocolo de pesquisa, descrito no Quadro 8. O método foi proposto com base neste estudo de caso e no modelo de PDP proposto por Pahl e Beitz (2007).

4.1. O MÉTODO PROPOSTO

O método aqui proposto está estruturado em cinco macro etapas e os *milestones* entre cada uma dessas etapas, conforme ilustra a Figura 16.

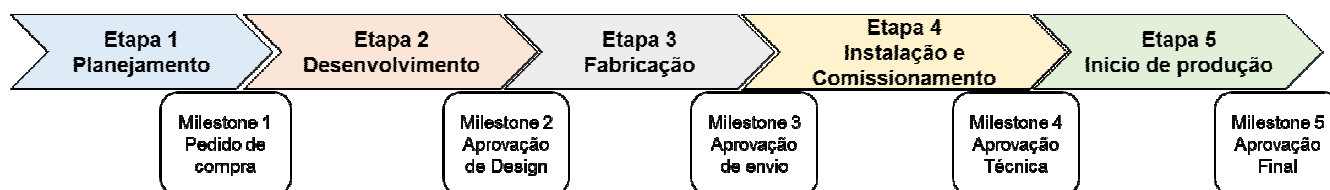


FIGURA 16 - O MÉTODO PROPOSTO

O método proposto foi dividido em etapas, que consistem na divisão para conduzir a implementação do método, e os *milestones*. Segundo o PMBOK 5ª edição (PMI,2014), *milestones*, são marcos usados na gestão de projetos para marcar pontos específicos ao longo de um cronograma, nesse método é definido como o resultado que deve ser alcançado em cada fase.

De acordo com o método da Figura 15, a primeira etapa consiste no planejamento, que implica a análise da necessidade do cliente final, da empresa e da conjuntura com o objetivo de coletar informações, os requisitos a serem atendidos. Nesse contexto, essa etapa deve definir os requisitos do cliente final, que, no estudo de caso foi a área de produção, que utilizará o

equipamento como recurso do processo de produção; definição das características críticas do produto e processo. Nessa etapa, o método propõe usar a mesma lista de verificação proposta por Pahl e Beitz (2007), conforme ilustrado no Quadro 8.

QUADRO 7 - LISTA DE VERIFICAÇÃO (PAHL E BEITZ, 2007)

Título	Exemplos
Função	A função estipulada é cumprida? Quais funções auxiliares são necessárias?
Princípio de solução	Os princípios de solução escolhidos produzem vantagens e os efeitos desejados?
Layout	A escolha do layout geral, das formas dos componentes, materiais, dimensões produzem: a durabilidade adequada, deformação permissível, corrosão com a vida útil e as cargas estipuladas?
Segurança	Foram considerados todos os fatores afetando a segurança dos componentes, da função, da operação e do ambiente.
Ergonomia	Foram considerados as relações homem-máquina? Foram evitadas as causas de ferimentos humanos ou stress desnecessários?
Produção	Houve uma análise econômica e tecnológica dos processos de produção?
Controle de qualidade	As verificações necessárias podem ser aplicadas durante e após a produção ou a qualquer outro momento? Elas foram especificadas?
Montagem	Os processos internos e externos de transporte e seu risco foram examinados e levados em consideração?
Transporte	As condições internas e externas de transporte e seu risco foram examinados e levados em consideração?
Operação	Foram considerados todos os fatores de operação, como ruído, vibração e manuseio?
Reciclagem	O produto pode ser reutilizado ou reciclado?
Manutenção	A manutenção, a inspeção e a revisão pode ser realizada e verificada?
Custos	Foram observados o limite de custos? Surgirão custos operacionais adicionais?
Cronograma	As datas de entrega podem ser cumpridas? Existem modificações de projeto que possam antecipar a situação de entrega?

A lista de verificação do Quadro 8 considera os fatores internos e externos da organização, que é utilizada como guia para estabelecer os requisitos do equipamento. Após a análise dessa lista de verificação, tem-se a lista de

requisitos, que é utilizada para a selecionar os fornecedores. Estes fornecedores atender os requisitos técnicos, de qualidade e de custo estabelecidos. O resultado esperado para essa etapa constitui da definição de um fornecedor para o equipamento, para que o projeto seja encaminhado para a etapa subsequente. Como marco importante para conclusão dessa etapa, tem-se o pedido de compra, que é o documento emitido pela empresa contratante para o desenvolvimento do projeto e fabricação do equipamento.

Na fase de desenvolvimento, o objetivo principal é desenvolver um princípio de solução, por meio da lista de requisitos que foi elaborada na etapa anterior. O *design* inicial é obtido quando se determinou a estrutura de funcionamento do produto. Essa definição inclui a ideia dos materiais a serem utilizados, um dimensionamento prévio e aproximado do produto e, também, a consideração de recursos tecnológicos (PAHL *et al.*, 2005).

Em seguida, o *design* inicial é avaliado com base em critérios técnicos, econômicos e regulamentares, e as características que não atendem as exigências apresentadas na lista de requisitos são excluídas, definindo-se o conceito de funcionamento.

Após a definição do design inicial, determina-se, de maneira completa, a estrutura de construção, partindo da estrutura de funcionamento ou do princípio de design, baseando sempre nos critérios técnicos e econômicos.

Para conclusão desta etapa, define-se a forma, dimensionamento e acabamento do produto, além da definição de todos os componentes, bem como os custos definitivos do equipamento. Essa etapa complementa a estrutura de construção do produto e o resultado do detalhamento é a definição da tecnologia do produto e da solução. Também, nessa etapa, elabora-se a lista de componentes do produto e, também, as suas respectivas instruções para produção e montagem. Para a conclusão dessa etapa, tem-se o *milestone* de aprovação de design, que consiste na aprovação do projeto por todos os envolvidos. A partir desse marco, inicia-se a fabricação do equipamento.

Na etapa 3, inicia-se a fabricação do equipamento, conforme *design* aprovado na fase anterior. Nessa etapa ainda podem surgir necessidades de ajustes do projeto para atender a lista de requisitos. Ainda durante essa etapa, deve-se preparar a versão final dos documentos técnicos pertinentes, como lista de peças, desenhos, esquemas elétricos ou pneumáticos.

O importante nessa fase é verificar a conformidade do projeto com os requisitos estabelecidos na fase de planejamento, que foi desdobrado na fase de desenvolvimento e que se concretizará na finalização da etapa de fabricação. Ainda nessa etapa, são realizados testes para verificações prévias dos requisitos. Para finalização da etapa de fabricação, há o *milestone* de aprovação de envio do equipamento para o cliente, em que foram realizadas todas as verificações de conformidade dos requisitos.

Na fase de instalação e comissionamento, o equipamento já está em seu destino final, local de produção e em condições de uso final. Nessa etapa avalia-se a consistência do equipamento, em termos de qualidade, funcionalidade e atendimento dos requisitos. Após essa avaliação, o equipamento já pode iniciar a produção do teste piloto, para validação e o refinamento do processo. Durante essa fase, podem ocorrer pequenos ajustes para adequação das necessidades da produção. Para finalização da etapa de instalação e comissionamento, há o *milestone* aprovação técnica, que significa que todos os requisitos foram verificados, testados, validados e o equipamento está aprovado para utilização pela produção.

Na fase início de produção, o objetivo principal é confirmar se todas as especificações e requisitos anteriormente definidos e verificados, podem ser cumpridos sob condições normais de produção. Para finalização dessa etapa, há o *milestone* aprovação final que consiste na aprovação técnica final do equipamento, todos os requisitos foram testados em ambiente de produção em série e foram aprovados.

O próximo tópico apresenta lista de atividade e verificação que compõem cada uma das etapas do método proposto.

4.1.1. LISTA DE ATIVIDADE E VERIFICAÇÃO

A lista de atividade e verificação, conforme apresenta o Quadro 9, é utilizada como guia para o desenvolvimento e implementação de equipamentos, desde o seu planejamento até sua liberação final.

QUADRO 8 - LISTA DE ATIVIDADE E VERIFICAÇÃO PARA O MÉTODO PROPOSTO

Etapa 1 - Planejamento
1. Definir requisitos do cliente final
2. Definir características críticas do produto
3. Definir valor para investimento disponível
4. Definir lista de requisitos
5. Analisar possíveis fornecedores
6. Possíveis riscos técnicos, legais e regulatórios
7. Estudo das normas e regulamentos relacionados
Etapa 2 - Desenvolvimento
1. Desenvolvimento das características do projeto para atendimento dos requisitos definidos na fase de planejamento
2. Buscar princípio e estrutura de funcionamento
3. Verificar possíveis erros, influências que possam atrapalhar os custos
4. Avaliar critérios técnicos e econômicos
5. Combinar e consolidar as variações
6. Desenvolvimento de documentação do produto
7. Preparar lista de peças preliminares e documentos de produção e montagem
8. Verificar projeto final em relação a conformidade de normas e regulamentos
Etapa 3 - Fabricação
1. Preparar documentos de produção e operação
2. Elaborar desenho detalhado e lista de peças
3. Instruções de operação, manutenção, transporte e operação
4. Verificar todos os documentos
5. Avaliação física para verificação de atendimento das normas e regulamentos
Etapa 4 - Instalação e comissionamento

1. Avaliar a consistência do produto em termos de qualidade, funcionalidade e atendimento dos requisitos.
2. Realizar produção piloto para validação
3. Refinamento do processo
4. Ajustes do equipamento
5. Avaliação física para verificação de atendimento das normas e regulamentos
Etapa 4 - Início de Produção
1. Todos os requisitos definidos anteriormente são testados nos tempos e volumes de produção estabelecidos.

A lista de requisitos tem o objetivo de mostrar as atividades principais de cada etapa do método.

4.2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido com base no protocolo de pesquisa, de acordo com o Quadro 5. De acordo com esse protocolo, os dados foram coletados por meio de observações diretas e entrevistas.

A primeira avaliação refere-se à maneira como a organização trata a necessidade do desenvolvimento e implementação de equipamentos em processos de produção, sejam eles processos novos ou processos já existentes. Para isso, os dados foram coletados por meio de observações diretas e entrevistas com o Gerente de Engenharia de Processos e de Manutenção. Como resultados, observou-se que a empresa não possui uma sistemática documentada para o planejamento dessa implementação, mas ela possui documentos específicos referentes à etapa do desenvolvimento e da implementação destes equipamentos.

Verificou-se ainda nessa análise que os documentos desenvolvidos pela organização, para realização da atividade, fornecem instruções para atividades específicas do processo de implementação e desenvolvimento. Por meio dessa avaliação, identificou-se que a empresa possui documentos relacionados a atividades desenvolvidas durante todo o processo, porém, não ocorre a

integração desses documentos com as atividades realizadas por cada departamento.

Nessa primeira etapa, que tem por objetivo verificar se a empresa possui sistemática ou documentações sobre o processo de desenvolvimento e implementação de equipamentos em processos de produção, cabem as seguintes observações:

- 1) A empresa possui uma sistemática não formalizada, o conhecimento necessário para essa implementação é transferido por meio da experiência dos colaboradores. A transferência de conhecimento é realizada por meio de reuniões de projetos, conversar informais ou na ocorrência de falhas durante o desenvolvimento.
- 2) As documentações existentes relacionadas ao processo não estão claras para todos os colaboradores, pois muitas das informações são retidas entre os departamentos. Por exemplo, o departamento de segurança possui um *check-list* para verificação de conformidades de partes mecânicas/elétricas, que poderia contribuir com a análise do departamento de manutenção evitando possíveis falhas.

Seguindo com o protocolo de pesquisa, a segunda etapa apresenta o time que atua no desenvolvimento da tarefa de modelagem de processo. O desenvolvimento desta etapa contou com a ajuda do gerente de engenharia de processo, que possui uma visão geral do processo e das pessoas que nele atuam, o que permite a ele definir os departamentos mais aptos para contribuir com este estudo. Dessa forma, foram definidas as seguintes áreas: Engenharia de Processos, Manutenção, Compras, Produção e Segurança.

Para fazer parte do time, cada membro obteve, juntamente aos respectivos gerentes, a liberação do tempo necessário para o desenvolvimento de suas atividades na equipe. A equipe foi formada por representantes de todos os setores relevantes da estrutura organizacional que participam do processo.

Cada departamento escolhido tem responsabilidades distintas sobre os processos da organização. A engenharia de processo é responsável pelo planejamento de introdução e alterações nos sistemas de produção, a manutenção é responsável pela verificação da parte construtiva e estrutural do equipamento, para verificar se estão de acordo com as diretrizes internas da organização e legislações brasileiras. A área de compras é responsável pela seleção do fornecedor que fornecerá o equipamento, basicamente o seu maior envolvimento é início do processo até a seleção do fornecedor. A área de produção, que pode ser considerada como cliente final do processo, pois utilizará o equipamento, tem a função de acompanhar o processo para que sejam considerados os requisitos de produção. A área de segurança é responsável pela verificação do atendimento aos requisitos internos da organização e legislação brasileira. Para o desenvolvimento, foi escolhido um participante de cada área.

Após a definição dos participantes, iniciou-se a terceira etapa, conforme o protocolo de pesquisa, que consiste na apresentação do objetivo do projeto, o processo e o cronograma do trabalho, conforme ilustrado na Figura17.

FOLHA DE ABERTURA DO PROJETO DE MODELAGEM								
Participantes: (1) Engenheiro de Processo (1) Engenheiro de manutenção (1) comprador (1) Engenheiro de segurança do trabalho (1) Supervisor de Produção (1) moderador								
Objetivo: Modelagem de processo da atividade de desenvolvimento e implementação de equipamentos em processos de produção								
Cronograma / Etapa:								
Etapa	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
Apresentação do trabalho para o time / cronograma do projeto	■							
Fluxograma básico do processo	■							
Análise detalhada do processo e subprocessos		■						
Modelagem do "As is"			■	■				
Definição de ações para as oportunidades identificada					■			
Modelagem do "To be"						■		
Avaliação do modelo proposto							■	
Implementação do modelo na empresa								■

FIGURA 17: FOLHA DE ABERTURA DO PROJETO DE MODELAGEM (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

A fase de inicialização do mapeamento tem como objetivos apresentar os membros do time; negociar agenda das reuniões, definindo os dias da semana e horários convenientes para todos os membros; apresentar a metodologia de trabalho a ser utilizada. Além disso, é realizado um treinamento inicial para os colaboradores do time de modelagem, a fim de uniformizar os conceitos e esclarecer a metodologia a ser utilizada. O principal objetivo desse treinamento é reduzir o risco de comunicação deficiente ou incompleta do processo de análise, resultando em descumprimento dos preceitos. O conhecimento dos métodos a serem utilizados facilita a aderência e o comprometimento dos participantes do projeto.

A etapa 5 do Quadro 8 consiste na identificação dos principais subprocessos, que foram definidos por meio de um *brainstorming*. Um subprocesso é um conjunto de atividades interligadas que podem ser agrupadas para serem

usadas como um grupo de atividades dentro de um processo. Os subprocessos definidos no caso analisado estão ilustrados na Figura 18.

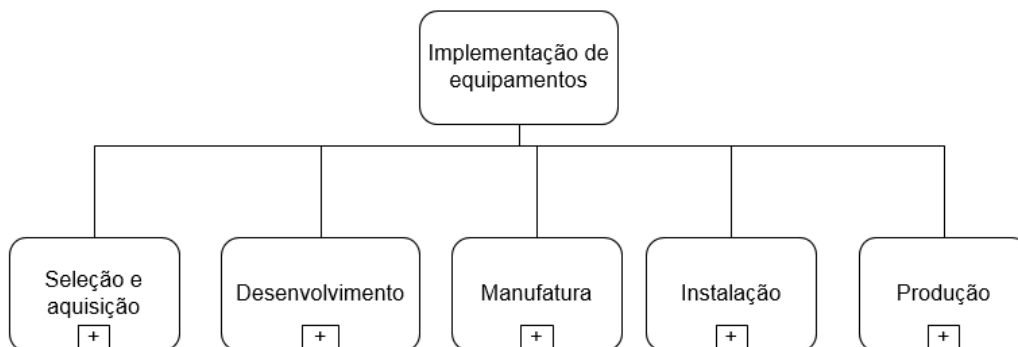


FIGURA 18 - FLUXOGRAMA DOS SUBPROCESSOS IDENTIFICADOS (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

A Figura 18 apresenta os subprocessos que estão associados ao macroprocesso definido como “Desenvolvimento e implementação de equipamentos”, sendo eles, Seleção e aquisição; Desenvolvimento; manufatura; Instalação e Produção. Os subprocessos serão detalhados na próxima etapa.

Cada um dos subprocessos definidos foi mapeado de forma macro, por meio da ferramenta SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). O objetivo da utilização desta ferramenta é a possibilidade de se obter a visão de todas as inter-relações dentro do processo, evidenciando as interfaces e *Input* e *Output* dos subprocessos.

A Figura 19 apresenta os diagramas de SIPOC para o subprocesso seleção e aquisição. O subprocesso seleção e aquisição inicia-se com a definição do *budget* (investimento) disponível para aquisição, posteriormente, é iniciado o desenvolvimento da lista de requisitos que é utilizada para a iniciar a solicitação de cotação, posteriormente a informação é enviada ao fornecedor para realizar a elaboração da proposta. Após o recebimento da proposta, é realizada a avaliação técnica para definição do fornecedor final, posteriormente a definição

do fornecedor escolhido, emite-se a requisição de compra para geração do pedido de compra.

A Figura 20 apresenta os diagramas de SIPOC para o subprocesso de desenvolvimento. O subprocesso desenvolvimento inicia com a revisão da especificação técnica (lista de requisitos), definição dos milestones (marcos do projeto), juntamente às áreas envolvidas e fornecedor. Após a revisão, o fornecedor inicia-se o desenvolvimento do projeto. Posteriormente, submete o projeto para avaliação e aprovação. A Figura 21 apresenta os diagramas de SIPOC para o subprocesso de manufatura. O subprocesso manufatura inicia-se com a verificação do andamento do projeto, posteriormente, a verificação do atendimento aos requisitos técnicos e, para concluir esse subprocesso, tem-se a liberação do equipamento para envio.

A Figura 22 apresenta os diagramas de SIPOC para o subprocesso de instalação. O subprocesso instalação inicia-se com a instalação do equipamento, subseqüentemente tem a verificação do atendimento dos requisitos, aprovação técnica dos equipamentos e, para finalizar esse subprocesso, a liberação para produção. A Figura 23 apresenta os diagramas de SIPOC para o subprocesso de produção.

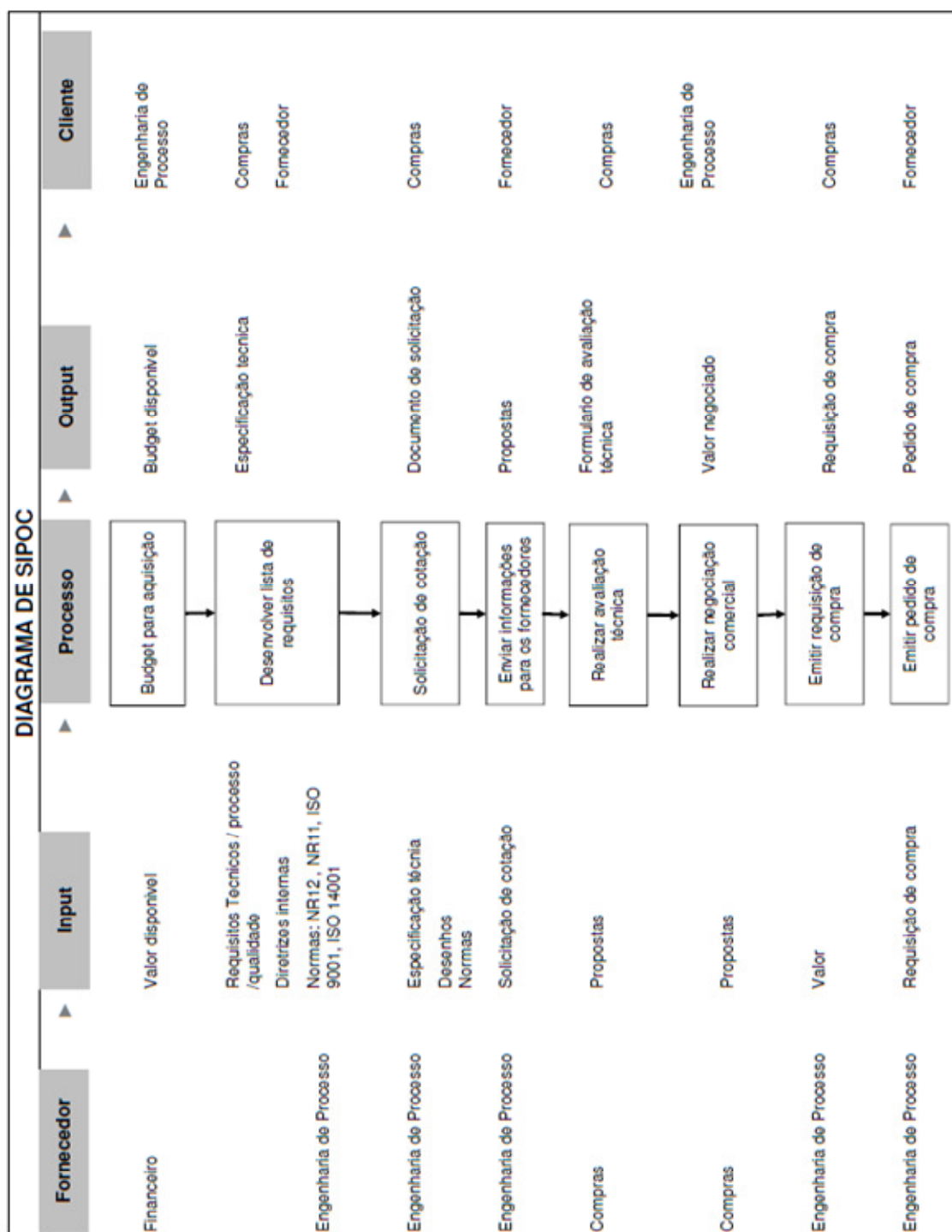


FIGURA 19 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

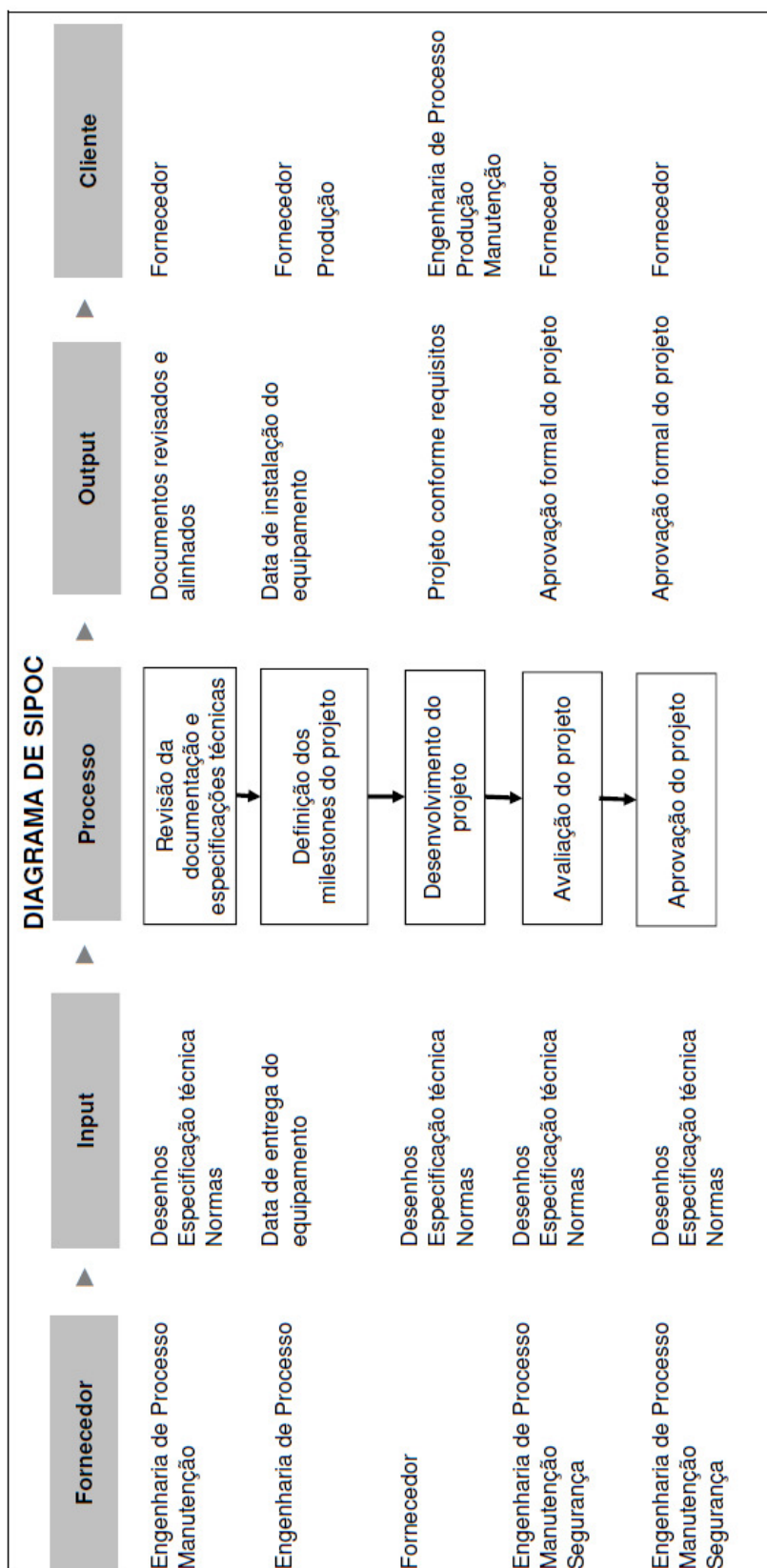


FIGURA 20 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

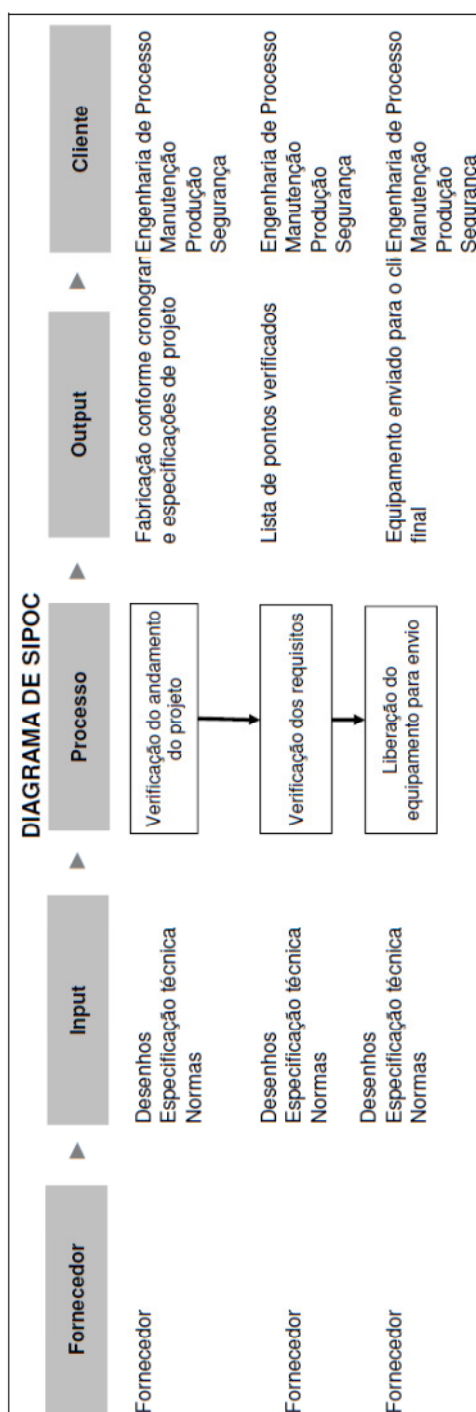


FIGURA 21 – DIAGRAMA DE SIPOC – FASE DE MANUFATURA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

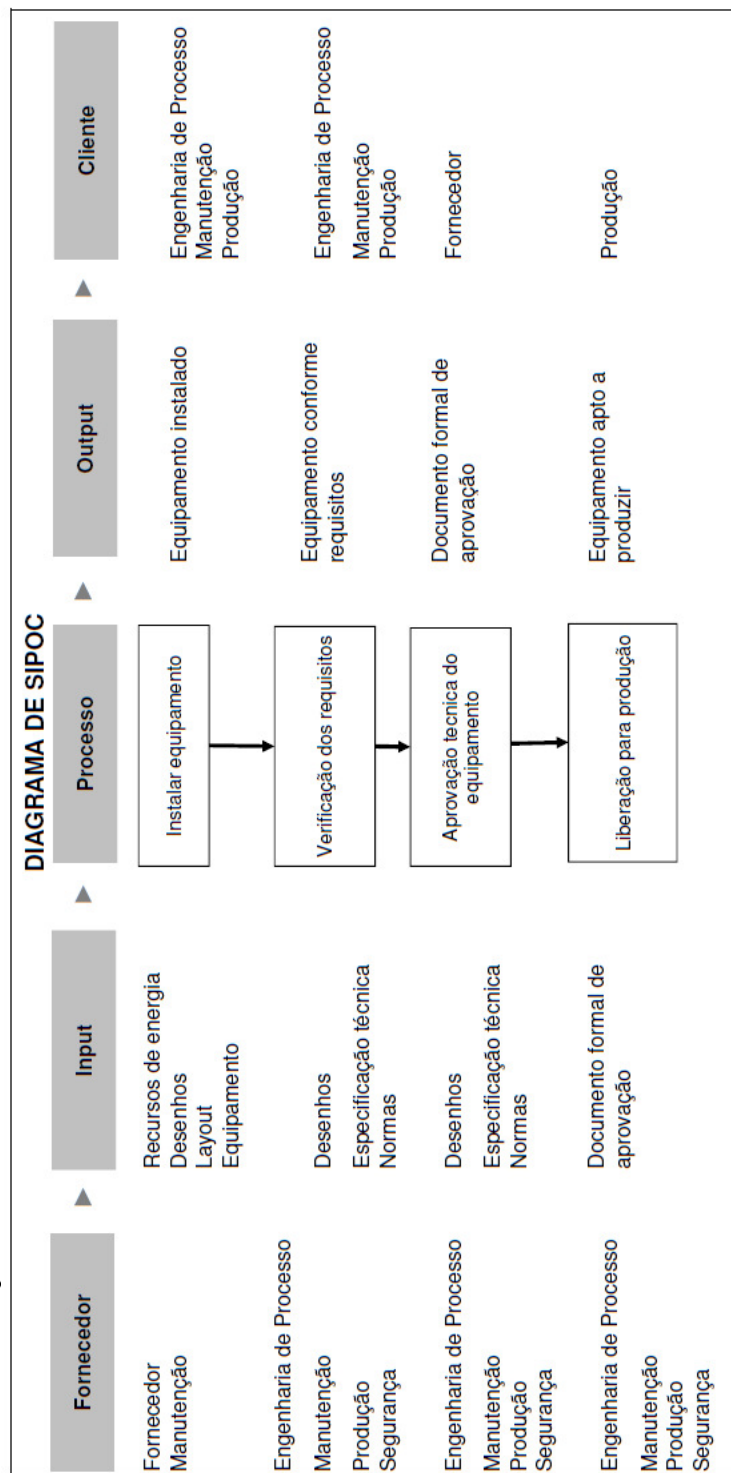


FIGURA 22 - DIAGR

DO PELA

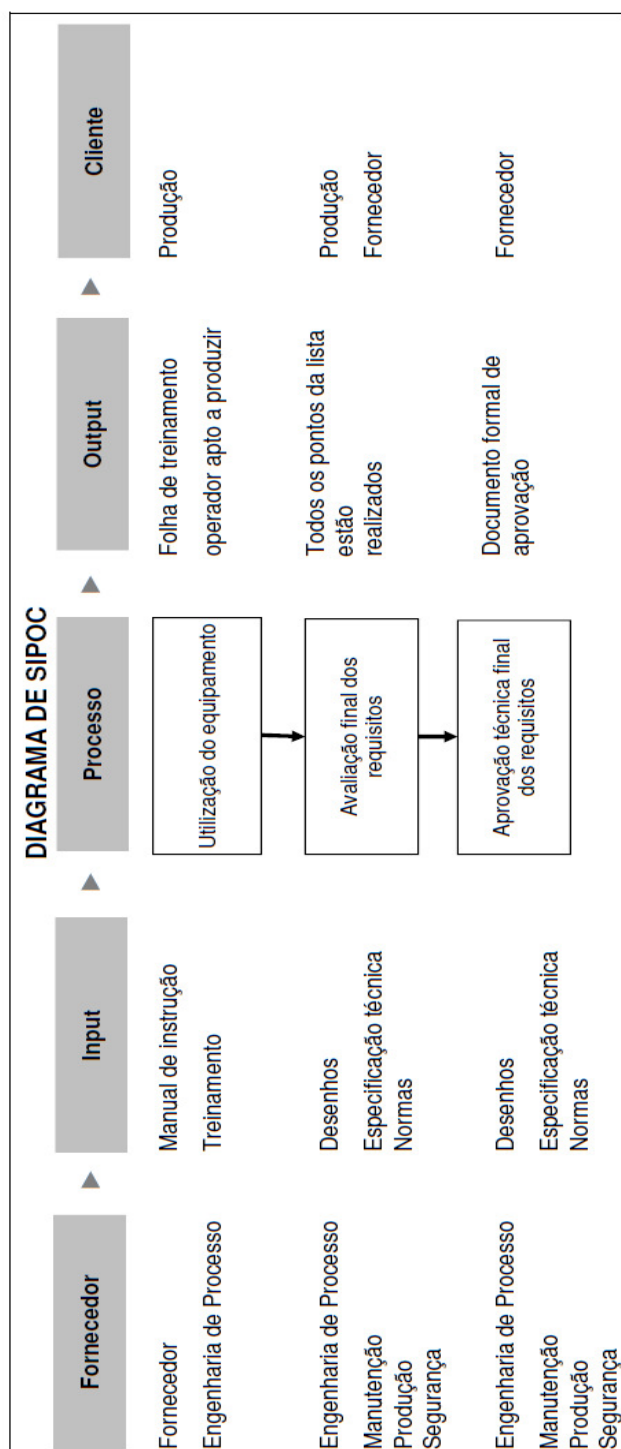


FIGURA 23 - DIAGRAMA DE SIPOC - FASE DE PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Na etapa de coleta dos dados do processo, foram levantadas todas as atividades que compõem o processo, o inter-relacionamento e o sequenciamento dessas atividades e os documentos que são os *inputs* e *outputs* em cada atividade, normas que devem ser atendidas, departamentos que devem participar em cada atividade, entre outras informações.

Nessa etapa, também foram compilados todos os dados, para gerar a documentação “As Is” do processo. Essas informações devem ser documentadas de forma clara e concisa, para facilitar o completo entendimento do processo. Para isso, utilizou-se a notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*), que fornece uma representação bastante intuitiva dos processos, sendo possível a sua utilização e interpretação, também, por não especialistas, e, ainda, permite representar o processo de negócio com alto grau de complexidade.

O software utilizado neste estudo para a elaboração dos diagramas foi o MS-Visio.

O resultado da modelagem dos subprocessos por meio do BPMN estão apresentadas discutidos individualmente. A Figura 24 ilustra o subprocesso de seleção e aquisição.

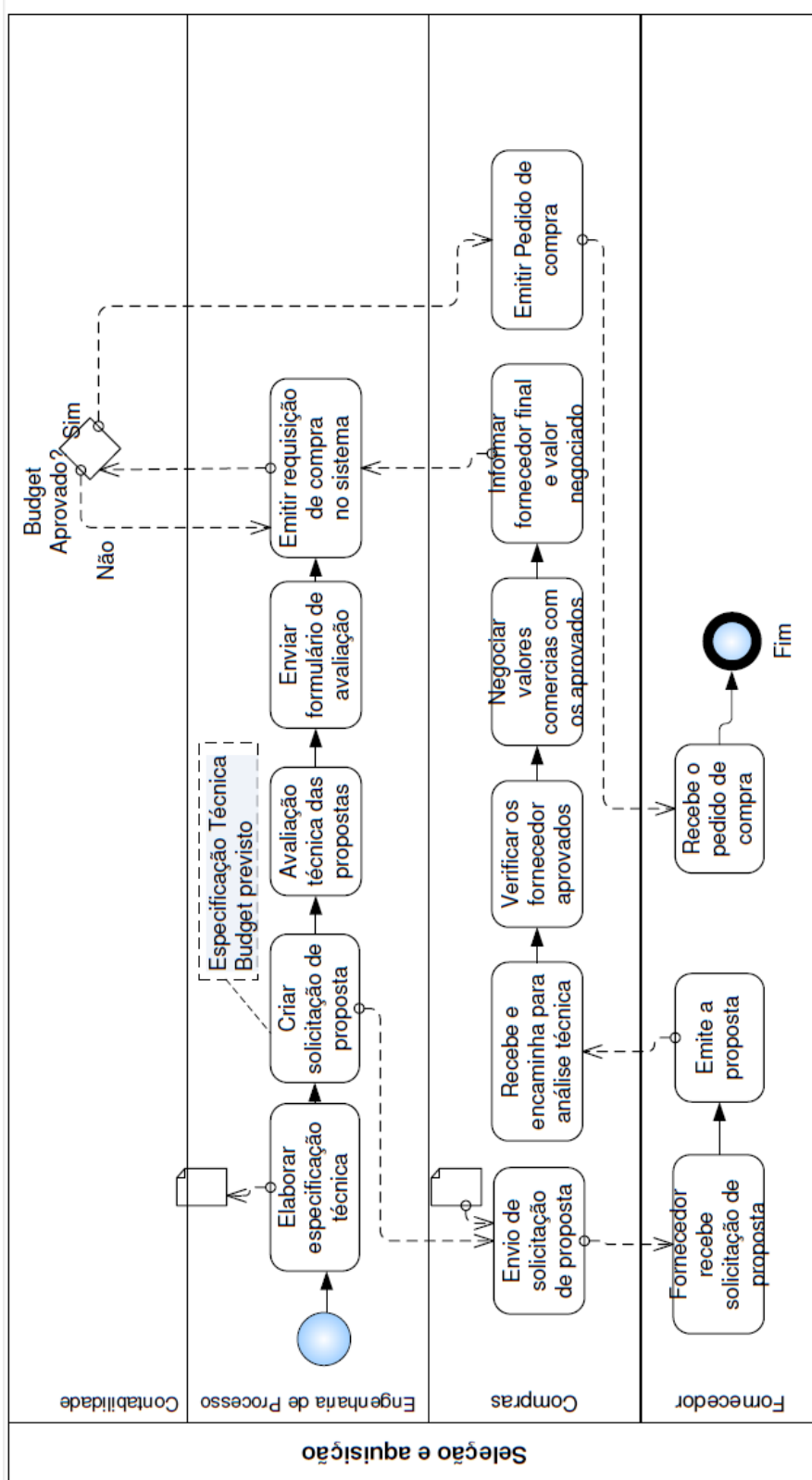


FIGURA 24 – MODELAGEM DO SUBPROCESSO - SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Para o subprocesso apresentado na Figura 24, estão detalhadas as atividades da fase de especificação dos requisitos. Para essa atividade, a empresa possui um documento denominado de especificação técnica, que contém os requisitos internos e externos que devem ser considerados na fase de desenvolvimento do equipamento.

Para esse subprocesso, identificou-se que, apesar de ser uma empresa multinacional, com colaboradores brasileiros, normas regulamentadoras, que rescentemente passaram a ser mais rígidas, elas ainda não estavam formalizadas em alguns documentos da empresa.

A engenharia de processo possui como atividade encaminhar a especificação técnica e o valor disponível para o investimento ao departamento de compras, que, por sua vez, inicia o contato com os fornecedores para iniciar o processo de cotação. Nessa fase, os fornecedores que demonstrarem interesse no processo de aquisição, devem enviar a proposta para setor de compras que posteriormente irá direcioná-lo para a engenharia de processo e realizar a avaliação técnica.

A atividade de avaliação técnica consiste em verificar a proposta em relação ao atendimento dos requisitos proposto na especificação técnica. Após a finalização dessa atividade, o resultado é encaminhado para o setor de compras. O setor de compras realiza o processo de negociação comercial, que como resultado final, tem-se a definição do fornecedor e o respectivo valor negociado. A engenharia de processo emite a requisição de compra, que passa pela avaliação do setor de contabilidade, responsável pelo budget. Após a aprovação do budget, o departamento de compras emite o pedido de compra e subsequente informa o fornecedor sobre o contrato de compra.

Em seguida, o subprocesso “desenvolvimento” foi modelado, conforme mostra a Figura 25.

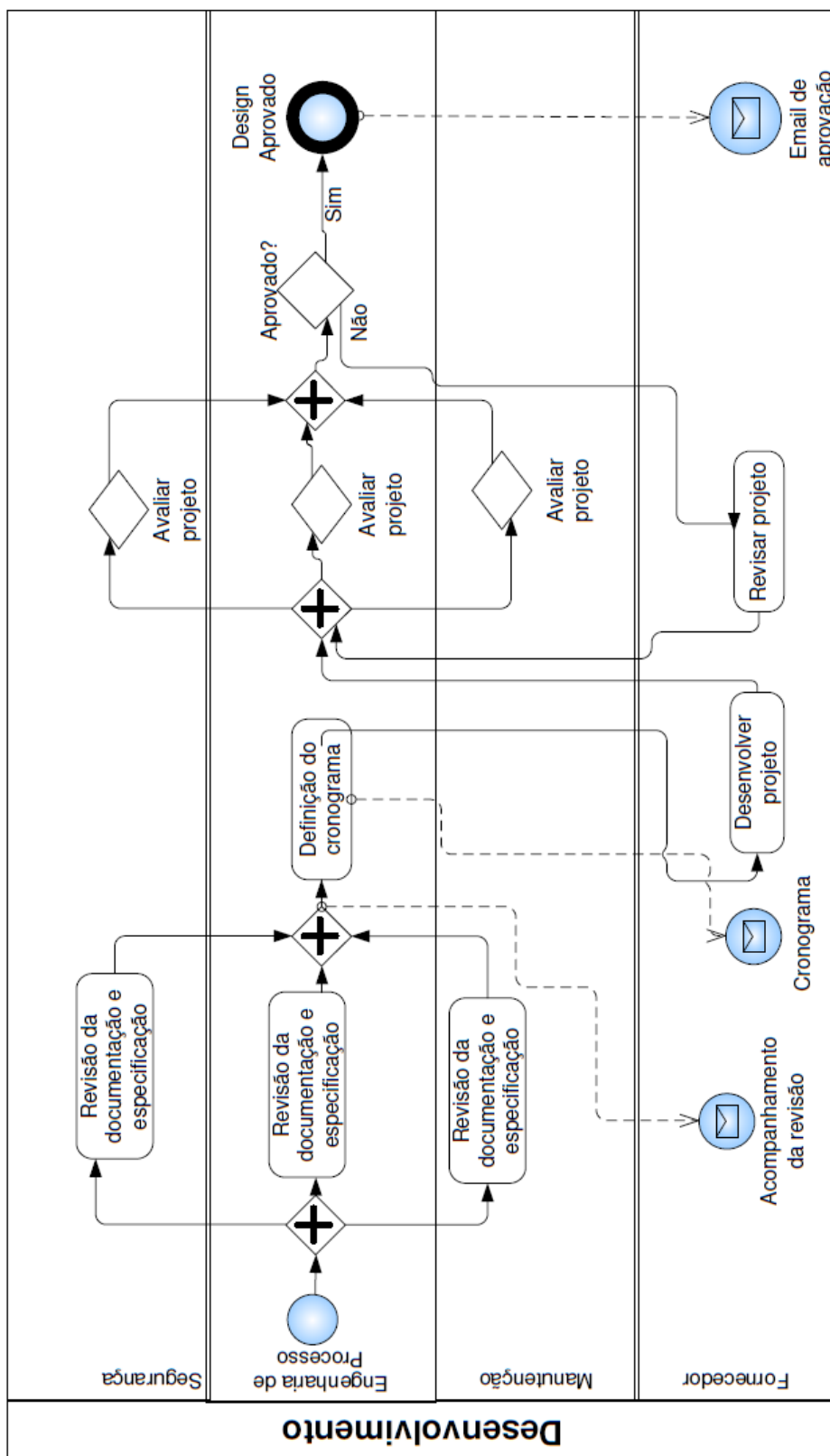


FIGURA 25: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

O subprocesso de Desenvolvimento inicia-se com a atividade de revisão da documentação e especificação técnica. Para essa atividade, os departamentos de manutenção, engenharia de processo e engenharia de segurança se reúnem com o fornecedor para rever todos os requisitos e garantir que o seu entendimento esteja claro para todos os envolvidos.

Após o alinhamento dos requisitos, define-se o cronograma do projeto com todos os *milestones*. Subsequente a esse alinhamento e o fornecedor, com os *inputs* recebidos, inicia-se o processo de desenvolvimento do *design* do equipamento.

Após a finalização do *design* do equipamento, o fornecedor apresenta a primeira versão, os três departamentos envolvidos nesse processo são responsáveis pela avaliação dessa primeira versão. Usualmente, é necessário realizar revisões no projeto até que se obtenha o *design* final. O que significa dizer que o fornecedor realizará revisões até que o *design* seja apropriado para os requisitos definidos e aprovado. Após a aprovação desse *design*, inicia-se a fase de manufatura, conforme ilustra a o mapeamento da Figura 26.

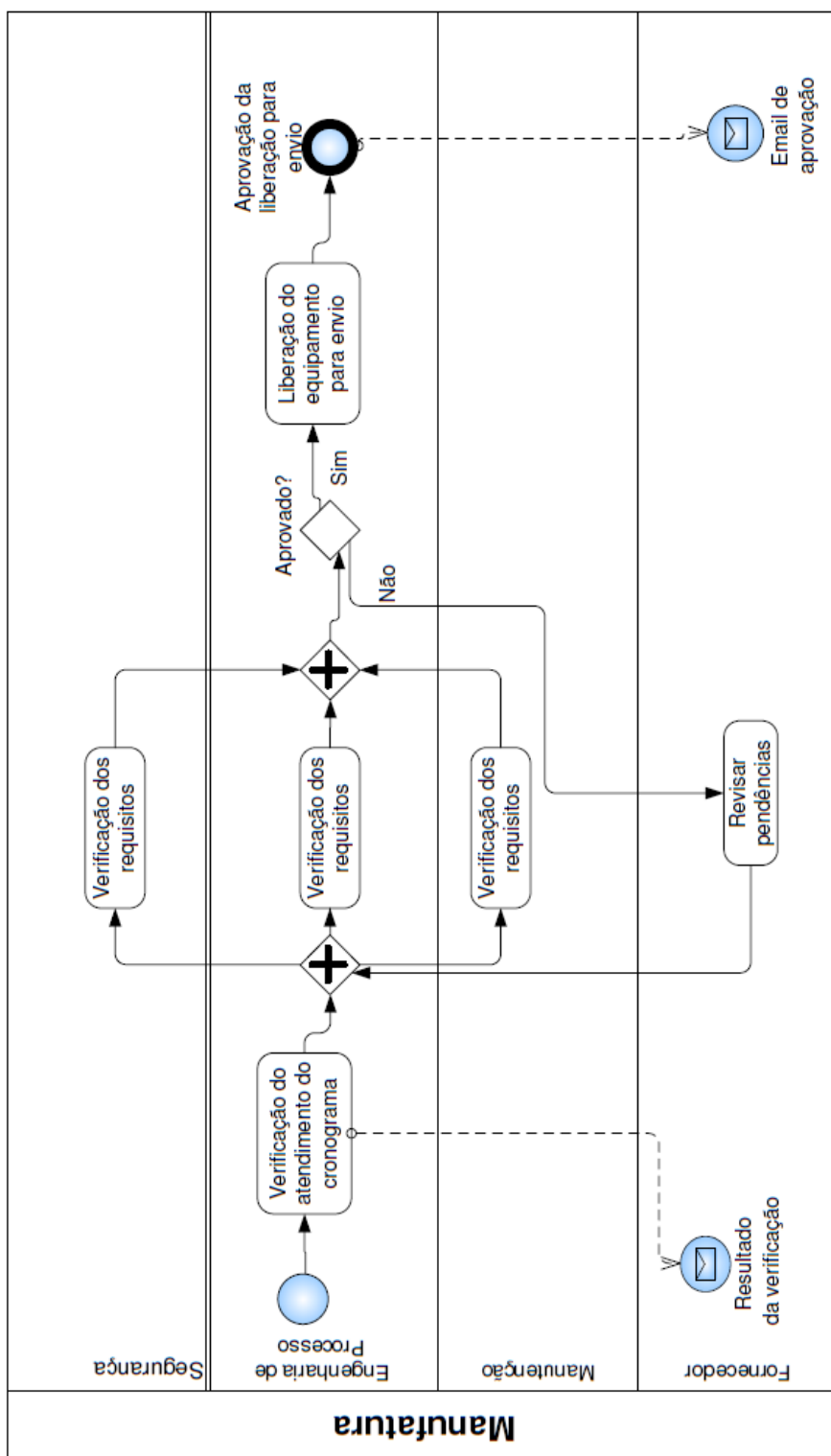


FIGURA 26: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO MANUFATURA (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

O subprocesso manufatura inicia-se com a atividade de verificação do andamento do cronograma e do projeto, assim, o departamento de engenharia de processo realiza visitas mensais para essas verificações. Nessa fase os departamentos de segurança e manutenção não participam.

Para a realizar a atividade de verificação dos requisitos, o departamento de engenharia de processo, segurança e manutenção são responsáveis pela verificação do atendimento dos requisitos, cada departamento é responsável pelos itens pertinentes a sua responsabilidade.

Após a verificação, caso tenham pontos a serem modificados, o fornecedor realiza as modificações, para uma posterior avaliação da equipe de trabalho, após a conclusão do atendimento dos requisitos, o equipamento é autorizado a ser levado para o cliente, por meio de uma aprovação.

Em seguida, mapeou-se o subsequente de Instalação, conforme ilustra a Figura 27.

O subprocesso de instalação inicia-se com o agendamento da data de instalação do equipamento, que deve estar alinhado com os outros departamentos. Após o alinhamento, o departamento de segurança libera o acesso do fornecedor na empresa para realizar a instalação do equipamento. Em seguida, após a finalização da instalação, os departamentos envolvidos avaliam o equipamento para verificar se ele de fato atende os requisitos previamente estabelecidos. Assim que a avaliação indicar que todos os requisitos foram cumpridos e aprovados, segue-se para o teste piloto, caso contrário, o fornecedor deve revisar as pendências.

O teste piloto é realizado pelo departamento da engenharia de processo e pelo fornecedor. Nele são testadas as funcionalidades do equipamento e o cumprimento dos requisitos do processo. Com a aprovação do teste piloto, todos os operadores envolvidos recebem treinamento para utilizar o equipamento e outros treinamentos específicos sobre manutenção corretiva e preventiva do equipamento.

Esse subprocesso se encerra com a aprovação da segurança, manutenção, engenharia de processo e produção, quanto ao atendimento dos requisitos estabelecidos, nenhum ponto crítico pode ficar sem finalização.

Finalmente, o subprocesso “Produção” é mapeado, conforme apresentado na Figura 28.

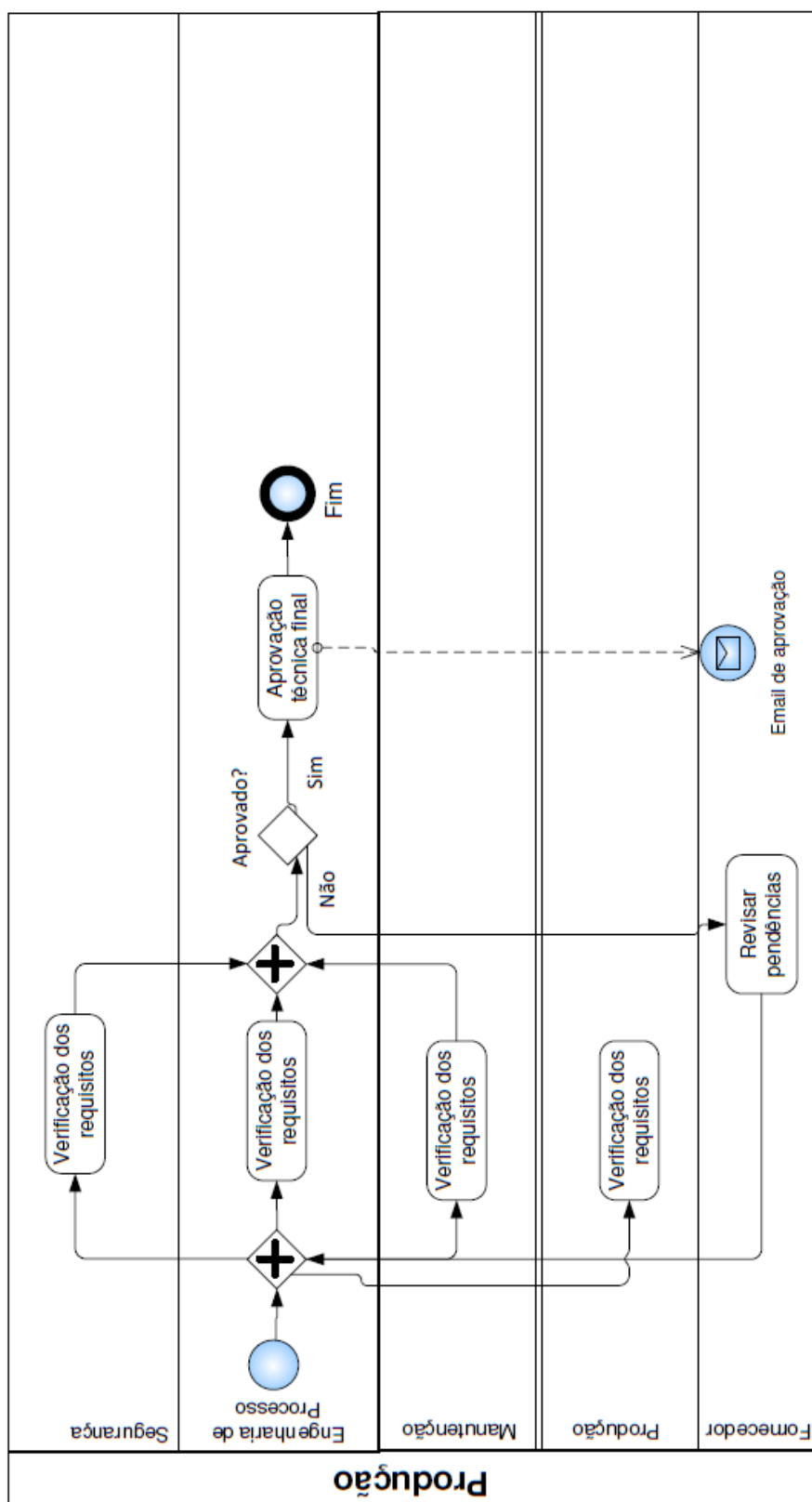


FIGURA 28: RESULTADO DA MODELAGEM DO SUBPROCESSO PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Nesse subprocesso, deve-se verificar se os requisitos previamente definidos estão sendo cumpridos em um âmbito de produção sem série. Para isso, ele se inicia com a atividade de verificação dos requisitos, pelos departamentos de engenharia de processo, manutenção, segurança e produção. Nesse subprocesso pode ser necessário que o fornecedor ainda tenha pendências a serem revisadas, para aprovação final do equipamento, porém, não se deve ter nenhum ponto pendente, pois finaliza-se com a aprovação final do equipamento.

Tendo como base as melhorias identificadas na etapa de levantamento do processo “*As Is*”, e por meio da análise do modelo obtido, nesta fase serão definidas as melhorias do processo.

A análise do processo atual é realizada sobre uma cópia impressa do modelo “*As Is*” do processo, feita pela mesma equipe que participou da montagem desse modelo, utilizando as mesmas premissas de construção. As melhorias propostas para cada um dos subprocessos estão apresentadas no Quadro 10.

QUADRO 9 - MELHORIAS PROPOSTAS (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Subprocesso	Melhoria proposta	Justificativa
Seleção e aquisição e Desenvolvimento	Para elaboração da especificação técnica os departamentos de manutenção, produção, segurança também devem ser envolvidos	Assegurar que todos os requisitos especificados estejam corretos de acordo com a visão dos envolvidos
	Incluir atividade de aprovação das gerências das áreas envolvidas	Necessário para assegurar que a alta gerência possui conhecimento dos requisitos e verificação do alinhamento com a estratégia da empresa
	Na especificação técnica devem ser mencionados claramente as normas a serem cumpridas	Evitar que o fornecedor desenvolva projetos que não atendem as normas exigidas
	Criar formulário de avaliação técnica e conclusão	Assegurar que as propostas enviadas pelo fornecedor contemplem todos os requisitos necessários
Desenvolvimento	Incluir atividade para definição e verificação dos requisitos de funcionalidade	Evitar erros de interpretação dos requisitos, que posteriormente podem gerar prejuízos ao projeto
	Incluir atividade para alinhamento das normas que devem ser seguidas	Evitar erros de interpretação dos, que posteriormente podem gerar prejuízos ao projeto
	Incluir documento de aprovação do design	Assegurar que todos os departamentos participaram da avaliação do projeto e estão de acordo com o mesmo
	Incluir o departamento de produção no alinhamento do design	Evitar que o projeto desenvolvido não atenda às necessidades da produção
	Incluir atividade para informação dos documentos que devem ser recebidos para aprovação	Evitar falta de documentos e atrasos no cronograma do projeto.
	Assinatura do formulário de aprovação	Necessário para assegurar que todos os envolvidos possuem conhecimento e aprovam o projeto
Manufatura	Incluir atividade de visita para acompanhamento da fabricação	Necessário para assegurar que durante o período de fabricação os requisitos para atendimento as condições finais sejam cumpridas
	Incluir o departamento de produção no acompanhamento das atividades	Identificar possíveis necessidades de reajustes, podendo ser realizada no próprio fornecedor evitando atrasos no cronograma
	Incluir atividade de produção de teste piloto, se possível. Incluir o departamento de produção na verificação final antes da liberação do	Identificar possíveis necessidades de reajustes, podendo ser realizada no próprio fornecedor evitando atrasos no cronograma. Identificar possíveis necessidades de reajustes, podendo ser realizada no próprio fornecedor evitando atrasos no cronograma

Subprocesso	Melhoria proposta	Justificativa
Manufatura	Informar manutenção sobre os recursos de energia para funcionamento do equipamento	Desta formar o departamento de manutenção tem tempo hábil para planejar os recursos necessário para a instalação do equipamento
	Incluir atividade de recebimento de manuais, desenhos, lista de reposição.	Garantir que todos os documentos necessários para avaliação estejam disponíveis
	Criar lista de pontos abertos	Controle de necessidade para atendimento aos requisitos
	Assinatura do formulário de aprovação	Necessário para assegurar que todos os envolvidos possuem conhecimento e aprovam o projeto
	Criar check list para avaliação dos requisitos	Necessário para assegurar que todos os requisitos estão sendo avaliados
Instalação	Incluir atividade de agendamento da instalação com a manutenção	Evitar atrasos no cronograma devido a falta de necessidades para instalação ou desalinhamento de informações
	Incluir atividade de inspeção pelo departamento de segurança	Garantir que as instalações estejam de acordo com as normas e requisitos do equipamento
	Incluir atividade de teste piloto	Garantir que o teste piloto seja realizado no momento correto
	Incluir atividade de montagem dos cadernos de documentos exigidos pela NR12	Registros de documentos para certificação
	Incluir atividade de produção para validação de qualidade	Garantir que o processo de validação seja realizado no momento correto, evitando atrasos.
	Incluir atividade de capacidade do equipamento	Garantir que a capacidade do equipamento seja realizada no momento correto, evitando atrasos
	Criar lista de pontos abertos	Controle de necessidade para atendimento aos requisitos
	Assinatura do formulário de aprovação	Necessário para assegurar que todos os envolvidos possuem conhecimento e aprovam o projeto
	Criar check-list para avaliação dos requisitos	Necessário para assegurar que todos os requisitos estão sendo avaliados
Produção	Incluir formulário de aprovação final	Necessário para assegurar que todos os envolvidos possuem conhecimento e aprovam o projeto
	Assinatura do formulário de aprovação	Necessário para assegurar que todos os envolvidos possuem conhecimento e aprovam o projeto

A partir da avaliação das ideias geradas e do relacionamento destas com o processo, o novo processo estará concluído, sendo necessária a construção do modelo ideal segundo o contexto definido pela organização.

4.2.1. MODELAGEM DO PROCESSO DESEJADO

A montagem ideal do processo é a etapa que as melhorias sugeridas, são analisadas e aprovadas, sendo adicionadas ao diagrama do processo atual (“*As Is*”), gerando um novo processo (“*To Be*”). A elaboração do modelo do novo processo segue as mesmas premissas adotadas na etapa de elaboração do modelo “*As Is*”. Pois, também, utiliza a notação BPMN para a nova representação e o aplicativo MS-Visio para construção do modelo. A Figura 29 apresenta o modelo “*To be*” do subprocesso Seleção e aquisição.

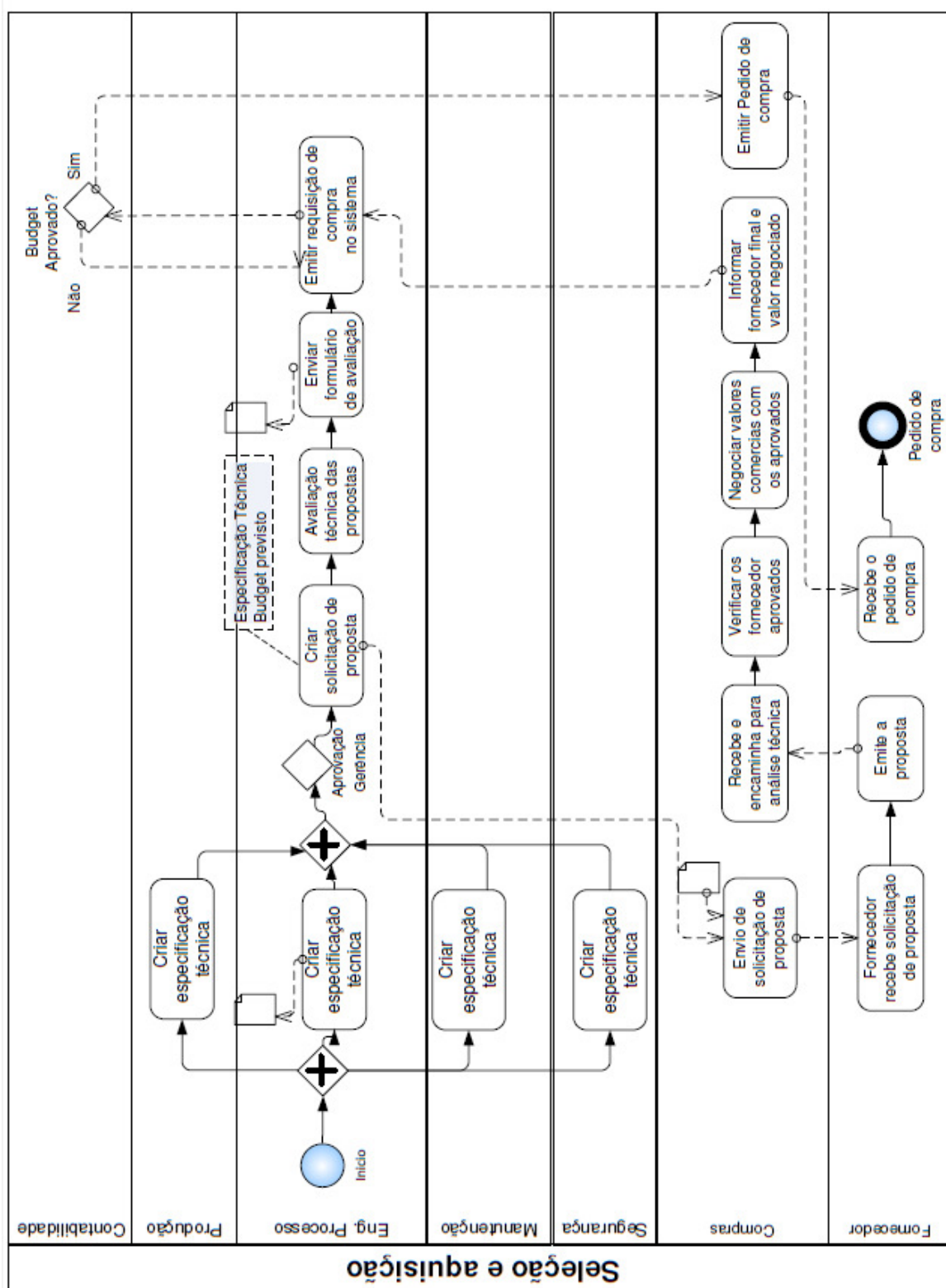


FIGURA 29: RESULTADO DA MODELAGEM "TO BE" DO SUBPROCESSO SELEÇÃO E AQUISIÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

De acordo com a Figura 29 e com as melhorias propostas para esse subprocesso, o departamento de produção, segurança, manutenção passou a fazer parte da atividade de criação da especificação técnica, isso devido à responsabilidade que cada departamento possui, posteriormente, para validação desses requisitos.

No caso da produção sendo o usuário final do equipamento, com o envolvimento desde o início do processo, evita modificações nas próximas etapas. A manutenção é responsável pelo atendimento de normas como NR12 (2016) NR10 (2016) no que diz respeito aos componentes mecânicos e elétricos. A segurança é responsável pelo atendimento de normas como NR12 (2016), NR11 (2016) no que diz respeito aos itens de segurança.

Dessa forma, entende-se que envolver todos os departamentos desde início pode-se prevenir que não sejam desconsiderados requisitos técnicos importantes ou a garantia de se cumprir normas e diretrizes.

O próximo subprocesso para os quais as melhorias foram incorporadas é o “desenvolvimento”, conforme ilustra a Figura 30.

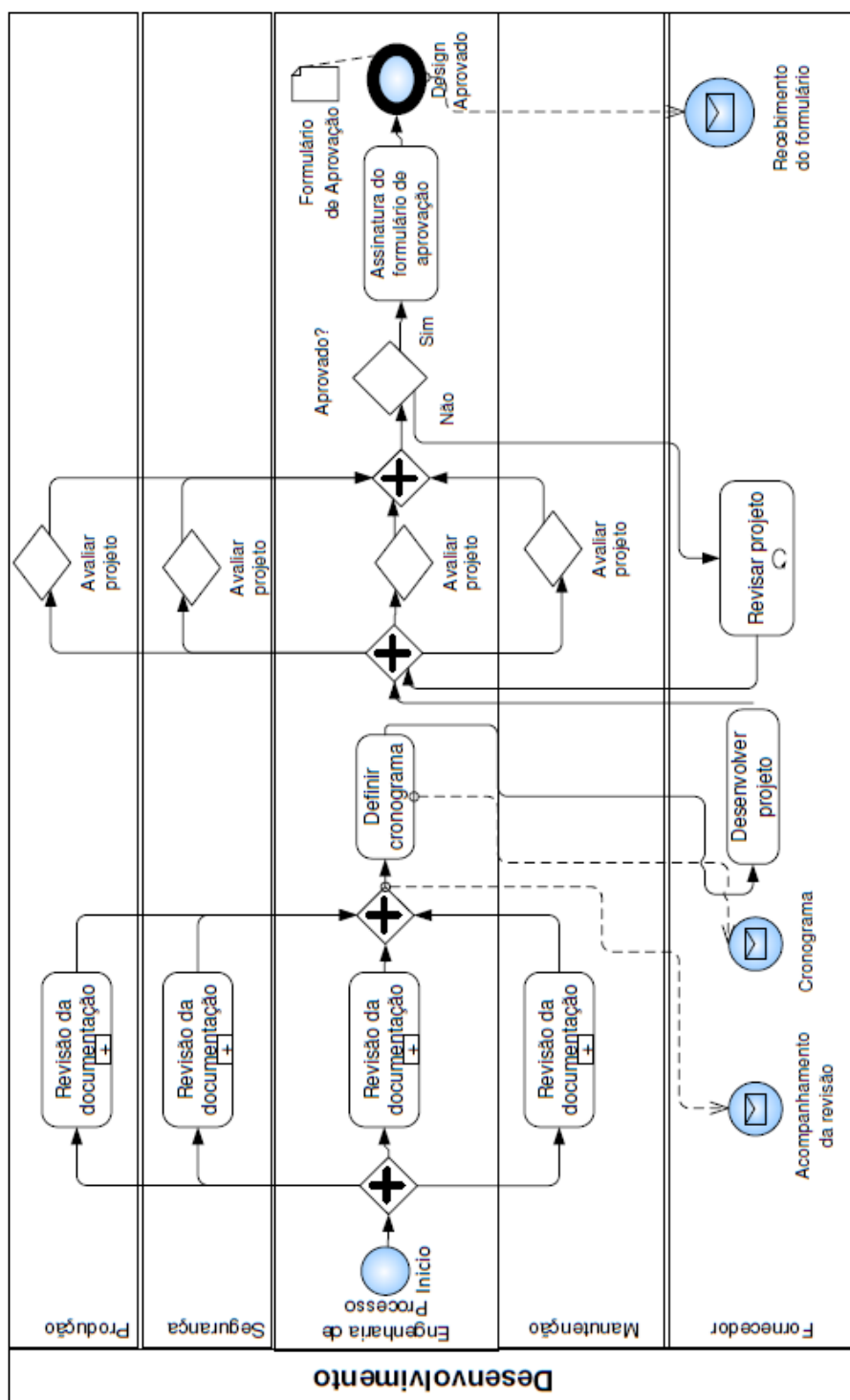


FIGURA 30: RESULTADO DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

As melhorias implementadas no subprocesso desenvolvimento buscam garantir que todos os requisitos e normas sejam, claramente, transmitidas para o

fornecedor, que desenvolverá o equipamento. Para isso, criou-se um subprocesso denominada revisão da especificação.

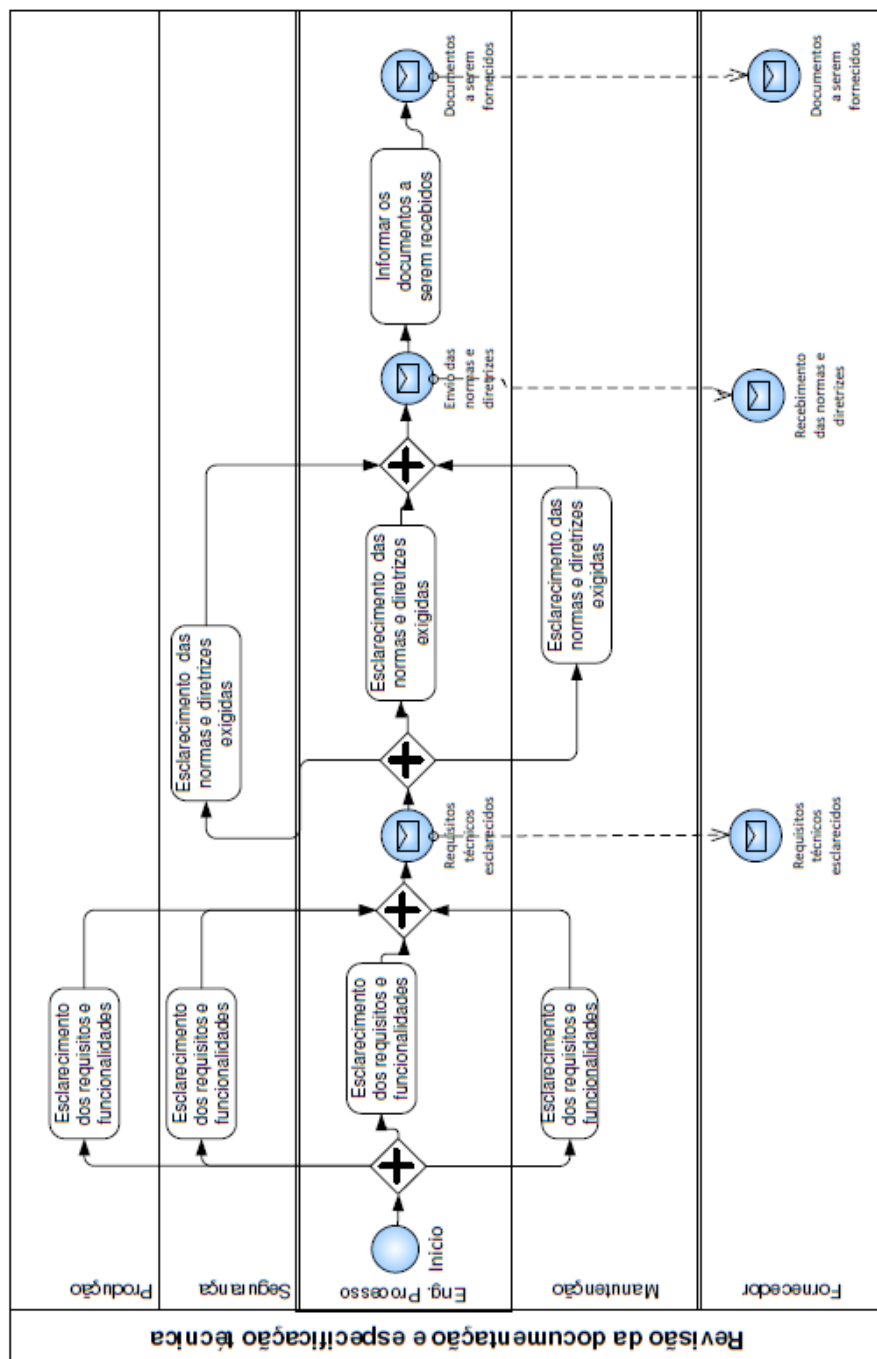
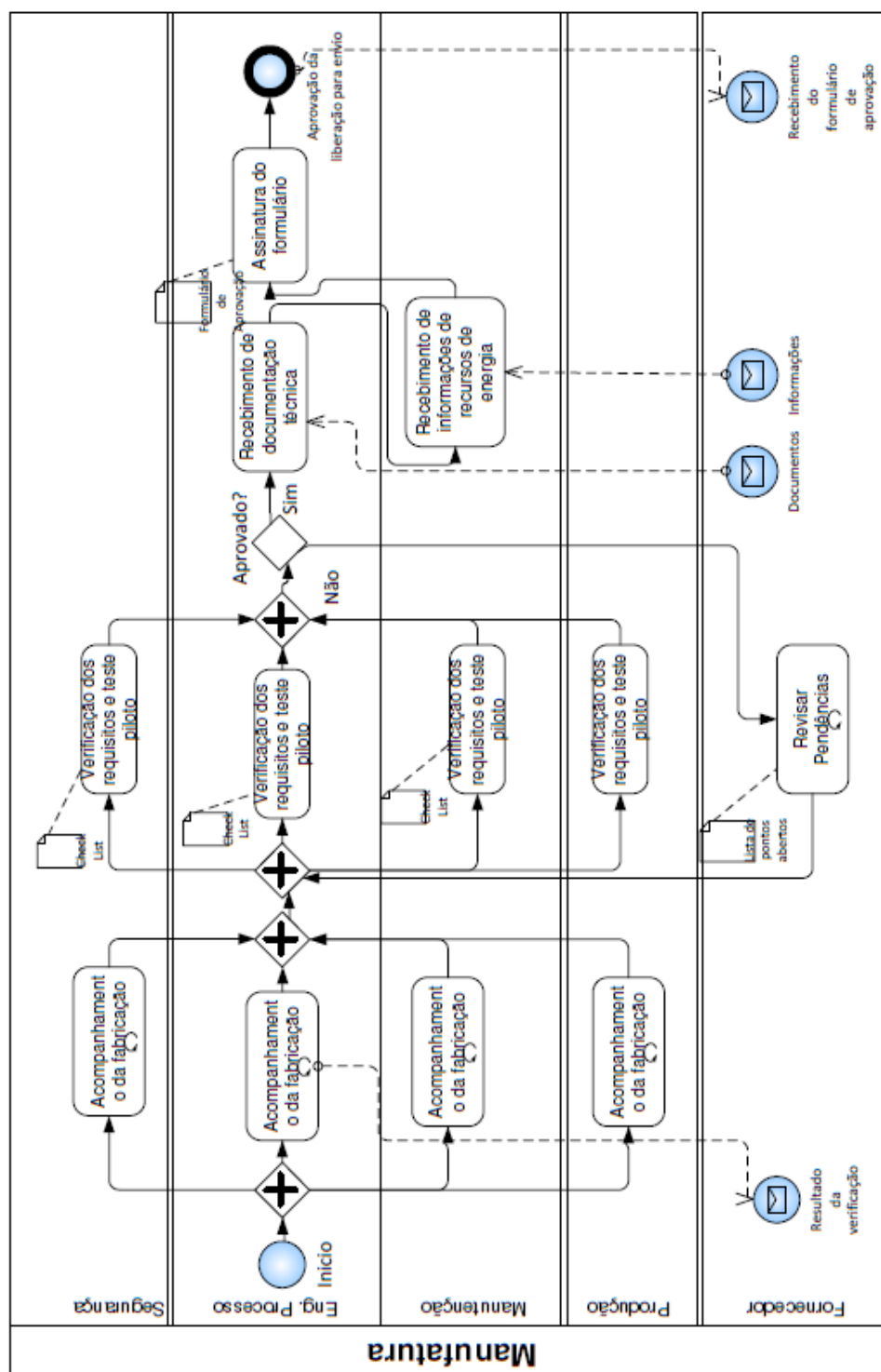


FIGURA 31: RESULTADOS DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO REVISÃO DA DOCUMENTAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

No subprocesso Revisão da documentação e especificação, destacaram-se as atividades de verificação dos requisitos, funcionalidades, normas externas e

diretrizes da empresa. Para isso, o departamento de produção foi incluído na atividade de avaliação do projeto do equipamento, pelo fato dele ser um cliente final. Para finalizar este subprocesso, o grupo propôs utilizar um formulário de aprovação, para formalizar a aprovação de todos os envolvidos no processo.

Em seguida foram incorporadas as melhorias no subprocesso de Manufatura, conforme apresentado na Figura 32.



*FIGURA 32: RESULTADO DA MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO MANUFATURA
(FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)*

Conforme apresentado na Figura 32, o departamento de produção, manutenção e segurança foram inclusos na atividade de acompanhamento da fabricação, para evitar que apenas na realização da inspeção final sejam verificadas modificações necessárias que geraram custos, podendo ser prevenido no acompanhamento inicial, esta atividade pode ocorrer mais de uma vez de acordo com a necessidade do projeto.

Para realizar a atividade de verificação dos requisitos, o time propôs utilizar um checklist como guia de verificação. Em paralelo a essa atividade, propôs-se realizar um teste piloto, para verificar a funcionalidade do equipamento. Para a atividade de acompanhamento da fabricação, verificação dos requisitos e teste piloto o grupo propôs utilizar uma lista de pontos abertos para registro dos itens não conformes, para controlar todos os itens que precisam ser modificados ou melhorados.

Adicionou-se a atividade de recebimento dos documentos relacionados ao equipamento, como por exemplo, desenhos, manuais, ART (Análise de responsabilidade técnica) que é um documento que exigidos pela norma NR12 (2016), diagrama elétrico, diagrama pneumático, entre outros.

Ainda como melhoria, acrescentou-se a atividade de recebimento de informações de recursos de energia utilizados no equipamento, essa informação será utilizada pelo departamento de manutenção para realizar o planejamento do local de sua instalação na produção.

Como já proposto no subprocesso anterior, o time propôs utilizar um formulário de aprovação para conclusão e finalização deste subprocesso.

Em seguida, consideraram-se as modificações para o subprocesso de Instalação, conforme apresentado na Figura 33.

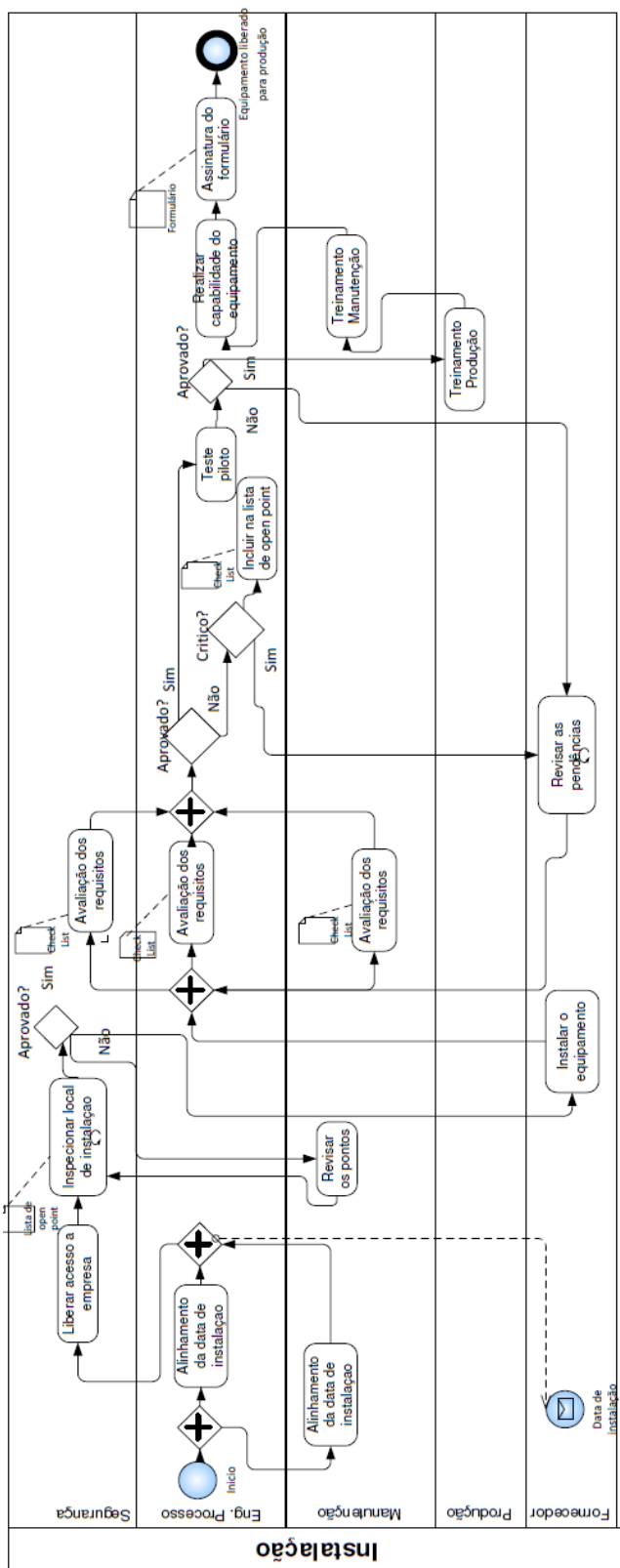


FIGURA 33: MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO INSTALAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Conforme apresentado na Figura 33, no subprocesso de instalação, foi adicionada a atividade de alinhamento da data de instalação do equipamento com a área de manutenção. Adicionou-se, também, a inspeção pela segurança do local de instalação do equipamento, com o objetivo de evitar acidentes, desta forma, a autorização para a instalação do equipamento somente ocorre após a aprovação pela segurança.

Para avaliação dos requisitos, foi proposto utilizar um *check list* como guia para atender os requisitos, para os pontos não aprovados após a verificação, devem ser mantidas a utilização da lista de *open points*, já proposto nos subprocessos anteriores.

Adicionou-se a atividade de realização da capacidade do equipamento neste subprocesso. O momento de realização dessa atividade ainda não estava claramente definido. Assim como nos subprocessos anteriores, nesta etapa também propôs a utilização de um formulário de aprovação para a sua finalização.

O subprocesso subsequente é a Produção, conforme apresentado na Figura 34.

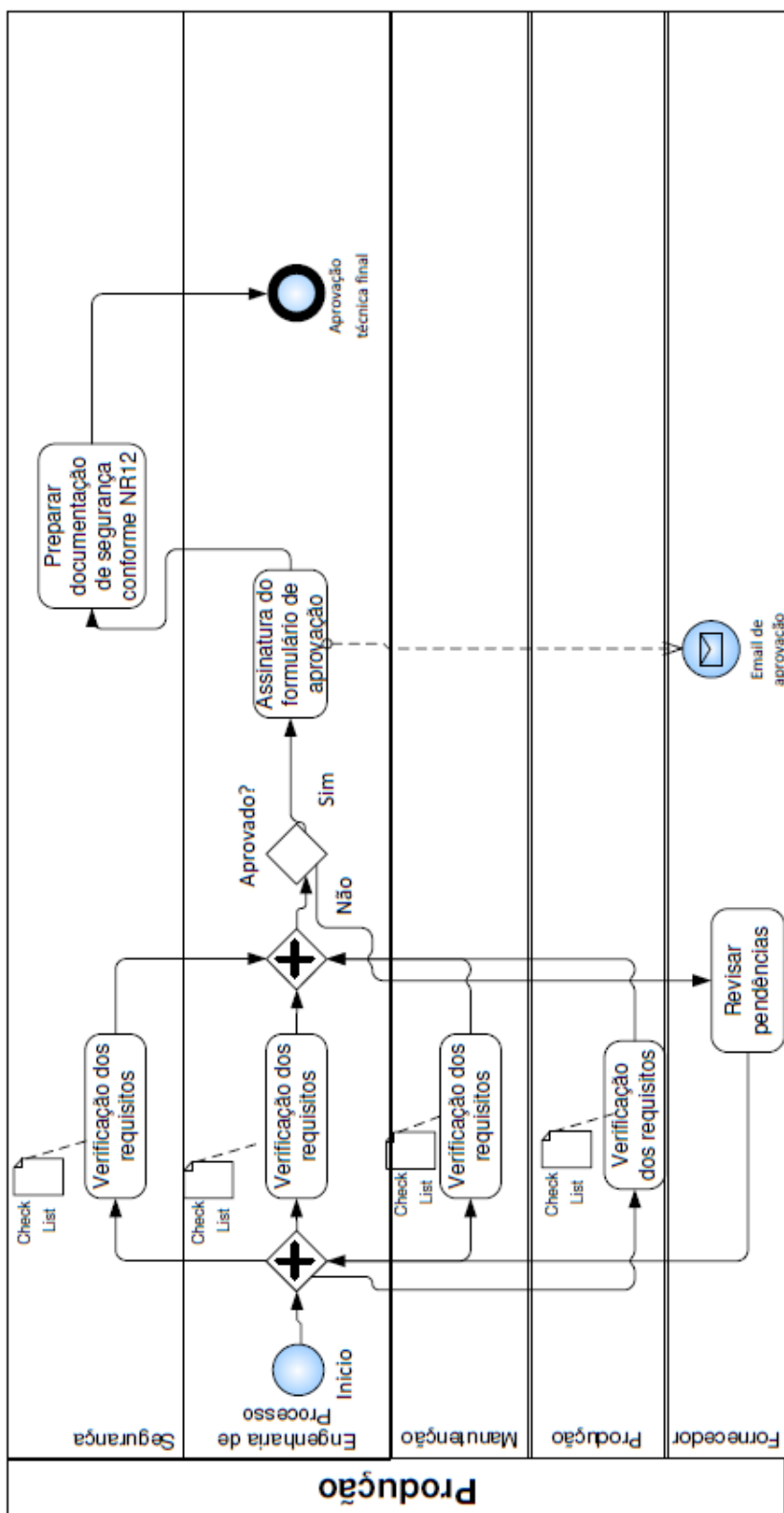


FIGURA 34: MODELAGEM “TO BE” DO SUBPROCESSO PRODUÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Conforme apresentado na Figura 34, foi adicionado ao subprocesso “produção” a utilização de um *check list* para verificar o atendimento dos requisitos, assim como nos subprocessos anteriores. Para o departamento de segurança, adicionou-se a atividade de preparação da documentação relacionada ao equipamento, que deve ser mantida em uma pasta, em função da exigência da Norma NR12 (2016).

Após a modelagem de processo na versão *to be*, a versão final foi apresentada aos gerentes das áreas envolvidas para validação da modelagem realizada pelo time.

Com base no levantamento de dados durante o estudo de caso, e com base no referencial teórico realizado durante o desenvolvimento deste estudo sobre as influências dos fatores internos e externos que devem ser considerados no dimensionamento de um sistema de produção e seus recursos, os seguintes resultados foram observados:

- 1) A empresa, apesar de inicialmente não possuir uma sistemática documentada do processo de desenvolvimento e implementação de equipamentos em processo de produção, conhecia os fatores internos (tempo de ciclo, gama de produtos, diretrizes da empresa) e os fatores externos (normas de segurança, ergonomia, demanda, novas tecnologias) desse processo. Notou-se que essas informações eram consideradas em algumas etapas desenvolvimento e implementação.
- 2) Um dos problemas observados foi que o conhecimento dos fatores internos e externos, não eram considerados nas etapas iniciais, o que, eventualmente, pode gerar custos de modificação em fases mais avançadas de desenvolvimento.
- 3) Com a atividade de modelagem de processo foi possível identificar as relações de responsabilidade de cada departamento em cada fase do desenvolvimento e implementação, o que não era feito pela empresa.

4) Em relação as dificuldades encontradas na situação atual da empresa, os integrantes da equipe fizeram as seguintes observações:

- integração dos membros das equipes envolvidas na implementação;
- definição de responsabilidades e participação em cada fase;
- disponibilização e registro de informações pertinentes ao desenvolvimento do produto, ao longo de todo o processo, de forma que seja possível ter o histórico de decisões tomadas;
- definição das ferramentas de suporte;
- Alinhamento do conceito do desenvolvimento do equipamento com as estratégias da empresa e fatores que influenciam na implementação;

4.3. MÉTODO PROPOSTO FINAL

Após a realização do estudo de caso foi possível complementar o método proposto inicialmente, conforme descrito no item 4.1. A Figura 34 apresenta as etapas simplificadas do método final proposto.

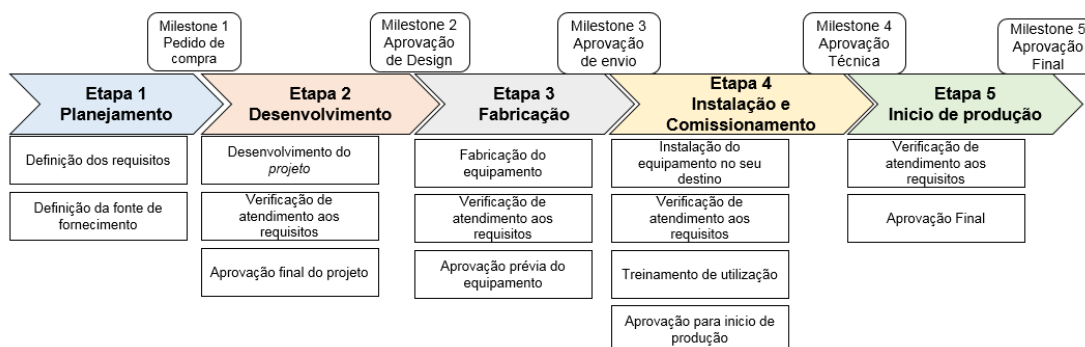


FIGURA 35 – MÉTODO FINAL PROPOSTO – ETAPAS SIMPLIFICADAS

Diante do contexto apresentado no método proposto com base na literatura, posteriormente com a realização do estudo de caso, o qual permitiu que os

conhecimentos necessários para o desenvolvimento do método final fossem elucidados. A partir desses conhecimentos e das diretrizes estabelecidas foi desenvolvido o método final proposto para o processo de implementação de equipamentos em processos de produção.

Um dos pontos fortes do método pode ser evidenciado pela forma de apresentação de fácil entendimento, ferramentas de apoio, *input* e *output* e sistema de registro, *milestone* ao final de cada etapa, incorporação das normas regulamentadoras brasileiras.

Por meio da análise da estrutura de desdobramento, conforme ilustra as Figuras seguintes, nota-se o detalhamento das atividades e tarefas pertinentes a cada etapa do método proposto, que abrangem as etapas: planejamento; desenvolvimento; fabricação; instalação e comissionamento; início de produção.

A primeira etapa planejamento do método proposto detalha as atividades desde o processo de especificação de requisitos até a definição de fonte de fornecimento, identificando as entradas e saídas, documentos e departamentos envolvidos, conforme Figura 36.

A segunda etapa Desenvolvimento do método proposto detalha desde a revisão da documentação, que foi apresentada como um subprocesso dentro desta etapa com objetivo de detalhar melhor esta atividade, devido a importância no esclarecimento das normas que devem ser seguidas no desenvolvimento. A conclusão desta etapa é marcada pela aprovação do projeto do equipamento por todos os departamentos envolvidos, conforme Figura 37.

A terceira etapa Fabricação do método proposto inicia-se com o acompanhamento da fabricação do equipamento, posteriormente verificação dos requisitos e para conclusão desta etapa a aprovação do equipamento para envio ao local de instalação, conforme Figura 39.

A quarta etapa Instalação, consiste na preparação para instalação do equipamento, verificação dos requisitos técnicos, atendimento a normas e para finalização desta etapa a aprovação técnica do equipamento para liberação para a produção, conforme Figura 40.

A quinta etapa Produção inicial, consiste na verificação do atendimento dos requisitos definidos em um ritmo normal de produção, com a aprovação técnica final ocorre a finalização desta etapa, conforme Figura 41.

Os *inputs* e *outputs* de cada fase foram identificados em círculos amarelos e laranjas, no apêndice 01 detalhe-se a legenda dos *inputs*, *outputs* e documentados necessários em cada atividade.

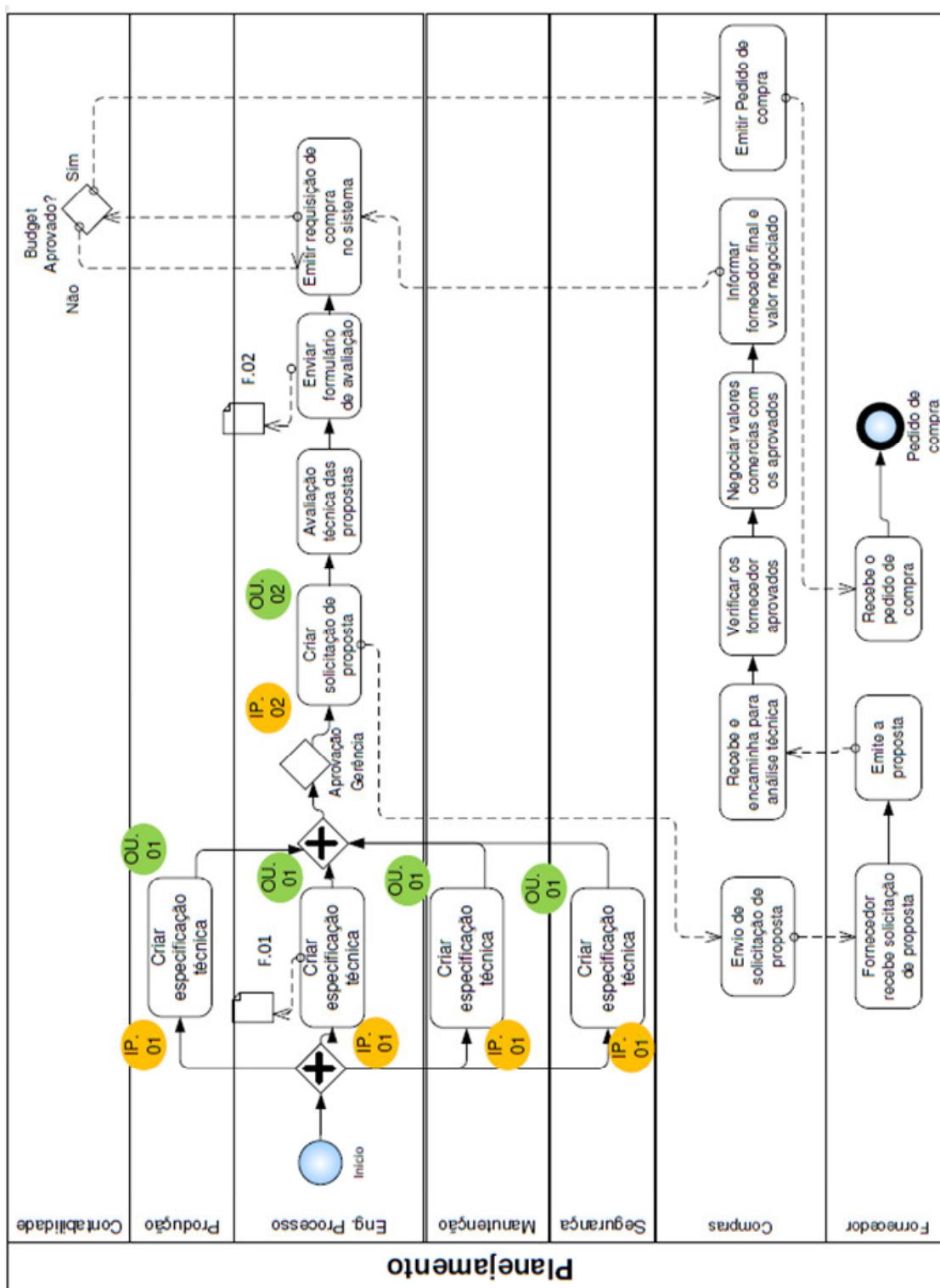


FIGURA 36 – DETALHAMENTO DA ETAPA PLANEJAMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

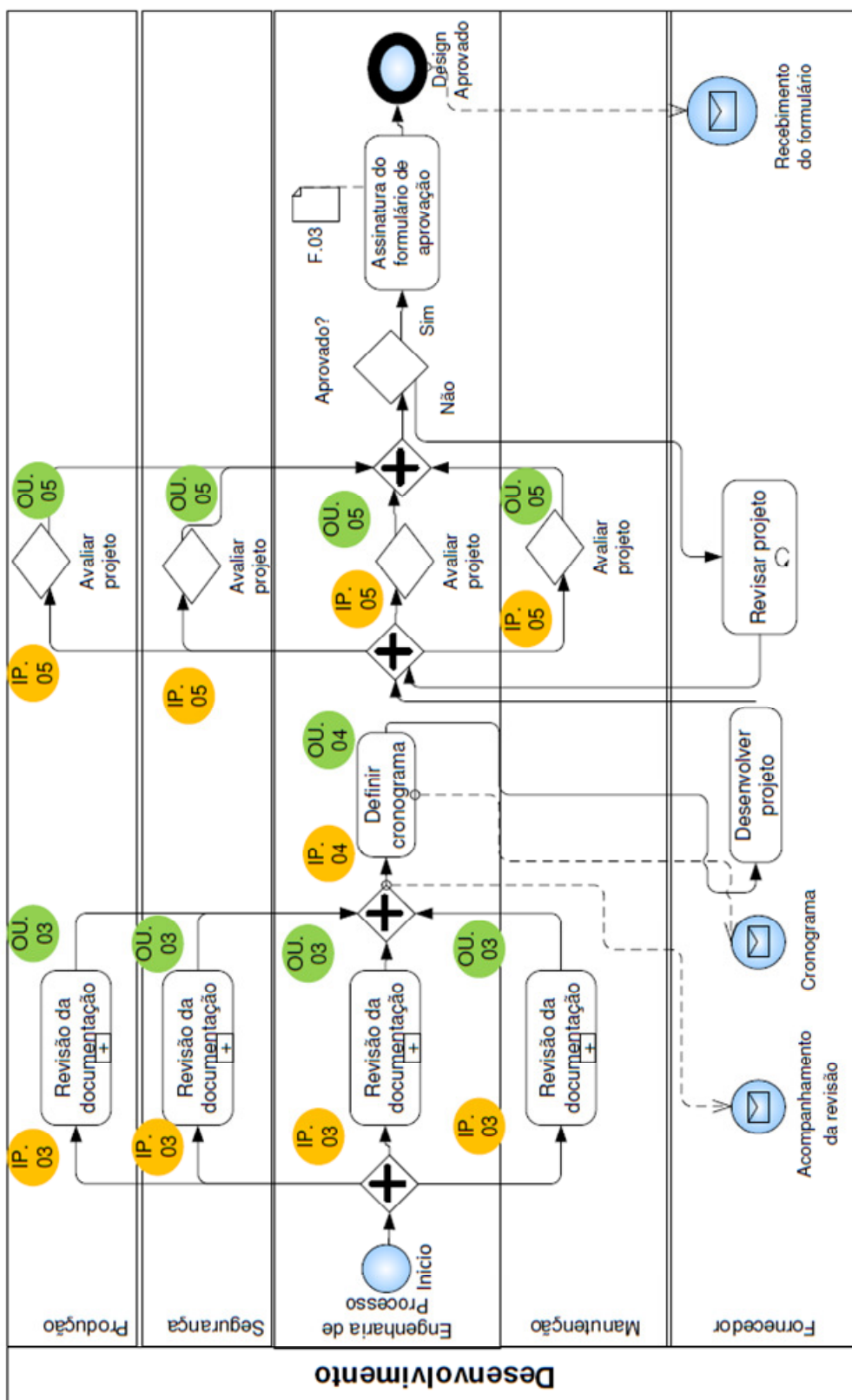


FIGURA 37 - DETALHAMENTO DA ETAPA DESENVOLVIMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

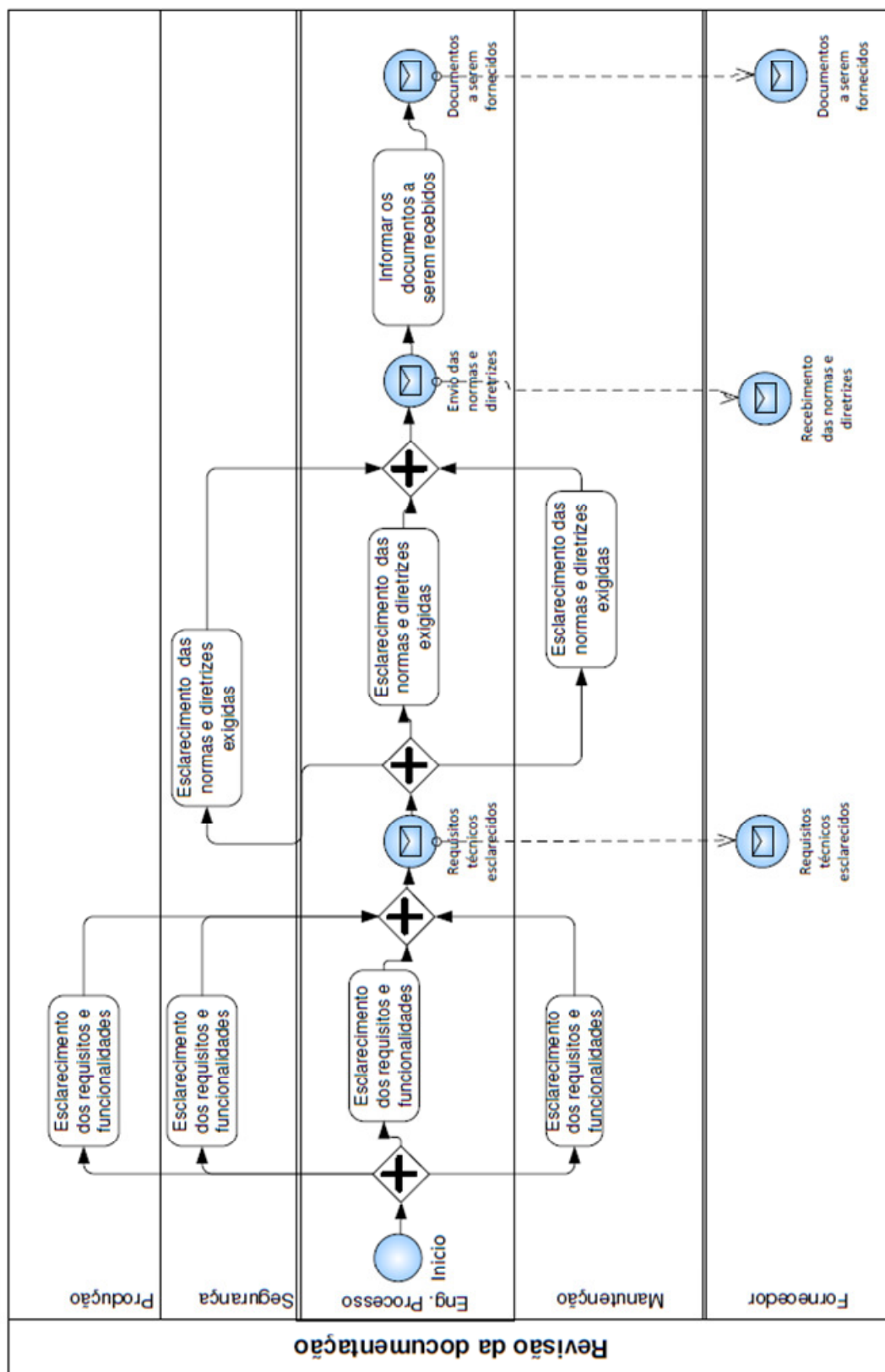


FIGURA 38 - DETALHAMENTO DA SUB - ETAPA REVISÃO DA DOCUMENTAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

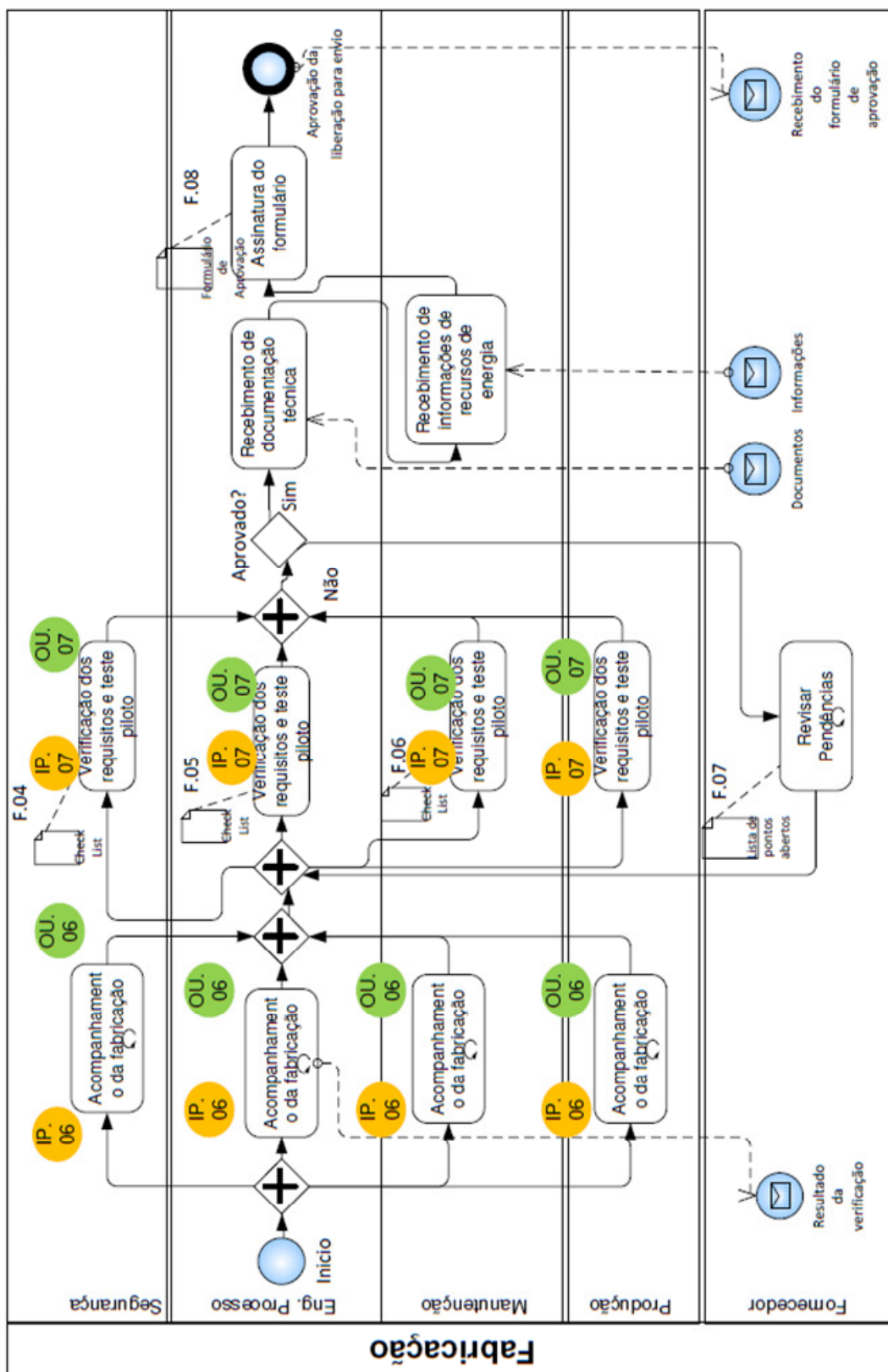


FIGURA 39 - DETALHAMENTO DA ETAPA FABRICAÇÃO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

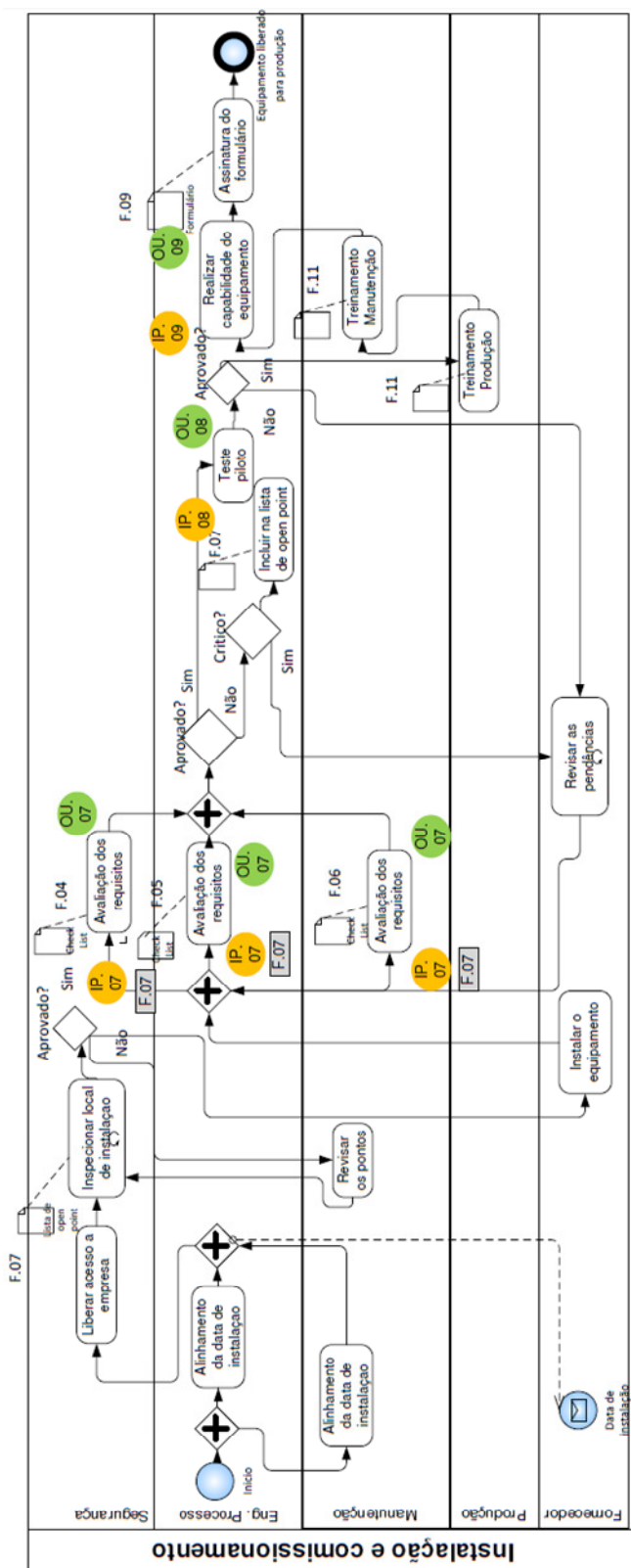


FIGURA 40 - DETALHAMENTO DA ETAPA INSTALAÇÃO E COMISSONAMENTO (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

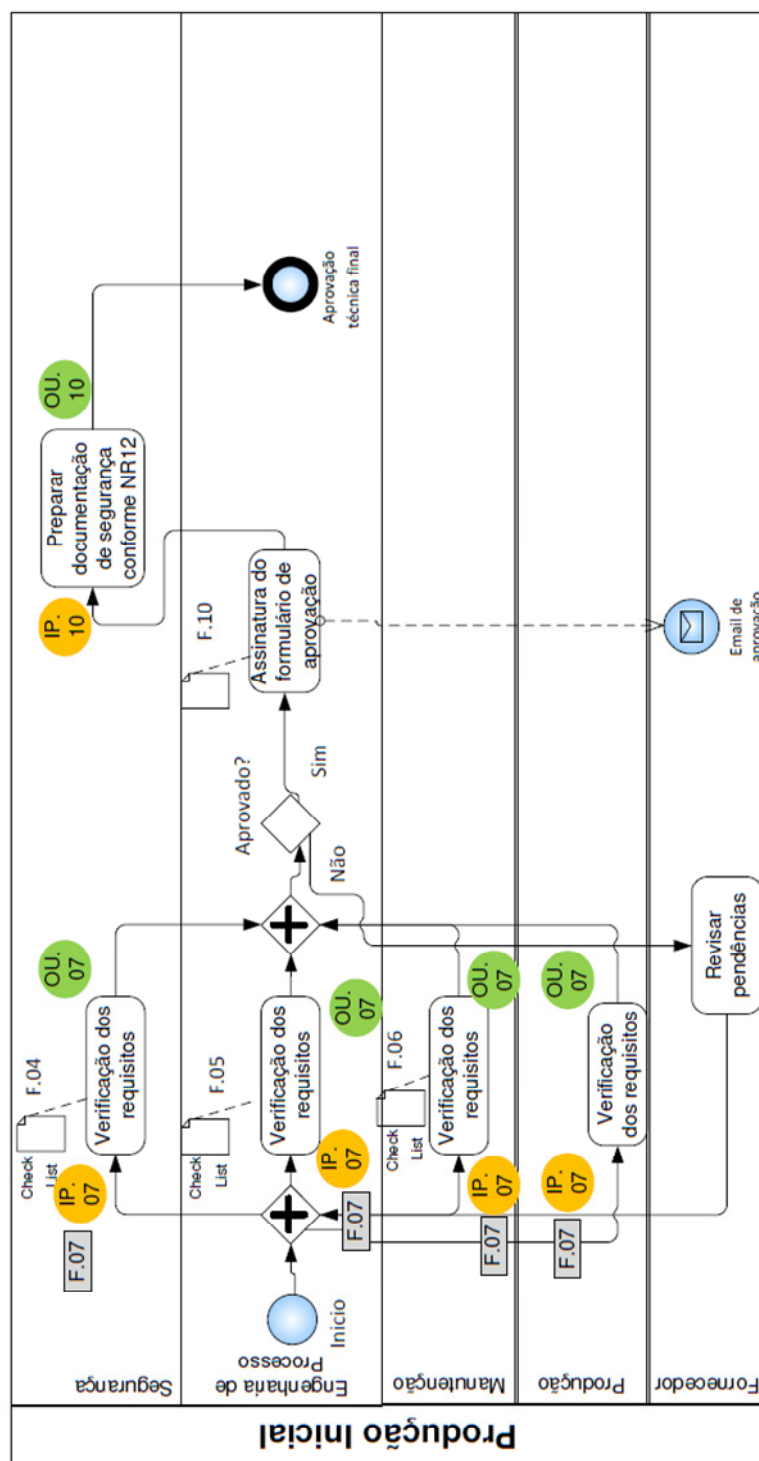


FIGURA 41 - DETALHAMENTO DA ETAPA PRODUÇÃO INICIAL (FONTE: ELABORADO PELA AUTORA)

Conforme a etapa 9 do protocolo de pesquisa, o método proposto foi apresentado para alta direção da empresa realizada o estudo de caso, foram feitas as seguintes observações a respeito do método:

- Sistematização das fases, atividade e tarefas em conjunto com as ferramentas de registro, input, output, identificação dos pontos de avaliação. Assim, o método proposto contribui para a organização e bom desempenho na execução da atividade de implementação de equipamentos em processos de produção.
- Adequação do método para atendimento de normas internas e externas que a empresa deve seguir.
- Em relação a aplicabilidade do método no dia a dia na empresa, a alta direção ressalta que é muito oportuno pois o modelo foi estruturado para fácil compreensão, contribuindo para a execução das atividades, e principalmente na prevenção de custos adicionais no projeto devido os registros de aprovação de todos os envolvidos, definição clara dos requisitos a serem seguidos.

O método após a aprovação da alta direção foi implementado como parte do conjunto de descrição de processos da empresa.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para introdução de novos equipamentos em uma linha de produção de automóveis. Como resultado do desenvolvimento deste estudo, tem-se um método de desenvolvimento e implementação de equipamentos, com base nos modelos de PDP propostos na literatura e no estudo de caso desenvolvido em uma indústria automotiva.

De acordo com os objetivos específicos, foi desenvolvido um estudo de caso em uma indústria automotiva que permitiram identificar as questões e adequações necessárias para a implementação de novos equipamentos em um sistema de produção: a formalização do processo de introdução, os departamentos envolvidos no processo não possuíam interação entre suas funções, mesmo tendo responsabilidades compartilhadas, a preparação da equipe responsável pela aquisição dos equipamentos que não possuía conhecimento das normas de segurança.

Destacam-se, também, as questões relacionadas às práticas já implementadas pela organização: a empresa possuía documentos importantes para o processo já formalizados, como especificação técnica do equipamento que contemplava os requisitos (desdobrava os fatores internos da organização e externos) que o equipamento deveria possuir, checklists já descritos para verificação de atendimento às normas de segurança que, apenas, não estavam ligados ao processo.

Com relação ao modelo proposto neste estudo, ele se apresenta mais completo e adequado após a realização do estudo de caso, nos seguintes aspectos:

- contribuição para o atendimento de normas internas e externas da empresa, por meio da definição da especificação dos requisitos e revisão dos mesmos.
- sistematização das atividades, identificação dos recursos de entrada e saída de cada etapa.
- identificação dos pontos principais de aprovação de cada etapa, importantes para o desempenho da implementação.
- Indicação de registros de informações no decorrer do projeto, que podem ser utilizadas em projetos futuros como lições aprendidas.
- estruturação de forma lógica e com uma representação que permita o identificação de todas as etapas, atividades e tarefas pertinentes ao processo de implementação.

Como sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros relacionados ao tema de estudo, destacam-se:

1. A avaliação da implementação de equipamento em processo de produção utilizando o método como guia em outros segmentos industriais. O estudo de caso foi realizado em uma indústria automotiva, a realização em outro segmento possibilitaria melhorias no método proposto.
2. Possível integração do modelo ao PDP dentro de uma indústria, verificando possíveis benefícios, podendo mensurar se o método possibilitaria redução do tempo de implementação, prevenção de custos, entre outros benefícios.

7. REFERÊNCIAS

Abd Rahman, A, Brookes; NJ, Bennett DJ. *The precursors and impacts of BSR on AMT acquisition and implementation. IEEE Transactions on Engineering Management.* 2009; 56(2): p. 285-297.

Ali-qureshia, Z.; Elmaraghy, W. H. Procurement of Reconfigurable Assembly System a Justification for Effective Production ramp-up planning. *Procedia Cirp.* Canada, p. 164-169. out. 2014.

Andersen, A.; Brunoe, TD; Nielsen, K. Investigating the Potential in Reconfigurable Manufacturing: A Case-Study from Danish Industry. In: *Advances in Production Management Systems: Innovative Production Management Towards Sustainable Growth.* Springer; 2015

Araujo, I.C.G.; Garcia, A. A.; Martines, S. *Gestão de Processos – Melhores Resultados e Excelência Organizacional.* São Paulo, 2011.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR ISO 14001**: Sistema de Gestão Ambiental: requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR ISO TS 16949**: Sistema de Gestão da Qualidade: Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2016 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR OHSAS 18001**: Sistema de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalhador: Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

Association of Bussiness Process Management Professionals - ABPMP. *Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio: Corpo Comum de Conhecimento.* [S.l], 2009.

Automotive Industry Action Group. *Advanced Product Quality Planning and Control Plan: Reference Manual.* 1995.

Azaiez, Selma et al. Towards Flexibility in Future Industrial Manufacturing: A Global Framework for Self-Organization of Production Cells. In: *The 2nd international workshop on recent advances on machine- to - machine communication*, 2., 2016, Madrid. A. Madrid: Procedia Computer Science, 2016. p. 1268 - 1273.

Baldam, R. L. Ciclo de gerenciamento de BPM. In: valle, R.; Oliveira, S. B. (org.) *Análise e Modelagem de Processos de Negócio: Foco na Notação BPMN (Business Process Modeling Notation.* São Paulo: Atlas, 2009. p. 109-115.

Barbalho, S, C, M. *Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecânicos: Proposta e aplicação*. 2006. 275 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2006.

Becker, J. , M. Rosemann , C. von Uthmann. Guidelines of business process modeling, in: *Business Process Management*. Springer, 2000, pp. 30–49.

Becker, J., M. Rosemann , M. Indulska , P. Green. Business process modeling-a comparative analysis, *Journal Association Information System*. 10 (4) (2009).

Bruch J, Bellgran M. Design information for efficient equipment supplier/buyer integration. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2012; 23(4): p. 484 - 502.

Bruch, J. Management of Design Information in the Production System Design Process. In: *School of Innovation, Design and Engineering*. Mälardalen University: Västerås; 2012.

Chaudhuria, Atanu; BOER, Harry. The impact of product-process complexity and new product development order winners on new product development performance: The mediating role of collaborative competence. *Journal Of Engineering And Technology Management*. Dinamarca, p. 301-316. fev. 2016.

Chen, Danfang et al. *Integrating sustainability within the factory planning process*. PROCEDIA - Manufacturing Technology. Alemanha, p. 463-466. jun. 2012.

Clark, K. B.; wheelwright, S. C. *Managing new product and process*
Clark, K.B.; Fujimoto, T. *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston-Mass., Harvard Business School Press, 1991.

Cochran, D.S., Arinez, J.F., Duda, J.W. & Linck, J.(2002). *A decomposition Approach for Manufacturing System Design*, *Journal of Manufacturing Systems*, 20(6), pp 371-389.

Cooper, R.G. *Winning at new products. Accelerating the process from Idea to Launch*. 2. ed. Massachusetts: Perseus Books, 1993.

Ceglarek, D. *Eco and resilient factories, presented at the leading enabling technologies for societal challenges*. Lets, Bologna, 2014.

Davenport, T. H. *Reengenharia de processos*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

Deep, K.; SINGH, P. K. Design of robust cellular manufacturing system for dynamic part population considering multiple processing routes using genetic algorithm. *Journal Of Manufacturing Systems*. India, p. 155-163. out. 2015.

Du X, Jiao J., Tseng M. Understanding customer satisfaction in product customization. *International Journal Advanced Manufacturing Tech.* 31(3–4): 396–406. 2006.

Dumas, M., et al. *Fundamentals of business process management* (Vol. 1, p. 2). Heidelberg, Springer, 2013

Elmaraghy, H. Changing and evolving products and systems - models and enablers. In: *changeable and reconfigurable manufacturing systems*. Elmaraghy h, editor. pringer-verlag: london; 2009. p. 25-46

Elmaraghyb, Waguih H.; Ali-quareshia, Zulfiqar. *Procurement of reconfigurable assembly system a justification for effective production ramp-up planning. product services systems and value creation*. Canada, p. 164-169. jul. 2014.

Ferreira, E. de A. *Modelo para condução de mapeamento de processo organizacional: uma abordagem BPM com base no MAIA*. 2013. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciência, Universidade de Brasília -, Brasília, 2013.

Ferreira, J. J. do A.; Carvalho, M. M. de.; Miguel, P. A. C. *Gestão da Qualidade: Teorias e Casos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; ABEPRO, 2012.

Ferreira, V. C.; Silveira, M. C.; Oliveira, K. P.; Moraes, C. E. S. *Contribuições do Gerenciamento de Processos para a Administração Pública Mineira*. REUNA. Belo Horizonte – MG, v.19, n.1, p. 05 -28. Jan/Mar 2014

Fitzsimmons, J. A; Fitzsimmons, M. J. *Administração de Serviços: Operações, Estratégia e Tecnologia de Informação*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

Georgakopoulos, D.; Tsalgatidou, A. Technology and Tools for Comprehensive Business Process Lifecycle Management. In: *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Workflow*. Vol. 164. Istanbul, Turkey. August, 1997.

Gonçalves, J. E. L. *Processo, que Processo?* Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.40, n.4, p. 08 -19. Out/Dez 2000.

Hana, U. Competitive advantage achievement through innovation and knowledge. *Competitive Journal*. 5(1):83–96. 2013.

Harrington, H. J. *Aperfeiçoando Processos Empresariais*. São Paulo: Makron Books,1993.

Jacoski, C. A.; Grzebieluchas, T. *Modelagem na contratação de projetos utilizando conceitos de BPM*. Produto & Produção, Chapecó, v. 12, n. 3, p.29-37, out. 2011.

Jeston, J.; Nelis, J. *Business Process Management - Practical Guidelines to Successful Implementations*. Elsevier, 2006.

- Joschko, Philip et al. *Modeling and simulation of offshore wind farm O&M processes*. Environmental Impact Assessment Review. Germany, p. 31-39. out. 2014
- Karl F.; Reinhart G., Zaeh MF (2012). Planning of reconfigurations on manufacturing resources. In: *Chryssolouris G (ed) Proceedings of the 45th CIRP conference on manufacturing systems*. Athens, 16.18.05. 692–700.
- Kim, N., Im, S., & Slater, S. (2013). Impact of knowledge type and strategic orientation on new product creativity and advantage in high-technology firms. *Journal of Product Innovation Management*. 13(1), 136–153.
- KOHLBACHER, M. *The effects of process orientation: a literature review*. *Business Process Management Journal*. Vol. 16 No. 1, 2010, p. 135-152
- Kuster J, Huber E et al. *Project Management Handbook*. 3rd ed. Springer, 2011
- Lanza G, S. *Simulation of personnel requirements during production ramp-up*. *Prod Eng Res Dev* 6(4–5): 395–402
- Larocca, Antonella et al. *Customer involvement in new product development in B2B: The role of sales*. *Industrial Marketing Management*. Italia, p. 45-57. abr. 2016
- Lederer, M., Kurz, M., Lazarov, P. *Usage and Suitability of Methods for Strategic Business Process Initiatives: A Multi Case Study Research*. *International Journal of Productivity Management and Assessment Technologies* , 5(1), 40-51, 15 aug. 2017.
- Lin F. R., YANG M. C., PAI Y.H. *A generic structure for business process modeling*. *Business Process Management Journal*; 2002; 8 1; ABIINFORM Global pag. 19.
- M. Born, J. Kirchner, J.P. Mueller. Context-driven business process modelling, in: *O. Camp, S. Hammoudi (Eds.), Advanced Technologies and Techniques for Enterprise Information Systems (11th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2009))*. INSTICC Press, 2009, pp. 17–26.
- Mello, A. E. N. S. de. *Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos*. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008.
- Michaelisa, M. T.; Johannesson, H.; Elmaraghyb, H. a. function and process modeling for integrated product and manufacturing system platforms. *Journal of manufacturing systems*. Canada, p. 203-215. 15 jul. 2014.

Miguel, P. A. C. (2007). *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução*. *Produção*, v. 17. n. 1, p. 216-229, abr. 2007.

Miller, L. S. *Capitalist globalization, corporate social responsibility and social policy*. *Critical Social Policy Journal*. London, p. 472-495. jan. 2010

Mili, H. , G. Tremblay , G.B. Jaoude , É. Lefebvre , L. Elabed , G.E. Boussaidi. Business process modeling languages: *Sorting through the alphabet soup*, *ACM Comput. Surv. (CSUR)* 43 (1) (2010) 4.

Mourtzis, D.; Doukas, M.; Psarommatis, F. A toolbox for the design, planning and operation of manufacturing networks in a mass customisation environment. *Journal Of Manufacturing Systems*. Grecia, p. 274-286. nov. 2015.

Muller R, Esser M, Janssen M, Vette M, Corves B, Husing M, Riedel M (2011). *Reconfigurable handling system*. *Prod Eng Res Dev* 5(4):453–461.

Nabavi, V.; Azizi, M.; Faezipour, M. Implementation of quality management system based on ISO9001:2008 and its effects on customer satisfaction case study: kitchen worktops factory. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 31, n.8, p. 921-937, 2014.

Neubauer T., *An empirical study about the status of business process management*, *Business Process Management Journal*, Vol. 15 Issue: 2, pp.166-183.2009

O. Kuzgunkaya, H. A. ElMaraghy. *Economic and strategic justification of changeable, reconfigurable and flexible manufacturing, Changeable and Reconfigurable Manufacturing Systems*. 17, Springer, London, 2009. pp. 303–320.

Oca, Isel Moreno-montes de et al. A systematic literature review of studies on business process modeling quality. *Information And Software Technology Journal*. Belgica, p. 187-205. mar. 2015.

Omg. *Business Process Management Maturity Model*. Version 1.0. 2008.

Padua, S.; Ines D. de; Silva, A. R. Y. da; Porto, A. J. V. O potencial das redes de petri em modelagem e análise de processos de negócio. *Gestão e Produção*. São Carlos, p. 109-119. abr. 2004.

Pahl, G.; Beitz, W. *Engineering Design*. Springer, 2007.

Pahl, G.; Beitz, W. *Engineering Design: A Systematic Approach*. Berlim. 1996.

PAHL, G. et al. *Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 411 p.

Pavani J., O.; Scucuglia, R. *Mapeamento e gestão por processos – BPM (Business Process Management)*. 1. ed, São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2011.

Peterson, J. L. *Petri nets: theory and modelling of systems*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1981.

Rosenthal, S. R. *Effective product design and development. How to cut lead time and increase customer satisfaction*. Business One Irwin, Illinois, 1992.

Rösiö C, Säfsten K. Reconfigurable Production System Design – theoretical and practical challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management* 2013; 24.

Rösiö, C. *Supporting the design of reconfigurable production systems*. Mälardalen University: Västerås, Sweden; 2012.

Rozenfeld, H. et al. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos*. São Paulo/SP. Editora Saraiva, 2006.

Santoro, F. M.; Jendrike, H.; Araujo, R. M. *Colaboração em Processos de Negócio*, In: PIMENTEL, M., FUKS, H. (Org.). *Sistemas Colaborativos*. Elsevier, 2011. pp. 173-185

Scherer, A. G. and Palazzo, G. The New Political Role of Business in a Globalized World: A Review of a New Perspective on CSR and its Implications for the Firm, Governance, and Democracy. *Journal of Management Studies*, 2011, 48: 899–931. doi:10.1111/j.1467-6486.2010.00950.

Schönemann, Malte et al. Simulation of matrix-structured manufacturing systems. *Simulation Of Matrix-structured Manufacturing Systems*. Alemanha, p. 104-112. out. 2015.

Slack, N.; Chambers, S., Johnston, R. *Administração da Produção*. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher, revisão técnica Henrique Luiz Corrêa 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002

Smith, H. & Fingar, P. *Business Process Management: The Third Wave*. MKPress, 2003.

Stock GN, Tatikonda MV. External technology integration in product and process development. *International Journal of Operations & Production Management* 2004. 24(7): p. 642-665.

Stuchi, R. B. *Mapeamento De Ontologias Empresariais Para Modelos De Processos De Negócio Em Bpmn, Com Aplicação Em Processos De Software*. 2015. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2015.

- Sun, H., & Zhao, Y. (2010). *The empirical relationship between quality management and the speed of new product development*. Total Quality Management, 21(4), 351-361.
- Tonissen S, Klocke F, Feldhaus B, Buchholz S. *Modeling the characteristics of multi-technology platforms*. Prod Eng Res Dev 6(3):97–105. 2012.
- Van der Alst, W.M.P. 1998. The Application of Petri Nets to Workflow Management. *The Journal of Circuits, Systems and Computers*. 8(1):21-66.
- Wang, W.; Koren, Y.. Design Principles of Scalable Reconfigurable Manufacturing Systems. In: *7th ifac conference on manufacturing modelling, management, and control international federation of automatic control, 7.*, Saint Petersburg, Russia. IFAC. Saint Petersburg, Russia: The University Of Michigan, 2013. p. 1411 – 1416
- Westkamper, E. Factory transformability: adapting the structures of manufacturing. In: *Dashchenko AI (ed) Reconfigurable manufacturing systems and transformable factories*. Springer, Berlin, pp 371–381. 2006.
- Wiendahl H., Reichardt J, Nyhuis P. *Handbook Factory Planning and Design. Berlin, Heidelberg*: Springer; 2015. p. 1-28, 96-118
- Wulfsberg JP, Redlich T, Bruhns F-L. *Open production: scientific foundation for co-creative product realization*. Prod Eng Res Dev 5(2):127–139. 2011
- Yousf, Alaaeddine et al. UBPMN: A BPMN extension for modeling ubiquitous business processes. *Information And Software Technology*. Germany, p. 55-68. abr. 2016.

**APENDICE 01 – LEGENDA DO MÉTODO PROPOSTO PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM PROCESSOS DE PRODUÇÃO**

LEGENDAS DOS DOCUMENTOS

Número	Descrição
F.01	Especificação Técnica
F.02	Formulário de avaliação técnica das propostas
F.03	Formulário de aprovação do projeto
F.04	Formulário para verificação dos itens de segurança
F.05	Formulário para verificação dos requisitos de processos e produto
F.06	Formulário para verificação dos requisitos de segurança relacionados a manutenção
F.07	Lista de pontos abertos
F.08	Formulário de aprovação de envio do equipamento para o local de instalação
F.09	Formulário de aprovação técnica para a utilização do equipamento
F.10	Formulário de aprovação técnica final do equipamento
F.11	Lista de presença

LEGENDA DAS ENTRADAS E SAIDAS

Número	Input (entrada)	Número	Output (saída)
IP.01	Normas internas	OU.01	Especificação Técnica elaborada
	Normas externas		
	Requisitos do processo/produto		
	Características técnicas do equipamento		
IP.02	Especificação técnica	OU.02	Solicitação de cotação
	Desenhos prévios		
IP.03	Normas internas	OU.03	Requisitos esclarecidos
	Normas externas		
	Requisitos do processo/produto		
	Características técnicas do equipamento		
	Especificação técnica		
Desenhos prévios			
IP.04	Premissa do projeto	OU.04	Cronograma alinhado com a data de finalização
IP.05	Normas internas	OU.05	Projeto conforme requisitos definidos.
	Normas externas		
	Requisitos do processo/produto		
	Características técnicas do equipamento		

	Especificação técnica		
	Desenhos		
	Diagrama		
IP.06	Normas internas	OU.06	Conforme o cronograma e requisitos definidos
	Normas externas		
	Requisitos do processo/produto		
	Características técnicas do equipamento		
	Especificação técnica		
	Desenhos		
	Diagrama		
IP.07	Normas internas	OU.07	Atendimento dos requisitos
	Normas externas		
	Requisitos do processo/produto		
	Características técnicas do equipamento		
	Especificação técnica		
	Desenhos		
	Diagrama		
IP.08	Requisitos do processo/produto	IP.08	Teste aprovado
	Características técnicas do equipamento		
	Especificação técnica		
Número	Input (entrada)	Número	Output (saída)
IP.09	Requisitos do processo/produto	OU.09	Capabilidade conforme índice planejado
	Características técnicas do equipamento		
	Especificação técnica		
IP.10	Manual do equipamento	OU.10	Documentação disponível
	Desenhos		
	Diagramas		
	Lista de treinamento		