



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MANOEL FRANCISCO DOS SANTOS GUIMARÃES

**PROJETO DE MELHORIA DE INFRAESTRUTURA UTILIZADA COMO
SUPORTE A UM SISTEMA DE SIMULAÇÃO E CONTROLE DE MODELOS DE
PROCESSOS: DA ANÁLISE DO PROTÓTIPO À MODELAGEM FUNCIONAL**

FORTALEZA

2010

MANOEL FRANCISCO DOS SANTOS GUIMARÃES

**PROJETO DE MELHORIA DE INFRAESTRUTURA UTILIZADA COMO
SUPORTE A UM SISTEMA DE SIMULAÇÃO E CONTROLE DE MODELOS DE
PROCESSOS: DA ANÁLISE DO PROTÓTIPO À MODELAGEM FUNCIONAL**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Professor Dr. José Belo Torres

FORTALEZA

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G979p Guimarães, Manoel Francisco dos Santos.

Projeto de melhoria de infraestrutura utilizada como suporte a um sistema de simulação e controle de modelos de processos: da análise do protótipo à modelagem funcional / Manoel Francisco dos Santos Guimarães. – 2010.

74 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2010.

Orientação: Prof. Dr. José Belo Torres.

1. Gestão de projeto. 2. gestão de desenvolvimento de produtos. 3. simulação. 4. controle de processos. I. Título.

CDD 658.5

MANOEL FRANCISCO DOS SANTOS GUIMARÃES

**PROJETO DE MELHORIA DE INFRAESTRUTURA UTILIZADA COMO
SUPORTE A UM SISTEMA DE SIMULAÇÃO E CONTROLE DE MODELOS DE
PROCESSOS: DA ANÁLISE DO PROTÓTIPO À MODELAGEM FUNCIONAL**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. José Belo Torres (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Professor PhD Luiz Fernando Mahlmann Heineck
Universidade Federal do Ceará - UFC

Professor Francisco José Wanderley Osterne
Universidade Federal do Ceará - UFC

Aos meus pais,
por terem permitido que eu escolhesse os
caminhos por quais seguir, porém, sem nunca
terem deixado de caminhar ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manoel de Jesus e Maria das Graças, pelo amor, dedicação e apoio.

À minha irmã, Mona Sara, por todos estes anos de amor e carinho.

Ao meu irmão, Marcelo Luis, pelo companheirismo e por ter trazido à vida duas lindas crianças.

Aos meus sobrinhos, Kimberly e Isaac, por serem crianças adoráveis e trazerem ainda mais alegria à nossa família.

Ao professor José Belo Torres, pela amizade e orientação durante todo o período de graduação e no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Maxweel Veras, Mahlmann Heineck e Marcos Ronaldo Albertin, pela paciência, oportunidades e apoio nas diversas fases deste processo de graduação.

Aos demais professores do curso de Engenharia de Produção pelo conhecimento transmitido.

Ao Evandro e demais funcionários pela paciência no atendimento às nossas necessidades.

Às empresas Mecesa, Microsol, Fujitec e Blackhill, pela oportunidade de absorver e dividir conhecimentos.

Aos amigos “So Cool” Valéria Pinheiro, Juliana Chagas, Bárbara Monte, Érika Bataglia, Murilo, Rodrigo Faria, Ailton Monteiro e Marcélia pelas horas de conversas e risos, pelo apoio em momentos difíceis e, acima de tudo, pela amizade incondicional.

Aos amigos Claudia Castro, Claudiana Castro, Antonio Carlos, Juliana Almeida e Daniele por todos estes anos.

À amiga Nay, por me acolher e pela companhia nos momentos em que parti para descansar.

In memoriam ao professor Carlos Roberto e ao amigo Eng. Daniel Coelho, que nos deixaram este ano.

E, principalmente, aos amigos Camila Lucio, Samuel Pedrosa, Otávio Sales, Inácio Andrade, Sâmia Sousa, Giulliano Albuquerque, Kamilla Giló, Mayara Helen, Emanuel Mota, Breno Leitão e César Filho, por estes cinco anos e pelos que ainda virão.

*“Nãõ tenhamos pressa,
mas nãõ percamos tempo.”*
José Saramago

RESUMO

O desenvolvimento e a aplicação de guias e modelos voltados à gestão de projetos e ao processo de desenvolvimento de produtos têm auxiliado as equipes de projeto a apresentarem soluções que atendam satisfatoriamente às necessidades dos clientes. A principal vantagem desta aplicação encontra-se na integração das ferramentas, habilidades e conhecimentos de equipes multifuncionais na transformação de informações essenciais para o planejamento de todas as fases do ciclo de vida do produto, desde a elaboração da estratégia até a descontinuidade e/ou descarte do produto. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um projeto de melhoria de um protótipo, por meio de um processo formal, de uma infraestrutura utilizada como suporte à simulação e controle de modelos de processos. Para isso, realizou-se uma avaliação dos requisitos inicialmente definidos e uma revisão do escopo com base na observação do funcionamento do protótipo, transformando estes em especificações que serviram com guia à modelagem funcional do produto. Para desenvolvimento da solução, foi consultada a literatura específica, tendo o PMBOK como principal referência na gestão de projeto e as metodologias propostas por Rozenfeld *et. al.*, Pahl *et al.* e Back *et. al.*, como principais referências do processo de desenvolvimento de produtos. Estes auxiliaram na elaboração do processo formal, concentrando as atividades em grupos de processos separados em iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Por fim, a melhoria apresentada após a execução das atividades do processo formal demonstra as vantagens encontradas quando é considerado um processo formal do início do projeto do produto.

Palavras chaves: Gestão de projeto, gestão de desenvolvimento de produtos, simulação e controle de processos.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização.....	1
1.2 Objetivos do trabalho.....	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Justificativa	3
1.4 Metodologia.....	5
1.5 Estrutura do trabalho.....	5
1.6 Limitações do trabalho.....	6
1.7 Resultados esperados	6
CAPITULO II – GESTÃO DE PROCESSOS E PROJETOS	7
2.1. Processos organizacionais.....	7
2.2. Simulação de processos	9
2.3. Gestão de projetos.....	11
2.3.1. Grupo de processo de iniciação	13
2.3.2. Grupo de processos de planejamento	13
2.3.3. Grupo de processos de execução	14
2.3.4. Grupo de processos de monitoramento e controle.....	15
2.3.5. Grupo de processos de encerramento	16
2.4. Integração dos processos do projeto	19
2.5. Gerenciamento do escopo do projeto.....	22
CAPÍTULO III – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – PDP	26
3.1. Introdução ao PDP	26

3.2.	Modelos de desenvolvimento de produtos.....	27
3.2.1.	Visão geral do modelo segundo Pahl <i>et al.</i> (2005).....	27
3.2.2.	Visão geral do modelo segundo Back <i>et al.</i> (2008).....	29
3.2.3.	Visão geral do modelo segundo Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	31
3.3.	PROJETO INFORMACIONAL.....	34
3.4.	PROJETO CONCEITUAL.....	37
3.4.1.	Modelagem funcional.....	39
CAPÍTULO IV - ESTUDO DE CASO		42
4.1.	Etapas da pesquisa	42
4.1.1.	Etapa 01 – Descrição do ambiente de simulação	42
4.1.2.	Etapa 02 – Início e planejamento das atividades.....	42
4.1.3.	Etapa 03 – Especificações-meta: execução das atividades.....	43
4.1.4.	Etapa 04 – Modelagem funcional: execução das atividades	43
4.1.5.	Etapa 05 – Monitoramento/Encerramento das atividades do projeto.....	43
4.2.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	44
4.2.1.	Etapa 01 – Descrição do ambiente de simulação	44
4.2.2.	Etapa 02 – Início e planejamento das atividades.....	45
4.2.3.	Etapa 03 – Especificações-meta: execução das atividades.....	48
4.2.4.	Etapa 04 – Modelagem funcional: execução das atividades	50
4.2.5.	Etapa 05 – Monitoramento e encerramento das atividades.....	54
4.3.	Considerações finais	55
CAPÍTULO V – CONCLUSÃO		57
REFERÊNCIAS		60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de transformação.....	8
Figura 2 – Definições de projeto	11
Figura 3 – Ciclo de vida do projeto	16
Figura 4 – Integração dos grupos de processos	17
Figura 5 – Relação entre grupos de processos e áreas de conhecimento	18
Figura 6 – Gerenciamento de Integração do Projeto	19
Figura 7 – Gerenciamento do escopo do projeto.....	23
Figura 8 – Exemplos de abordagens na elaboração inicial da EAP	25
Figura 9 – Fases e atividades do trabalho.....	29
Figura 10 – Representação gráfica do modelo (ROMANO, 2003).....	30
Figura 11 – Macrofases e fases do PDP	31
Figura 12 – Relação entre PDP e grupos de processos	32
Figura 13 – Atividades do PDP distribuídas nos grupos de processos.....	33
Figura 14 – Entradas e saídas do projeto informacional	34
Figura 15 – Entradas e saídas do projeto conceitual	38
Figura 16 – Representação da função global.....	40
Figura 17 – Estrutura de funções.....	41
Figura 18 – Protótipo das esteiras.	45
Figura 19 – Estrutura Analítica do Projeto.....	47
Figura 20 – Função global.....	50

Figura 21 – Fluxo principal.	51
Figura 22 – Desdobramento voltado à primeira estação de trabalho.	52
Figura 23 – Desdobramento voltado às demais estações.	53

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta os elementos utilizados para introdução do trabalho, dividido em sete itens, a saber: contextualização, objetivos gerais e específicos, justificativa, metodologia, estrutura do trabalho, limitação do trabalho e resultados esperados.

1.1 Contextualização

No atual cenário, devido à crescente competitividade, as empresas tem buscado a melhoria dos seus processos operacionais por meio da criação e aplicação de novos modelos de processos. Porém, alterações nos processos no ambiente real podem, muitas vezes, ser bastante onerosas ou influenciar negativamente as organizações enquanto se realiza e avalia a aplicação.

Por conta disso, diversas destas organizações tem recorrido à simulação para avaliação dos modelos de processos a serem aplicados. A simulação de modelos permite ao analista realizar estudos sobre os correspondentes sistemas para responder questões do tipo “O que aconteceria se?” (FREITAS, 2008) sem que sejam necessários realizar altos investimentos ou mudanças que necessitem da paralização de operações críticas.

Gerar produtos não é uma atividade simples. Para que um produto obtenha sucesso, é preciso atender diversos requisitos.

Modelos ou guias de gestão de projetos buscam auxiliar a equipe de desenvolvimento a atingir resultados satisfatórios por meio de um processo formal.

Além de apresentar diversos grupos que formam conjuntos de atividades voltadas à determinadas áreas de conhecimento como escopo, cronograma e custos, a gestão de projetos relaciona estes a grupos de processos de cinco tipos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento.

Complementar à gestão de projetos, modelos de processo de desenvolvimento de produtos tem auxiliado as organizações a atingirem seus objetivos, gerando produtos com mais qualidade e atendendo de maneira mais clara aos interesses dos clientes.

Quando a gestão de projetos e o processo de desenvolvimento de produtos são aplicados de maneira integrada na busca pelas soluções, tem apresentado resultados bastante eficientes, garantindo a satisfação dos clientes e/ou usuários.

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Ceará, onde foi realizado no curso de Engenharia de Produção Mecânica um projeto visando a construção de um sistema de simulação composto por três módulos voltados à simulação dos modelos de processos.

Os dados foram obtidos por meio de visitas ao laboratório em que se encontra o protótipo, onde foram realizadas observações do sistema em funcionamento. Desta forma, foi possível visualizar mais facilmente as necessidades dos usuários quanto às funções existentes no protótipo. O intuito principal das visitas era propor melhorias que agregassem valor aos produtos gerados.

Através da execução de atividades voltadas à gestão de projetos e ao processo de desenvolvimento de produtos, buscou-se a formalização do processo, seguindo fases e atividades propostas pela literatura específica. Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido a fim de demonstrar as vantagens da aplicação desses conceitos no projeto em questão.

1.2 Objetivos do trabalho

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar o projeto de melhoria de infraestrutura de suporte à simulação e controle de processos produtivos, integrando os conceitos de gestão de projetos e de desenvolvimento de produtos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aplicação dos conceitos de gestão de projetos e de desenvolvimento de produtos na busca pela melhor solução;
- Revisão e atualização do escopo do produto com base na observação do funcionamento do protótipo;
- Desenvolvimento da Estrutura Analítica do Projeto com base nas fases e atividades de gestão de projetos e de desenvolvimento de produtos;
- Modelagem funcional do produto com base na revisão dos requisitos.

1.3 Justificativa

O desenvolvimento de produtos nas últimas décadas tem se tornado um processo crítico dentro das organizações.

No período pós segunda guerra mundial, vários estudiosos passaram a realizar pesquisas voltadas à área de gestão de projetos. No Brasil, porém, somente no final da década de setenta é que se iniciaram estudos voltados para área de gestão de projetos, por meio da introdução de disciplinas de metodologia de projeto de produtos industriais nos estudos de graduação e pós-graduação (BACK *et al.*, 2008).

Com o passar das décadas e com o aumento da competitividade e redução do ciclo de vida dos produtos, desenvolver produtos de forma rápida e atendendo às exigências dos clientes tornou-se vital para a sobrevivência das empresas. Assim, buscou-se práticas que fossem consideradas como guias eficientes na busca pelo resultado desejado.

Em 1996, no *Project Management Institute* – PMI, surgiu a primeira versão do que seria conhecido mundialmente como PMBOK® – *Project Management Body of Knowledge*. A

busca pela aplicação integrada de diversas áreas de conhecimento executadas por meio de processos gerenciais fez com que o PMBOK[®] se tornasse referência na gestão de projetos.

Porém, devido às diferentes naturezas dos projetos, a aplicação do PMBOK[®] não é suficiente para o melhor gerenciamento dos projetos.

O projeto de produtos, por exemplo, é um conjunto de atividades complexas que precisam ser realizadas buscando-se atingir da melhor maneira possível o resultado desejado. Desta forma, é necessário um processo voltado a este tipo de projeto para que, de forma complementar ao guia proposto pelo PMI, as organizações obtenham resultados satisfatórios ou até mesmo tenham suas expectativas superadas.

Para Back *et al.* (2008), “um processo formal de desenvolvimento de produtos auxilia a equipe de projeto a dar uma definição adequada à concepção do produto, evitando que o resultado apresente um comportamento fora do especificado.”

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), “o processo de desenvolvimento de produto é visto como a elaboração de um conjunto de informações sobre as especificações de um produto e sobre como produzi-lo e sua disponibilização para manufatura.”

Mesmo quando o projeto visa o desenvolvimento de um produto que não pretende atender às demandas comerciais, ele deve atender necessidades exigidas pelos futuros usuários. Para que isso aconteça, a integração entre gestão de projetos e o processo de desenvolvimento de produtos é fundamental.

Além disso, é preciso ter cuidado para que na hora da definição do processo de desenvolvimento a ser estabelecido, sejam escolhidas apenas as áreas de conhecimento de interesse à realização do projeto.

Assim, o presente trabalho justifica-se por desenvolver estudos voltados ao desenvolvimento de um processo e sua aplicação no projeto de melhoria de um protótipo, limitando as áreas de conhecimento e englobando-as dentro dos grupos de processos propostos na gestão de projetos, realizando a integração desejada.

1.4 Metodologia

Em relação a sua natureza, pode ser considerado como um trabalho de pesquisa aplicada, uma vez que busca solucionar problemas específicos voltados à gestão de projetos aplicado ao processo de desenvolvimento de um protótipo, objetivando gerar conhecimentos para aplicações práticas.

Por não utilizar de métodos e técnicas estatísticas, pode ser classificado quanto à forma de abordagem do problema como um trabalho. Quanto aos objetivos da pesquisa, pode ser classificado como uma pesquisa exploratória, pois envolve levantamento bibliográfico e uso o estudo de caso como método de aplicação.

Segundo Santos (2002), a pesquisa é considerada bibliográfica quando utiliza de forma parcial ou total informações já elaboradas e publicadas por outros autores na forma de fontes bibliográficas, de forma que este trabalho, quanto aos procedimentos técnicos, pode ser classificado desta forma.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme descritos a seguir.

O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, a contextualização do tema abordado, justificativa para a elaboração do trabalho, os objetivos geral e específicos a serem seguidos, a metodologia a ser empregada, e a estrutura em que se organiza o trabalho.

O capítulo 2 disserta sobre os conceitos de Gestão de Projetos para aprofundamento do tema, especificando os processos de integração e de escopo do projeto.

O capítulo 3 discorre sobre Gestão de Desenvolvimento de Produtos, no qual são especificados as fases Projeto Informacional e Projeto Conceitual, este limitado à apresentação da técnica de modelagem funcional.

O capítulo 4 mostra a aplicação dos métodos propostos para desenvolvimento do projeto de evolução do produto.

O capítulo 5 traz as considerações finais do trabalho, além de recomendações para trabalhos futuros.

1.6 Limitações do trabalho

Este trabalho limita-se à execução de algumas etapas do projeto de melhoria do protótipo construído, reduzindo o escopo das fases de gestão de projeto de desenvolvimento de produto de acordo com o conveniente ao trabalho. Salienta-se que quanto à gestão de projetos o trabalho se restringe a execução de etapas voltadas à integração dos grupos de processos e à declaração do escopo do projeto, focando principalmente na construção da Estrutura Analítica do Projeto. Quanto ao processo de desenvolvimento de produtos, há uma redução do escopo do Projeto Informacional, com foco principalmente na revisão e atualização do escopo do produto, e do Projeto Conceitual, este sendo limitado pela execução da modelagem funcional.

1.7 Resultados esperados

Espera-se que o desenvolvimento do presente estudo contribua academicamente para o aprofundamento do tema estudado, gestão de projetos e processo de desenvolvimento de produtos, através da combinação de seus conceitos e práticas, visualizando uma aplicação prática dos modelos apresentados na literatura com foco na melhoria de protótipos gerados.

Além disso, espera-se que o resultado gerado sirva como base confiável às demais fases do projeto de melhoria, permitindo que seja desenvolvido um produto final que atenda os requisitos levantados após a análise do funcionamento do protótipo.

CAPITULO II – GESTÃO DE PROCESSOS E PROJETOS

2.1. Processos organizacionais

As organizações são formadas por processos que as auxiliam na execução de atividades e as integrando com conhecimentos, ferramentas, técnicas e habilidades em busca de soluções eficazes e eficientes em função dos problemas originalmente apresentados. Além dos parâmetros de eficácia e eficiência, Valeriano (2001) cita também como um importante parâmetro a efetividade, que corresponde à relação entre os resultados alcançados e os objetivos propostos ao longo do tempo para o processo considerado.

Para Gonçalves (2000) “processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes”, em que as atividades são as ações ou o trabalho por meio do qual as entradas são transformadas em saída, através da utilização dos recursos disponíveis e valor é o ponto básico em que um produto ou serviço alcança as necessidades e as expectativas dos clientes (OLIVEIRA, 2007).

Assim, pode-se definir processo como um modelo de transformação, por meio da execução de atividades, que segue o fluxo entrada-transformação-saída, buscando adição de valor ao produto ou serviço gerado sob a visão, necessidades e expectativas dos clientes. A figura 1 faz uma representação de um modelo de transformação, conforme apresentado por Slack *et al.* (2007).

Para Peinado e Graeml (2007), os *inputs* (entradas) são formados por recursos a serem transformados (materiais, informações e consumidores) e por recursos de transformação (instalações e pessoal). Após passarem por um processo de transformação, eles geram *outputs* (saídas) como produtos, serviços ou os próprios consumidores, dependendo da natureza do negócio da organização.

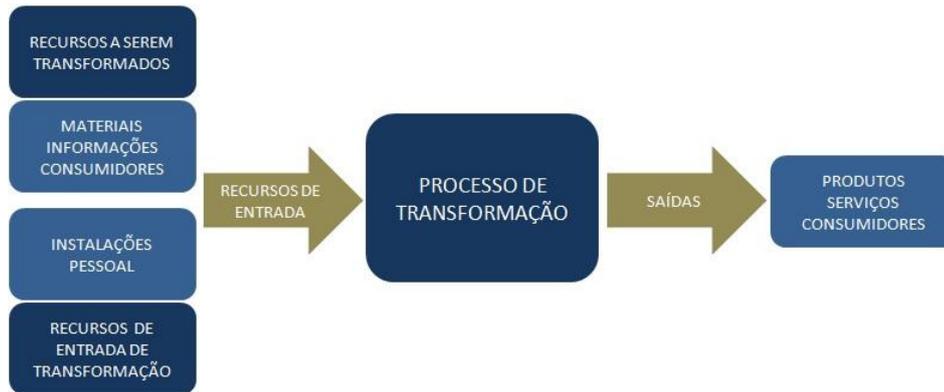


Figura 1 – Modelo de transformação

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

Porém, essa definição de processo como seqüência de entrada-transformação-saída não é suficiente. Segundo Gonçalves (2000), processos também envolvem *endpoints* (marcos), *feedback* e repetibilidade. Por meio dos marcos pode-se realizar avaliações periódicas das atividades do projeto, cuja análise gera *feedback* à equipe de projeto e demais interessados sobre o andamento do processo e se os objetivos iniciais estão sendo atingidos. Por meio da repetibilidade busca-se garantir que os processos possam ser reproduzidos em diferentes períodos, buscando a padronização por meio de procedimentos.

Porém, somente a existência e correta definição dos processos não é suficiente para uma organização: os processos precisam ser administrados. A administração de processos é um conjunto estruturado das funções de planejamento, organização, direção e avaliação das atividades seqüenciais, buscando atender as necessidades e expectativas dos clientes (OLIVEIRA, 2007). Toda organização deve buscar, periodicamente, avaliar se seus processos continuam atingindo seus objetivos. Muitas vezes torna-se necessário realizar um redesenho do processo, que em suma, busca aplicar mudanças no processo de forma que ele se alinhe aos objetivos pré-estabelecidos. Para empresas que possuem processos fabris, por exemplo, os responsáveis devem, periodicamente, verificar se o processo está atingindo ao menos os objetivos básicos voltados às metas de entrega, custos e qualidade. Caso algum dos objetivos não esteja sendo obtido, deve-se identificar qual o problema e gerar planos de ações para eliminação do mesmo, podendo inserir mudanças pontuais ou até mesmo toda a mudança do

processo. Para isso, as organizações devem criar métodos de controle e avaliação do desempenho do processo.

Os processos em uma organização podem ser divididos em dois conjuntos com características distintas: operações e projetos. De maneira geral, pode-se dizer que enquanto as operações são contínuas e geram produtos semelhantes, os projetos buscam entregar produtos únicos por meio de esforços temporários, com início e fim definidos.

2.2. Simulação de processos

A simulação tem como objetivo identificar o desempenho do sistema produtivo utilizando os conceitos básicos de sistemas discretos como eventos, teoria das filas, entidades e recursos.

Segundo Schirber apud Freitas (2008), simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorreu ao longo tempo.

Para Garcia (2008), simulação é a obtenção da resposta temporal das variáveis de interesse de um modelo, quando se excita suas variáveis de entrada com sinais desejados e se definem os valores das condições iniciais de variáveis dependentes.

Para Prado (2006), o termo simulação tem sido usado para designar as situações nas quais se tenta compreender as características de um sistema pelo conhecimento de outro que lhe é similar.

A experimentação por meio de uma simulação é importante, pois proporciona uma análise dos processos e dos resultados da sua execução antes que o sistema real exista ou sofra alteração. Em um processo experimental, o modelo é utilizado como um veículo para se realizar essa experimentação, sendo utilizado para identificar o desempenho do processo projetado. Segundo Freitas (2008), os modelos podem ser classificados em cinco tipos:

- Modelos voltados à previsão: usada para prever o estado de um sistema em algum ponto no futuro, com base no comportamento atual e ao longo do tempo;
- Modelos voltados à investigação: voltados à busca de informações e ao desenvolvimento de hipóteses sobre o comportamento de sistemas;
- Modelos voltados à comparação: usada para avaliar o efeito de mudanças nas variáveis de controle;
- Modelos específicos: considera situações específicas e únicas, visando à obtenção de informações quantitativas auxiliares à tomada de decisão;
- Modelos genéricos: flexíveis e robustos às mudanças nos dados de entrada, mudanças em certas atividades e processos por eles contemplados.

Quando se pretende realizar uma simulação, identificam-se para uma determinada organização os itens que serão produzidos e como eles serão montados. Para isto, é realizado o levantamento do arranjo produtivo dos recursos necessários para o processamento de montagem de produção. Dessa forma, o processo é desenhado conforme a capacidade de produção dos recursos operacionais para que teoricamente não ocorram gargalos no processo de montagem.

Após a simulação realiza-se a execução das operações, por meio da qual são obtidos os dados reais da produção. Segundo Davis *et al.* (2001), um fator-chave para o sucesso das organizações é sua capacidade de medir seu desempenho. Essa medição gera dados que devem ser controlados para que seja realizada uma análise comparativa entre o simulado e o real. É preciso determinar, no mais curto período de tempo, se existe algum problema, qual a sua natureza, onde está localizado, quais as causas que o levaram a acontecer (COSTA & CAULLIRAUX, 1995). Por conta disso, o controle tem como um dos seus objetivos recuperar de forma automática os dados de produção do processo por meio da identificação de eventos de início e término de processamento.

2.3. Gestão de projetos

Embora apresentem pontos em comum, existem diversas definições que buscam caracterizar bem a natureza dos projetos. Na figura 2, Galdino e Chagas Junior (2010) apresentam um breve resumo de diversas definições de autores diferentes em períodos diferentes.

Autoria	Definição
Davies, Ralph C. (1951) apud Cleland e Ireland (2004)	Qualquer empreendimento com objetivos definidos, representando valores específicos, a serem usados na satisfação de alguma necessidade ou desejo.
Gittinger (1982)	Um complexo conjunto de atividades envolvidas na utilização de recursos para obter benefícios
Tuman (1983)	Organização de pessoas que visam atingir a um propósito e objetivo específico, de tal forma que no mínimo, todos os projetos precisam ter objetivos bem-definidos e recursos suficientes para concluir todas as atividades requeridas.
Cleland e Kerzner (1985)	Uma combinação de recursos humanos e não-humanos colocados juntos em uma organização temporária para atingir um propósito especificado.
Shenhar e Dvir (2007)	Projeto é uma organização temporária com processos configurados para atingir um objetivo específico, com restrições de prazo, orçamento e outros recursos
Kerzner (2009)	Um projeto pode ser considerado como uma série de atividades e tarefas que tem um objetivo específico a ser completado dentro de restrições específicas, tem datas de início e fim definidos, limites de financiamento (se aplicável), consomem recursos (humanos ou não) e são multifuncionais.
Turner e Müller (2003)	Um projeto é uma organização temporária para o qual recursos são atribuídos para proceder a um esforço transitório, inovador e único gerindo a incerteza inerente e a necessidade de integração para entregar objetivos benéficos de mudança.
Turner (2009)	Um projeto é uma organização temporária para o qual recursos são atribuídos para fazer um trabalho e entregar uma mudança benéfica.

Figura 2 – Definições de projeto
Fonte: Galdino e Chagas Junior (2010)

Para Pahl *et al.* (2005) projetar é um processo de otimização com objetivos predeterminados e condicionantes em parte conflitantes, com requisitos variando em função do tempo. Desta forma, para que uma solução seja satisfatória, os projetos precisam de equipes com diferentes especializações, cujo resultado de suas atividades sejam produtos

únicos, que deverão posteriormente, caso aprovados pelos clientes, ser incorporados às operações produtivas da organização (VALERIANO, 2001).

Os projetos são processos que possuem características distintas que os diferenciam das demais operações organizacionais. PMBOK® (2009), Valeriano (2001), Maximiano (2009), Heldman (2006) especificam de modo semelhante as características que definem a natureza de um projeto.

Segundo os autores, projetos são temporários, com o início partindo da autorização do patrocinador, de onde se dá o compromisso dos recursos. O final não necessariamente se dá quando o produto ou serviço esperado é gerado. Caso seja identificado que o resultado não atingirá as expectativas dos clientes, ou um produto concorrente é lançado em um prazo anterior, o projeto pode ser cancelado devido às reduções que existirão quando analisado o retorno financeiro ou parcela do mercado.

O resultado gerado no final do projeto deve ser algo novo, inédito, porém, não necessariamente precisa ser algo inovador. Pode ser considerado como resultado singular melhorias em produtos já existentes ou produtos já existentes no mercado, porém, novos dentro do portfólio de produtos da organização responsável pelo seu desenvolvimento.

Os projetos devem possuir processos eficazes e eficientes, o que é um grande desafio devido às incertezas que ocorrem principalmente nas suas etapas iniciais. Para Galdino e Chagas Junior (2010), enquanto a eficácia é um objetivo organizacional, a eficiência é mais específica, pois engloba a equipe de projeto, a equipe de gerenciamento e todos os stakeholders envolvidos de uma forma ou de outra no projeto. Ou seja, a eficiência das partes deve ser gerenciada de forma que o projeto deve levar a organização a obter o sucesso esperado.

Mello *et al.* (2006), lista alguns itens que podem levar projetos a não obterem sucesso, tais como orçamento sem critério, meta não claramente definida, equipe pouco preparada, planejamento e controle inadequados, sistema ineficiente de controle de revisões entre outros. Desta forma, é possível perceber a necessidade de se ter um processo formal e que deve ser bem gerenciado.

Segundo Heldman (2006), o gerenciamento de projetos abrange uma série de ferramentas e técnicas utilizadas por pessoas para descrever, organizar e monitorar o andamento das atividades do projeto. Para Galdino e Chagas Junior (2010), gerenciamento de projetos é a coordenação contínua de recursos e esforços envolvendo as organizações e indivíduos relacionados ao projeto de modo a se atender as necessidades de negócio especificadas como o propósito.

Para o PMBOK® (2009), o gerenciamento de projetos pode ser reunido em cinco grupos de processos com fins específicos, que formam o ciclo de vida do projeto.

2.3.1. Grupo de processo de iniciação

Caracterizado por agrupar as atividades necessárias para definição de novos projetos. Um projeto pode surgir por diversas maneiras: a partir da identificação de uma necessidade de mercado; por uma oportunidade/necessidade estratégica; por meio de uma solicitação do cliente; por conta de um avanço tecnológico ou por requisitos legais, como por exemplo, substituição de matéria-prima prejudicial ao usuário do produto.

É nesta fase que o escopo inicial é definido, os recursos começam a ser comprometidos, todos os interessados são identificados. Segundo Heldman (2006), a Iniciação confirma que um projeto, ou a etapa seguinte do projeto, deve ter início, concedendo aprovação para que se comprometam os recursos necessários. Todas estas informações são oficializadas por meio de um documento denominado termo de abertura do projeto, resultado final deste grupo.

2.3.2. Grupo de processos de planejamento

Para Romano *et al.* (2000), é por meio do planejamento que se pode avistar o panorama ou cenário do projeto e, assim, os planos podem ser traçados para dar direção no momento da

execução das tarefas. Rozenfeld *et al.* (2006) afirma que é por meio das atividades do planejamento do projeto que se busca empreender esforços no sentido de identificar todas as atividades, recursos e a melhor forma de integrá-los.

O grupo de processos de planejamento está voltado para o maior esclarecimento do problema e dos objetivos e detalhamento do escopo do projeto, como também na construção do plano de gerenciamento dos grupos posteriores. O processo de planejamento é gradual e sucessivo (MAXIMIANO, 2009). Ou seja, parte de uma definição básica apresentada no termo de abertura do projeto e segue sendo detalhado, e por vezes modificado, no decorrer do projeto, até que o mesmo esteja concluído.

É nesta etapa que é desenvolvida uma das partes mais importantes do projeto: a EAP - Estrutura Analítica do Projeto. É por meio da EAP que a equipe de projeto define as atividades que devem ser executadas, qual o melhor seqüenciamento e a estimativa dos recursos e da duração de cada uma delas. No fim têm-se o plano de gerenciamento do projeto, documento referencial às demais etapas, e que agrupa as informações relevantes para a execução do projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

2.3.3. Grupo de processos de execução

Os processos estão voltados à execução das atividades do projeto em função das especificações definidas junto aos clientes e da EAP criada no grupo de processos de planejamento. Para o PMBOK® (2009), este grupo consiste nos processos realizados para concluir o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto de forma a cumprir as especificações do projeto.

Além da realização das atividades conforme definições contidas no plano de gerenciamento, neste grupo também são identificadas as necessidades de mudanças, sendo estas propostas para integrar o plano de gerenciamento do projeto por meio da análise detalhada. No fim da execução, a saída principal são as entregas do projeto.

2.3.4. Grupo de processos de monitoramento e controle

Realiza o acompanhamento do projeto, avaliando seu andamento e desempenho e identificando mudanças durante o processo. Seu objetivo principal é assegurar que os objetivos sejam realizados.

Na gestão de processos, o planejamento e a execução alinhados à direção e da organização das inúmeras atividades não é suficiente para verificar se os resultados são os ideais, é preciso controlar, medir e avaliar os processos, em função das expectativas dos clientes e externos. Para medir e avaliar se as decisões tomadas na execução das atividades atingiram as metas e os objetivos inicialmente planejados é preciso realizar o controle sobre os processos. Por meio do controle e da avaliação do processo é que os responsáveis podem assegurar que o desempenho das atividades do processo atinge os objetivos pré-estabelecidos.

Oliveira (2007) cita algumas finalidades da função de controle e desempenho do processo, podendo-se destacar:

- Identificar problemas, falhas e erros que se transformam em desvios do planejado, com a finalidade de corrigi-los e de evitar sua reincidência;
- Fazer com que os resultados obtidos com a realização das operações estejam, tanto quanto possível, próximos dos resultados esperados e possibilitem o alcance das metas e a consecução dos objetivos;
- Proporcionar informações gerenciais periódicas, para que seja rápida a intervenção no desempenho do processo administrativo que está sendo avaliado.

A identificação dos problemas, das falhas e dos erros que ocorrem no decorrer da execução do processo, está diretamente relacionada à tomada de medidas que não permitam que os resultados obtidos se distanciem dos definidos inicialmente. Essa importância se dá sobre duas perspectivas. A primeira deve-se à tomada de ações corretivas e registro dos problemas ocorridos para que o erro não volte a acontecer e que seja registrado como medida preventiva às execuções futuras do processo. A segunda deve-se ao fato de que os responsáveis pelo processo devem garantir que a entrega corresponda ao que os clientes

desejam, redirecionando as atividades em função das expectativas iniciais. A geração de informações gerenciais surge como auxílio às duas primeiras citadas.

2.3.5. Grupo de processos de encerramento

Encerra formalmente o projeto. Para Maximiano (2009), o processo de encerrar um projeto consiste em entregar ou apresentar o produto e, provavelmente, transferi-lo para um processo produtivo ou operacional. O grupo de processos de encerramento consiste nos processos executados para finalizar todas as atividades, de todos os grupos de processos de gerenciamento de projetos, visando completar formalmente o projeto (PMBOK®, 2009). Para isto, é preciso realizar diversas ações como obter a aceitação dos principais clientes, revisar o resultado gerado, registrar os impactos e documentar as lições aprendidas etc.

A figura 3 apresenta por meio de uma visão geral a forma como os grupos são integrados. Pode-se observar que os grupos estão conectados por meio das saídas que produzem. A principal característica da integração dos grupos de processos é que os grupos não são totalmente definidos pela relação fim-começo, em que uma nova fase começa com o final da etapa anterior.

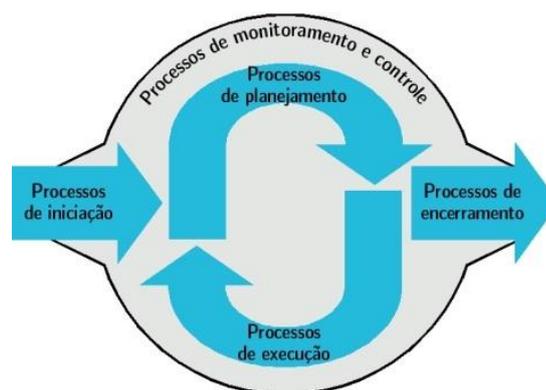


Figura 3 – Ciclo de vida do projeto

Fonte: Adaptado de PMBOK® (2009)

Conforme pode ser visto na figura 4, os grupos se sobrepõem, ou seja, uma fase se inicia antes que a fase anterior a ela se encerre. Essa característica tem maior relevância quando tratamos da relação entre o grupo Planejamento e o grupo Execução. Com o decorrer do projeto, diversos fatores, como mudanças de escopo do projeto por exigência do cliente, fazem com que seja necessário rever o planejamento inicialmente formulado. Outra característica interessante é a do grupo Monitoramento e controle. Ela se torna diferente dos outros grupos por não ser um grupo sequencial no ciclo de vida, mas sim por ser um grupo em constante utilização, desde a fase inicial até a fase final do projeto. Isso é importante para que a coerência entre resultado e expectativas iniciais possa ser atendida.



Figura 4 – Integração dos grupos de processos

Fonte: Adaptado de PMBOK (2009)

Ao se realizar um plano de projeto é preciso considerar um conjunto de áreas como escopo, cronograma, custos, riscos, qualidade entre outros. Para o PMBOK® (2009), no total devem ser consideradas doze áreas de conhecimento, conforme pode ser visto na figura 5, que também apresenta como as áreas de conhecimento estão inseridas dentro dos grupos de processos.

Os blocos verdes mostram a interseção entre as áreas de conhecimento e os grupos de processos. Estas interseções são compostas por fases. Estas fases podem ser representadas por processos de transformações, porém, com um maior nível de detalhamento. Dependendo da natureza do projeto, o número total de fases pode ser bastante elevado. É por meio da avaliação do tamanho, complexidade e impacto do projeto que se decide a necessidade e o número de fases, como também o grau de controle necessário (PMBOK®, 2009). As fases

podem ter uma relação seqüencial, em que cada fase inicia apenas com o término da fase anterior, ou podem ter uma relação sobreposta, em que uma fase se inicia antes que a fase anterior seja concluída, influenciando tanto a administração dos riscos como do cronograma do projeto. Na relação seqüencial os riscos diminuem, porém, há pouca flexibilidade quanto à redução do cronograma, ocorrendo o inverso na relação sobreposta.

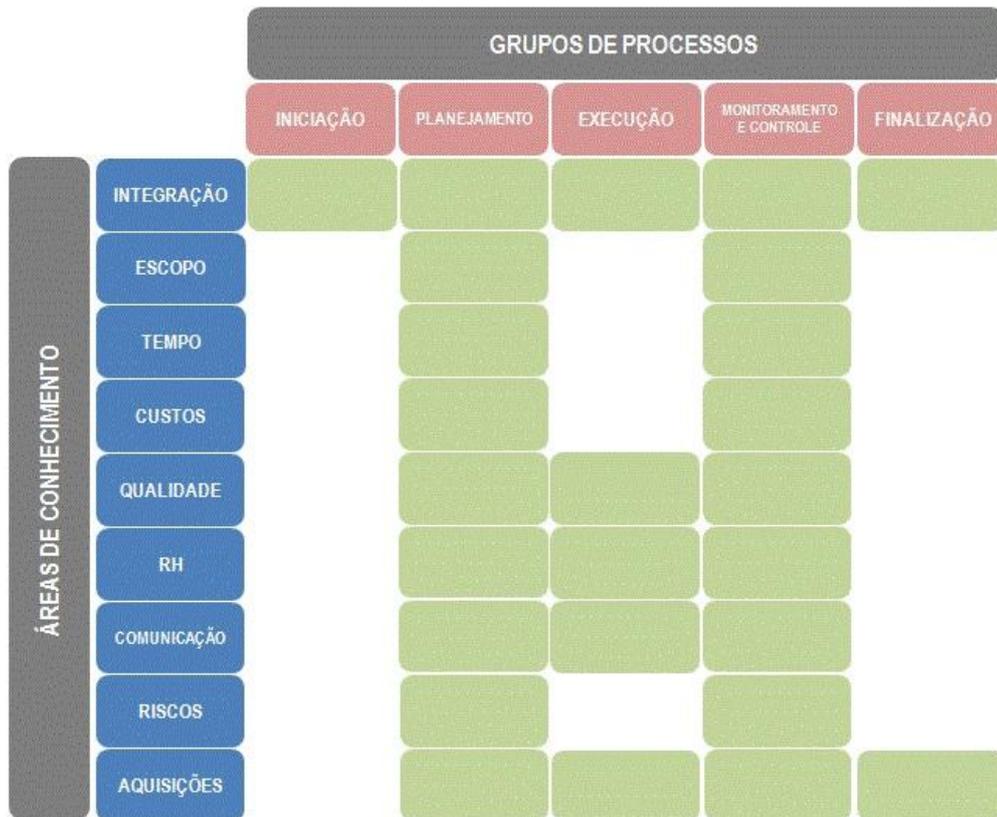


Figura 5 – Relação entre grupos de processos e áreas de conhecimento

Fonte: Adaptado de PMBOK® (2009)

Essa divisão em fases é extremamente importante e precisa ser bem administrada. As entregas de uma fase são utilizadas nas fases posteriores do projeto, o que torna necessário realizar revisões dos parâmetros levados em consideração no projeto sempre que uma fase é finalizada. Só depois de uma entrega ter sido avaliada e aprovada é que ela deve ser utilizada nas fases seguintes.

2.4. Integração dos processos do projeto

As gestões necessitam ser cuidadosamente coordenadas em um projeto de harmonização que leve à maximização do desempenho, com o mínimo de esforços e maior qualidade dos resultados (VALERIANO, 2001). É por meio da integração que se busca coordenar os processos considerados na realização de um determinado projeto em função dos requisitos de todas as partes interessadas. Para o PMBOK® (2009), esta integração é completada pela área de Gerenciamento da Integração do projeto. Este processo faz parte de todos os grupos de processos de iniciação e está dividido em seis processos menores, conforme pode ser visto na figura 6.



Figura 6 – Gerenciamento de Integração do Projeto
Fonte: Adaptado de PMBOK® (2009)

- Desenvolver o termo de abertura: gerado a partir da solicitação do cliente e tem como função iniciar formalmente o projeto, comprometendo os recursos necessários para a execução deste. Busca gerar uma visão do resultado esperado, apresentando informações sobre a necessidade do projeto, declaração inicial do escopo e plano estratégico do

produto. Em uma visão geral, o termo de abertura do projeto lista diversos parâmetros necessários para avaliação e aprovação do patrocinador do projeto. Para o PMBOK® (2009) devem ser considerados na formação do documento:

- Propósito ou justificativa do projeto;
 - Objetivos mensuráveis do projeto e critérios de sucesso relacionados;
 - Requisitos;
 - Descrição do projeto;
 - Resumo do cronograma;
 - Resumo do orçamento;
 - Requisitos para aprovação do projeto (o que constitui o sucesso do projeto, quem decide se o projeto é bem sucedido e quem assina o projeto);
 - Gerente do projeto, responsabilidade, nível de autoridade designados e
 - Nome e autoridade do patrocinador.
- Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto: este processo gera a documentação necessária para gerenciar os planos dos processos do projeto, definindo como este será executado, monitorado e controlado e finalizado. Seu nível de complexidade está diretamente relacionado à complexidade do projeto, de forma que quanto mais complexo o projeto for, maior nível de detalhamento será necessário. Em geral, aborda assuntos como o ciclo de vida do projeto, quais processos serão considerados no desenvolvimento, quais os níveis de implementação e como se dará a execução do trabalho. O plano de gerenciamento do projeto deve ser o guia para administração dos planos auxiliares, definidos como importantes para o projeto, e seu conteúdo depende diretamente da complexidade do projeto. Sua elaboração parte das definições especificadas no termo de abertura do projeto e deve apresentar no fim um plano contendo (PMBOK®, 2009):
- Ciclo de vida do projeto e processos aplicados a cada fase;
 - Processos selecionados, nível de implementação, descrição das ferramentas e técnicas;
 - Como o trabalho será executado;
 - Plano de gerenciamento de mudanças;
 - Forma de revisões;
 - Planos auxiliares contendo, mas não sendo limitados a:

- Plano de gerenciamento do escopo;
 - Plano de gerenciamento dos requisitos;
 - Plano de gerenciamento do cronograma;
 - Plano de gerenciamento dos custos;
 - Plano de gerenciamento da qualidade;
 - Plano de melhorias no processo;
 - Plano de gerenciamento dos recursos humanos;
 - Plano de gerenciamento das comunicações;
 - Plano de gerenciamento dos riscos;
 - Plano de gerenciamento das aquisições.
- Orientar e gerenciar a execução do projeto: define o plano de gerenciamento para atingir os objetivos e busca criar as entregas das fases por meio da execução das atividades, do gerenciamento dos recursos e da implementação de padrões a serem seguidos. Além disso, gerencia as diversas áreas de conhecimentos e emite solicitações de mudanças necessárias. Por fim, documenta as informações do desenvolvimento do projeto por meio das lições aprendidas.
- Monitorar e controlar o trabalho do projeto: deve ocorrer do início ao fim do projeto, pois é a partir dele que a equipe de projeto pode verificar o desempenho do projeto em função das expectativas inicialmente criadas e propor mudanças que se tornem necessárias.
- Realizar o controle integrado de mudanças: faz a identificação, a aprovação e o gerenciamento das mudanças que surgem após o plano inicial ter sido finalizado, seguindo com ações até o término do projeto e está voltado para todas as áreas de conhecimento.
- Encerrar o projeto ou fase: é responsável por terminar formalmente o projeto, finalizando todos os processos envolvidos. Deve-se buscar verificar, antes do encerramento, o atendimento às expectativas geradas em todas as fases anteriores, identificando se os objetivos foram alcançados.

2.5. Gerenciamento do escopo do projeto

Escopo é o produto ou serviço do projeto e os resultados que o projeto pretende produzir (HELDMAN, 2006). A correta definição do escopo do projeto é fundamental para o sucesso do projeto, pois é por meio do seu planejamento que será decidido qual o resultado do desenvolvimento. O gerenciamento do escopo envolve processos necessários para garantir que os vários elementos do projeto estejam apropriadamente coordenados (SIQUEIRA, 2007).

O termo escopo pode se referir tanto ao escopo do projeto quanto ao escopo do produto. Para Valeriano (2001), as diferenças básicas são que enquanto o escopo do produto define e delimita as funções e as características do produto ou do serviço a ser gerado, o escopo do projeto define e quantifica o trabalho a ser feito a fim de gerar o produto ou serviço tal como estabelecido no seu escopo.

Para Maximiano (2009) o processo de planejar o escopo divide-se em dois níveis: declaração e detalhamento. A declaração inicial do que se tornará o escopo do projeto é definido ainda no Termo de Abertura do projeto, enquanto o detalhamento se dá com o andamento das atividades do projeto.

O processo de definição de detalhamento do escopo faz parte do grupo de processo de planejamento do projeto e segundo o PMBOK[®] (2009) está dividido em cinco processos menores, conforme pode ser observado na figura 7.

- Coleta dos requisitos: processo responsável pela definição e documentação das funções e características funcionais do produto ou serviço apresentado como resultado, a partir da análise das expectativas dos clientes. Como é um fator determinante no sucesso do projeto, deve-se tomar bastante cuidado na coleta e gerenciamento dos requisitos, pois eles são importantes na formação da estrutura analítica do projeto. A utilização do termo de abertura é de extrema importância, já que ele fornece as características iniciais da idéia do produto ou serviço, como também o levantamento e registro das partes interessadas no projeto, tanto os clientes internos quanto os externos. Por fim, devem-se gerar dois resultados principais: a documentação dos requisitos, realizada de forma progressiva, ou

seja, com maior detalhamento conforme maiores detalhes forem conhecidos; e o plano de gerenciamento dos requisitos, que documenta como estes serão analisados, documentados e gerenciados do começo ao fim do projeto.



Figura 7 – Gerenciamento do escopo do projeto .
 Fonte: Adaptado de PMBOK® (2009)

- Definir o escopo: detalha o projeto, o produto e descreve o trabalho necessário para criar os mesmos. Conforme o projeto vai ocorrendo, mais informações sobre premissas e restrições são conhecidas e coletadas, de forma que a definição do escopo evolui progressivamente, definindo o trabalho a ser executado. Além disso, estabelece critérios para aceitação do produto.

É por meio da declaração do escopo do projeto que o trabalho do projeto é decomposto em atividades às quais se podem alocar recursos (HELDMAN, 2006), detalhar as entregas e o trabalho necessário para o projeto. Seu nível de detalhamento tem forte influencia sobre como será realizado o controle do escopo do projeto. Para o PMBOK® (2009), a declaração do escopo deve conter:

- Necessidade ou oportunidade;
- Objetivos;

- Descrição do escopo do projeto;
 - Descrição do escopo do produto;
 - Requisitos funcionais e não-funcionais;
 - Critérios de aceitação do produto;
 - Entregas;
 - Exclusões;
 - Restrições;
 - Premissas.
- Criar a EAP: o trabalho do projeto deve ser subdividido em partes menores, mais detalhadas. Este é o objetivo principal da Estrutura Analítica do Projeto. A decomposição ocorre sucessivamente, de forma hierárquica e voltada às entregas, transformando o trabalho em pacotes menores e mais fáceis de ser gerenciados, finalizando com os componentes fundamentais. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), é por meio dessa técnica que o trabalho do projeto, definido analiticamente na forma de texto, será decomposto em três tipos de elementos e suas relações: produtos do projeto, entregas e pacotes de trabalho. Os pacotes de trabalho são conjuntos de atividades no mais baixo nível da EDT; o resultado de seu trabalho será o produto ou determinada entrega parcial do projeto (BACK *et al.*, 2008).

PMBOK[®] (2009), Maximiano (2009), Back *et al.* (2008), Heldman (2006) afirmam que existem duas maneiras de se criar uma EAP. Em geral, ela tanto pode utilizar as fases do ciclo de vida do projeto como o primeiro nível de decomposição, com o produto e entregas inseridos no segundo nível (abordagem funcional), como também utilizando as entregas principais como o primeiro nível de decomposição (abordagem por produto), conforma pode ser visto na figura 8.

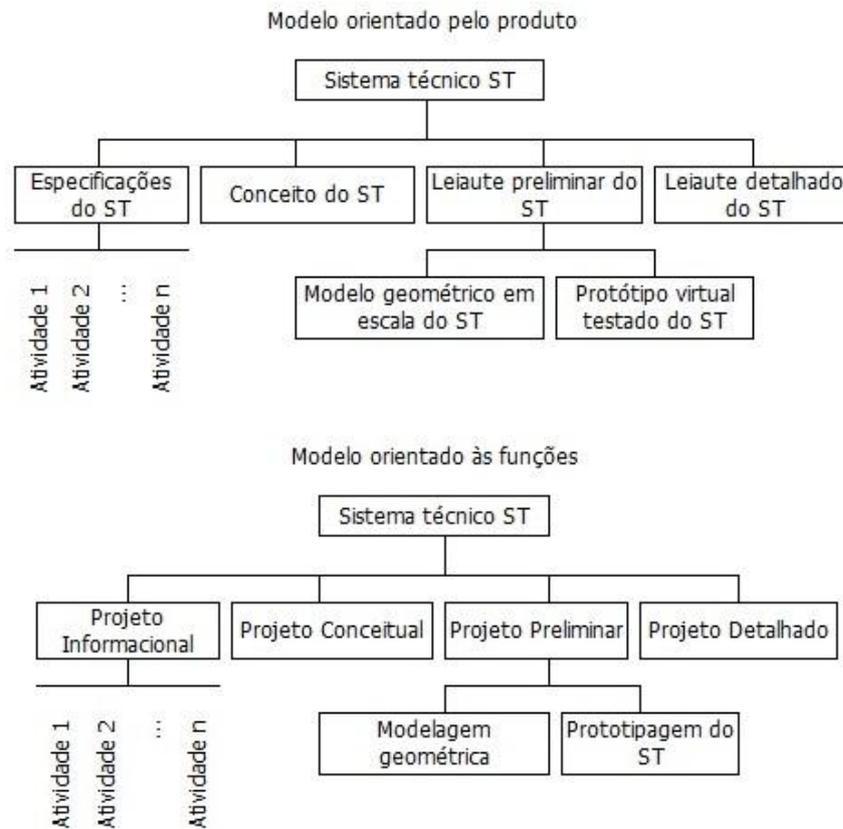


Figura 8 – Exemplos de abordagens na elaboração inicial da EAP

Fonte: Back *et al.* (2009)

- Verificar o escopo: é por meio desse processo que se formaliza a aceitação das entregas do projeto, por meio da revisão das entregas com o cliente, de forma que esse verifique se o resultado gerado atende suas expectativas iniciais. Caso o cliente julgue que o resultado final não há atendimento ao que foi inicialmente solicitado, são solicitadas mudanças para que sejam realizadas correções.
- Controlar o escopo: monitora o andamento do escopo do projeto e do seu gerenciamento. É por meio desse processo que é assegurada a realização das mudanças solicitadas de forma controlada. No final do processo são realizadas medições de desempenho do trabalho e atualização do plano de gerenciamento do projeto e de toda sua documentação.

CAPÍTULO III – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS – PDP

3.1. Introdução ao PDP

Produtos são quaisquer coisas que possam ser oferecidos a um mercado para satisfazer uma necessidade ou um desejo (CHENG & MELO FILHO, 2007).

As organizações que desenvolvem produtos estão sempre buscando, por meio de projetos, melhorias que agreguem valor sob a visão dos clientes. Segundo Back *et al.* (2008), o projeto de produto pode ser formulado como o ato, sujeito às restrições, de planejar uma peça ou sistema para atender de forma ótima às necessidades estabelecidas pelos clientes.

Ao analisar os parâmetros por meio do qual um produto ou serviço é considerável atraente para os clientes, tais como preço de venda, escopo, qualidade entre outros, pode-se concluir que é necessário a execução de um conjunto de atividades integradas, como foco no que o cliente deseja, para que o sucesso seja atingido.

Para Machado e Toledo (2008), o desenvolvimento de produtos corresponde a uma série de atividades organizadas com o objetivo de transformar um conceito de produto em um produto acabado tangível.

Rozenfeld *et al.* (2006) afirma que no desenvolvimento do produto deve-se considerar informações relativas à mercado, possibilidades/restrições tecnológicas e estratégias da empresa e de produto, principalmente no que se refere a especificação do projeto do produto e processo de produção.

Para Cheng (2007), um sistema de desenvolvimento de produto refere-se ao conjunto de processos, tarefas e atividades de planejamento, organização, decisão e ação envolvidos para que o sistema considerado alcance os resultados do sucesso esperado.

Em suma, o desenvolvimento de produtos é um processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto (BACK *et al.*, 2008).

Devido a sua natureza complexa, torna-se necessária a aplicação de modelos que auxiliem as organizações a alcançarem suas expectativas relacionadas aos parâmetros de desenvolvimento.

3.2. Modelos de desenvolvimento de produtos

A seguir são apresentadas três modelos de desenvolvimento de produtos. Apesar de possuírem estruturas diferentes, as atividades, no seu geral, buscam atingir resultados semelhantes. A diferença principal está na amplitude da modelo. Enquanto a proposta por Pahl *et al.* (2005) visa mais o procedimento sobre o foco do engenheiro mecânico, as modelos propostas por Rozenfeld *et al.* (2006) e Back *et al.* (2008) visam mais a gestão do desenvolvimento, partindo do pré-desenvolvimento, seguindo pelo desenvolvimento e finalizando com etapas responsáveis pela liberação, acompanhamento e descontinuidade do produto nas fases de pós-desenvolvimento.

3.2.1. Visão geral do modelo segundo Pahl *et al.* (2005)

Segundo o autor, é necessário, para o desenvolvimento de boas soluções, um procedimento que seja planejável, flexível, otimizável e verificável. Ele afirma que o fluxo do trabalho no desenvolvimento demanda o planejamento de três aspectos do produto:

- O planejamento do teor do processo de desenvolvimento e de projeto;
- O estabelecimento do cronograma das etapas de trabalho do processo de desenvolvimento e de projeto; e
- O planejamento dos custos do produto, visando não ultrapassar um limite prefixado.

Nesta modelo, o processo de desenvolvimento deve ser desdobrado nas seguintes fases principais:

- Planejar e esclarecer as tarefas: destina-se à coleta de informações sobre os requisitos colocados ao produto, bem como sobre as condicionantes existentes e sua relevância. O resultado é a definição informativa numa lista de requisitos;
- Conceber: parte do projeto na qual, após esclarecimento da tarefa, se define a solução preliminar.
- Projetar: partindo da solução preliminar, determina, de forma clara e completa, a estrutura da construção de um produto técnico segundo critérios técnicos e econômicos. Apresenta o anteprojeto, que é a definição básica e quantitativa da solução.
- Detalhar: parte do projeto que complementa a estrutura de construção de um produto técnico por meio de prescrições definitivas sobre a forma, dimensionamento e acabamento superficial de todas as peças, definição de todos os materiais, verificação das possibilidades de produção, bem como dos custos definitivos. O resultado é a definição da tecnologia de produção da solução.

A figura 9 apresenta as etapas de trabalho que formam as fases principais. Ao lado direito da figura pode-se observar as fases principais, descritas anteriormente, e nos retângulos as etapas de trabalho. Como as etapas são seqüenciais, é importante observar que os resultados gerados em cada etapa serão utilizados nas fases posteriores.

Também é importante ressaltar que antes de um resultado ser utilizado na fase posterior, é preciso avaliar se os resultados gerados são aqueles esperados. Esta avaliação é realizada por meio de etapas de decisão principais, representadas na figura 9 pelos hexágonos.

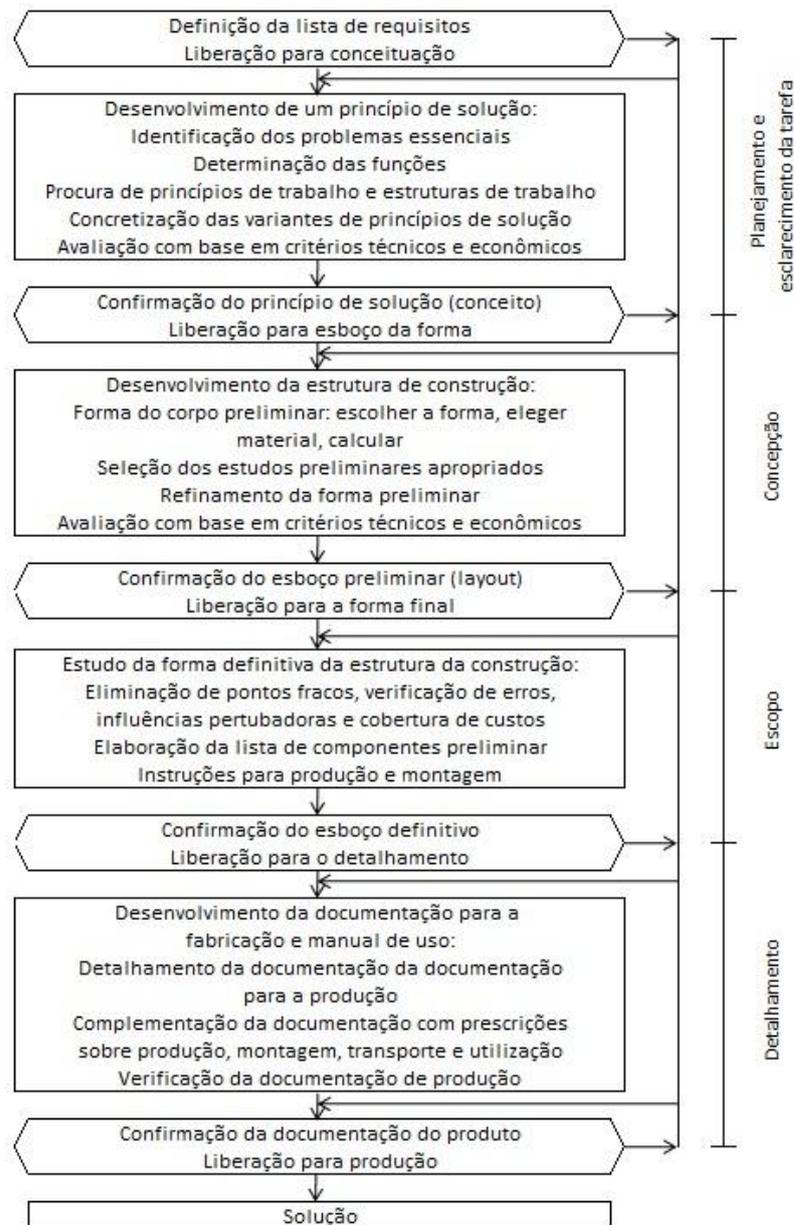


Figura 9 – Fases e atividades do trabalho

Fonte: Pahl *et al.* (2005)

3.2.2. Visão geral do modelo segundo Back *et al.* (2008)

Neste modelo pode-se observar que a fase de elaboração do projeto do produto é bem semelhante à proposta por Pahl *et al.* (2005). Porém, no geral, ela se diferencia por incorporar etapas que são executadas nos momentos anteriores e posteriores à fase de desenvolvimento, conforme pode ser visto na figura 10.



Figura 10 – Representação gráfica do modelo (ROMANO, 2003)

Fonte: Back et al. (2008)

Para Romano (2003) apud Back *et al.* (2008), o processo divide-se em três macrofases:

- Planejamento: corresponde à fase de planejamento do projeto, gerando o plano do projeto do produto como principal resultado. O planejamento do projeto é realizado em função das estratégias empresariais, utilizando conhecimentos relacionados à gestão de projetos para seu melhor desempenho;
- Elaboração do projeto do produto: envolve tanto a elaboração do projeto do produto como do seu processo de manufatura. Como pode ser visto na figura 10, é composto pelas fases Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Como resultado principal de cada fase têm-se: especificações de projeto, concepção do produto, a viabilidade técnica e econômica e documentação do produto. Cada um desses resultados é submetido à aprovação, realizando-se análises econômicas e financeiras e a atualização do plano do projeto.
- Implementação do lote piloto: envolve a execução do plano de manufatura na produção da empresa e o encerramento do projeto. Como pode ser visto na figura 10, é composta por três fases: preparação da produção, lançamento e validação do produto. Como resultado principal de cada fase tem-se: liberação do produto, liberação do lote piloto e validação do produto. Na primeira fase, enquanto o produto é avaliado quanto a sua liberação, os procedimentos de montagem são testados para verificação de não-conformidades no processo e, também, para treinar o pessoal responsável pela montagem. Para encerrar essa fase, a liberação é submetida à aprovação.

3.2.3. Visão geral do modelo segundo Rozenfeld *et al.* (2006)

Rozenfeld *et al.* (2006) propõe um modelo de referência a ser utilizado no processo de desenvolvimento de produtos, conforme pode ser visto na figura XX.

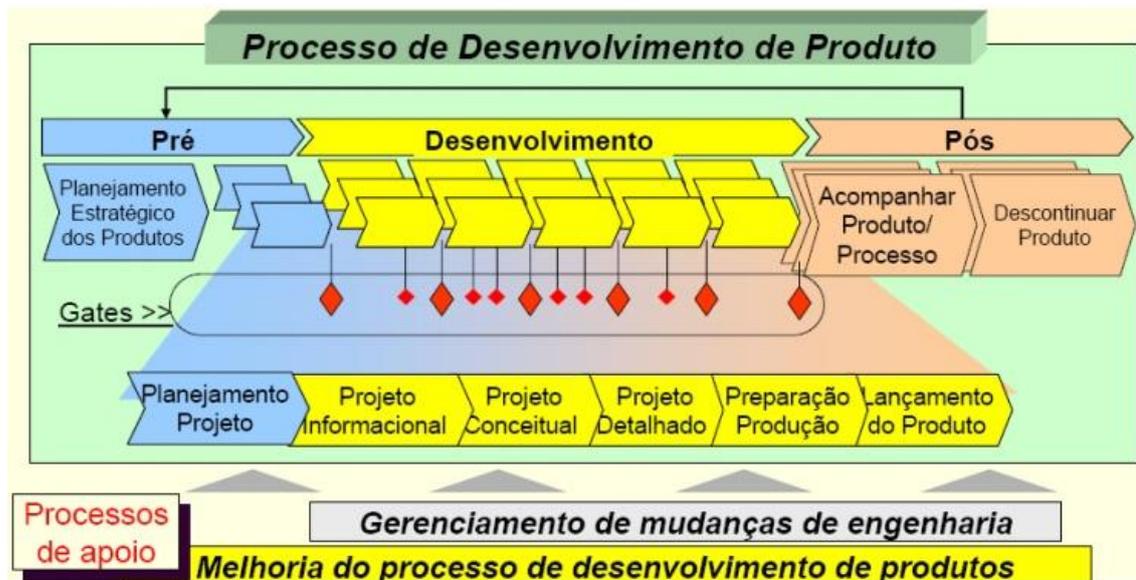


Figura 11 – Macrofases e fases do PDP

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

O autor divide o modelo em três macrofases:

- **Pré-desenvolvimento:** Além da fase de planejamento do projeto antes apresentada, a macrofase de pré-desenvolvimento também é composta por uma fase denominada Planejamento Estratégico do Produto. Nesta é realizada o planejamento de estratégico dos produtos com base no planejamento estratégico da organização e das unidades de negócios. A partir da estratégia empresarial, elabora-se um portfólio de produtos coerente com o que foi determinado inicialmente na estratégia.
- **Desenvolvimento:** Está voltada às atividades de desenvolvimento do produto e do seu processo de produção, encerrando quando o produto é lançado no mercado. É semelhante à macrofase Elaboração do projeto do produto, proposta de Back *et al.* (2008). A diferença principal está na retirada da fase Projeto preliminar e na antecipação da fase Lançamento do produto. Esta, nos dois modelos, são semelhantes em relação às atividades a serem

executadas e nos resultados gerados, a diferença situa-se mesmo na localização da fase quanto à sua macrofase.

- Pós-desenvolvimento: É responsável pelas atividades de controle, monitoramento e encerramento do produto após ele ter sido desenvolvido. Nesta encontram-se as fases de acompanhar produto/processo e descontinuar produto. Essas são atividades voltadas, respectivamente, para o acompanhamento do produto e do processo produtivo após a finalização da fase de desenvolvimento, avaliando principalmente o desempenho do produto no mercado, em função das metas estabelecidas como a satisfação do cliente ou porcentagem de mercado, e para a descontinuidade do produto quando as metas estabelecidas não são mais atingidas por proximidade do fim do ciclo de vida do produto, pela entrada de novos concorrentes ou por surgirem novas tecnologias.

Realizando uma comparação com os demais modelos apresentados, pode-se observar que a proposta de Rozenfeld é bem mais ampla que as anteriormente apresentadas. Além de englobar as fases apresentadas nos outros modelos, ele amplia o escopo das macrofases de pré e pós-desenvolvimento.

Sales e Naveiro (2010) apresentam um gráfico que relaciona as fases do modelo de referência proposto pro Rozenfeld ao gráfico de grupos de processos do PMBOK[®], conforme pode ser visto na figura 12.

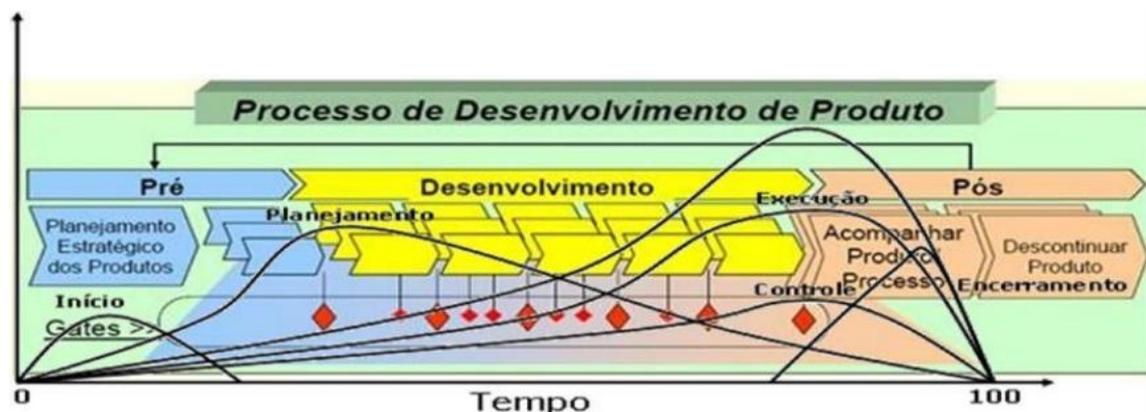


Figura 12 – Relação entre PDP e grupos de processos

Fonte: Sales e Naveiro (2010)

Embora haja diferença entre as macrofases estabelecidas pelos autores, no geral, as atividades a serem executadas são semelhantes, produzindo os mesmos resultados esperados. A diferença principal está no escopo do modelo.

Porém, a relação entre os grupos de processos do PMBOK® e das atividades do modelo de referência não está especificada. Almeida *et al.* (2008) apresenta um quadro que complementa o que foi apresentado anteriormente, conforme pode ser visto na figura 13.

MACRO FASE ->	DESENVOLVIMENTO				
FASE ->	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Detalhado	Preparação da Produção do Produto	Lançamento do Produto
GRUPO DE PROCESSO					
INICIAÇÃO	-	-	-	-	-
PLANEJAMENTO	Atualizar o Plano do Projeto Informacional Revisar e Atualizar o Escopo do Produto	Atualizar o Plano do Projeto Conceitual	Atualizar o Plano do Projeto Detalhado		Planejar lançamento
EXECUÇÃO	Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes	Modelar funcionalmente o produto	Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração	Obter recursos de fabricação	Desenvolver processo de vendas
	Identificar os requisitos dos clientes do produto	Desenvolver princípios de solução para as funções	Decidir por fazer ou comprar SSC	Planejar Produção Piloto	Desenvolver processo de distribuição
	Definir requisitos do produto	Desenvolver as alternativas de solução para o produto	Desenvolver fornecedores	Receber e instalar recursos	Desenvolver processo de atendimento ao cliente
	Definir especificações meta do produto	Definir arquitetura para o produto	Planejar o processo de fabricação e montagem	Produzir Lote Piloto	Desenvolver processo de assistência técnica
		Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)	Projetar recursos de fabricação	Homologar processo	Promover marketing de lançamento
		Definir ergonomia e estética	Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo	Otimizar produção	Lançar produto
		Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	Otimizar Produto e Processo	Certificar produto	Gerenciar lançamento
		Selecionar a concepção do produto	Criar material de suporte do produto	Desenvolver processo de produção	Atualizar plano de fim de vida
		Planejar o processo de manufatura macro/Definir plano macro de processo	Projetar embalagem	Desenvolver processo de manutenção	
		Atualizar estudo de viabilidade econômica	Planejar fim de vida do produto	Ensinar pessoal	
			Testar e Homologar produto		
		Enviar documentação do produto a parceiros			
MONITORAMENTO E CONTROLE	Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto Avaliar fase	Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto Avaliar fase	Monitorar a viabilidade econômico-financeira do produto Avaliar fase	Monitorar a viabilidade econômico-financeira Avaliar fase	Monitorar a viabilidade econômico-financeira Avaliar fase
ENCERRAMENTO	Aprovar fase Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	Aprovar fase Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	Aprovar fase Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	Aprovar fase- liberar produção Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas	Aprovar fase Documentar as decisões tomadas e registrar lições aprendidas

Figura 13 – Atividades do PDP distribuídas nos grupos de processos

Fonte: Almeida *et al.* (2008)

3.3. PROJETO INFORMACIONAL

Esta fase está voltada para o processo de transformação da idéia inicial do produto em suas especificações-meta, como pode ser visto na figura 14. No modelo proposto por Pahl *et al.* (2005), assemelha-se à fase Planejar e esclarecer as tarefas.

Na fase de planejamento do produto, dentre as saídas principais encontra-se a definição do escopo do produto. Essa definição transforma a idéia abstrata original do projeto em um conjunto de fatores a serem desenvolvidos, que deverão ser transformados em especificações-meta do produto. Esta é a função do Projeto Informacional. As idéias precisam ser transformadas em conceitos de forma que possam ser avaliadas e operacionalizadas pela organização (SLACK *et al.*, 2007).



Figura 14 – Entradas e saídas do projeto informacional

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

Rozenfeld *et al.* (2006) divide esta fase em cinco atividades principais:

- Revisar e atualizar o escopo do produto: parte do escopo do produto, analisando as informações coletadas de forma a entender de forma mais completa o problema do projeto e buscar novas e mais detalhadas informações para o desenvolvimento do produto.
- Detalhar ciclo de vida do produto e definir seus clientes: os modelos de ciclo de vida fornecem uma descrição da história do produto, descrevendo o estágio por meio dos quais

o produto passa. Em cada um destes estágios devem ser identificados os clientes que devem ser atendidos quanto às suas expectativas.

- Identificar os requisitos dos clientes do produto: nesta atividade procura-se levantar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida. Essas necessidades devem ser agrupadas e classificadas, incluindo às anteriormente encontradas.
- Definir os requisitos do produto: requisitos são os parâmetros mensuráveis associados à descrição do desempenho esperado. A obtenção dos requisitos do produto a partir dos requisitos dos clientes é uma importante atividade, pois definirá as características definitivas do produto. As afirmações e determinações da lista de requisitos estão ajustadas e sintonizadas às necessidades do desenvolvimento do projeto e às etapas de trabalho subsequentes (PAHL *et al.*, 2005).
- Definir especificações-meta do produto: especificações-meta é o conjunto de informações completas que serão utilizadas como base para as fases posteriores. Em geral, pode-se dizer que elas são guias à geração de soluções para o problema de projeto. Elas evoluem com o decorrer do projeto e são informações que podem mudar constantemente.

“A idéia de um produto pode apresentar-se de várias formas: descrição das características necessária, descrição funcional do produto, descrição dos seus princípios de funcionamento ou uma combinação das anteriores” (BACK *et al.*, 2008).

É necessário realizar uma análise do tipo de projeto, definindo se o produto é totalmente novo, se é evolução de um produto já existente, ou se é um produto que já existe no mercado, mas que é inédito na empresa. Para Back *et al.* (2008), cada um desses tipos de projeto apresentam características distintas:

- Projeto de inovação: alto grau de originalidade conceitual. É o caso mais complexo e no início haverá menos informações, pois não há um produto de referência.
- Projeto de evolução: são reprojatos de produtos existentes. Inicia-se a partir da intenção de introduzir melhorias no projeto de um produto existente, tarefa que é auxiliada pelo fato de existirem informações do projeto anterior.

- Projeto de variação: semelhante ao projeto de evolução, porém com a diferença de que neste são alteradas características como arranjos, dimensões, adaptações etc. Geralmente não há alterações na função nem nos princípios de solução.
- Projeto reverso: quando a organização pretende produzir um produto já existente no mercado. Geralmente aplica-se a engenharia reversa, por meio do qual o produto é adquirido e estudado para ser produzido na organização.

Para Pahl *et al.* (2005), quando se analisa idéias de produtos deve-se concentrar principalmente em torno das funções que o produto deve possuir. Deve-se analisar fatores como:

- Qual a função que o cliente exige?
- Quais funções já são atendidas?
- Quais funções complementam as atuais funções?
- Que funções representam uma generalização das funções até o momento atendidas?

Cheng e Melo Filho (2007), apresentam seis formas de obter as necessidades e desejos dos clientes:

- Reclamações: obtidas diretamente das reclamações dos clientes;
- Cartões de opinião: são distribuídos aos clientes no ato da compra, sendo o feedback obtido por meio das respostas dos clientes;
- Documentações internas: informações espalhadas pela organização, que não está disponível no momento e local onde seria útil;
- Conhecimento e experiência das pessoas: informações contidas nas pessoas, principalmente por aqueles que já participaram de projetos anteriores, e que devem ser transmitidas aos demais.
- Treinamento especializado: realização de treinamentos, cursos com especialistas sobre o assunto que será tratado ajudarão nas atividades de desenvolvimento.
- “Ser o cliente”: os integrantes da equipe de desenvolvimento devem se tornar clientes para que possam conhecer e entender os desejos e as necessidades dos clientes.

Como resultado do processo de transformação, obtém-se as especificações-meta do projeto. Para Slack *et al.* (2007), as especificações podem ser definidas como um conjunto de informações, que definem totalmente o produto ou serviço:

- Seu conceito global: especifica forma, função e o objetivo global do projeto.
- Seu pacote: especifica o conjunto de produtos e serviços individuais que são necessários.
- O processo pelo qual o projeto será realizado: voltado ao relacionamento entre produtos e serviços, componentes que formam o mecanismo do projeto.

As especificações de projeto são informações críticas para o desenvolvimento do projeto do produto. Caso as informações sejam incompletas no final do levantamento, será obtido um produto abaixo das expectativas dos clientes.

Segundo Hooker (1993) apud Back *et al.* (2008), para a redação das especificações do projeto deve-se adotar as seguintes orientações:

- Evitar suposições ruins ou erradas;
- Redigir requisitos ou especificações (o que fazer) e não formas de implementação (como fazer);
- Descrever especificações e não operações do produto a ser desenvolvido;
- Adotar termos precisos e com sentidos positivos;
- Adotar, nas sentenças, boa gramática e estrutura correta;
- Evitar esquecer especificações;
- Evitar o superdimensionamento ou a redundância das especificações do projeto.

3.4. PROJETO CONCEITUAL

Esta fase está voltada para o processo de transformação das especificações-meta na concepção do produto, como pode ser visto na figura 15.



Figura 15 – Entradas e saídas do projeto conceitual

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

O desenvolvimento de um produto é iniciado quando se dá a identificação de um determinado problema que será associado a um projeto específico. De acordo com o fluxo de trabalho, a etapa de concepção está prevista para vir seguida à etapa de esclarecimento do problema (PAHL *et al.*, 2005). O objetivo principal do projeto conceitual está na busca pela melhor solução frente a um determinado problema de projeto. Segundo Back *et al.* (2008), é importante comparar e combinar soluções ao longo do processo de projeto, selecionando a melhor e mais inovadora concepção para o produto.

Para Back *et al.* (2008), existem cinco passos na busca pelas soluções: formular o problema ou função global; estabelecer uma estrutura ou um fluxo de funções do problema; pesquisar ou criar princípios de solução alternativos para cada função da estrutura; combinar um princípio de cada função da estrutura para formar concepções alternativas para o problema global; selecionar as concepções viáveis. Para Baxter (1998), o projeto conceitual divide-se em três etapas: objetivos do projeto conceitual; geração de conceitos possíveis e; seleção de conceito, de acordo com a especificação do projeto. Já Rozenfeld *et al.* (2006) apresenta um modelo em que o projeto conceitual é dividido em diversas atividades, destacando-se para este estudo a atividade de Modelagem Funcional.

3.4.1. Modelagem funcional

Para a formulação das soluções para o problema do projeto, é necessário que o time de desenvolvimento considere um grande leque de idéias, sem se focar apenas naquelas convencionais. Tratar o problema de forma generalizada com a sua formulação em um plano abstrato é uma forma de abrir caminho para a obtenção de soluções melhores (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Segundo Santos (2003), no início do projeto conceitual, o problema do projeto complexo é decomposto sucessivamente em subproblemas de menor complexidade, até que se torne possível associar subsoluções a tais subproblemas. Partindo-se dessa afirmação, pode-se dizer que a modelagem funcional permite que um produto seja representado, inicialmente, por meio de funções decompostas a partir de uma função global. Para Pahl *et al.* (2005), a interligação das subfunções resulta na estrutura da função que representa a função global. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), na estrutura de funções, tem-se uma descrição que relaciona o sistema técnico e a física do problema por meio de fluxos básicos de energia, materiais e sinais.

Por sistemas técnicos se entende os aparelhos ou equipamentos que executam um processo de transformação ou um seqüenciamento de operações. Para Back *et al.* (2008), nestes sistemas, as características evidenciam-se da seguinte forma:

- Combinação de elementos ou partes que forma um todo complexo e que serve a um determinado propósito;
- O propósito deve ser declarado por uma função global;
- A função global pode ser desdobrada em funções menos complexas até os níveis mais elementares;
- Os sistemas técnicos podem ser considerados como processos de transformação do estado e das propriedades das grandezas de entrada nas de saída.

A função global é representada graficamente por um bloco em que existem entradas e saídas de um sistema representadas pelos fluxos de energia, material e sinal, por meio da qual

ela interage com outros sistemas periféricos, conforme pode ser visto na figura 16. Essa função é definida por meio da análise dos requisitos funcionais da solução e o mais importante é que ela sintetize o que realmente se pretende com o projeto do produto, pois é a partir dela que a estrutura funcional do produto será elaborada.



Figura 16 – Representação da função global

Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008)

O nível em que a função global se apresenta ainda não é suficiente para definir a melhor solução ao problema do projeto. Por conta disso, é necessário gerar uma estrutura de funções decomposta a partir da função global, e que se localizará em nível de complexidade menor, tornando mais fácil a busca por soluções.

Quando se inicia a decomposição da função global, existe a dificuldade de identificar as funções do sistema e como realizar seu arranjo de forma que o sistema técnico seja representado funcionalmente. Pahl *et al.* (2005) sugere, para o melhor desdobramento da função global, estabelecer primeiro o fluxo principal de forma não ambígua e, só na busca subsequente da solução, considerar os fluxos auxiliares.

Segundo Back *et al.* (2008), o método da síntese funcional divide-se em cinco passos:

- Decomposição da função global em uma estrutura com subfunções, identificadas nas especificações de projeto ou nas interfaces.
- Se a função parcial do segundo nível não propor um resultado que gere o entendimento da solução do problema, deve-se dar continuidade a decomposição a níveis de complexidade cada vez menores até o nível das funções elementares.
- As entradas e saídas de cada bloco devem ser identificadas, na medida do possível, quanto ao tipo (energia, material e sinal).

- É adequado iniciar o trabalho com a atenção no fluxo principal que, em geral, determina a função do sistema e é mais facilmente identificado a partir das especificações de projeto.
- Nas declarações de funções parciais e até o nível de funções elementares deve-se lançar mão o mínimo possível de diferentes pares de verbo-substantivo para declaração das funções.

Um modelo de resultado encontrado pode ser visualizado na figura 17.

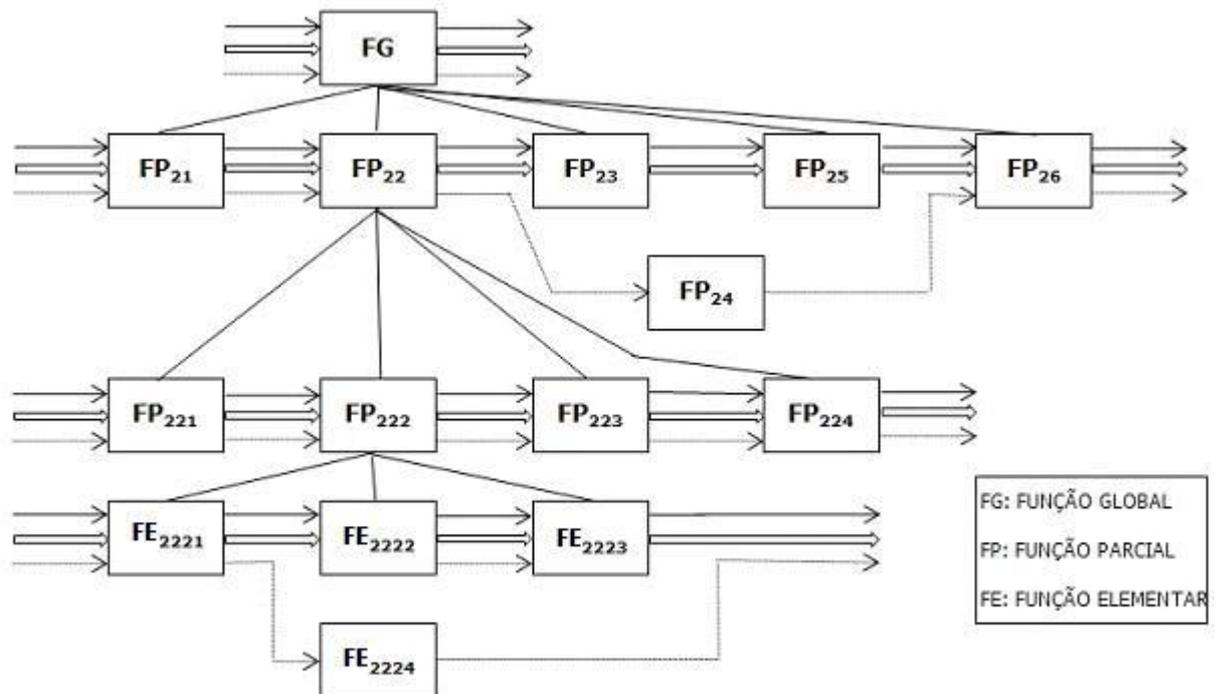


Figura 17 – Estrutura de funções
 Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008)

CAPÍTULO IV - ESTUDO DE CASO

O presente capítulo consiste na descrição do estudo do reprojeto de uma estrutura de esteiras utilizadas no processo de simulação de modelos de processos, por meio da avaliação do protótipo desenvolvido com base nos seus requisitos funcionais.

4.1. Etapas da pesquisa

A seguir é detalhado o estudo de caso sobre o projeto de melhoria da infraestrutura que compõe o módulo do processo operacional.

4.1.1. Etapa 01 – Descrição do ambiente de simulação

Nesta etapa será apresentada o ambiente de simulação no qual o protótipo de sistema de esteiras está inserido. Estas informações serão obtidas junto ao coordenador responsável pela elaboração do sistema de simulação e pela construção do protótipo do sistema de esteiras e objetiva contextualizar o protótipo dentro do sistema ao qual pertence.

4.1.2. Etapa 02 – Início e planejamento das atividades

Na etapa 02 é planejada e executada a fase de iniciação, buscando a integração de atividades da gestão de projetos e da gestão de desenvolvimento de produtos. Tem início com a descrição do termo de abertura do projeto, no qual seus tópicos são desenvolvidos com base

na avaliação do funcionamento do protótipo em função dos requisitos inicialmente levantados, em que se pode destacar a revisão e atualização do escopo do produto.

4.1.3. Etapa 03 – Especificações-meta: execução das atividades

Nesta etapa foi realizada a execução das atividades voltadas à obtenção das especificações-meta do produto. Partiu-se da observação do protótipo em funcionamento, seguindo com atividades relacionadas à revisão e atualização do escopo, por meio da identificação de melhorias possíveis.

4.1.4. Etapa 04 – Modelagem funcional: execução das atividades

Nesta etapa foi realizada a execução das atividades voltadas à obtenção da modelagem funcional do produto. Partiu-se da análise da função global do produto, para em seguida, por meio de uma seqüência de desdobramentos funcionais, estabelecer o fluxo das funções necessário para a montagem da estrutura de funções.

4.1.5. Etapa 05 – Monitoramento/Encerramento das atividades do projeto

Nesta última etapa é realizado o monitoramento dos resultados gerados na execução das atividades, realizando uma crítica com base nas funções definidas na modelagem funcional em função das especificações-meta definidas.

4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.2.1. Etapa 01 – Descrição do ambiente de simulação

Com o objetivo de realizar estudos voltados à eficácia e eficiência dos modelos de processos desenvolvidos nas organizações, foi realizado na Universidade Federal do Ceará, no curso de Engenharia de Produção Mecânica, um projeto voltado ao desenvolvimento de um sistema de simulação de modelos de processos.

O modelo de simulação desenvolvido é voltado à comparação, visando a avaliação do efeito das mudanças nas variáveis de controle, ou seja, entre os resultados gerados nas operações no processo operacional e aqueles esperados pela simulação do modelo do processo desenvolvido.

Desta forma, por meio da avaliação dos objetivos, foi elaborado um sistema de simulação composto por três diferentes módulos:

- **Módulo Modelagem de Processos:** para este, foi desenvolvido um ambiente computacional responsável pela modelagem dos processos organizacionais responsáveis pela simulação e controle dos processos operacionais.
- **Módulo Tecnologia da Informação:** formado pelas tecnologias de comunicação e de informação necessários à comunicação entre os modelos de processos e o processo operacional.
- **Módulo Processo Operacional:** composto pela infra-estrutura do processo operacional, objeto de estudo deste projeto.

A infra-estrutura desenvolvida pode ser visualizada na figura 18. O protótipo é composto por 11 esteiras, sendo 6 maiores utilizadas para o transporte dos itens entre as estações de trabalho, estas representadas pelas esteiras menores, no total de 5 unidades, e tem como função principal a representação do processo operacional de uma organização, buscando validar o modelo proposto e que foi modelado via software.

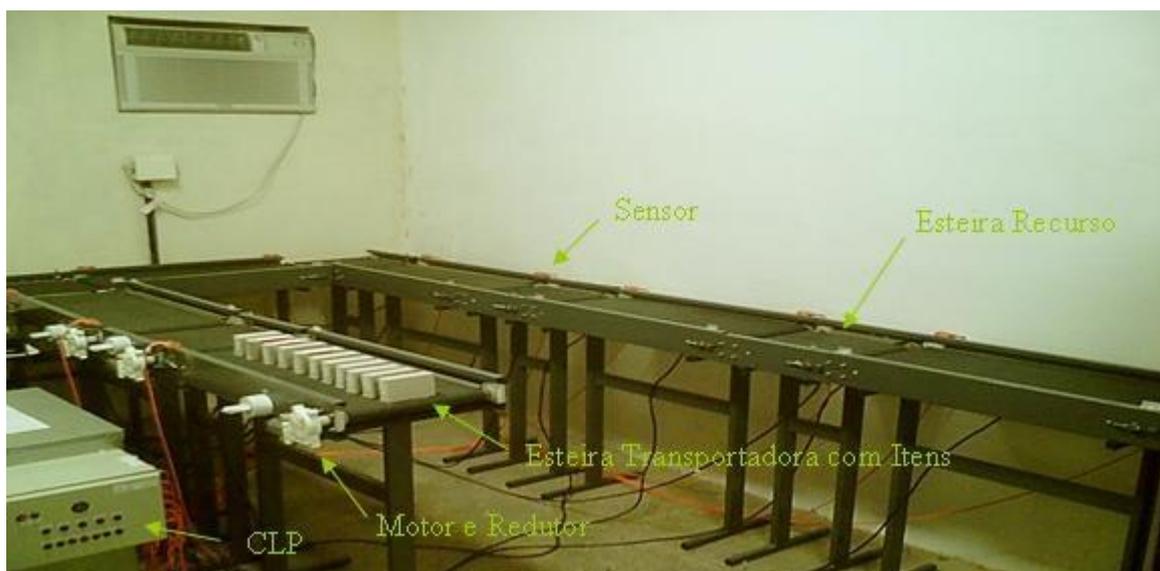


Figura 18 – Protótipo das esteiras.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.2. Etapa 02 – Início e planejamento das atividades

Ao apresentar o protótipo do sistema de esteiras, o coordenador do projeto sugeriu que fosse realizada uma avaliação das características funcionais do protótipo. Desta forma, o projeto apresentado neste trabalho não busca o desenvolvimento de um novo produto, mas sim a melhoria de um produto existente, podendo ser classificado como um projeto de evolução que busca agregar melhorias ao produto existente.

Devido a esta característica, no grupo de processo de iniciação, o projeto não necessita da elaboração de um amplo termo de abertura. Alguns itens como declaração inicial do escopo podem ser excluídos e outros como resumo do cronograma e do orçamento estão fora do escopo deste trabalho. Porém, como é necessário uma formalização da permissão de desenvolvimento do projeto, o termo de abertura do projeto apresenta tópicos voltados à justificativa e à descrição necessários para formalização do projeto:

- Justificativa do projeto: avaliação do protótipo gerado de forma a ser propor melhorias e análise das funções existentes, por meio da qual serão definidos requisitos funcionais que

não foram atendidos no projeto inicial e que são necessários para melhor operação do produto e coleta dos dados gerados.

- Descrição do projeto: deverá ser realizado utilizando conceitos de gestão de projetos e de desenvolvimento de produtos. As atividades destes devem ser enquadradas dentro dos grupos de processos de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento do projeto, e deve ser formalizado por meio da Estrutura Analítica do Projeto- EAP - a ser desenvolvida.

Iniciado o projeto, partiu-se para o planejamento do projeto. Entre os grupos apresentados no PMBOK[®], para a necessidade deste estudo, foram selecionados os grupos Integração e Escopo do Projeto.

Por meio do grupo de integração dos processos definiu-se como o projeto seria planejado, executado, monitorado e controlado e finalizado. No planejamento considerou-se as fases do processo de desenvolvimento do produto, listando apenas as atividades que seriam necessárias para o desenvolvimento do trabalho proposto neste estudo. A execução das atividades foi limitado à modelagem funcional das funções existentes no protótipo e na integração das melhorias propostas. O monitoramento e controle, conforme apresentado na literatura, não seguiu uma linearidade em relação às demais etapas. Assim, o início da execução do projeto se deu com o monitoramento e controle do escopo do protótipo em função dos requisitos inicialmente levantados, sintetizado pela atividade Revisar e atualizar Escopo do Produto. Após a execução das atividades necessárias, novos monitoramento foram realizados, avaliando os resultados gerados. Por fim, realizou-se o monitoramento do resultado gerado na modelagem funcional, com base nas especificações-meta, de forma que o projeto pode ser encerrado.

Na análise do escopo do projeto foi definido o trabalho a ser executado. Inicialmente, com base nas fases do processo de desenvolvimento do produto, chegou-se a escolha do tipo de EAP a ser elaborada, optando-se pelo modelo orientado pelo resultado a ser gerado. Na figura 19 pode ser observada a EAP gerada.

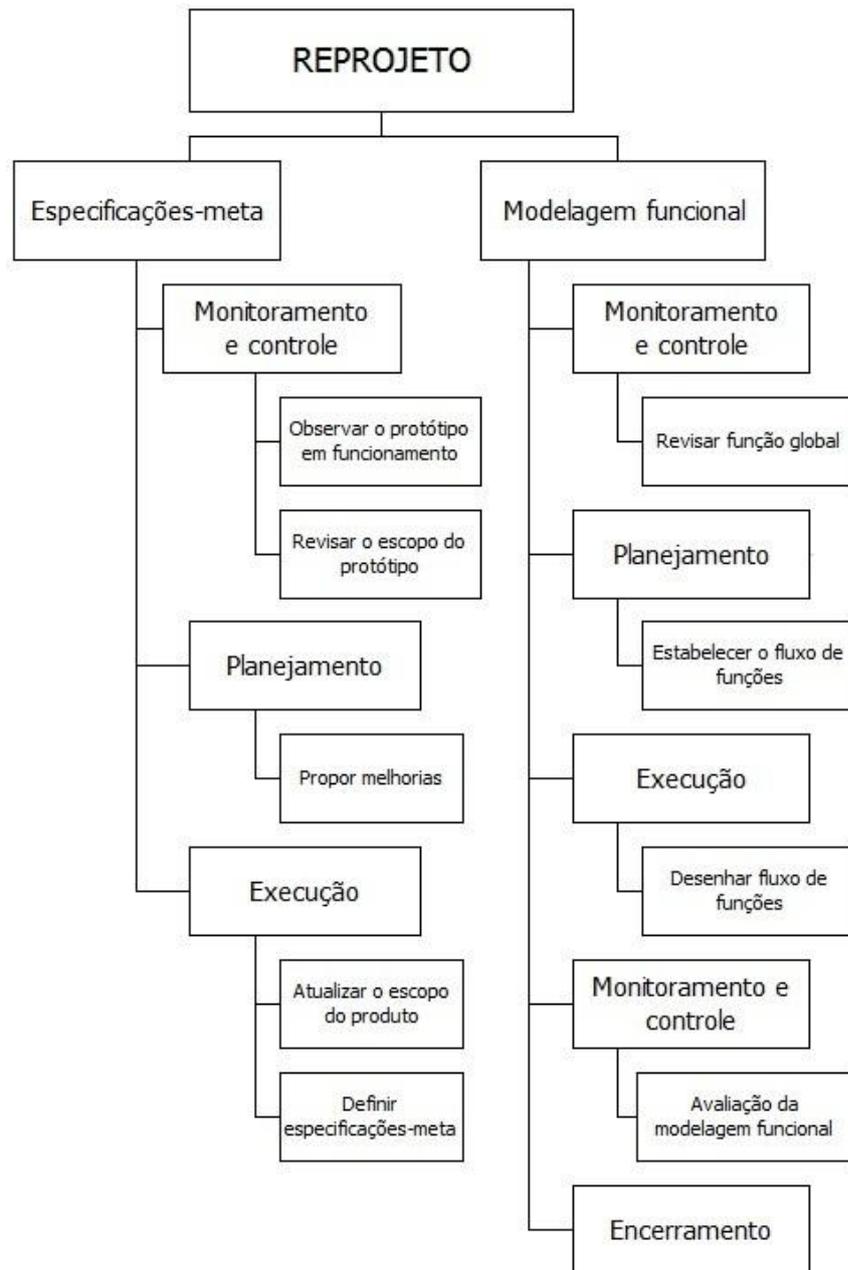


Figura 19 – Estrutura Analítica do Projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A EAP foi construída com base em duas entregas principais: especificações-meta e modelagem funcional.

A entrega Especificações-meta possui dois pacotes de trabalho, com cinco atividades no total.

A busca pelas especificações-meta tem início com as atividades voltadas ao monitoramento do atendimento dos requisitos iniciais no protótipo construído. A primeira atividade é a de observar o protótipo em funcionamento, para listar todas as funções que o sistema possui. Esta observação é importante pois torna possível ao observador “ser o cliente”, passando a entender melhor as necessidades dos usuários do sistema. Assim, de posse da lista de requisitos iniciais, é possível realizar a revisão do escopo do protótipo. Esta revisão é importante para identificar quais funções já existem no produto, o que servirá de base para a proposição de novas funções complementares às existentes.

A modelagem funcional depende diretamente das especificações-meta estabelecidas e é o resultado final deste estudo. Da mesma forma que foi planejado quanto às especificações-meta, a primeiras atividades estão voltadas para o monitoramento, especificamente na revisão da função global inicialmente determinada.

A atividade seguinte corresponde ao estabelecimento do fluxo de funções, base para o desenho da estrutura de funções, que servirá como entrada às fases posteriores do projeto conceitual. Desenhado a estrutura até as funções elementares, faz-se uma avaliação do atendimento quanto às especificações-meta estabelecidas, a qual, após aprovada, encerra esta etapa do projeto.

4.2.3. Etapa 03 – Especificações-meta: execução das atividades

Quando o sistema é acionado, as esteiras de transporte começam a girar automaticamente, transportando os itens à estação seguinte. Sempre que um item entra em uma determinada estação, ao passar pelo sensor localizado na sua entrada, ocorre o registro da hora de entrada e a esteira da estação de trabalho pára de funcionar, permitindo que o operador atue sobre o item. Finalizado o processo de transformação, o operador aciona o deslocamento por meio de um botão manual que volta a girar a esteira da estação de trabalho, fazendo com que o item passe pelo sensor localizado na saída, registrando a hora de saída do item. Por meio das funções atribuídas ao CLP, é possível recuperar os dados dos sistema em

operação. Por fim, o cadastro da fila dos itens no software, determinando a qual pedido de determinado cliente cada item pertence, satisfaz o último requisito da lista citada.

Porém, por meio da observação entre interações entre duas estações sequenciais foi possível perceber que alguns requisitos importantes não foram considerados.

Após um determinado item ser processado em uma estação, ele é transportado até a estação seguinte. Se considerarmos que o tempo necessário para realizar a etapa seguinte é superior à etapa executada, em certo momento passará a existir um estoque intermediário, sendo este maior quanto maior for a diferença entre os tempos de execução das duas estações de trabalhos sequenciais.

Como as esteiras de transporte não param de girar, com a presença do estoque intermediário, os itens se misturam e acabam saindo da ordem estabelecida inicialmente, o que faz com que o requisito de gravação de dados considerando cada item agregado a determinadas ordens de produção e estas associadas a clientes específicos não seja atendido.

Avaliado o funcionamento do protótipo, passou-se à revisão do escopo do protótipo. Por meio da análise de documentos anteriores à construção do protótipo, foram listadas as especificações utilizadas para definição do protótipo, das quais pode-se citar:

- Ser capaz de recuperar dados do sistema em operação;
- Ter o transporte para a estação seguinte acionado pelo operador;
- Receber, nas estações de trabalho, os itens em processo, pelos recursos operacionais, de forma automática e com uma velocidade de transporte adequada;
- Transportar um item para o final da fila seguinte, depois de seu processamento;
- Identificar horas de início e fim de processamento dos recursos;
- Gravar os dados considerando cada item agregado a determinadas ordens de produção, com estas associadas a clientes específicos.

Todos estas especificações foram atendidas na construção do protótipo, porém, dos novos requisitos funcionais que foram levantados, pode-se propor as seguintes melhorias, resumidas nas seguintes especificações-meta:

- Avaliar de forma diferente a primeira estação de trabalho das demais estações;

- Acionar manualmente o envio de uma nova matéria-prima à primeira estação de trabalho;
- Interromper de forma automática o fluxo de itens enfileirados;
- Interromper o fluxo entre estações sem que a esteira de transporte seja desligada;
- Manter a ordem, sendo enviado sempre à estação seguinte o primeiro item processado na estação anterior e assim sucessivamente para os demais itens;
- Restaurar de forma automática o fluxo dos itens enfileirados sempre que o item em processo for finalizado, enviando um único item por vez.

4.2.4. Etapa 04 – Modelagem funcional: execução das atividades

Definidas as novas especificações-meta, passou-se à busca pela próxima entrega de projeto: a modelagem funcional.

Primeiramente foi avaliada a função global sob a ótica do projeto inicial. O desenho da função global pode ser visualizada na figura 20.



Figura 20 – Função global.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da definição da função global foi possível estabelecer o fluxo de funções necessários para a formação da estrutura de funções. Como o sistema é composto por três módulos que interagem entre si, o primeiro desdobramento da função global gera o fluxo principal apresentado na figura 21.

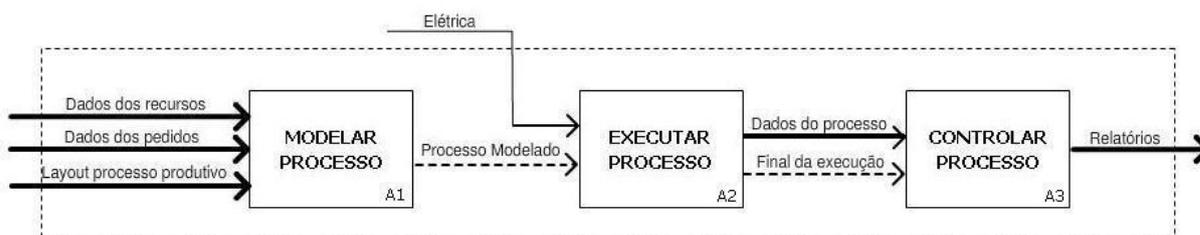


Figura 21 – Fluxo principal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a função Modelar Processo existem três entradas, voltadas a servir como dados iniciais para a modelagem do processo a ser simulado. Os dados de recursos correspondem às informações sobre mão-de-obra, capacidades das máquinas, tempos e seqüenciamento operacionais entre outros; os dados de pedidos correspondem às informações sobre quantidades a serem produzidas, associação dos pedidos aos clientes, associação dos itens aos pedidos, seqüenciamento de pedidos; e, por fim, o layout do processo produtivo corresponde ao layout das máquinas considerando o seqüenciamento operacional avaliado.

A função Controlar Processo apresenta como entrada as saídas obtidas na função Executar Processo. Apesar de fazer parte do mesmo sistema, devido à natureza da sua modelagem estar voltada para o fluxo de informações, ela não tem seu desdobramento realizado no presente estudo. Ainda assim, dentro do desdobramento da função Executar Processo, são representadas às saídas que serão utilizadas como entradas nas funções de controle.

A função Executar processo tem como objetivo a modelagem funcional da infraestrutura utilizada no processo operacional. A modelagem funcional desta função deve considerar o desenho da infraestrutura apresentada no protótipo, inserindo as funções responsáveis pela inserção das especificações-meta obtidas na primeira etapa da execução.

A primeira estação de trabalho diferencia-se das demais por ser a única que recebe os itens sem qualquer processamento, de forma que não existe estoque em processo. Desta forma, pode-se realizar o primeiro desdobramento da função executar processo, conforme pode ser visto na figura 22.

A primeira função, Integrar Processos, envolve a definição da forma que se realiza a comunicação entre os sistemas, o que gera o processo modelado e o sistema de execução que

executa este processo. O processo modelado é enviado ao sistema, que deve reconhecer o protocolo de comunicação, disparando o funcionamento das esteiras, representado pela função Movimentar Esteiras.

A função Movimentar Esteira transforma energia elétrica em energia mecânica, iniciando assim o fluxo de transporte dos itens a serem processados. Quando o primeiro item superar o limite entre o módulo de transporte e a estação de processamento, deve-se esperar um tempo pré-determinado para se interromper o fluxo dos itens enfileirados. Esse tempo é representado pelo sinal Tempo para Parada. Depois de tempo para parada, a função Parar Esteiras é acionada e isso gera um sinal denominado Item em processo, que é enviado ao sistema de controle do processo, de forma a se obter os dados relacionados ao tempo de processamento.

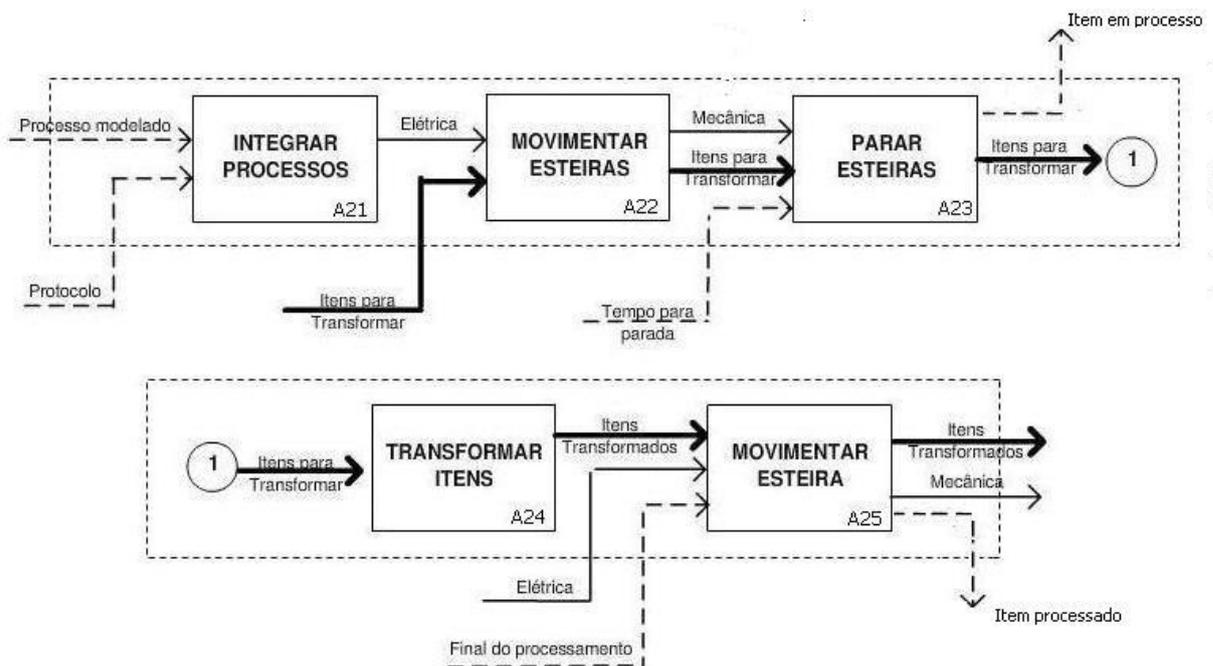


Figura 22 – Desdobramento voltado à primeira estação de trabalho.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o usuário ter realizado a tarefa de processamento, ele informa de forma manual ao sistema de execução que ele pode reativar a esteira e enviar para a estação de trabalho o segundo item da fila. Além disso, um outro sinal é enviado ao sistema de controle, informando sobre o tempo que foi utilizado para a finalização do processamento.

Finalizado este primeiro desdobramento, realizou-se o desdobramento voltado às demais estações de trabalho. O desdobramento é apresentado na figura 23.

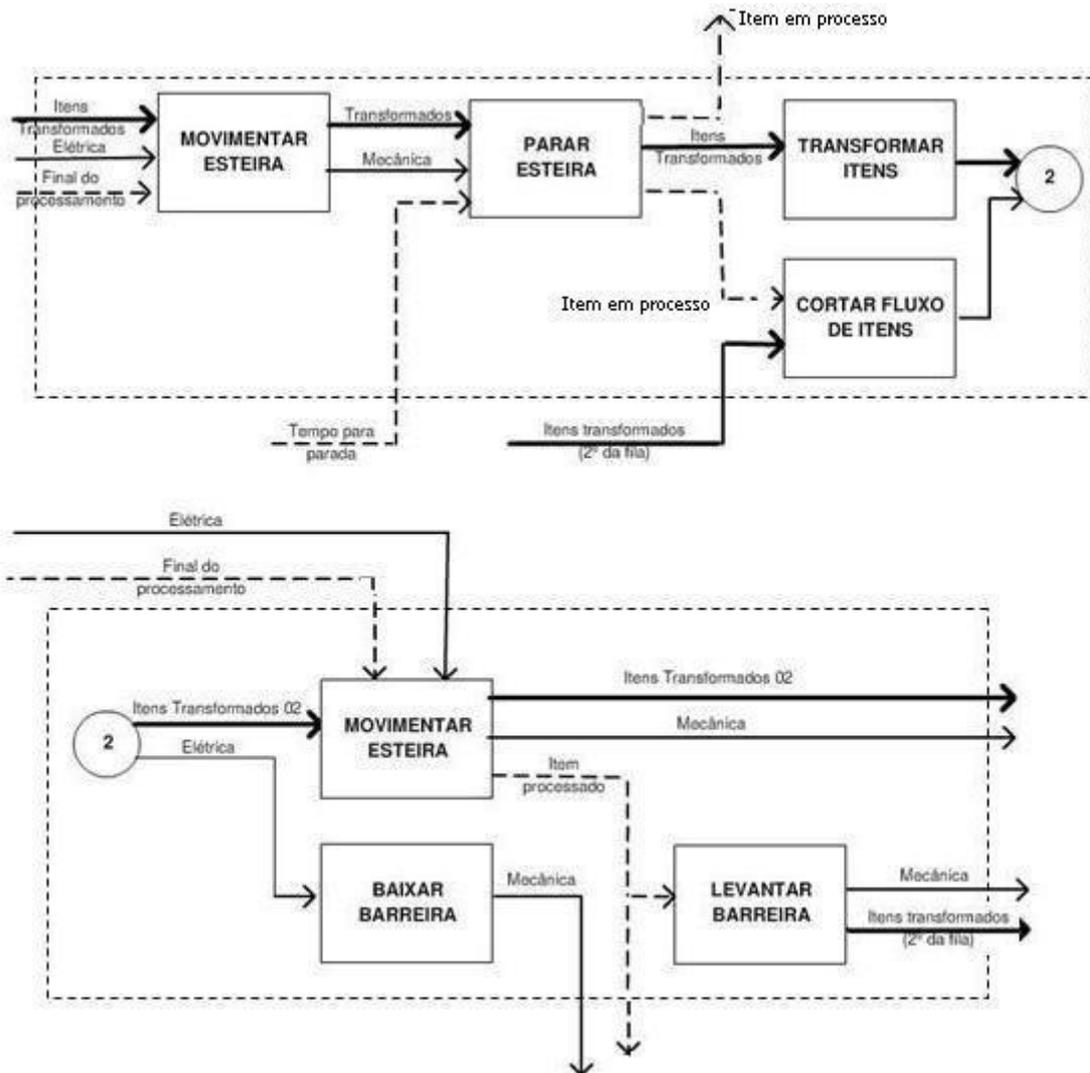


Figura 23 – Desdobramento voltado às demais estações.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira função, Movimentar Esteira, têm-se como entrada os itens que foram transformados na estação anterior. O sinal Final do Processamento serve para indicar que a esteira que conduzirá os itens para a próxima estação deve ser acionada. De forma semelhante ao desdobramento anterior, um tempo de parada é disparado quando o item cruza o limite entre o módulo de transporte e a estação de trabalho. Porém, existe uma diferença significativa a partir dessa função.

Como o tempo de processamento numa determinada estação pode ser superior ao tempo da estação anterior, o item transformado não pode ficar acumulado na estação de trabalho anterior. Por conta disso, quando o item cruza o limite entre módulo de transporte e estação de trabalho, apenas a esteira da estação de trabalho é parada, mantendo-se a esteira do módulo em funcionamento. Porém, como no requisito foi determinado que o fluxo deve ser interrompido na estação até que o item seja processado, tornou-se necessária uma nova função denominada Cortar Fluxo de Itens.

A única saída da função Corta Fluxo de Itens é a emissão de energia voltada para o acionamento da barreira, a ser definida na concepção das soluções, que servirá como entrada para a função Baixar Barreira.

Em paralelo, temos as funções Transforma Itens e Movimentar Esteira, que são semelhantes às funções especificadas no desdobramento do primeiro fluxo, porém com duas diferenças.

A primeira está relacionada à reativação apenas da esteira da estação, já que no módulo de transporte, conforme dito anteriormente, o movimento da esteira não foi interrompido. A segunda está relacionada com a emissão do sinal denominado Item Processado. Além deste ser enviado ao sistema de controle, ele também serve como entrada à função Levantar Barreira, que foca o restabelecimento do fluxo de itens, permitindo que o primeiro item parado na barreira seja enviado para a estação de trabalho.

4.2.5. Etapa 05 – Monitoramento e encerramento das atividades

Como existem duas entregas previstas na EAP, realizou-se uma análise individual de cada uma das entregas.

A determinação das especificações-meta estão voltados à definição de aspectos funcionais do sistema, complementando o levantamento anteriormente realizado. Porém, quanto à modelagem funcional, avaliando-se a estrutura de funções definidas, pode-se afirmar

que após a conclusão do desdobramento da função Executar Processo, chegou-se à conclusão de que das seis especificações listadas, cinco foram atendidas, excetuando-se a especificação Manter a ordem, que solicita o envio de itens na ordem do processamento inicial. Chegou-se a esta conclusão após realização de uma análise crítica quanto a se desenvolver uma barreira como elemento bloqueador do fluxo.

Nesta barreira, os itens, devido ao movimento contínuo das esteiras e com seu tamanho menor que a dimensão destas, poderiam ser misturados enquanto bloqueados, prejudicando a ordem necessária. Ou seja, o primeiro item a sair da estação anterior poderia não ser o primeiro item a ser processado na estação seguinte. Isto implica em dizer que, em um sistema real, os pedidos de clientes específicos seriam misturados e enviados a outros clientes de forma errônea.

Assim, não é possível encerrar o projeto. É preciso realizar um novo ciclo de atividades, partindo-se de um novo planejamento que considere as observações apresentadas no monitoramento pós modelagem funcional.

4.3. Considerações finais

Elaborado e aplicado um processo conveniente ao tipo de projeto e à necessidade do estudo, verificou-se que a aplicação do processo formal apresenta vantagens quanto ao desenvolvimento sem modelo de gestão, o que pode ser constatado pela melhoria na definição das especificações-meta do produto e pelo modo como os resultados são avaliados sob a ótica de parâmetros importantes para o sucesso da solução gerada.

Porém, apenas a aplicação de um processo formal mostrou não ser suficiente para se encontrar a melhor solução possível. Apesar da definição das especificações ter sido aceita na etapa de monitoramento, quando se analisa a modelagem funcional, foi identificado um problema.

Ao ser realizada a definição das funções voltadas às demais estações de trabalho, constatou-se que o desdobramento apresentado limita as opções possíveis. Isso se deve ao fator de que não se partiu de uma definição abstrata da solução, mas sim de um conceito pré-estabelecido, o que acabou por limitar às opções de solução. Desta forma, conclui-se que a modelagem funcional conforme apresentada não é suficiente, sendo preciso gerar outras opções de solução de forma que a melhor opção possa ser selecionada.

CAPÍTULO V – CONCLUSÃO

Neste trabalho foram apresentadas as etapas para desenvolvimento do projeto de melhoria de uma infraestrutura utilizada como suporte ao sistema de simulação de modelos de processos, utilizando como principais referências os processos propostos por PMBOK (2009), relativo à gestão de projetos, e Rozenfeld *et al.* (2006), relativo ao desenvolvimento de produtos.

Como principais resultados foram obtidas a Estrutura Analítica de Projetos, a atualização do escopo do produto, a identificação de especificações funcionais não definidas antes da construção do protótipo e a modelagem funcional com base no conjunto formado pelas especificações totais levantadas.

Após uma breve iniciação do projeto por meio do qual foi apresentada a justificativa e o objetivo do projeto, formalizando o início deste, passou-se à etapa seguinte, definida como planejamento das atividades. Esta etapa foi importante por apresentar um esclarecimento sobre o que o projeto deveria ser e gerar como resultado, informações que serviram como base para as atividades seguintes.

Em seguida foi realizado o planejamento. Devido ao projeto ser voltado à melhoria de um produto existente, o número de atividades foram reduzidas. Do total de áreas de conhecimentos voltados à gestão de projetos foram selecionadas as áreas Integração e Escopo do projeto. Quanto ao processo de desenvolvimento de produtos, foram consideradas atividades de duas fases: o Projeto Informacional e o Projeto Conceitual.

O planejamento foi importante por reduzir o número de atividades a um conjunto suficiente para se atingir os objetivos. Definiu-se que o escopo do projeto partiria da observação do protótipo em funcionamento e terminaria com a modelagem funcional do produto. No fim, obteve-se uma Estrutura Analítica de Projeto voltada à apresentação dos resultados, integrado as atividades voltadas à gestão de projetos e ao processo de desenvolvimento de produtos, sendo este englobado dentro dos grupos de processo, conforme havia sido definido nos objetivos.

Finalizado o planejamento, passou-se à execução das atividades na busca pelas entregas definidas na EAP. Primeiro buscou-se a definição das especificações-meta. A execução teve início com a observação do protótipo em funcionamento, por meio da qual foi realizada a revisão do escopo do protótipo. Constatou-se que apesar do protótipo atender às especificações definidas no projeto original, algumas especificações importantes não haviam sido definidas. Assim, foram propostas melhorias que deram uma nova definição ao escopo do produto, resumidas em uma lista de novas especificações.

Este novo conjunto de especificações serviu como base à modelagem funcional do produto. Na execução das atividades voltadas à modelagem, inicialmente realizou-se uma revisão da função global, a qual foi desdobrada em um primeiro desdobramento composto pelos módulos do sistema.

Em seguida foram realizados novos desdobramentos da função Executar Processo, já que esta é a função a qual a infraestrutura pertence. Ao se realizar uma análise das estações de trabalho, percebeu-se uma diferença entre a natureza da primeira estação de trabalho em relação às demais estações. Enquanto a primeira estação é a única responsável pela transformação da matéria-prima, as demais estações são responsáveis pelas etapas seguintes do processo, o que implica, caso o tempo de processamento nestas seja maior, em estoques intermediários. Desta forma, tornou-se necessário realizar dois desdobramentos, um voltado à primeira estação e outro voltado às demais.

Após a finalização da execução, foi realizado um monitoramento dos resultados apresentados. Quanto à definição das especificações, concluiu-se que a nova lista de especificações apresentadas era suficiente para definição do novo escopo do produto. Porém, quanto à definição da modelagem funcional, observou-se insuficiência do resultado gerado, de forma que o projeto não foi encerrado, sendo necessária nova revisão. Desta forma, percebe-se a importância da etapa de monitoramento e controle, pois, ao impedir que o resultado gerado seja aceito conforme a primeira realização, permite que o projeto seja retrabalhado antes do início da fase seguinte, evitando desperdício de tempo e recursos.

No fim, pode-se observar que a definição de um processo formal, dividido em etapas e objetivando entregas específicas, é importante à busca de melhores resultados no desenvolvimento de projetos. A integração das atividades voltadas ao desenvolvimento do

produto com os grupos de processos da gestão de projetos, torna o processo mais criterioso quanto à avaliação dos resultados gerados, não permitindo que novas fases sejam geradas sem que os resultados das fases anteriores sejam aprovados, evitando desperdício de tempo e custos à equipe responsável pelo projeto.

Como recomendações para trabalhos futuros destaca-se a definição de novas concepções que atendam à função de cortar o fluxo dos itens em processo, a fim de definir a melhor solução possível. Além disto, após a definição da modelagem funcional final, sugere-se a continuidade do desenvolvimento do produto por meio das demais atividades do projeto conceitual e das fases seguintes, até a fabricação e integração das melhorias no protótipo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F., MIGUEL, P. A. C., CARVALHO, M. M. **Aplicação do gerenciamento de projetos no processo de desenvolvimento de novos produtos – um caso exploratório.** In: Revista Produto & Produção, vol. 9, n. 2, p. 153 – 166. Junho/2008.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A. & SILVA, J.C. **Projeto integrado de produto: planejamento, concepção e modelagem.** São Paulo: Manoele, 2008.
- BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para design de novos produtos.** 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.
- CHENG, L. C., MELO FILHO, L. R. **QFD: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos.** São Paulo: Ed. Blücher, 2007.
- COSTA, L. S. S. & CAULLIRAUX, H. M. **Manufatura Integrada por Computador – Sistemas Integrados de Produção: Estratégia, Organização, Tecnologia e Recursos Humanos.** Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- FREITAS, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas - com aplicações em arena.** 2. Ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- GALDINO, F. A., CHAGAS JUNIOR, M. F. **Projeto como uma organização temporária: uma associação com a teoria administrativa de Chester Barnard.** In: SEMEAD 2010. São Paulo.
- GARCIA, C. **Modelagem e simulação de processos industriais: e de sistemas eletromecânicos.** 2. Ed. São Paulo: EdUSP, 2008.
- GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos.** In Revista de Administração de Empresas (RAE), jan./mar 2000. Disponível em: <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/view/full/9038> Acesso em 26 de setembro de 2010 às 12:00.
- GUIMARÃES, M. F. S., TORRES, J. B. **Modelagem funcional voltada ao desenvolvimento de uma infraestrutura utilizada como suporte à simulação de processos produtivos.** In: ENEGEP 2010, São Carlos.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

MACHADO, M. C., TOLEDO, N. N. **Gestão do processo de desenvolvimento de produtos: uma abordagem baseada na criação de valor**. São Paulo: Atlas, 2008.

MAXIMINIANO, A. C. A. **Administração de projetos: como transformar idéias em resultados**. São Paulo: Atlas, 2006.

MELLO, F. A., COGHI, M. A., ALVES, R. A. **Gerenciamento de projetos de automação industrial**. Disponível em: http://www.cbтанet.com.br/biblioteca/artigos/1610061118_01_artigo.pdf) Acesso em 05 de outubro de 2010 às 00:34.

OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de processos: conceitos, metodologia, práticas**. São Paulo: Atlas, 2007.

PAHL, G; BEITZ, W.; FERDHUSEN, J.; GROTE & K.H. **Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PEINADO, J. & GRAEML, A.R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PMBOK. **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos**. 4 ed. Newton Square: Project Management Institute, Inc, 2009.

PRADO, D. S. **Teorias das filas e da simulação**. Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços LTDA., 2006.

ROMANO, L. N. R., BACK, N., SCALICE, R. K. **A importância do processo de planejamento na gestão de desenvolvimento de produtos**. <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/content/view/full/8943> Acesso em 29 de outubro de 2010 às 00:55.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H. & SCALICE, R.K. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALES, A. M. G., NAVEIRO, R. M. **Modelo de processo de desenvolvimento de produtos e ciclo de vida de projetos do guia PMBOK - uma análise comparativa.** In: ENEGEP 2010. São Carlos.

SANTOS, E. A. P. **Contribuições ao projeto conceitual de sistemas de manipulação e montagem automatizados.** Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – UFSC.

SIQUEIRA, R. G. P. **Planejamento de escopo de projetos: o caso de uma consultoria.** Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Dezembro/2007.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

VALERIANO, D. L. **Gerenciamento estratégico e administração por projetos.** São Paulo: Makron Books, 2001.