



Universidade de São Paulo

Escola de Engenharia de São Carlos

Departamento de Engenharia Elétrica

SEL0394 – Projeto de Formatura
Trabalho de Conclusão de Curso

**Estudo e planejamento de novas células de
manufatura para a expansão da capacidade
produtora de uma grande empresa
multinacional**

Aluno: Eduardo Lemos Parise

Orientador: Kleber Francisco Esposto

São Carlos
2012

EDUARDO LEMOS PARISE

**ESTUDO E PLANEJAMENTO DE NOVAS
CÉLULAS DE MANUFATURA PARA A
EXPANSÃO DA CAPACIDADE
PRODUTORA DE UMA GRANDE
EMPRESA MULTINACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos, da
Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em
Eletrônica

ORIENTADOR: PROF. DR. KLEBER FRANCISCO ESPOSTO

São Carlos
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

L232e Lemos Parise, Eduardo
Estudo e planejamento de novas células de manufatura para a expansão da capacidade produtora de uma grande empresa multinacional / Eduardo Lemos Parise; orientador Kleber Francisco Esposto. São Carlos, 2012.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

1. Expansão da capacidade de produção. 2. Gerenciamento de projetos. 3. Gerenciamento do escopo. 4. Gerenciamento do tempo. 5. Gerenciamento dos riscos. 6. Empresa multinacional. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Eduardo Lemos Parise

Título: “Estudo e planejamento de novas células de manufatura para a expansão da capacidade produtora de uma grande empresa multinacional”

*Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado
em 12 / 11 / 2012,*

com NOTA 10,0 (dez, zero), pela Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto (Orientador)
SEP/EESC/USP

Prof. Dr. Dennis Brandão
SEL/EESC/USP

Prof. Assistente Carlos Goldenberg
SEL/EESC/USP

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:
Prof. Associado Homero Schiabel

Dedicatória

Aos meus pais, Neusa Helena e Euclides, pelo amor incondicional e por todo o esforço investido em mim, possibilitando a realização deste sonho e de muitos outros que ainda virão. Muito obrigado por tudo!

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a toda a minha família, por estar ao meu lado em todos os momentos de minha vida, cuidando de mim como se eu fosse eternamente o “caçula” da casa, até mesmo hoje em dia quando sou tio de quatro crianças lindas. Agradeço, também, à minha namorada e grande companheira, Nathália, por todo amor, amizade e apoio para que eu superasse mais esta etapa de minha existência.

Agradeço também aos amigos da “República de Taquaritinga” (Vinão, Jesus, Tutu, Bisnaga e Bisan), da “Rep. Shock” (Rolinha, Soneca, Jr e Lucas) e da “Eletrônica 08” por todas as noites em claro, vezes por estudo, outras por festas. Vocês fizeram que estes fossem os melhores anos da minha vida!

Gostaria de agradecer ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo por toda a infraestrutura e ensino de qualidade ao longo desses cinco anos de graduação. Aproveito para agradecer em especial ao professor Kleber pela orientação ao longo deste trabalho de conclusão de curso, o qual nunca mediu esforços para ensinar e colaborar com o meu aprendizado. Deixo aqui também os meus sinceros agradecimentos a todos os professores e funcionários que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço aos amigos do trabalho, especialmente ao Marcelo e à Júlia, pela oportunidade concedida e pelos ensinamentos fornecidos no início da minha carreira profissional.

Àqueles citados acima e tantos outros que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico, deixo aqui os meus sinceros agradecimentos.

Resumo

O presente trabalho realiza um estudo e planejamento estruturado a fim de proporcionar a expansão da capacidade de produção em uma grande empresa multinacional do segmento de bens de consumo. Para tanto, faz-se uma revisão dos conceitos consagrados de gerenciamento de projetos e, também, dos conceitos de novas instalações fabris. Na etapa de estudos, realiza-se uma análise detalhada da empresa em questão, verificando as tecnologias e padrões adotados, além dos projetos que possuem interface com os objetivos desta obra. Ainda nesta etapa, alternativas para a solução do problema são apresentadas, culminando com a seleção da melhor abordagem. Já na fase de planejamento, todo o trabalho é estruturado através do gerenciamento de escopo, tempo e riscos, a fim de se atingir o que fora estabelecido na etapa anterior.

Palavras-chave: expansão da capacidade de produção, gerenciamento de projetos, gerenciamento do escopo, gerenciamento do tempo, gerenciamento dos riscos, empresa multinacional.

Abstract

The present work carries through a study and structuralized planning in order to provide the expansion of the capacity of production in a great multinational company of the segment of consumption good. Considering that, a review of the proven concepts of project management and, also, a brief analysis of the concepts of facilities planning. In the stage of studies, a detailed analysis of the company in question is conducted, verifying the adopted technologies and standards, beyond the projects that possess interface with the objectives of this workmanship. Still in this stage, alternatives for the solution of the problem are presented, culminating with the choice of the best approach. In the planning phase, all the work is structuralized through the management of scope, time and risks, in order to achieve what was established in the previous stage.

Keywords: expansion of the capacity of production, project management, scope management, time management, risk management, multinational company.

Sumário

1. Introdução	13
1.1 Problema de pesquisa	13
1.2 Objetivo de pesquisa	13
1.3 Caracterização da pesquisa	14
1.4 Estrutura do trabalho	17
2. Revisão bibliográfica.....	19
2.1 Gerenciamento de escopo.....	27
2.2 Gerenciamento de tempo.....	29
2.3 Gerenciamento dos riscos.....	33
3. Desenvolvimento do trabalho.....	41
3.1 Apresentação da empresa.....	41
3.2 Estudo do projeto	44
3.2.1 Módulo de produção	44
3.2.2 Interfaces com outros projetos.....	47
3.2.3 Seleção da melhor abordagem.....	49
3.3 Planejamento do projeto	52
3.3.1 Gerenciamento do escopo do projeto	53
3.3.2 Gerenciamento de tempo do projeto.....	57
3.3.3 Gerenciamento de riscos do projeto	61
4. Conclusões e considerações finais	65
4.1 Conclusões.....	65
4.2 Restrições da pesquisa	66
5. Referências	67
Anexo A – Alternativas geradas e avaliadas para a escolha da melhor disposição do novo módulo de produção	68

Lista de figuras

Figura 1 - Passos para a realização do trabalho	17
Figura 2 - Nível típico de atividades e custos do projeto ao longo do ciclo de vida	20
Figura 3 – Fases dentro de ciclo de vida do projeto e do produto segundo o GPMP	21
Figura 4 - Mapeamento entre os grupos de processo em gerenciamento de projetos	22
Figura 5 - Nível de interação dos grupos de processos ao longo do tempo	22
Figura 6 - Impacto da variável com base no tempo decorrido do projeto	24
Figura 7 - Processo interativo de planejamento de instalações.....	25
Figura 8 - A relação entre as partes interessadas e o projeto	26
Figura 9 - Planejamento do escopo: Entradas, ferramentas e saída	28
Figura 10 - Definição do escopo: Entradas, ferramentas e saídas	29
Figura 11 - Criação da EAP: Entradas, ferramentas e saídas	29
Figura 12 - Verificação: Entradas, ferramentas e saídas.....	30
Figura 13 - Controle: Entradas, ferramentas e saídas.....	30
Figura 14 - Método do diagrama de precedência (MDP).....	32
Figura 15 - Desenvolvimento do cronograma: Gráfico de Gantt.....	33
Figura 16 - Exemplo de uma estrutura analítica de riscos (EAR)	35
Figura 17 - Processos de trabalho em projetos na empresa em questão.....	41
Figura 18 - Pilares do sistema TPM	42
Figura 19 – Áreas de logística e produção da planta de manufatura.....	43
Figura 20 - Módulo de produção dividido em três áreas específicas	45
Figura 21 – Interfaces do novo módulo de produção com outros projetos	48
Figura 22 - Principais critérios na escolha da melhor disposição do novo módulo	49
Figura 23 - Disposição do novo módulo de produção: Alternativa escolhida.....	51
Figura 24 - Prós e contras da abordagem escolhida	52
Figura 25 - EAP do novo módulo de produção.....	56
Figura 26 - Fases de execução do projeto	57
Figura 27 - Atividades sequenciadas e gráfico de Gantt	60
Figura 28 - Estrutura Analítica de Riscos (EAR) do projeto.....	61
Figura 29 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que inverte o fluxo de produção.....	68
Figura 30 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que exclui as docas de expedição atuais.....	69
Figura 31 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que exclui parcialmente as docas de expedição atuais.....	70

Lista de quadros

Quadro 1 - Indicativo para a escolha do método de pesquisa.....	16
Quadro 2 - Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos.....	23
Quadro 3 - O processo de planejamento de uma nova instalação de manufatura	25
Quadro 4 - Processos de gerenciamento do tempo ao longo das fases do projeto.....	31
Quadro 5 - Processos de gerenciamento de riscos ao longo das fases do projeto	34
Quadro 6 - Avaliação de probabilidade de ocorrência de riscos.....	36
Quadro 7 - Avaliação de impacto dos riscos nos principais objetivos do projeto	36
Quadro 8 – Matriz Probabilidade x Impacto	37
Quadro 9 - Estratégias para riscos positivos (oportunidades)	38
Quadro 10 - Estratégias para riscos negativos (ameaças).....	39
Quadro 11 - Exemplo de tratamento de riscos identificados em um projeto.....	39
Quadro 12 - Análise de riscos positivos do projeto	63
Quadro 13 - Análise de riscos negativos do projeto	63

Lista de siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EAR	Estrutura Analítica de Risco
EIU	Economist Intelligence Unit
FMI	Fundo Monetário Internacional
GMP	Good Manufacturing Practice
GPMP	Gestão de Projetos – Melhores Práticas
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IBC	International Building Code
IEC	International Electrotechnical Commission
NFPA	National Fire Protection Association
ONG	Organização Não Governamental
PDP	Power Distribution Panel
PMI	Project Management Institute
SPDA	Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação
TPM	Total Productive Maintenance
USP	Universidade de São Paulo
WBS	Work Breakdown Structure

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos o Brasil tem tido grande destaque no cenário internacional e não há indícios de que este ótimo momento seja interrompido. Com a implantação do “Plano Real” em 1.994, o governo conseguiu combater a inflação crônica e possibilitar a estabilidade econômica alcançada atualmente. Isto já era previsto, uma vez que Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS) compõem o grupo de países emergentes conhecidos como BRICS, os quais são considerados os países que terão o maior crescimento econômico até o ano de 2050.

Segundo projeções do Fundo Monetário Internacional (FMI) e da *Economist Intelligence Unit* (EIU), a economia brasileira saltará da sétima posição para a quarta maior economia do mundo até o ano de 2030 (EXAME, 2012). Outro fator que possibilita visibilidade ainda maior é a realização dos dois maiores eventos esportivos do mundo: a Copa do Mundo FIFA de Futebol no ano de 2014 e os Jogos Olímpicos dois anos mais tarde.

Em contrapartida a todo esse bom momento vivido pelo Brasil, crises econômicas de grandes proporções afetaram e continuam a ocorrer em centros mundiais, gerando recessão, ou seja, queda de produção e renda, aumento do desemprego, além de outras adversidades.

Dessa forma, empresas multinacionais dos mais diversos seguimentos estão buscando novos mercados consumidores e o Brasil se apresenta como uma ótima alternativa, posto que possui uma economia aquecida, além de um grande mercado consumidor.

1.1 Problema de pesquisa

Levando-se em consideração as perspectivas econômicas do mercado brasileiro e que não faltam razões para os investimentos externos, o problema de pesquisa se traduz na necessidade de expansão da capacidade produtora de produtos de higiene pessoal de uma grande empresa multinacional, a qual deve ser feita de maneira planejada e estruturada, levando em conta os requisitos de projeto, além dos possíveis riscos e os tempos de execução.

Tal elevação na capacidade de produção é decorrente da combinação de dois fatores: o primeiro deles é a necessidade de atender um mercado que cresce rapidamente; já o segundo é proveniente de uma perspectiva de aumento da participação de mercado (do inglês *Market Share*).

1.2 Objetivo de pesquisa

Em vista do problema de pesquisa proposto, o objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é estudar as condições atuais de produção e, também, características e práticas da companhia, a fim de realizar um planejamento estruturado para satisfazer às necessidades do negócio. Sendo assim, para que haja expansão da capacidade de produção, propõe-se um planejamento de engenharia organizado, baseando-se na teoria de gerenciamento de projetos, bem como nos procedimentos e padrões da empresa em questão, se atentando tanto aos requisitos elétricos, construtivos e operacionais do projeto quanto às normas e regulamentações exigidas.

Para tanto, far-se-á uma revisão sobre os conceitos de Gerenciamento de Projetos (do inglês *Project Management*), com foco no escopo, riscos e tempo, além de uma breve análise no planejamento de novas fábricas. A partir disto, juntamente com o levantamento de requisitos e condições atuais da empresa em questão, se torna possível fornecer um planejamento adequado para a execução da engenharia do projeto, atendendo a todos os requisitos.

Um ponto que merece destaque é em relação às informações presentes nesta obra. Uma vez que a companhia possui uma política de segurança de informações extremamente conservadora, a fim de proteger seus interesses em relação a concorrência, diversos detalhes e dados foram necessariamente omitidos ou camuflados. Assim, o estudo e planejamento apresentados na etapa de desenvolvimento fornecem uma ideia geral do trabalho que foi executado dentro das dependências da empresa.

1.3 Caracterização da pesquisa

Partindo de uma dúvida ou um problema, a pesquisa busca uma resposta ou solução através do emprego de processos científicos, possuindo diversas abordagens e métodos (CERVO; BERVIAN, 1996).

Considerando primeiramente a forma de abordagem, a pesquisa pode ser quantitativa ou qualitativa (MINAYO, 2004). A pesquisa quantitativa, que utiliza intensivamente a estatística, expressa em números os resultados obtidos, pois seu objeto de estudo pode ser quantificado, partindo de uma hipótese e chegando a uma conclusão. A pesquisa qualitativa, segundo Minayo, "responde a questões muito particulares", logo não se tem a necessidade de verificar uma hipótese e, sim, de gerar novas ideias e soluções. Considerando que o objetivo da presente pesquisa é realizar um estudo particular e, posteriormente, um planejamento com

novas sugestões, pode-se admitir que a abordagem qualitativa se mostra mais adequada a este TCC.

Já em relação aos métodos de pesquisa, teóricos apresentam mais de um único conjunto de métodos, variando de acordo com a área de aplicação. Assim, segundo Belhot¹ (2004 *apud* ESPOSTO, 2008) eles podem ser basicamente divididos em quatro métodos: pesquisa-ação, pesquisa histórica, estudo de caso e empírico. O primeiro deles se configura como o mais indicado para esta pesquisa, uma vez que seu propósito é fornecer uma solução para um problema em sua própria organização; além disso, suas principais características são a responsabilidade do pesquisador sobre o problema de pesquisa e a ciclicidade na análise e coleta de dados. Este método de pesquisa é dividido em quatro etapas:

1. Identificação do problema
2. Coleta de dados
3. Análise dos dados
4. Execução de atividades para resolver o problema

É importante destacar que apesar da pesquisa-ação contar com as quatro etapas supracitadas, esta pesquisa não abrigará a execução de atividade, uma vez que o objetivo deste trabalho é entender o problema proposto, coletar os dados necessários, analisá-los e fazer uma recomendação de solução para o problema. Além disso, o empreendimento de ações para sanar o problema é uma tarefa que será realizada futuramente, fugindo ao escopo desta obra.

Para finalizar esta seção de caracterização de pesquisa, é importante apresentar o propósito de estudo e o mesmo pode ser dividido em:

Propósito de estudo	Pergunta(s) abstrata(s)	Exemplos de perguntas de pesquisa	Método de pesquisa	Exemplos de instrumentos de coleta de dados
EXPLORATÓRIO <ul style="list-style-type: none"> Investigar fenômenos pouco compreendidos Identificar ou descobrir variáveis 	O fato existe?	O que está acontecendo em ... ? Quais são os aspectos, padrões ou categorias importantes	<ul style="list-style-type: none"> Enquete Pesquisa participante Estudo de caso 	<ul style="list-style-type: none"> Observação direta Entrevistas

¹ BELHOT, R. V. SEP5775 – *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. Notas de Aula. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

<ul style="list-style-type: none"> Gerar hipóteses para pesquisa futura 		em ... ? Como esses padrões se relacionam com os outros?		
DESCRITIVO <ul style="list-style-type: none"> Documentar o fenômeno de interesse 	O que é o fato? Como ele difere dos outros?	Quais são os comportamentos, eventos, crenças, estruturas, atitudes e processos que ocorrem nesse fenômeno?	<ul style="list-style-type: none"> Enquete Pesquisa participante Estudo de caso Etnografia 	<ul style="list-style-type: none"> Observação direta Entrevistas Análise documental Questionários
EXPLANATÓRIO <ul style="list-style-type: none"> Explicar as forças que causam o fenômeno Identificar os possíveis conjuntos de causas que determinam o fenômeno 	O que causa o fato?	Que eventos, políticas, crenças estão determinando este fenômeno? Como estas forças interagem entre si para determinar esse fenômeno?	<ul style="list-style-type: none"> Enquete Pesquisa participante Estudo de caso múltiplo Etnografia Estudo histórico 	<ul style="list-style-type: none"> Observação direta Entrevistas Análise documental Questionários
PREDITIVO <ul style="list-style-type: none"> Predizer o resultado de um fenômeno Prever os eventos e comportamentos resultantes de um fenômeno 	Como o fato é relacionado com os outros?	O que vai acontecer como resultado desse fenômeno? Quem será afetado? De que forma?	<ul style="list-style-type: none"> Enquete Pesquisa-ação Experimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Questionários (grande escala)

Quadro 1 - Indicativo para a escolha do método de pesquisa

Fonte: adaptado de BERTO; NAKANO, 1998.

Com a tabela anterior como subsídio, é possível identificar que o método mais apropriado a esse trabalho é o preditivo, tendo em vista mais uma vez que os objetivos são o estudo e planejamento do projeto que soluciona o problema, prevendo todas as atividades a serem realizadas, antevendo os riscos e gerenciando o tempo, bem como identificar as interfaces com outros projetos.

Portanto, a caracterização desta pesquisa pode ser resumida como uma abordagem qualitativa, tendo como método de pesquisa a pesquisa-ação e seu propósito de estudo pode ser caracterizado como preditivo.

1.4 Estrutura do trabalho

Com base na caracterização da pesquisa, bem como o método a ser desenvolvido, podem-se definir os passos do processo de pesquisa realizado a fim de que se atinjam os objetivos estabelecidos.

Assim, os passos estão apresentados a seguir:

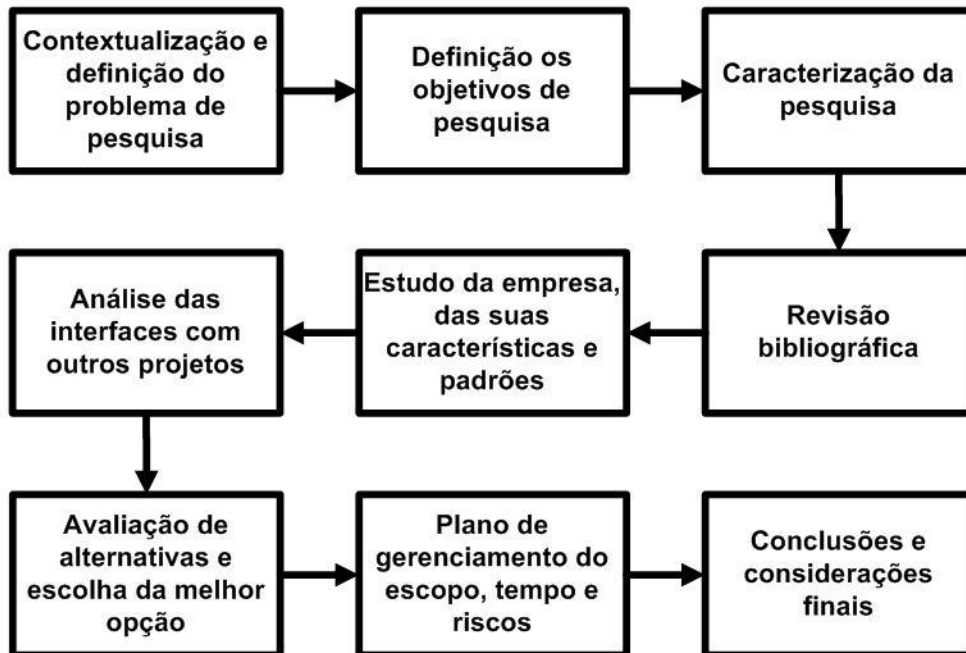


Figura 1 - Passos para a realização do trabalho

Tendo em vista o que foi apresentado nas seções subsequentes, pode-se apresentar também a divisão do trabalho:

- **Capítulo 1: Introdução**

O presente capítulo aborda superficialmente o tema deste TCC, bem como o problema e objetivo de pesquisa, além de sua caracterização. Além disso, mostra as fases do trabalho e a organização do documento.

- **Capítulo 2: Revisão bibliográfica**

Esta etapa está focada no estudo dos principais conceitos de gerenciamento de projetos, a fim de que o planejamento realizado esteja estruturado, levando em conta todo o

trabalho necessário, e somente o necessário, para a sua realização, bem como os possíveis riscos e tempos de cada atividade.

Ainda nesta fase, faz-se uma revisão acerca das teorias de produção enxuta, a fim de destacar as principais perdas encontradas em um ambiente de produção, evitando-as futuramente.

- **Capítulo 3: Desenvolvimento do trabalho**

O primeiro assunto abordado nessa seção é a descrição da empresa, descrevendo de maneira breve seu funcionamento, bem como os seus produtos e sistemas de produção utilizados. Além disso, são apresentados as necessidades de negócio e os objetivos que o projeto visa alcançar. A partir disso, é possível iniciar o trabalho prático, o qual está basicamente dividido nas três etapas apresentadas a seguir:

- Gerenciamento do escopo do projeto
- Gerenciamento do tempo do projeto
- Gerenciamento de riscos do projeto

- **Capítulo 4: Conclusões e considerações finais**

Nesta fase, basicamente, estão apresentados os resultados obtidos, bem como os principais aprendizados com este projeto e sugestões de melhorias para projetos futuros. Também, são apresentadas algumas restrições da pesquisa, uma vez que há inúmeras informações foram omitidas devido ao caráter confidencial de um projeto de uma empresa multinacional.

- **Capítulo 5: Referências bibliográficas**

Por fim, são apresentadas as referências que serviram de subsídio para o aprendizado teórico e embasamento para atingir os objetivos apresentados no presente documento.

- **Apêndice A**

Nesta etapa anexa ao trabalho apresentam-se as alternativas geradas e avaliadas para a disposição do novo módulo de produção, incluindo figuras e os itens avaliados para a escolha da melhor abordagem.

2. Revisão bibliográfica

Ao longo das últimas décadas, o mundo tem passado por grandes modificações nos mais diversos campos, sejam eles econômicos ou sociais, acirrando ainda mais a concorrência entre as empresas, exigindo perfeição na execução de suas atividades. Assim, as companhias estão em constantes modificações e, para isso, executando projetos. Além da necessidade de agilidade e excelência na execução de tais empreendimentos, o nível de complexidade tem aumentado consideravelmente. Em vista disso, o gerenciamento de projetos, bem como um planejamento estruturado das atividades se torna fundamental a fim de coordenar todas essas iniciativas de modo que os resultados sejam de sucesso. Dessa forma, alguns conceitos básicos estão apresentados a seguir.

De acordo com o Guia de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos, o Guia PMBOK® (2004, p. 5), um projeto é definido como um esforço temporário executado a fim de se gerar um determinado produto, serviço ou resultado exclusivo. O caráter temporário significa que os projetos tem uma duração finita, ou seja, início e fim definidos, não se caracterizando como esforços contínuos. No entanto, tal temporalidade não se aplica necessariamente ao produto, serviço ou resultado produzido, uma vez que a maioria dos projetos visa criar resultados duradouros. Integrada aos conceitos de temporário e exclusivo, a elaboração progressiva é uma característica importante ao projeto, desenvolvendo-o em etapas e com o aumento do detalhamento ao longo de sua execução.

Com o intuito de atingir seus objetivos, as organizações executam trabalhos e eles podem ser divididos entre projetos e operações. A diferença básica entre eles é que seus objetivos são distintos. A operação possui atividades recorrentes e visa manter continuamente o negócio funcionando, enquanto o projeto é temporário e único, sendo finalizado quando o objetivo é atingido (PMBOK®, 2004, p. 6).

Tendo em mente o que é um projeto, pode-se apresentar a definição de gerenciamento de projetos, o qual é a utilização de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para as atividades do projeto visando atender os requisitos do projeto. A pessoa responsável em atender tais objetivos é o gerente de projetos (ou em inglês, *project manager*). Gerenciar um projeto nada mais é do que identificar as suas necessidades, definir objetivos de maneira clara e atingível, balancear as demandas conflitantes de escopo, qualidade, tempo, custo e realizar as modificações necessárias. É válido notar que escopo, tempo e custo estão intimamente

ligados e qualquer problema com algum deles interfere diretamente nos outros dois, além de impactar consideravelmente a qualidade.

Conforme fora apresentado anteriormente, um projeto tem uma duração finita. Sendo assim, pode ser dividido em fases, de acordo com o Guia PMBOK®. As fases de um projeto são caracterizadas pelo término seguido de aprovação de um ou mais produtos. Estes últimos (os produtos) são os resultados mensuráveis e verificáveis de determinado trabalho, como por exemplo, um relatório técnico, um projeto detalhado ou alguma especificação.

Algumas características que podem ser visualizadas na Figura 2 é que o nível de atividade, quantidade de recursos humanos e os custos são baixos no início, aumentam gradativamente durante a execução e caem rapidamente quando o projeto se aproxima do final.

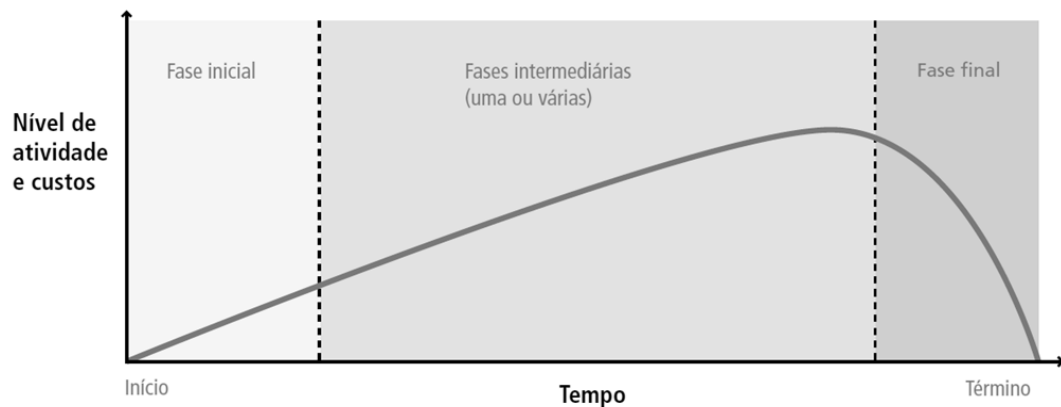


Figura 2 - Nível típico de atividades e custos do projeto ao longo do ciclo de vida

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.21.

Os ciclos de vida do projeto definem de maneira geral quais trabalhos técnicos devem ser realizados em cada fase, quais e quando as entregas principais (conhecidas por *deliverables*) devem ser feitas, quais são os envolvidos em cada fase, bem como o controle de cada uma delas.

Segundo KERZNER (2008, p.116), uma metodologia bastante conhecida é a Gestão de Projetos – Melhores Práticas (GPMP). Ela identifica cinco fases dentro do ciclo de vida de um projeto e, também, outra dentro do ciclo de vida do produto. De acordo com a figura a seguir, a primeira delas é a fase de visão e nela se apresentam o desenvolvimento e os benefícios do projeto. Já no ciclo de vida do produto, a última fase se configura como a concretização dos benefícios apresentados na visão, caso o projeto tenha sido realizado com sucesso. As fases

intermediárias, destacadas na figura, são conhecidas como grupos de processos de gerenciamento de projetos e são comuns à maioria dos projetos. Tais processos interagem entre si visando um objetivo integrado, utilizando ferramentas e técnicas de gerenciamento de projetos, recebendo entradas e gerando saídas.

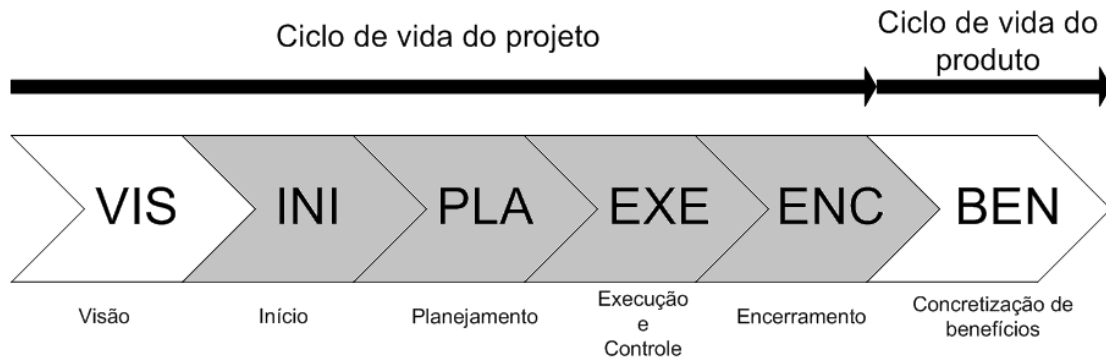


Figura 3 – Fases dentro de ciclo de vida do projeto e do produto segundo o GPMP

Fonte: adaptado de KERZNER, 2008, p.117.

Os grupos de processo podem ser descritos resumidamente conforme a seguir:

- **Grupo de processos de iniciação:** Define as fronteiras e autoriza o início do projeto ou de uma fase do mesmo.
- **Grupo de processos de planejamento:** Define os critérios de sucesso e as atividades a serem executadas para alcançá-los.
- **Grupo de processos de execução e monitoramento:** Emprega ações para a sua realização das atividades. O monitoramento avalia regularmente o andamento das tarefas e identifica as variações a fim de criar planos de ação para retornar ao que havia sido estabelecido. É válido ressaltar que algumas entidades mantêm este grupo de processo separadamente, uma vez que o monitoramento também ocorre no grupo de processo de planejamento.
- **Grupo de processos de encerramento:** Verifica e valida a entrega do projeto, formalizando sua aceitação e, conseqüentemente, o encerramento do projeto.

O mapeamento dos grupos de processo citados acima pode ser verificado conforme a figura a seguir:

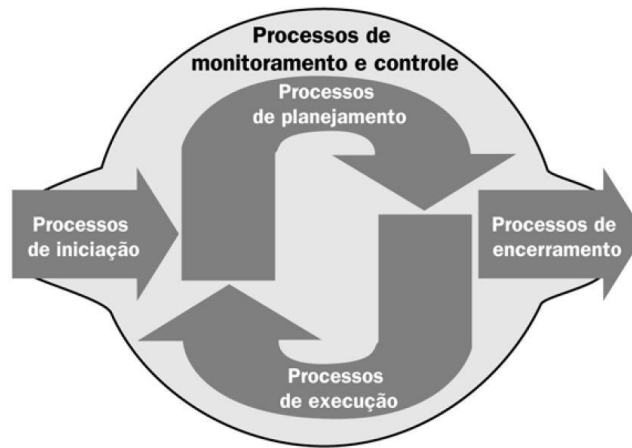


Figura 4 - Mapeamento entre os grupos de processo em gerenciamento de projetos

Fonte: Guia PMBOK®, 2004, p.40.

É importante destacar também o nível de interação entre os grupos de processo em relação ao decorrer do tempo do projeto. Conforme a Figura 5 é possível notar que no início dos projetos, os processos de iniciação são os que concentram a maior parte dos recursos. Com o desenrolar do projeto, os processos de planejamento, seguidos dos processos de execução passam a consumir mais recursos. Próximo ao término do projeto, os recursos são alocados aos processos de encerramento. Os processos de monitoramento e controle são os únicos que apresentam uma distribuição mais uniforme ao longo de todo o projeto, apesar de se acentuarem na metade do mesmo.

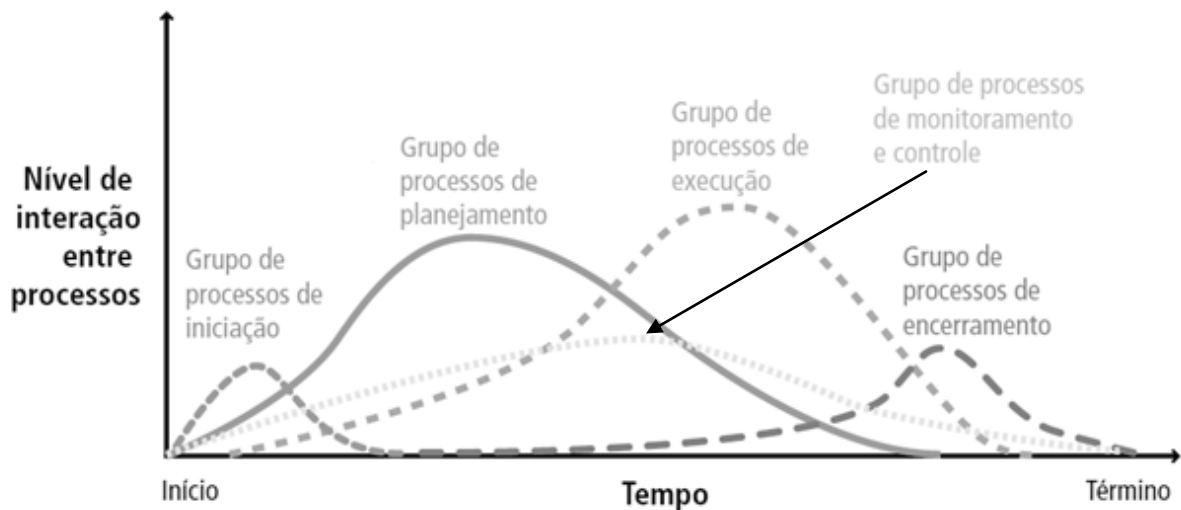


Figura 5 - Nível de interação dos grupos de processos ao longo do tempo

Fonte: adaptado de Guia PMBOK®, 2004, p.69.

De maneira geral, uma fase do projeto é concluída quando se faz uma revisão do trabalho e dos produtos e os mesmos são aprovados. No entanto, pode ser que seja feita uma revisão de gerenciamento aonde muitas vezes se chega a uma decisão de iniciar as atividades da próxima fase sem que a fase atual seja encerrada. Por exemplo, há duas ações ocorrendo paralelamente, ou quando uma empresa de Tecnologia da Informação (TI) escolhe um ciclo de vida iterativo em que mais de uma fase do projeto pode avançar simultaneamente. Todavia, uma fase pode ser encerrada sem a decisão de iniciar outras, como por exemplo, quando risco é considerado grande demais para que sua continuação seja permitida.

Existem, ainda, as áreas de conhecimento em gerenciamento. As nove áreas apresentadas a seguir se relacionam diretamente com os grupos de processo, criando processos que recebem entradas e geram saídas a partir de ferramentas e técnicas, mapeadas através da interação entre eles.

Integração do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento •Controle integrado da mudança 	Escopo do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento •Definição •Verificação •Controle de mudança 	Tempo do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Definição •Sequenciamento •Estimativas de atividades •Controle do cronograma
Custo do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento de recursos •Estimativas •Controle 	Qualidade do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento •Garantia •Controle 	Recursos humanos do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento •Contratações •Desenvolvimento de times
Comunicação do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento •Distribuição de informações •Apresentação de desempenho 	Riscos do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento e gerenciamento •Monitoramento e controle 	Aquisições do projeto <ul style="list-style-type: none"> •Planejamento de aquisições •Planejamento de solicitações

Quadro 2 - Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos

Fonte: adaptado de ESPOSTO, 2008.

Outra característica comum à maioria dos projetos é que no início as incertezas, os riscos e as influências das partes interessadas são muito grandes, uma vez que há maior probabilidade de que os objetivos não serão atingidos. Com o desenvolvimento do projeto, o sucesso do projeto se torna mais palpável e o grau diminui. Em contrapartida, os custos das mudanças no início são baixos e crescem exponencialmente ao desenrolar do projeto, conforme apresentado na figura a seguir:

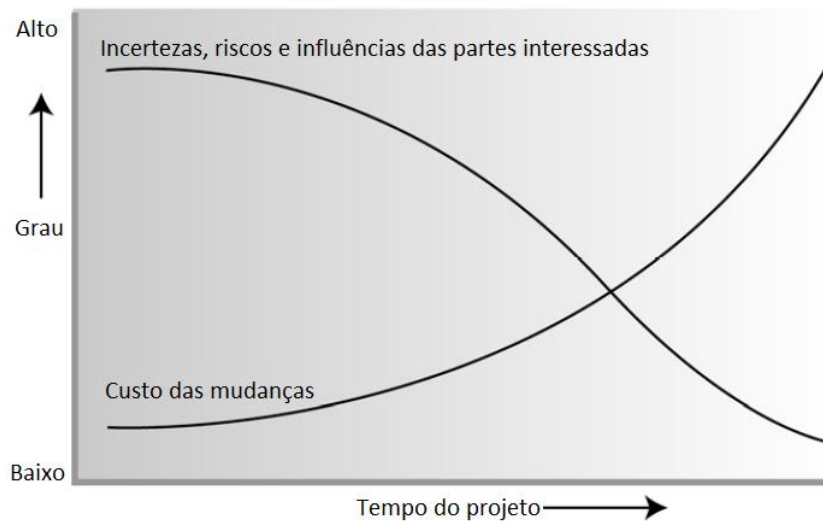


Figura 6 - Impacto da variável com base no tempo decorrido do projeto
Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.21.

É válido destacar que apesar de muitos ciclos de vida de projetos apresentarem nomes de fases semelhantes e entregas similares, poucos deles são idênticos, uma vez que cada projeto apresenta suas peculiaridades, intensificadas devido às suas áreas de aplicações (Guia PMBOK®, 2004, p.22).

Quando o projeto está relacionado ao planejamento de novas instalações, podem-se destacar três fases principais do projeto: definição do problema, planejamento para resolver o problema e executar o que foi estabelecido na fase anterior. Cada uma dessas fases possui subdivisões que podem ser resumidas no quadro a seguir:

Fases	Processo de planejamento de engenharia	Processo de planejamento de novas instalações
Fase I	<ul style="list-style-type: none"> Definir o problema 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir ou redefinir os objetivos da instalação 2. Especificar as atividades principais e as de suporte

Fase II	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar o problema • Gerar alternativas • Avaliar as alternativas • Selecionar a opção preferida 	3. Determinar as inter-relações 4. Determinar os requisitos de espaço 5. Gerar planos alternativos de instalação 6. Avaliar planos alternativos de instalação 7. Selecionar um plano favorito
Fase III	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar o plano 	8. Implementar o plano 9. Manter e adotar um plano de instalação 10. Redefinir o objetivo da instalação

Quadro 3 - O processo de planejamento de uma nova instalação de manufatura

Fonte: adaptado de TOMPKINS et al., 2010. p. 18, tradução nossa

A primeira fase do processo de planejamento de instalações envolve a definição dos objetivos a serem atingidos, seja através de uma nova instalação, seja por melhorias em uma já existente. Já na segunda fase, o planejamento se realiza através do estabelecimento de metas mais específicas, identificação e avaliação de abordagens alternativas, além da definição de planos de melhoria com a identificação do suporte adequado. A terceira e última fase consiste em se implementar os planos e auditar os resultados. Aplicando tais conceitos, é comum que o processo se torne iterativo, fazendo que o ciclo se repita por diversas vezes, conforme a Figura 6 (os números internos do ciclo se referem ao quadro acima):

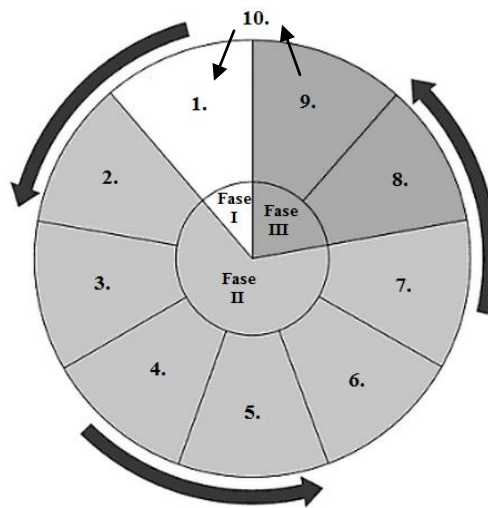


Figura 7 - Processo iterativo de planejamento de instalações

Fonte: adaptado de TOMPKINS et al., 2010. p. 19

Outro ponto muito importante no gerenciamento de projetos é em relação às partes interessadas (do inglês, *stakeholders*). Segundo o Guia PMBOK® (2004, p.24), elas são pessoas ou organizações que estão diretamente envolvidas na realização do trabalho ou nos objetivos finais, onde os resultados de execução ou o término do projeto podem os afetar significativamente, além de exercerem alguma influência nas decisões. Dessa forma, é importante que as partes interessadas sejam identificadas para que as expectativas sejam alinhadas a fim de garantir um projeto bem-sucedido. A relação entre as partes interessadas e o projeto pode ser visualizada na figura a seguir:

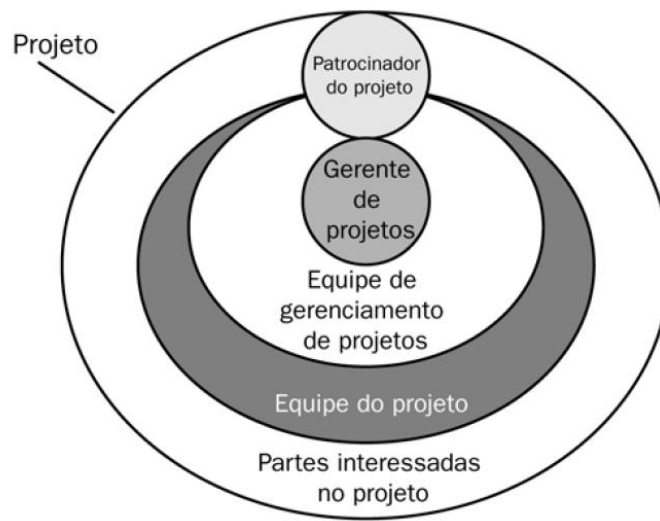


Figura 8 - A relação entre as partes interessadas e o projeto

Fonte: Guia PMBOK®, 2004, p.25.

Segundo o Guia PMBOK® (2004, p.25), as principais partes interessadas em todos os projetos são:

- **Patrocinador do projeto:** Grupo ou pessoa que fornece os recursos financeiros para o projeto. Nas questões que vão além do controle do gerente de projetos, como por exemplo, decisões políticas, o patrocinador pode encaminhá-las para esferas hierárquicas superiores, além de ter grande influência sobre elas.
- **Gerente de projetos:** Pessoa responsável por todo o gerenciamento do projeto e líder da equipe de gerenciamento de projetos. É responsável por atingir o objetivo final, ou seja, garantir que o projeto seja executado

corretamente e bem-sucedido. Além de ser a interface entre o projeto e as partes interessadas, é responsável pela comunicação entre eles. Precisam ainda gerenciar as expectativas das partes interessadas, o que pode ser difícil, pois elas em geral têm objetivos muito diferentes ou conflitantes.

- **Equipe de gerenciamento de projetos:** Equipe que está diretamente envolvida nas atividades de gerenciamento de projetos.
- **Equipe do projeto:** Equipe composta por pessoas de grupos diferentes com conhecimentos específicos e que está de fato executando o trabalho do projeto.
- **Cliente e/ou usuário:** Organização ou pessoa que utilizará o produto final do projeto. Os termos cliente e usuário são sinônimos, enquanto em outras, cliente se refere à entidade que adquire o produto do projeto e usuários são os que utilizarão diretamente o produto do projeto.
- **Organização executora:** A empresa cujos funcionários estão mais ligados à execução do trabalho do projeto. Muitas vezes é uma empresa terceira contratada.
- **Influenciadores:** Grupos ou pessoas que não estão diretamente vinculados ao projeto, mas que por estarem em uma posição estratégica, podem influenciar o andamento do projeto, tanto positiva quanto negativamente.

Além das partes interessadas supracitadas, existem ainda várias categorias e grupos que exercem certa influência sobre determinada fase do projeto, como por exemplo, proprietários, investidores, fornecedores, parceiros comerciais, agências governamentais, cidadãos, Organizações Não Governamentais (ONGs), dentre outros.

2.1 Gerenciamento do escopo

Vargas (2005. p. 59) afirma que o objetivo principal do gerenciamento do escopo de um determinado projeto é definir e controlar os trabalhos que devem ser realizados de modo a garantir que o produto ou serviço desejado sejam alcançados com a menor utilização de recursos possíveis. No entanto, isto não significa que alguma premissa estabelecida anteriormente para o sucesso do projeto não deva ser cumprida, mas garante que somente o

trabalho necessário seja realizado. Dessa maneira, o escopo pode ser genericamente dividido em três: funcional, técnico e de atividades.

O escopo funcional, também denominado de requisitos funcionais, abriga as características funcionais do produto ou serviço que serão desenvolvidos pelo projeto, normalmente direcionados ao cliente. Já o escopo técnico contempla os padrões e especificações a serem utilizados, como por exemplo, legislações, normas e padrões locais. Tais requisitos técnicos são mais voltados à equipe de projeto. Por último, existe o escopo de atividades que nada mais é do que o trabalho a ser realizado para gerar o escopo técnico e funcional do projeto. Este escopo constitui a Estrutura Analítica de Projeto, também conhecida como EAP (do inglês *Work Breakdown Structure* – WBS).

É importante destacar que o grau de detalhamento do escopo de um projeto é diretamente proporcional à complexidade de gerenciamento do mesmo. Dessa forma, é essencial ter um escopo com o nível de detalhes adequado, a fim de garantir o resultado final do projeto sem que o gerenciamento do escopo se torne demasiadamente complexo, decorrente de um detalhamento excessivo (VARGAS, 2006. p. 60).

O Guia PMBOK® (2004, p. 103) divide o gerenciamento de escopo em cinco processos apresentados a seguir:

1. Planejamento do escopo: Documenta como o escopo será definido, verificado e controlado, bem como apresenta como a EAP será criada e definida. As entradas, ferramentas e saída desta etapa estão apresentadas:

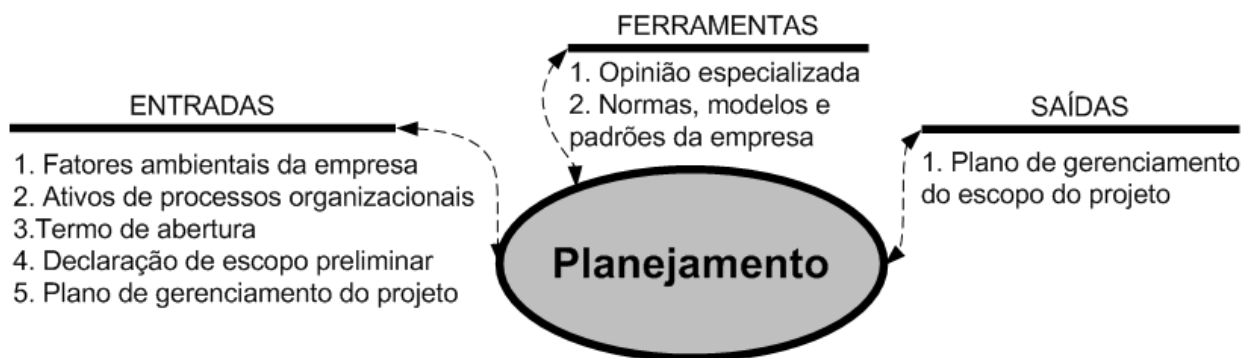


Figura 9 - Planejamento do escopo: Entradas, ferramentas e saída

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.107

2. Definição do escopo: Declaração do escopo detalhada que serve de base para futuras decisões de projeto, se caracterizando como etapa chave para a obtenção do sucesso do projeto. É nesta etapa que os desejos e expectativas são convertidos em requisitos de projeto, tornando claros os objetivos e os trabalhos para atingi-los. As entradas, ferramentas e saída desta fase estão apresentadas a seguir:



Figura 10 - Definição do escopo: Entradas, ferramentas e saídas

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.109

3. Criação da EAP: é a decomposição das principais entregas, organizando e definindo totalmente o escopo do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis, divididos em níveis hierárquicos. A EAP representa o trabalho aprovado na declaração do escopo mais atualizada. A seguir encontram-se as entradas, ferramentas e saída desta etapa:



Figura 11 - Criação da EAP: Entradas, ferramentas e saídas

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.113

4. Verificação do escopo: é o processo responsável por receber a aceitação formal do projeto concluído pelas partes interessadas do projeto através de revisões onde as entregas são avaliadas e aceitas.



Figura 12 - Verificação: Entradas, ferramentas e saídas

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.118

5. Controle do escopo: Tem o papel de influenciar os fatores que geram as mudanças, além de controlar os impactos das mesmas, uma vez que as modificações são inevitáveis e exigem algum tipo de processo de controle para que elas sejam gerenciadas. As entradas, ferramentas e saídas são:



Figura 13 - Controle: Entradas, ferramentas e saídas

Fonte: adaptado do Guia PMBOK®, 2004, p.118

2.2 Gerenciamento de tempo

O gerenciamento de tempo em um projeto é de extrema importância para que se assegure que os objetivos estabelecidos sejam realizados dentro do prazo. Além disso, caso a duração do projeto seja impactada de alguma maneira que possa vir a comprometer a expectativa estabelecida anteriormente, outros recursos também serão afetados como qualidade e/ou custo.

Segundo o Guia PMBOK® (2004, p.123), os processos de gerenciamento de tempo são divididos em seis e os mesmos interagem entre si e, também, com outras áreas de conhecimento, podendo ser de maneira sequencial ou paralela.

Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
	1. Definição da atividade		6. Controle do cronograma	
	2. Sequenciamento de atividades			
	3. Estimativa de recursos da atividade			
	4. Estimativa de duração da atividade			
	5. Desenvolvimento do cronograma			

Quadro 4 - Processos de gerenciamento do tempo ao longo das fases do projeto

Fonte: adaptado de VARGAS, 2005, p.68

Dos seis processos listados no quadro acima, pode-se notar que cinco deles estão na fase de planejamento e um deles na fase de controle e suas características podem ser apresentadas resumidamente da seguinte maneira:

- 1. Definição da atividade:** listagem das atividades que necessitam serem executadas a fim de produzir o resultado desejado.
- 2. Sequenciamento de atividades:** identificação e documentação do relacionamento de interdependência entre as atividades listadas na etapa de definição.

Uma ferramenta muito útil e frequentemente empregada para se realizar o sequenciamento de atividades é através do método do diagrama de precedência (MDP), o qual é construído através da interdependência entre as atividades. Estas são representadas por retângulos, enquanto as setas demonstram a conexão entre elas, conforme a Figura 13:

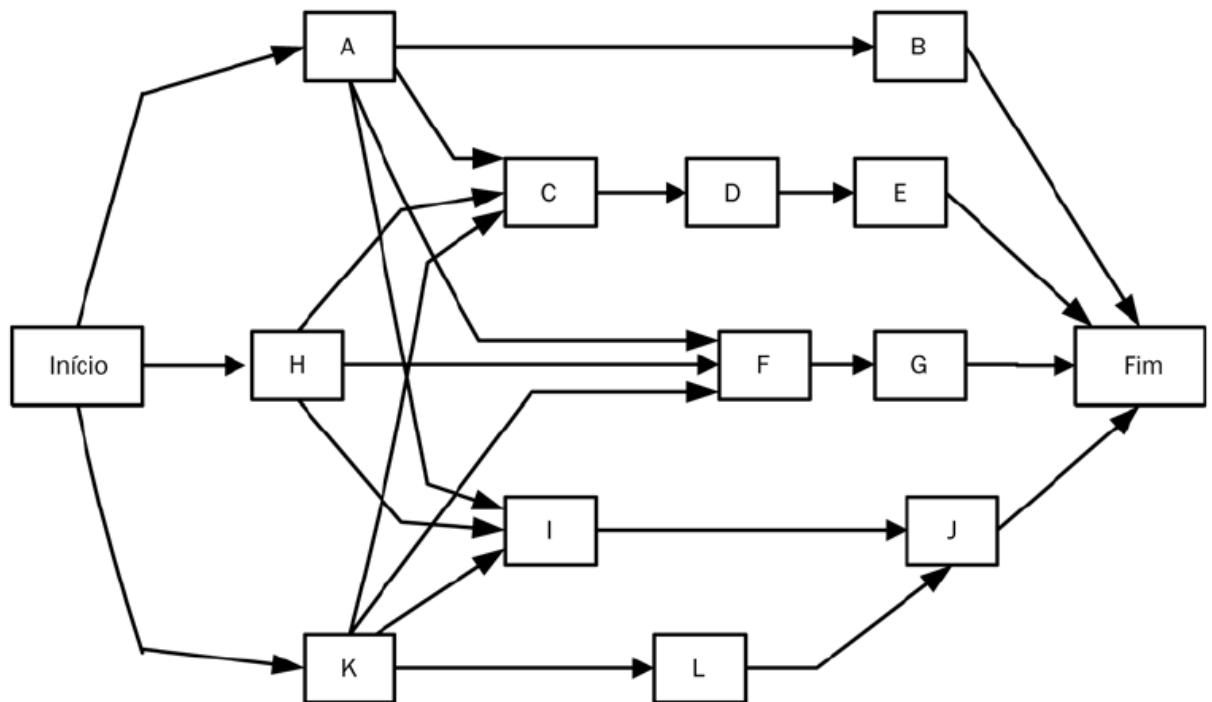


Figura 14 - Método do diagrama de precedência (MDP)

Fonte: Guia PMBOK®, 2004, p.131

3. **Estimativa de recursos da atividade:** Expectativa do tipo e da quantidade de recursos necessários para executar cada atividade identificada presente no cronograma.
4. **Estimativa da duração da atividade:** Estimativa do período para realizar as atividades individualmente com os recursos disponíveis.
5. **Desenvolvimento do cronograma:** Através dos resultados gerados nos quatro passos supracitados, faz-se uma análise a fim de gerar um cronograma das atividades.

Outra ferramenta extremamente importante e utilizada é o gráfico de barras, também conhecido como gráfico de Gantt. Tal representação contém as informações relacionadas ao cronograma em um gráfico de barras típico, onde as *atividades* são listadas verticalmente no lado esquerdo do gráfico, enquanto a escala de tempo é mostrada horizontalmente na parte superior e as *durações das atividades* são exibidas

como barras horizontais posicionadas de acordo com as datas. Isto pode ser visualizado na figura a seguir:

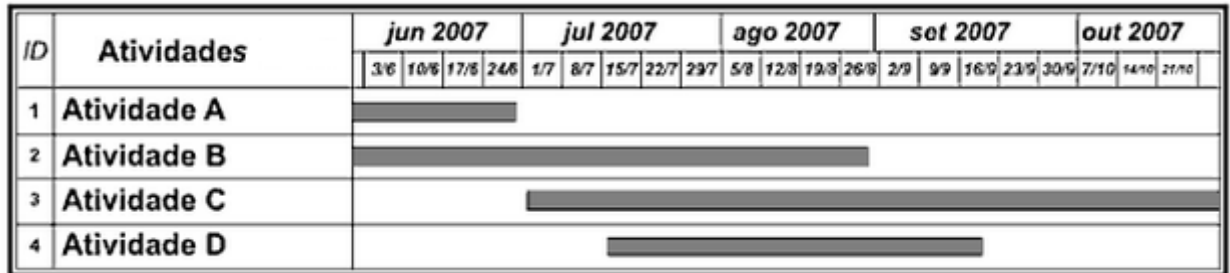


Figura 15 - Desenvolvimento do cronograma: Gráfico de Gantt

Fonte: adaptado de DAYCHOUM, 2007, p.101

6. Controle do cronograma: Acompanhamento do cronograma original e controle das modificações do projeto ao longo do tempo.

É válido destacar que existem diversas outras ferramentas e técnicas empregadas no gerenciamento de tempo de um projeto, sendo que a grande maioria se dá através da utilização de *softwares* de simulação que facilitam a visualização e controle das atividades, além de evidenciar as atividades que compõem o caminho crítico, ou seja, a sequência de atividades que não tem margem para atrasos, impactando diretamente na duração do projeto.

2.3 Gerenciamento de riscos

O Guia PMBOK[®] (2004, p.376) define risco como “Um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo nos objetivos de um projeto.”. Dessa forma, o risco causará impacto em algum resultado do projeto, como por exemplo, custo, qualidade, tempo ou escopo. Além disso, Vargas (2005, p. 93) destaca a importância de se realizar o gerenciamento dos riscos devido a um ambiente cada vez mais competitivo, avanços tecnológicos e cenários econômicos voláteis, que contribuem para que os riscos assumam proporções comumente incontroláveis.

Sendo assim, o gerenciamento de riscos se faz através da identificação e análises dos riscos, bem como o planejamento de respostas caso eles ocorram. Além disso, é necessário também se realizar o monitoramento e controle dos riscos ao longo de todo o projeto, atualizando todos os processos envolvidos durante sua realização. Os processos de gerenciamento de risco são divididos conforme o quadro:

Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
	1. <i>Planejamento do gerenciamento de riscos</i>		6. <i>Monitoramento e controle de riscos</i>	
	2. <i>Identificação de riscos</i>			
	3. <i>Análise qualitativa de riscos</i>			
	4. <i>Análise qualitativa de riscos</i>			
	5. <i>Planejamento de respostas a riscos</i>			

Quadro 5 - Processos de gerenciamento de riscos ao longo das fases do projeto

Fonte: adaptado de ESPOSTO, 2008

Os seis processos de gerenciamento de riscos apresentados no quadro acima podem ser brevemente resumidos como segue a seguir:

- 1. Planejamento do gerenciamento de riscos:** escolha da maneira que serão realizadas as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto.
- 2. Identificação de riscos:** levantamento dos possíveis riscos que possam surgir ao longo do projeto, impactando os resultados tanto negativa quanto positivamente. Faz-se necessário documentar as suas características.

A estrutura analítica de riscos (EAR) lista as categorias e subcategorias nas quais os riscos podem surgir em um projeto típico e se mostra como uma ferramenta extremamente útil na identificação de riscos, uma vez que evidencia os riscos das muitas fontes das quais o risco do projeto pode surgir. A seguir pode-se verificar um exemplo de EAR genérica, modelo muito parecido com a EAP.

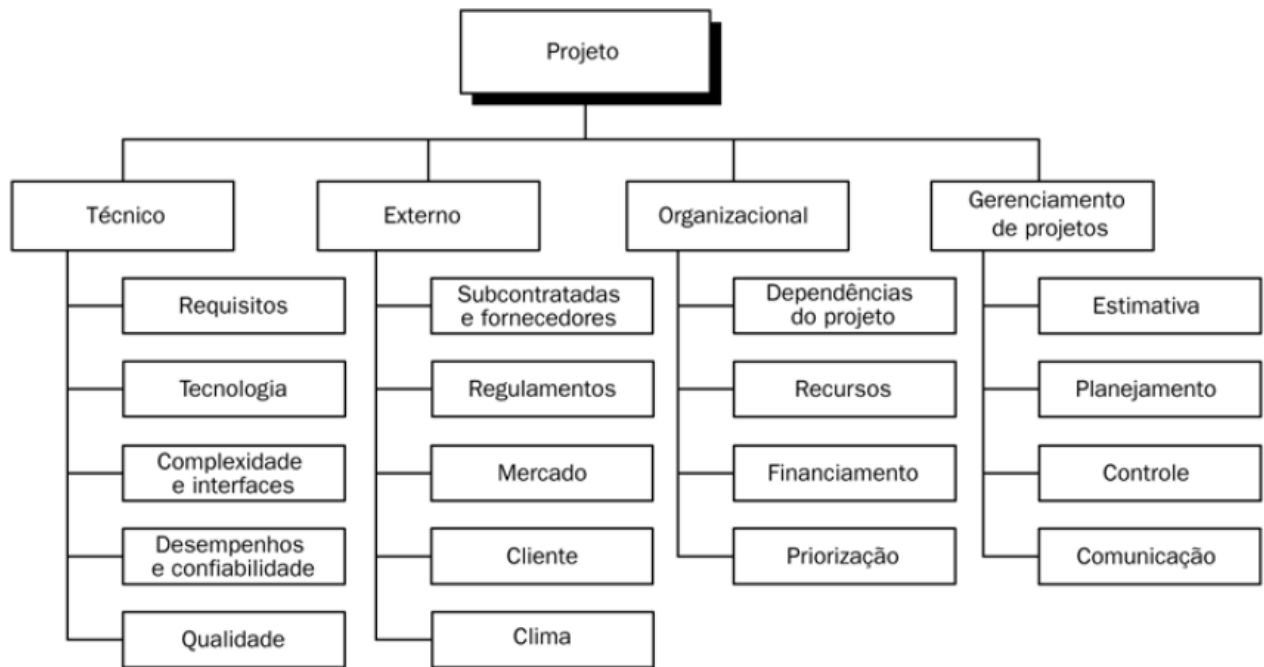


Figura 16 - Exemplo de uma estrutura analítica de riscos (EAR)

Fonte: Guia PMBOK®, 2004, p.244

3. Análise qualitativa de riscos: realização da “matriz probabilidade x impacto” a fim de priorizar os riscos.

De acordo com Daychoum (2007, p. 221), caso um evento de risco ocorra, ele pode ser analisado sob duas óticas principais: probabilidade de ocorrência e impacto da ocorrência. Com base nas duas avaliações, é possível se determinar qual é a abordagem adequada para cada um dos riscos identificados.

- **Probabilidade de ocorrência:** se refere à quantidade de ocorrências possíveis do risco. A classificação perante a possibilidade do evento de risco ocorrer pode ser avaliada em uma escala de “muito baixo” a “muito alto” ou em uma escala numérica, conforme o quadro a seguir:

ESCALA	Muito Baixo 0,1	Baixo 0.3	Moderado 0.5	Alto 0.7	Muito Alto 0.9
Probabilidade	10 %	30 %	50 %	70 %	90 %

Quadro 6 - Avaliação de probabilidade de ocorrência de riscos

Fonte: adaptado de DAYCHOUM, 2007, p.222

- **Impacto da ocorrência:** pode ser positivo (oportunidade) ou negativo (ameaça), devido à ocorrência de um evento de risco.

A classificação em relação ao impacto de um evento de risco ocorrer também está apresentada na sequência:

OBJETIVOS DO PROJETO	Muito Baixo 0.05	Baixo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muito Alto 0.8
Custo	Aumento insignificante de custo	Menos de 5% de aumento de custo	De 5 a 10% de aumento de custo	De 10 a 20% de aumento de custo	Mais de 20% de aumento de custo
Cronograma	Deslocamento insignificante no cronograma	Deslocamento no cronograma menor que 5%	Deslocamento no cronograma entre 5 e 10%	Deslocamento no cronograma entre 10 e 20%	Deslocamento global no cronograma maior que 20%
Escopo	Redução de escopo pouco perceptível	Áreas secundárias do escopo são afetadas	Áreas principais do escopo são afetadas	Redução de escopo inaceitável para o cliente	Item finalizado do projeto é efetivamente sem utilidade
Qualidade	Degradação da qualidade pouco perceptível	Apenas aplicações muito demandadas são afetadas	Redução da qualidade requer aprovação do cliente	Redução da qualidade inaceitável para o cliente	Item finalizado do projeto é efetivamente sem utilidade

Quadro 7 - Avaliação de impacto dos riscos nos principais objetivos do projeto

Fonte: adaptado de DAYCHOUM, 2007, p.222

Os impactos são avaliados da mesma maneira da probabilidade de ocorrência, apesar de que a escala numérica não ser linear como a anterior. Isto significa que a organização possui um foco maior na eliminação de riscos e impactos mais elevados. Outra diferença é que se faz uma avaliação dos impactos para cada uma das áreas do projeto, como custo, tempo (cronograma), escopo e qualidade.

Fazendo-se o cruzamento dos índices, o resultado é expresso em uma matriz denominada “Matriz Probabilidade x Impacto”. As regiões sombreadas descrevem o grau

de risco para um risco específico. O sombreado mais escuro representa um risco elevado, enquanto o mais claro um risco moderado. Já para o sombreado intermediário, o risco é baixo.

Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05
	Impacto					Impacto				

Quadro 8 – Matriz Probabilidade x Impacto

Fonte: adaptado de Guia PMBOK®, 2004, p.252

A pontuação do risco é obtida pela multiplicação da classificação da probabilidade pela do impacto ($\text{Grau de risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Impacto}$) e isso contribui na orientação das respostas aos eventos. Logo, uma ameaça que se encontra na região de alto risco exige ações prioritárias e respostas agressivas, ao passo que atividades na zona de baixo risco podem requerer apenas monitoramento ou outras medidas mais suaves.

4. **Análise quantitativa de riscos:** análise estatística do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.
5. **Planejamento de respostas a riscos:** com base nos riscos identificados e no grau de severidade dos mesmos analisados anteriormente, devem-se fornecer opções e ações para alavancar as oportunidades e diminuir ameaças aos objetivos do projeto.

Caso o evento de risco gere um impacto positivo, ele é considerado uma oportunidade e seus resultados devem ser maximizados. Dessa maneira, deve-se utilizar a estratégia para

riscos positivos onde cada uma delas possui uma ação de reposta a ser elaborada, identificando os responsáveis e os recursos adicionais (custos e prazos, por exemplo) para o sucesso. As quatro estratégias apresentadas a seguir são: melhora, compartilhamento, exploração e aceitação.

ESTRATÉGIAS PARA RISCOS POSITIVOS (Oportunidades)	
ESTRATÉGIA	AÇÃO DE RESPOSTA
Melhora	Procura aumentar a probabilidade de ocorrência ou os impactos positivos sobre o projeto, identificando e maximizando as possibilidades de sua ocorrência.
Compartilhamento	Procura atribuir a propriedade a terceiros que possam capturar melhor a oportunidade (por exemplo, através de parcerias ou joint ventures)
Exploração	Procura formas de garantir que o risco positivo aconteça. Tenta eliminar a incerteza de ocorrência fazendo com que a oportunidade realmente se concretize.
Aceitação	Esta técnica indica que a equipe do projeto decidiu não mudar o Plano do Projeto para lidar com um risco ou é incapaz de identificar qualquer outra estratégia factível de resposta. Uma Aceitação Ativa pode ser o desenvolvimento de um Plano de Contingência a ser executado, se um risco ocorrer. Uma Aceitação Passiva não requer nenhuma ação, deixando a equipe de projeto com a responsabilidade de lidar com os riscos se eles ocorrerem.

Quadro 9 - Estratégias para riscos positivos (oportunidades)

Fonte: DAYCHOUM, 2007, p.224

Todavia, o evento de risco pode ter um impacto negativo, e, então, é considerado uma ameaça aos objetivos do projeto. Logo, suas ações devem ser minimizadas e utiliza-se a estratégia para riscos negativos, análoga à anterior. Neste caso, também se apresentam quatro estratégias, antagônicas às anteriores, como evitação, transferência, mitigação e aceitação.

ESTRATÉGIAS PARA RISCOS NEGATIVOS (Ameaças)	
ESTRATÉGIA	AÇÃO DE RESPOSTA
Evitação	Evitar o risco é mudar o Plano do Projeto para eliminar o risco ou condição, ou para proteger os objetivos do projeto de seu impacto. Embora a equipe de projeto nunca consiga eliminar todos os eventos de risco, alguns riscos específicos podem ser eliminados.
Transferência	Transferência de riscos e tentar passar legalmente as consequências de um risco, assim como a responsabilidade de resposta para uma terceira parte, através de seguros ou cláusulas contratuais. Transferir o risco simplesmente coloca na outra parte a responsabilidade de gerenciá-lo, mas não o elimina.
Mitigação	A mitigação busca reduzir as consequências e/ou a probabilidade de um evento de risco adverso para uma tolerância aceitável. Tomar antecipadamente ações para reduzir a probabilidade de um risco acontecer ou o seu impacto é mais efetivo do que tentar reparar as consequências depois que elas ocorrerem. Os custos de mitigação devem ser compatíveis com a probabilidade esperada do risco e suas consequências.
Aceitação	Esta técnica indica que a equipe do projeto decidiu não mudar o Plano do Projeto para lidar com um risco ou é incapaz de identificar qualquer outra estratégia factível de resposta. Uma Aceitação Ativa pode ser o desenvolvimento de um Plano de Contingência a ser executado se um risco ocorrer. Uma Aceitação Passiva não requer nenhuma ação, deixando a equipe de projeto com a responsabilidade de lidar com os riscos se eles ocorrerem.

Quadro 10 - Estratégias para riscos negativos (ameaças)

Fonte: DAYCHOUM, 2007, p.224

A partir desse planejamento de resposta a riscos, conclui-se um plano de tratamento dos riscos identificados, apresentando-se o grau de severidade dos mesmos e as respostas caso eles ocorram. Um exemplo de tratamento de riscos identificados está apresentado no quadro:

ANÁLISE DE RISCOS					
Risco	Ocorrência		P X I	Resposta ao Risco	Descrição
	Probab	Impacto			
Problemas Políticos	10%	Alto	0,04	Aceitação Passiva	-----
	0,1	0,4			
Problema na Licitação	30%	Moderado	0,06	Evitação	Consulta Depto. Jurídico
	0,3	0,2			
Recursos Financeiros	50%	Alto	0,20	Mitigação	Desenvolver Plano de Custos
	0,5	0,4			
Aumento dos Custos	70%	Alto	0,28	Aceitação Ativa	Prever no Orçamento
	0,1	0,4			
Reclamações de Terceiros	90%	Moderado	0,18	Transferência	Fazer Seguro Respons. Civil
	0,9	0,2			

Quadro 11 - Exemplo de tratamento de riscos identificados em um projeto

Fonte: DAYCHOUM, 2007, p.225

- 6. Monitoramento e controle de riscos:** ao longo de todo o projeto, realizar o acompanhamento dos riscos identificados e monitorar os riscos residuais, além de identificar possíveis novos riscos. É necessária uma reavaliação constante dos riscos e das respostas traçadas previamente.

3. Desenvolvimento do trabalho

Como já foi dito no capítulo introdutório, o objetivo deste TCC é realizar o estudo e planejamento de novas células de manufatura que fabricam produtos de higiene pessoal visando à expansão da capacidade de produção. Tal trabalho se desenvolve em uma empresa a qual está caracterizada genericamente no tópico a seguir.

É importante destacar que devido às políticas de segurança de informações da companhia, diversos dados e detalhes foram obrigatoriamente omitidos ou disfarçados, comprometendo ligeiramente o nível de minúcias contidas nesta obra. Assim, figuras foram hachuradas, número de células de manufatura a serem instaladas e datas do cronograma de execução foram omitidos, dentre outros. Novamente é válido ressaltar que o objetivo desta obra é de fornecer um panorama geral para o projeto, elaborando o estudo das condições atuais da empresa, além de propor uma solução ao problema, mesmo que apresentada aqui genericamente.

3.1 Apresentação da empresa

A empresa do trabalho em questão é uma multinacional americana do ramo de bens de consumo, configurando-se como uma das maiores do seu setor. Está presente em dezenas de países com suas fábricas e possui os mais variados produtos, onde grande parte deles são líderes de mercado. A planta fabril em estudo é responsável por abastecer o mercado brasileiro de produtos de higiene pessoal e a análise da expansão de sua capacidade produtora é o objeto de estudo desta pesquisa.

Em relação ao gerenciamento de projetos, a empresa possui seu próprio sistema, apesar de ele estar intimamente relacionado ao conteúdo apresentado pelo *Project Management Institute* (PMI – Em português, Instituto de Gerenciamento de Projetos) no Guia PMBOK®. As fases do projeto podem ser divididas nas cinco apresentadas:



Figura 17 - Processos de trabalho em projetos na empresa em questão

Na primeira fase se determina o produto e todo seu detalhamento, bem como uma avaliação das tecnologias e processos de fabricação disponíveis. Já na segunda etapa, na fase de “Conceito”, faz-se o refinamento das tecnologias disponíveis e escolhe-se a melhor abordagem para a resolução do problema. Na fase intermediária, realiza-se o detalhamento do escopo, descrevendo detalhes, confirmando o planejamento e executando revisões com as partes interessadas. As três etapas descritas anteriormente se configuram como etapas de desenvolvimento do escopo, enquanto as duas etapas descritas a seguir, estão relacionadas ao gerenciamento do mesmo. A etapa de execução é onde se desenvolvem a parte prática, enquanto a última etapa valida o resultado atingido.

Além do sistema de iniciativas, é possível destacar a integração de outros sistemas que são similares aos pilares de *Total Productive Maintenance* (TPM – Em português, Manutenção Produtiva Total), o qual tem a finalidade de eliminar perdas, garantir qualidade e reduzir os custos.

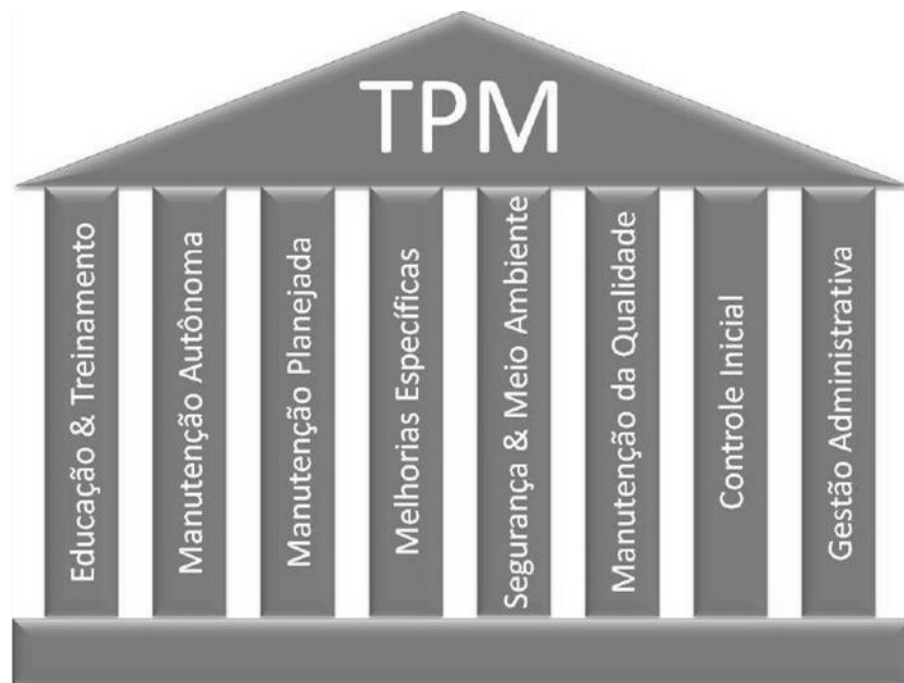


Figura 18 - Pilares do sistema TPM

Fonte: adaptado de PEREIRA, 2009, p.31

É importante destacar, ainda, que a empresa em questão possui suas próprias normas de segurança e de projeto, baseadas em muitos códigos e padrões provenientes dos Estados Unidos da América (EUA), país de origem da empresa. No entanto, algumas regulamentações locais divergem dos padrões da companhia. Sendo assim, adota-se o requerimento que for mais restritivo e de maior rigor.

Dentro das fronteiras da planta de manufatura, as áreas podem ser divididas entre logística, produção e administrativas. Esta última se encontra em um prédio anexo e contempla os espaços de uso comum como refeitório, vestiários, auditórios e outras salas. Já as duas primeiras áreas citadas podem ser divididas conforme a figura a seguir. Os desenhos técnicos presentes nesta obra foram realizados através do *software DraftSight*.

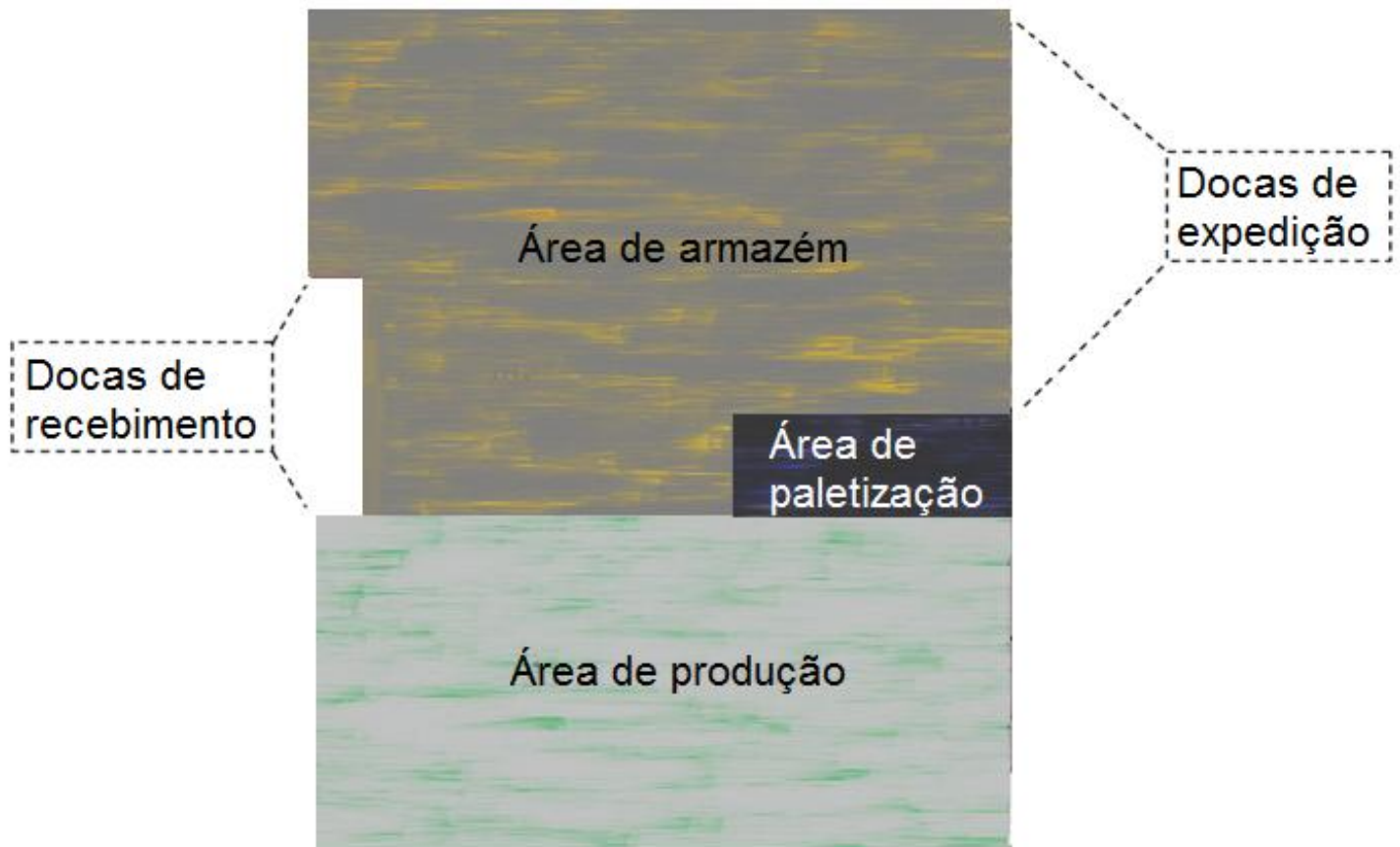


Figura 19 – Áreas de logística e produção da planta de manufatura

A área de produção é onde acontece a transformação da matéria-prima em produto acabado, através das células de manufatura em linha. Após a fabricação, os produtos são encaminhados para a área de paletização, onde as unidades paletizadoras aglomeram uma determinada quantidade de produtos sobre paletes (do inglês, *pallets*). Na sequência, os produtos estão prontos para serem armazenados na área de armazém em *racks*. A área de armazenagem também é responsável por acomodar as matérias-primas. As docas são fundamentais no recebimento de matéria-prima e, também, na expedição de produto acabado aos clientes e aos centros de distribuição. Paletizadores, armazém e docas compõem a área logística da fábrica.

3.2 Estudo do projeto

Conforme fora apresentado anteriormente, este trabalho de conclusão de curso tem o intuito de fornecer o estudo e planejamento a fim de elevar a capacidade manufatureira de um determinado produto de higiene pessoal em uma grande empresa multinacional. Assim sendo, nesta etapa de estudo, avalia-se a tecnologia disponível, padrões e práticas comuns da empresa, interfaces com os demais projetos e, também, a escolha da melhor abordagem para a resolução do problema.

De acordo com o volume projetado em estudos de mercado, os quais não podem estar presentes nesta presente pesquisa devido à confidencialidade de seu conteúdo, seriam necessárias novas células de produção adicionais às que existem atualmente. É importante se destacar que os equipamentos existentes já operam em capacidade máxima e não permitem a instalação de conjuntos adicionais que possibilitem aumento de produção. Dessa forma, a fim de suprir as necessidades do negócio são necessárias novas células de produção e toda sua infraestrutura, contidos em um sistema modular descrito a seguir.

3.2.1 Módulo de produção

Devido ao seu caráter global, a empresa em questão desenvolveu um conjunto de equipamentos agrupados em módulos, o qual abriga uma determinada quantidade de células de manufatura em linha, bem como todos os equipamentos e salas de suporte a essas linhas.

O módulo padrão possibilita que os projetos tenham seus custos, durações e erros reduzidos, uma vez que para determinado produto a infraestrutura já está previamente estabelecida e disposta da maneira mais adequada dentro do ambiente.

Assim, para o produto de higiene que a capacidade de produção deve ser elevada também existe um módulo de produção padrão, com seus respectivos equipamentos e áreas de suporte. Ele pode ser dividido em três áreas, nas proporções da figura 20 a seguir:

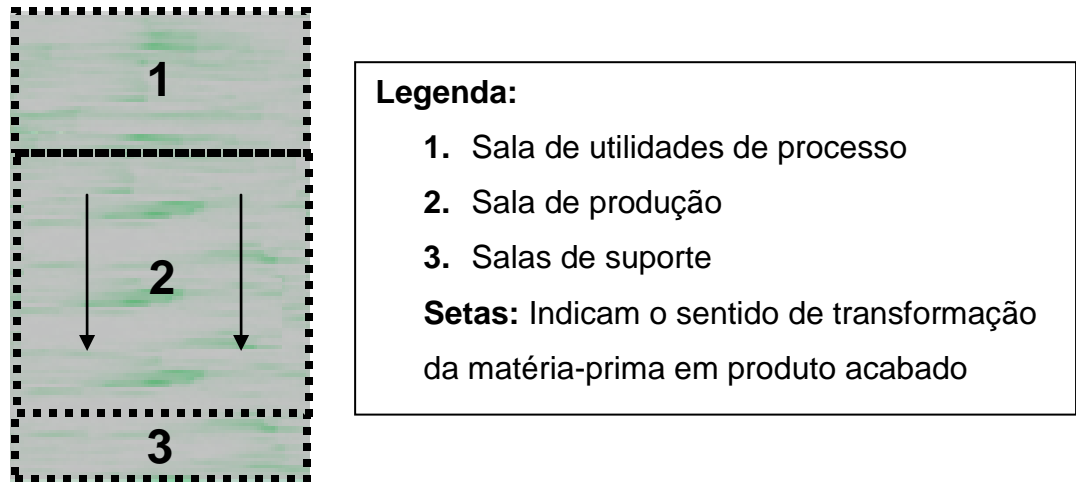


Figura 20 - Módulo de produção dividido em três áreas específicas

As três áreas do módulo de produção acima tem características e funções específicas. Essencialmente, a sala de utilidades de processo abriga os equipamentos que suportam mais de uma célula de manufatura, como é o caso da subestação. Já a sala de produção contém as células de manufatura que são responsáveis por converter a matéria-prima em produto acabado. Enquanto isso, as salas de suporte abrigam a infraestrutura às pessoas desempenharem seu papel. As setas representam o sentido da transformação da matéria-prima em produto acabado, mas não significa que existem duas células de produção dentro do módulo.

A sala de utilidades abriga os seguintes equipamentos:

1. **Subestação:** Abriga o transformador abaixador de tensão, de média para baixa, e os painéis de distribuição de energia (do inglês *Power Distribution Panels* – PDPs).
2. **Filtros:** Responsáveis por gerar vácuo no processo, capturando as impurezas do mesmo e liberando ar limpo à atmosfera. Apesar de cada célula de produção possuir seu próprio filtro, eles devem permanecer separados da sala de produção, por questões de processo e qualidade.
3. **Briquetadeiras:** Formam os briquetes (pequenos tijolos) a partir dos resíduos particulados capturados nos filtros. Posteriormente, os briquetes são encaminhados para incineração.

4. **Estande de produto químico:** Abriga um saco de uma tonelada de produto químico que é adicionado no produto através de tubulações metálicas, as quais conectam o estande às células de produção.
5. **Desfibrador de celulose:** Sua função é processar os fardos de celulose para abastecer o processo na sala de produção. O abastecimento da área de produção é feita através de grandes ventiladores que conduzem a celulose por tubulações metálicas.

Existem, ainda, alguns equipamentos que são comuns às células de produção, mas não estão contidos na sala de utilidades de processo, visto que operam preferencialmente em ambientes externos. O primeiro deles são os compressores, que produzem o ar comprimido utilizado no processo de produção. Além dele, existem unidades responsáveis por aquecer, circular ou resfriar o ar, mantendo as temperaturas e umidades na área do módulo em condições estáveis. Tais unidades são conhecidas como *Heating, Ventilation and Air-Conditioning*, HVAC, e são compostas por ventiladores que circulam o ar através de serpentinas, as quais determinam a temperatura final do ar.

Em relação à sala de produção, os equipamentos contidos nesta área podem ser divididos simplesmente em três tipos:

- **Equipamentos de conversão:** São os primeiros a realizar a transformação nas matérias-primas, convertendo-as no produto a ser utilizado pelo consumidor. O equipamento dessa área pode ser resumidamente chamado de conversor.
- **Embalagem primária:** Segunda parte do processo, onde se embala o produto na primeira camada protetora, a qual tem contato direto com o produto. O equipamento desta área é conhecido como empacotador primário.
- **Embalagem secundária:** Etapa final de fabricação do produto, o empacotador secundário faz a proteção da embalagem primária.

É importante destacar que cada célula de produção possui as suas próprias unidades de conversão, embalagens primária e secundária.

Após receber a embalagem secundária, o produto segue através de esteiras em direção aos paletizadores, onde os paletes são formados. Na sequência os paletes são armazenados em *racks* e, posteriormente, embarcados em caminhões para serem enviados aos clientes ou centros de distribuição.

As salas de suporte são áreas fundamentais para a produção e acolhem os laboratórios de análise de qualidade, oficinas, salas de reunião, banheiros, salas de transição de times, fornecendo toda a infraestrutura para a realização dos trabalhos dos colaboradores.

É importante se destacar que durante a fase de viabilidade, conforme a Figura 16, verificou-se que a melhor alternativa era instalar o novo módulo de produção supracitado dentro da área de armazém existente, ao invés de construir uma área totalmente nova para este propósito.

3.2.2 Interfaces com outros projetos

Tendo em vista que uma parte do armazém existente dará lugar ao novo módulo de produção, diversas interfaces com outras áreas e projetos são identificadas e devem ser evidenciadas nesta etapa de estudo.

O primeiro projeto que pode ser evidenciado é a construção de um novo armazém adjacente à planta atual, ampliando a área de armazenamento de produto acabado, além de criar uma nova área de docas de expedição, conforme apresentado na Figura 21 a seguir.

Com este projeto, será possível realocar os *racks* da área do novo módulo de produção, além de possibilitar uma nova área para as docas de expedição, facilitando o tráfego de caminhões. As docas de expedição existentes ficariam inativas, sendo utilizadas apenas em casos emergenciais, como por exemplo, problemas de funcionamento no monotrilho, outro projeto que tem interface com o desta obra e que está explanado mais adiante.

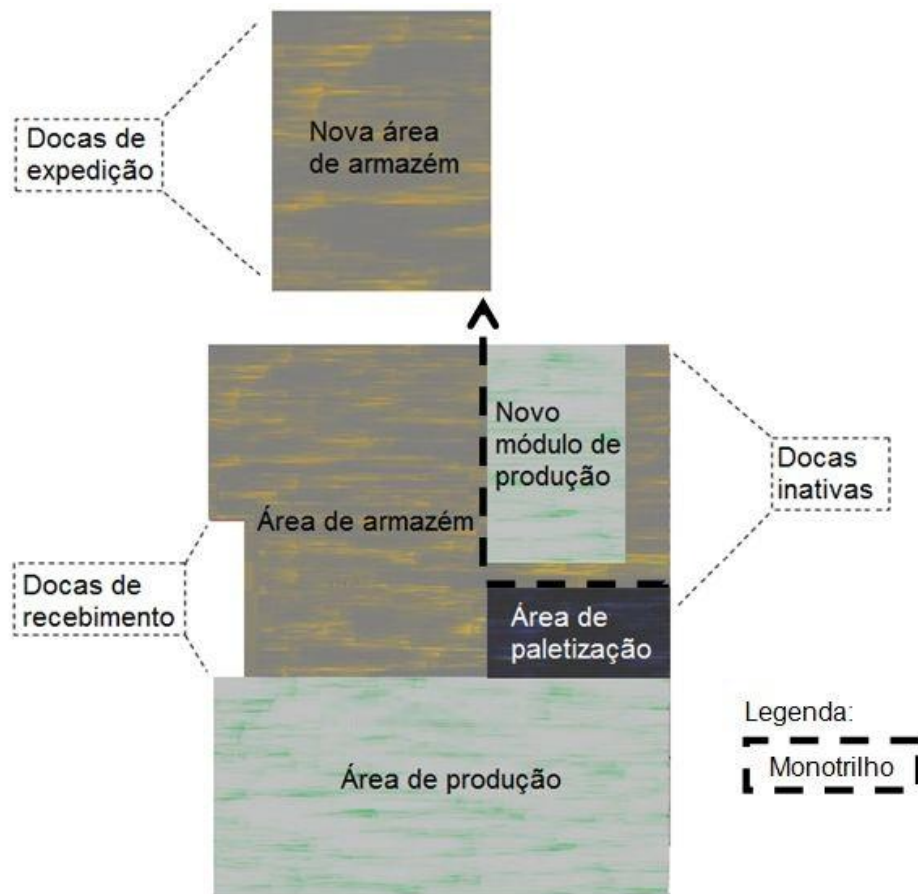


Figura 21 – Interfaces do novo módulo de produção com outros projetos

Com a instalação do novo módulo de produção, se torna necessária a instalação de uma nova unidade paletizadora, segundo projeto que merece destaque. Este projeto tem sua importância no momento de seleção do *layout* do novo módulo, uma vez que caso a disposição fosse diferente daquela mostrada na figura acima, a nova unidade paletizadora poderia ser posicionada separadamente das atuais, o que incorporaria custos operacionais, além de quebrar a integridade da área de paletização. Na figura anterior pode-se conferir uma maior área de paletização em relação a área antes demarcada.

O terceiro e último projeto digno de destaque neste tópico é o monotrilho. Ele se constitui, como o próprio nome sugere, de um único trilho elevado com suporte para a movimentação de paletes. Tal sistema visa transportar de forma autônoma os paletes que são formados pelas unidades paletizadoras até o novo armazém. É importante frisar que como o trilho é elevado em quatro metros, o tráfego de empilhadeiras sob o monotrilho não é comprometido. O sistema pode ser conferido na figura a seguir:

O projeto do monotrilha se configura como uma interface importante ao projeto deste TCC, uma vez que as posições dos elevadores, bem como a dos trilhos de transporte devem levar em conta a disposição do novo módulo de produção.

3.2.3 Seleção da melhor abordagem

Nesta etapa, identificam-se diversas alternativas e se faz uma análise de todos os benefícios e prejuízos de cada uma delas. Dessa forma, é possível selecionar uma opção preferida e dar continuidade no projeto, passando da fase de estudo para a de planejamento.

Tendo em vista que existem projetos ocorrendo simultaneamente com o desta obra, foi necessária uma análise de diversos fatores que causariam impactos em outras áreas e projetos, de forma a escolher a alternativa que obtivesse a melhor relação custo-benefício para todas as partes.

Dentre todos os critérios analisados, os três principais se encontram na sequência:



Figura 22 - Principais critérios na escolha da melhor disposição do novo módulo

Os quatro tópicos supracitados são importantes para o novo módulo de produção, pois:

- 1. Localização dos paletizadores:** Atualmente já existe uma área designada às unidades de paletização e com a instalação do novo módulo de produção, será

necessária a instalação de uma unidade adicional. Além da área de paletização que deverá ser expandida ou criada separadamente, há a conexão entre o novo paletizador e o monotrilha. Caso os paletizadores fiquem desintegrados, há a necessidade de uma nova estação elevatória para ligar o paletizador ao monotrilha. Dessa forma, a decisão da disposição do novo módulo, da nova unidade de paletização e, conseqüentemente, a conexão com o monotrilha deve ser analisada simultaneamente, visto que as três estão intimamente relacionadas.

2. **Disponibilidade das docas de expedição atuais:** Futuramente, com a expansão da área de armazém, as docas utilizadas para expedição serão as docas do novo prédio, enquanto as atuais permanecerão inativas. No entanto, caso ocorram falhas no sistema de transporte no monotrilha ou outras deficiências logísticas, as docas de expedição atuais podem ser reativadas e se configuram como uma alternativa extremamente viável para solucionar tais problemas. Sendo assim, a posição do novo módulo de produção deve se atentar ao fato de deixar, ou não, as docas de expedição atuais disponíveis.
3. **Otimização do fluxo de produção:** Deve-se procurar a alternativa mais lógica na circulação de materiais ao longo da planta, evitando-se as perdas por movimentação e transporte. Logo, o fluxo de entrada de matérias-primas por empilhadeiras e a saída de produtos acabados através de esteiras devem ser feitos da maneira mais eficiente e eficaz possíveis.

A disposição do novo módulo de produção dentro da área de armazém, como fora estabelecido anteriormente, está apresentada na sequência, juntamente com os motivos da sua escolha, baseadas nos três critérios principais apresentados acima. A abordagem escolhida como a melhor dentre as possíveis foi a da Figura 26 a seguir:

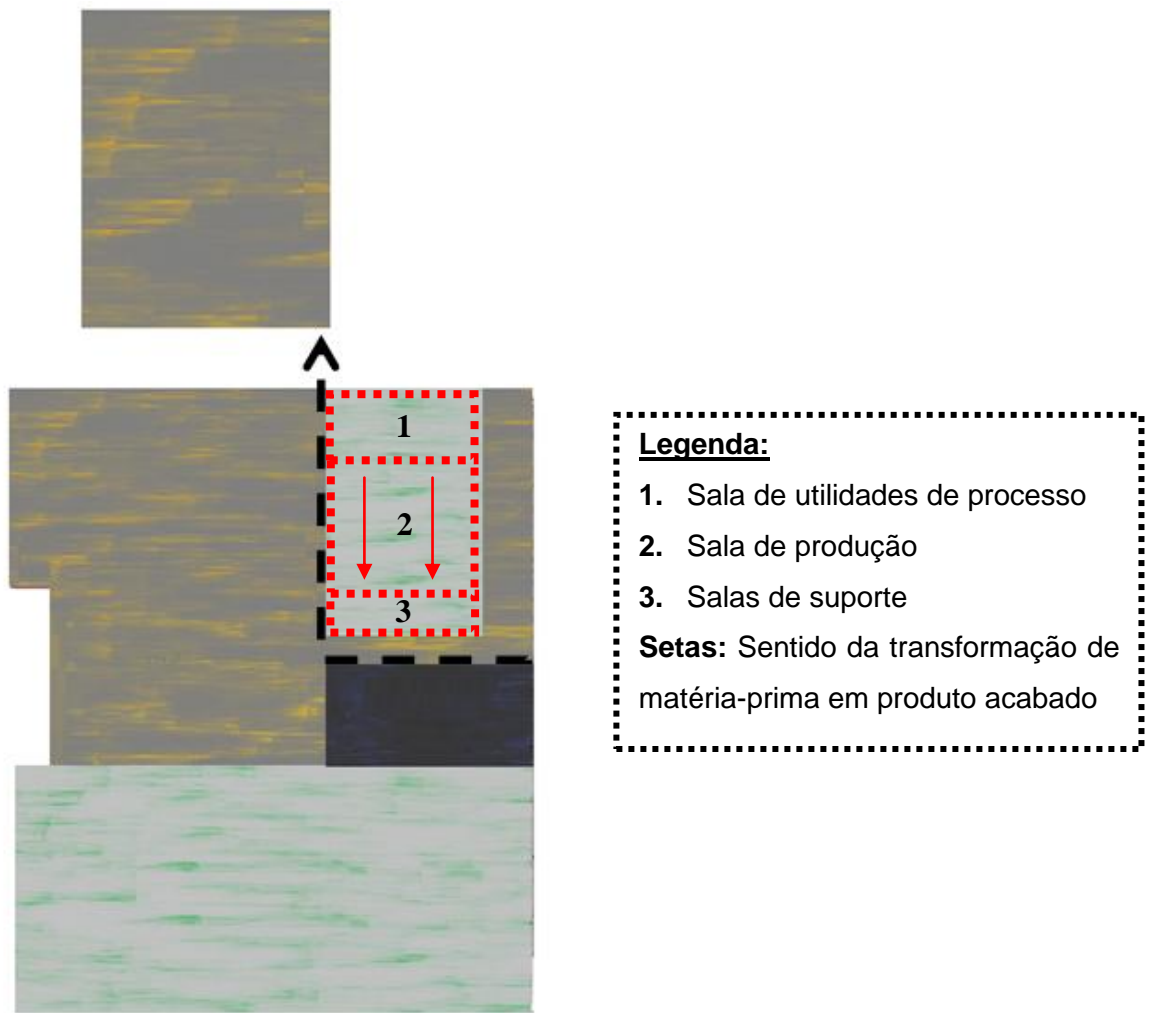


Figura 23 - Disposição do novo módulo de produção: Alternativa escolhida

De acordo com a figura acima, nota-se que a sala de utilidades de processo se encontra na parte superior, enquanto as salas de suporte na inferior. Já em relação à sala de produção, a mesma tem o fluxo produtor direcionando os produtos à área de paletização, através de esteiras transportadoras. Esta orientação do módulo de produção faz com que a distância entre a área de embalagem secundária e a área de paletização seja a menor possível, reduzindo os gastos com esteiras e outras perdas por movimentação.

Já em relação à posição do novo paletizador, o mesmo deve ser instalado junto aos demais, fazendo com que tal área representada seja maior do que anteriormente. Mantendo-se a integridade dos paletizadores, facilita-se a operação dos mesmos, além de não haver a necessidade de instalação de um novo ponto de conexão entre o novo paletizador e o monotrilho, uma vez que se aproveitará o mesmo elevador dos demais.

O terceiro e último ponto que merece destaque é quanto à disponibilidade das docas de expedição atuais. Como foi mencionado anteriormente, no futuro elas não serão mais utilizadas, uma vez que o novo armazém irá contemplar esta função. No entanto, caso haja alguma falha no transporte de paletes da área de paletização para o novo armazém, tais docas se configuram como plano de resposta imediato para contornar determinada situação, apesar do tráfego do armazém e dos paletizadores até as docas ter sua eficiência reduzida. Assim, preferiu-se mantê-las disponíveis em caso de emergência.

Resumidamente, os benefícios em relação às outras propostas estão apresentados:



Figura 24 - Prós e contras da abordagem escolhida

Podem-se encontrar mais detalhes e alternativas analisadas na seção anexa. Nela, se encontram algumas posições possíveis para o novo módulo, bem como seus principais benefícios e prejuízos.

3.3 Planejamento do projeto

Tendo em vista todo o estudo que foi realizado na seção anterior, analisando-se as tecnologias disponíveis, interfaces com outros projetos e seleção de *layout* preferido dentre as

opções disponíveis, se torna necessário realizar o planejamento para que os resultados sejam atingidos. Para tanto, é necessário realizar o gerenciamento do escopo, tempo e riscos.

3.3.1 Gerenciamento do escopo do projeto

A fim de definir todo o trabalho necessário, e somente o necessário, para atingir os objetivos do projeto, inicia-se a etapa de gerenciamento de escopo do projeto. Inicia-se, então, a coleta de requisitos de modo a se obter o escopo definido.

Uma vez que a empresa já possui um novo módulo de produção padrão, os requisitos deste projeto se baseiam em normas e códigos internacionais de engenharia, os quais nortearam o escopo desta pesquisa. Pode-se destacar dentre eles a International Electrotechnical Commission (IEC), National Fire Protection Association (NFPA) e International Building Code (IBC), relacionando-se ao escopo elétrico, de proteção a incêndio e predial.

Além disso, através de reuniões com as diversas partes interessadas no projeto, desde os patrocinadores até os operadores das áreas de produção, é possível alinhar os tópicos das normas que devem estar presentes no escopo do projeto, que pode ser conferido na sequência:

- **Licenças:** Este item é muito importante, uma vez que é necessário atender a todas as exigências e cumprimentos das legislações, sejam elas nas esferas municipais, estaduais ou federais. Tais licenças se configuram tanto nas áreas ambientais quanto, por exemplo, em vistorias e autorizações de instalação e operação.
- **Remoção dos racks do armazém existente:** Uma vez que parte do armazém existente dará lugar ao novo módulo de produção, será necessária a remoção dos racks que ocupem tal área. Assim, esta etapa será a primeira alteração física a ser realizada para possibilitar a evolução do projeto.
- **Análises estruturais:** De modo a garantir que a estrutura existente suportará todos os requisitos do novo módulo de produção, dever-se-á realizar análises das condições do solo, piso, coberturas e demais estruturas de concreto. Assim, poderá se garantir que a área esteja apta a receber as novas cargas provenientes dos equipamentos que serão instalados.

- **Hidráulica:** Toda a infraestrutura hidráulica referente à alimentação de água, esgoto sanitário, água pluvial e drenagem deverá estar disponível para suportar o novo módulo, seja através de melhorias ou da realização de um sistema totalmente novo.
- **Elétrica:** Em relação ao escopo da parte elétrica, deve-se considerar toda a infraestrutura para o abastecimento de energia elétrica ao novo módulo e, posteriormente, os sistemas de suporte para o correto funcionamento das linhas de produção. Assim, todos os requisitos seguem abaixo:

→ **Sistema de iluminação e tomadas**

→ **Sistema de emergência:** iluminação de emergência e geradores para o sistema de proteção de incêndio

→ **Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA) e de aterramento**

→ **Sistemas de Tecnologia da Informação (TI):** para controle de acessos, redes de dados e telefonia

→ **Infraestrutura de potência:** para a interligação entre a subestação da planta e a do novo módulo, com subestações abaixadoras de tensão: de alta para média e de média para baixa, respectivamente

→ **Painéis de distribuição de potência (PDPs) de baixa tensão**

Juntamente das normas internacionais, dados técnicos a respeito dos equipamentos aliados a norma brasileira para instalações elétricas de baixa tensão (ABNT NBR 5410, 2004) são extremamente úteis para se dimensionar todos os dispositivos elétricos, como por exemplo, painéis de distribuição de potência e transformadores abaixadores de tensão.

- **HVAC:** Sistema de ventilação, aquecimento e ar-condicionado do novo módulo, a fim de garantir as condições de processo. É válido destacar que cada área do módulo possui suas próprias faixas de operação e são condições críticas para a produção.

- **Ar comprimido:** O sistema de ar comprimido se apresenta como uma condição essencial para o processo de fabricação e toda a infraestrutura necessária deverá ser realizada.
- **Sistema de proteção de incêndio:** Visto que a área de armazém possui características completamente distintas de uma área de produção, será necessária a alteração do sistema de combate a incêndio, contando com as seguintes alterações:
 - Redimensionando dos ramais de distribuição de água e hidrantes
 - Modificação nos dispositivos de detecção e supressão de incêndio (*sprinklers*)
 - Construção de paredes corta fogo a fim de isolar as áreas de armazém e produção
- **Acabamento das paredes e do piso:** Tanto as paredes quanto o piso devem receber pintura como acabamento, garantindo as boas práticas de manufatura (do inglês, *Good Manufacturing Practices* - GMP).
- **Equipamentos:** Os equipamentos se configuram como parte importantíssima do projeto, uma vez que após o término do projeto serão os grandes responsáveis pela conversão de matéria-prima em produtos. Para tanto, deve-se realizar diversas atividades para que isto aconteça:
 - **Compra:** Através do pedido de compra, formaliza-se a compra perante o fornecedor. Resta, ainda, aguardar a chegada dos equipamentos
 - **Instalação:** Após a chegada dos equipamentos, deve-se executar toda a infraestrutura para que o funcionamento seja possível
 - **Testes:** Por fim, são necessários diversos testes para verificar o funcionamento dos equipamentos, além de validar todos os sistemas do mesmo.

Com o escopo do projeto definido anteriormente, pode-se elaborar a Estrutura Analítica de Projeto, EAP (ou em inglês WBS: *Work Breakdown Structure*). É válido ressaltar que a EAP é apenas uma representação ilustrativa e pode ser disposta de diversas maneiras, além de não representar o escopo completamente. Dessa forma, uma das possíveis representações se encontra na figura a seguir:

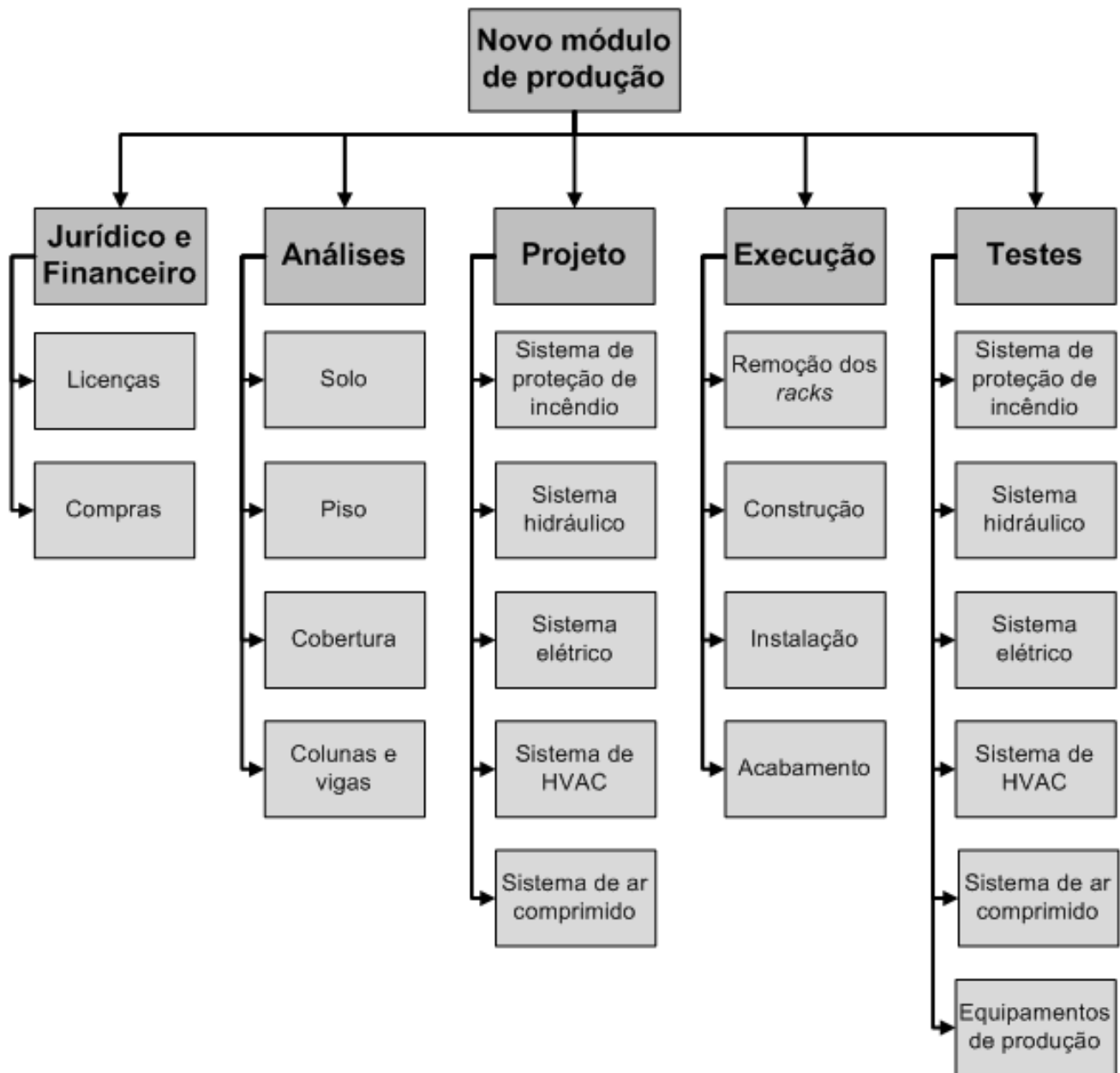


Figura 25 - EAP do novo módulo de produção

Em relação ao controle e verificação do escopo na empresa em questão, reuniões semanais são realizadas entre os membros da equipe de projeto, além de revisões periódicas com os responsáveis por projetos onde existam interfaces.

3.3.2 Gerenciamento de tempo do projeto

Tendo em vista todo o trabalho necessário, e somente o necessário, apresentado na etapa anterior de gerenciamento de escopo, necessita-se agora realizar o gerenciamento do tempo, a fim de atingir os prazos estabelecidos para a conclusão do projeto. Dessa forma, com o escopo do projeto em mãos, as atividades são definidas e, posteriormente, sequenciadas. Deve-se, ainda, estimar a duração das atividades de modo a produzir o cronograma do projeto, identificando o caminho crítico e as atividades que o compõem.

O primeiro ponto que é válido se destacar é em relação às fases do projeto. Uma vez que os fornecedores dos equipamentos levam em torno de um ano para produzir cada célula de produção, além do volume de produção crescer aos poucos de um ano para o outro, dividiu-se o projeto em duas fases, conforme segue.

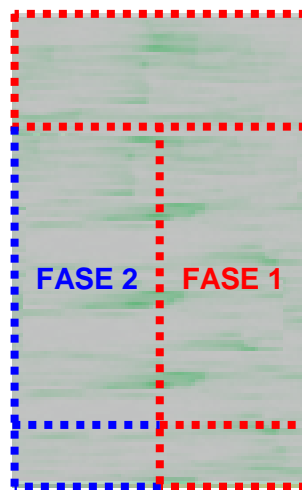


Figura 26 - Fases de execução do projeto

Pode-se notar que a sala de utilidades de processos será construída de uma só vez, suportando a área produtiva desde o primeiro dia. Já as salas de produção e de suporte, serão executadas em duas etapas. Para a primeira fase, será realizada apenas metade da sala de

produção e salas de suporte. Apenas com a segunda fase o módulo estará completo, contado com todas as células produtivas e salas de suporte completas.

Um ponto importante que se pode destacar é que a primeira fase compreende as células de produção da direita da Figura 30, enquanto a segunda fase está relacionada às do lado esquerdo. O motivo de tal configuração é de se manter a integridade da área de armazém pelo maior tempo possível. Assim, enquanto houver apenas a fase um, a área da fase dois poderá, ainda, conter *racks*. Caso contrário, se a primeira fase fosse do lado esquerdo, criar-se-ia uma pequena área de *racks* à direita com difícil acesso e separada dos demais *racks*.

Dessa maneira, listam-se todas as atividades necessárias para se atingir o escopo definido. Após o levantamento das tarefas necessárias, deve-se sequenciá-las, a fim de se visualizar quais são as precedências e, também, um ponto importantíssimo ao projeto, o caminho crítico. O caminho crítico é importante tanto no monitoramento ao longo do projeto, bem como na análise dos riscos e planos de respostas aos riscos. Tal análise se encontra na próxima seção.

O gerenciamento do tempo, dentre outros, é comumente realizado através de uma ferramenta computacional. Para este trabalho de conclusão de curso utilizou-se o *software MS Project 2007*, um dos mais populares do segmento.

Nas Figuras 27 é possível conferir as atividades e as relações de precedência para as atividades de infraestrutura da primeira fase, bem como todo o trabalho relacionado à primeira célula de manufatura. Não estão presentes todas as atividades do projeto, uma vez que isto detalharia a quantidade de novas células que seriam instaladas no módulo. No entanto, o seguimento do projeto teria as atividades análogas às apresentadas a seguir.

A estimativa das durações de cada uma das atividades foi feita com base em atividades iguais ou semelhantes realizadas em projetos anteriores, além de revisões com gerentes de projeto experientes. Contudo, as durações específicas para cada atividade, bem como suas datas de início e término, não puderam ser apresentadas, de modo a preservar o sigilo dos tempos de execução do projeto.

Através da figura a seguir, é possível notar que o caminho crítico está nas atividades relacionadas aos equipamentos de produção. A primeira delas é durante a fabricação, a qual concentra em torno de oitenta por cento da carga de trabalho do cronograma mostrado. Com a

entrega do equipamento após a fabricação, a atividade no caminho crítico é a de instalação do mesmo, seguida dos testes. Logo, o gerenciamento dos riscos deve se atentar a tal fato e propor alternativas em caso de algum atraso.

Portanto, podem-se conferir a seguir todas as atividades necessárias para a realização do projeto, bem como a inter-relação entre elas. Além disso, é possível conferir o gráfico de Gantt, uma das representações possíveis do cronograma.

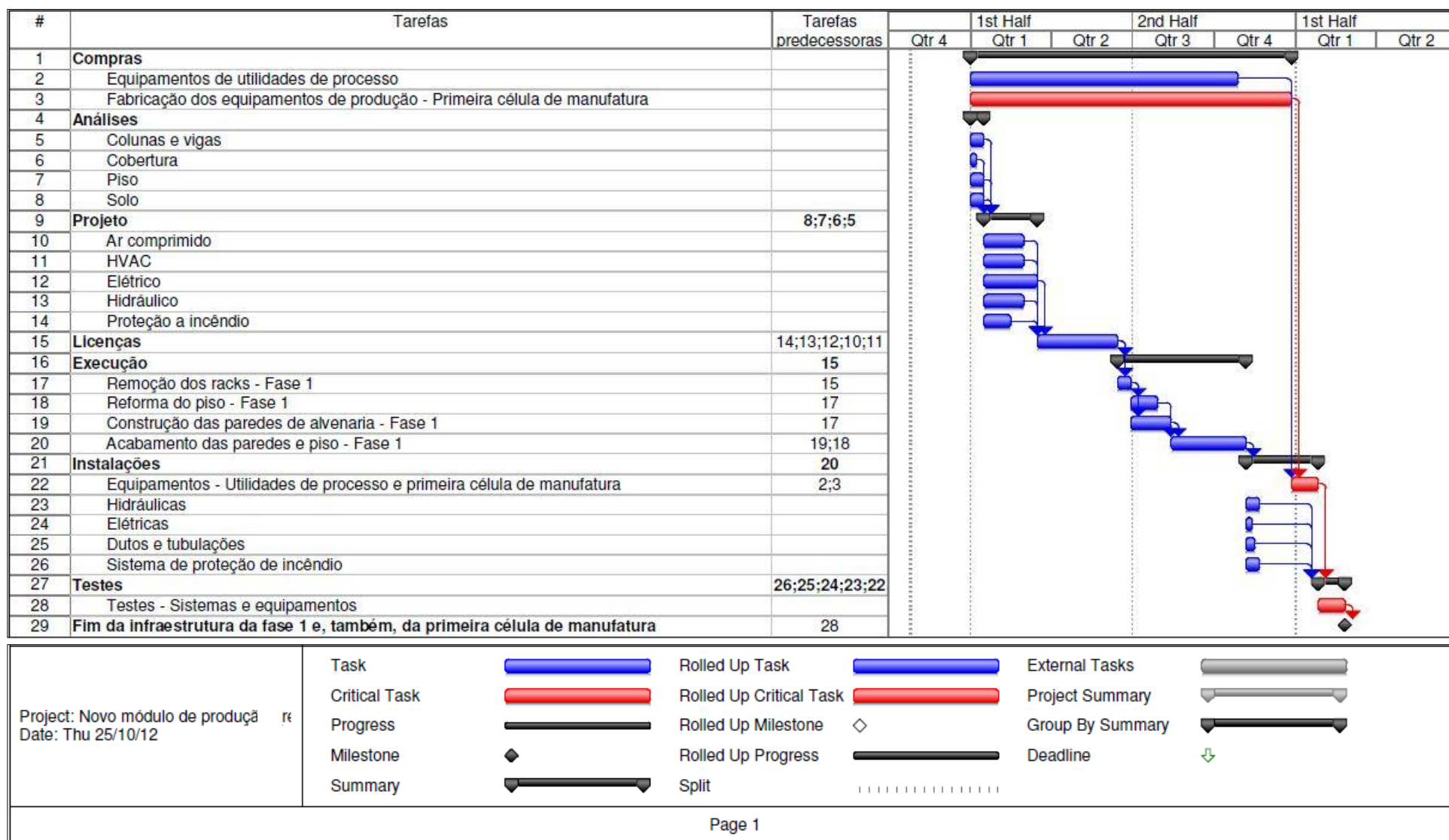


Figura 27 - Atividades sequenciadas e gráfico de Gantt

Em relação ao gerenciamento do tempo, assim como o de escopo, reuniões periódicas são realizadas entre as partes interessadas. Dessa maneira, caso haja algum desvio no andamento do projeto, ações corretivas devem ser empregadas com o intuito de reestabelecer a condição original.

3.3.3 Gerenciamento de riscos do projeto

Esta última parte da fase de desenvolvimento recebe as informações provenientes dos estudos realizados anteriormente e identifica os riscos do projeto. Tal análise se torna importante a fim de antecipar as possíveis causas de não cumprimento de algum ponto do projeto, seja do ponto de vista de tempo, qualidade ou até mesmo da realização do mesmo. Além de identificar os riscos, apresenta-se um plano de respostas a eles, minimizando o impacto caso ocorram.

A Estrutura Analítica de Riscos, a EAR, pode ser utilizada a fim de se evidenciar os riscos de um projeto, conforme fora destacado durante a revisão bibliográfica. É importante notar que não existe apenas uma EAR; ela pode ser realizada de diversas maneiras. Uma EAR possível está representada a seguir:

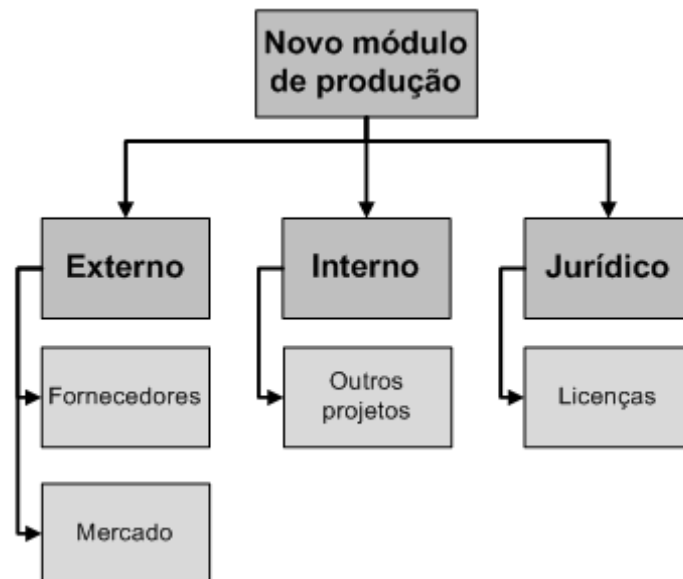


Figura 28 - Estrutura Analítica de Riscos (EAR) do projeto

Os riscos identificados que poderiam interferir de alguma maneira no decorrer do projeto estão listados a seguir:

1. **Alterações na demanda pelo produto:** Podem ocorrer mudanças no panorama econômico, modificando a previsão de crescimento do volume de produção do produto em questão, podendo ser tanto para mais quanto para menos.
2. **Mudanças de prazo para a fabricação dos equipamentos pelo fornecedor:** Os equipamentos de produção e de utilidades de processo são fabricados por outra empresa e os prazos de entrega podem variar, de acordo com questões particulares à empresa fabricante. Novamente, a variação pode-se ter um prazo maior menor.
3. **Atraso no projeto do novo armazém de produto acabado:** Este projeto tem total interface com o desta presente obra, visto que uma área considerável de armazém existente dará lugar ao novo módulo. Assim, para que o novo módulo seja instalado, os *racks* deverão ser realocados neste novo armazém.
4. **Atraso na obtenção das licenças:** O processo de obtenção das licenças é burocrático e é submetido a diversas autoridades. Assim, podem haver atrasos, comprometendo os prazos de início das atividades do projeto.

Como foi visto durante a revisão bibliográfica, os riscos podem ser divididos entre positivos e negativos. Dos quatro itens listados acima, os dois primeiros riscos podem ser tanto positivos quanto negativos, dependendo do evento que ocorrer.

Para o primeiro, caso a demanda aumente, será um risco positivo, uma vez que o volume está crescendo e a expansão da capacidade de produção se justifica. Em contrapartida, caso a demanda diminua, o risco se torna negativo e pode ser que até inviabilize a instalação de todas as células de produção planejadas. Já em relação ao prazo de produção dos equipamentos, caso o fornecedor antecipe a entrega dos mesmos, a produção pode ser antecipada e o abastecimento ao mercado seria adiantado. No entanto, caso o prazo seja estendido, os clientes não receberiam os produtos e isto refletiria negativamente ao projeto.

Uma vez que os riscos estão identificados e divididos entre positivos e negativos, deve-se analisá-los qualitativamente e propor um plano de resposta a eles. Primeiramente, far-se-á para os riscos positivos e posteriormente aos negativos.

- **Análise qualitativa e plano de resposta aos riscos positivos:**

No Quadro 12 é possível conferir a análise das oportunidades identificadas:

Análise de riscos positivos (oportunidades)				
Risco	Probabilidade (P)	Impacto (I)	Grau de risco (P x I)	Estratégia de resposta
1. Aumento da demanda	0,3 (baixo)	0,1 (baixo)	0,03 (risco baixo)	Aceitação passiva
2. Antecipação da entrega dos equipamentos	0,1 (muito baixo)	0,4 (alto)	0,04 (risco baixo)	Melhora

Quadro 12 - Análise de riscos positivos do projeto

Para o primeiro risco identificado, a estratégia de resposta foi a aceitação passiva, uma vez que não haverá alteração no plano do projeto, além de apresentar baixo risco. Já em relação ao segundo, a estratégia de resposta foi a melhora, visto que pode-se colocar equipes técnicas da empresa em questão trabalhando em conjunto com os fornecedores, maximizando as possibilidades de redução do prazo.

- **Análise qualitativa e plano de resposta aos riscos negativos:**

No Quadro 13 é possível conferir a análise das ameaças identificadas:

Análise de riscos negativos (ameaças)				
Risco	Probabilidade (P)	Impacto (I)	Grau de risco (P x I)	Estratégia de resposta
1. Redução da demanda	0,3 (baixo)	0,4 (alto)	0,12 (risco médio)	Aceitação ativa
2. Atraso da entrega dos equipamentos	0,7 (alto)	0,2 (moderado)	0,14 (risco médio)	Mitigação
3. Atraso do projeto do novo armazém	0,7 (alto)	0,1 (baixo)	0,07 (risco médio)	Aceitação ativa
4. Licenças	0,3 (baixo)	0,4 (alto)	0,12 (risco médio)	Mitigação

Quadro 13 - Análise de riscos negativos do projeto

Para os itens um e três, o grau de risco e a estratégia de resposta foram os mesmos: risco médio e aceitação ativa. Em ambos, existe um plano de contingência caso o risco ocorra. Para o primeiro, tal plano seria reduzir a quantidade de células de produção a serem instaladas, ao invés de instalar todas as células de manufatura em linha previamente estabelecidas. Para o

terceiro item, o plano de contingência traçado foi a utilização de armazéns externos alugados, suprimindo a falta de espaço no armazém atual. Tal plano teria caráter temporário, uma vez que ampliaria os custos e a complexidade operacional.

Em relação ao risco da entrega dos equipamentos, o plano de resposta é análogo ao plano de resposta para antecipar a entrega. Ou seja, o plano para mitigar o risco negativo é ter um time técnico trabalhando em conjunto com a equipe dos fornecedores, a fim de reduzir ao máximo a possibilidade de ocorrência.

Por último, as licenças se apresentam com um risco moderado. Novamente a estratégia de resposta foi a mitigação, onde se propõe que antecipar toda a submissão de documentos e a realização de vistorias, a fim de ter tempo hábil para possíveis modificações e retrabalhos. É válido destacar que o plano de resposta para mitigar o risco das licenças reduz a possibilidade de ocorrência, mas não a elimina completamente.

4. Conclusões e considerações finais

Nesta etapa final, dividiu-se o capítulo em duas partes. Na primeira delas, estão apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido, enquanto as restrições da pesquisa estão contidas na parte seguinte.

4.1 Conclusões

O trabalho realizado ao longo da presente monografia forneceu um panorama geral do projeto de expansão da capacidade produtora em uma grande empresa multinacional. Apesar de não conter todos os detalhes e informações necessários para a sua realização, através do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos foi possível proporcionar um estudo e planejamento estruturados a fim de se atingir os objetivos finais do projeto.

Através de uma análise detalhada da empresa, tanto do ponto de vista fabril quanto organizacional, foi possível identificar os projetos que possuíam interface com a expansão da capacidade de produção, além de obter uma configuração padrão para o novo módulo de produção, juntamente com os equipamentos, reduzindo os tempos e esforços da equipe de projeto. Alternativas de solução do problema foram levantadas e a alternativa que contemplava a maior parte dos pontos analisados foi a escolhida.

Com a abordagem mais adequada em mãos, foi possível estruturar o planejamento com base em três áreas: gerenciamento de escopo, tempo e riscos. Na primeira delas, definiu-se todo o trabalho que deve ser realizado a fim de alcançar os objetivos finais, contemplando desde a infraestrutura elétrica de baixa e média potência até as atividades relacionadas aos equipamentos como compras, instalações e testes. Já na etapa de gerenciamento do tempo, dividiu-se o projeto em duas fases devido a limitações no fornecedor de equipamentos. Além disso, foi feito o levantamento das atividades, bem como seu sequenciamento, possibilitando a visualização de todo o cronograma e, também, do caminho crítico. Por fim, os possíveis riscos foram identificados, tanto as ameaças quanto as oportunidades, e planos de resposta para cada um foram traçados, modificando a possibilidade de ocorrência.

Portanto, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi alcançado ao se elaborar uma pesquisa que antecipa os resultados e dificuldades do projeto, devido ao seu propósito preditivo, além de sedimentar a teoria de gerenciamento de projetos em uma pesquisa-ação que responde a questões muito particulares.

Ainda, é interessante destacar a importância das disciplinas de graduação que permitiram o sucesso da presente pesquisa, em especial para Instalações Elétricas I e II e Automação, as quais possibilitaram aplicar parte do conhecimento de Engenharia Elétrica em um projeto fabril de expressiva diversidade e complexidade.

4.2 Restrições da pesquisa

Uma vez que o presente trabalho de conclusão de curso foi realizado em uma grande empresa multinacional, se faz necessário destacar algumas restrições da pesquisa.

A primeira delas é em relação a necessidade de omitir as pesquisas de mercado e números sobre demanda e quantidade de venda do produto, as quais motivaram a necessidade de expansão da capacidade produtora. Tais dados foram excluídos da pesquisa devido ao seu caráter confidencial, visto que poderia comprometer a competição com as empresas do mesmo segmento.

Outro fator restritivo da pesquisa foi que devido a sua complexidade, não foi possível incluir todas as informações e análises realizadas, além do levantamento de características técnicas específicas de cada equipamento. Tal estudo foi importante a fim de se confrontar as recomendações técnicas padrões da empresa com as práticas comumente utilizadas pelas indústrias em geral.

Por fim, é válido destacar que o projeto ainda não está em fase de execução. Logo, foi possível se realizar todo o estudo e planejamento do projeto, objetivo principal desta obra, mas não se puderam verificar os resultados práticos durante o desenrolar do mesmo. No entanto, fica a oportunidade de trabalhos futuros para a análise dos resultados de execução do projeto.

5. Referências

- ABNT NBR 5410:2004, **Instalações elétricas de baixa tensão**. Segunda edição. Rio de Janeiro, 2004.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. **Metodologia da Pesquisa e a Engenharia de Produção**. São Paulo: Artigo. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1998. p. 5.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Makron Books. 1996. p. 209.
- DAYCHOUM, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Primeira edição. Rio de Janeiro: Brasport. 2007.
- ESPOSTO, K.F. **Elementos estruturais para a gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta**. São Carlos: Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2008. p. 29.
- ESPOSTO, K.F. **SEP0171 – Gerenciamento de Projetos**. Notas de aula. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2008. p. 29.
- EXAME, 2012 **Brasil saltará da 7ª para a 4ª posição no ranking mundial até 2030**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/infograficos/noticias/brasil-saltara-da-7a-para-a-4a-posicao-no-ranking-mundial-ate-2030>>. Acesso em: 5 de Março de 2012.
- KERZNER, H. **Gestão de Projetos: As melhores práticas**. Segunda edição. São Paulo: Bookman. 2008.
- MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes. 2004. p. 22.
- PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2009.
- PMBOK®. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK®** Terceira edição, Project Management Institute (PMI®). 2004.
- TOMPKINS, J.A.; WHITE, J.A.; BOZER, Y.A.; TANCHOCO, J.M.A. **Facilities Planning**. Quarta edição. Estados Unidos da América: Wiley. 2010. p. 18.
- VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos**. Sexta edição. Rio de Janeiro: Brasport. 2005.

Anexo A – Alternativas geradas e avaliadas para a escolha da melhor disposição do novo módulo de produção

A opção apresentada logo a seguir inverte o fluxo de produção. Isso faz com que o novo paletizador seja instalado separadamente da área existente, além da necessidade de um elevador adicional para conectar o novo paletizador ao monotrilho.

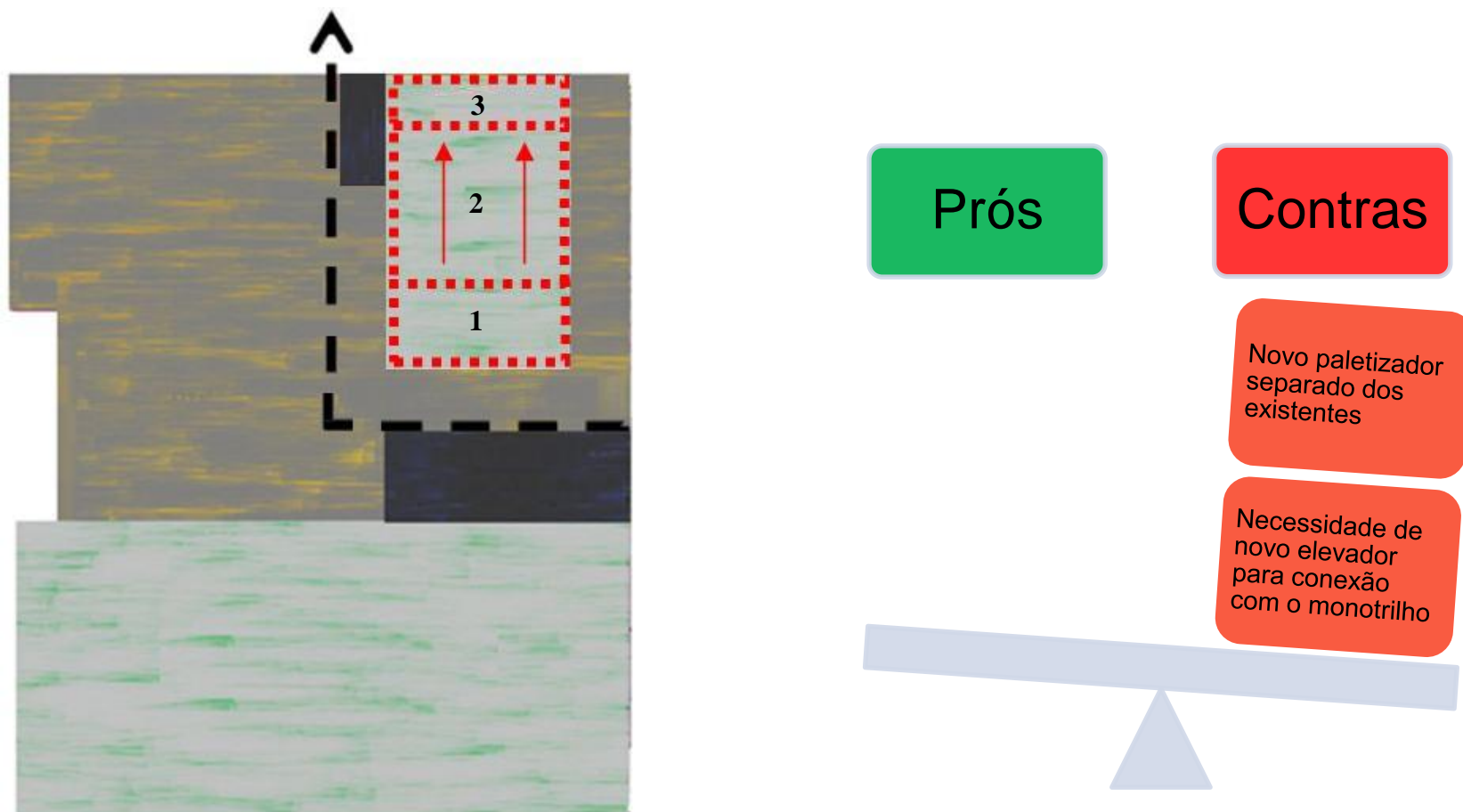
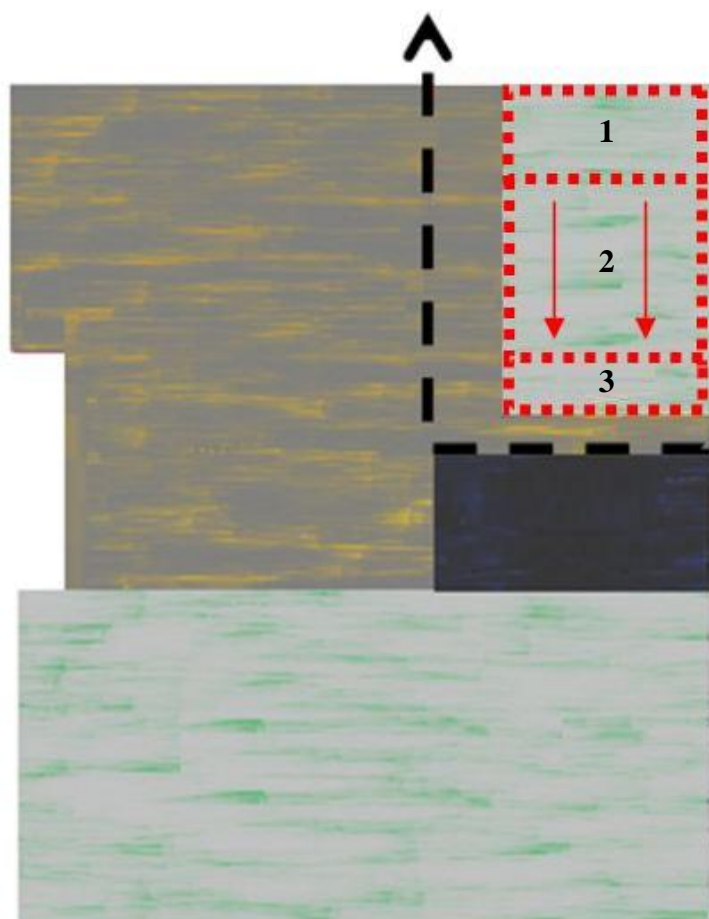


Figura 29 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que inverte o fluxo de produção

A alternativa a seguir se assemelha com a abordagem preferida, mantendo os benefícios, com a diferença que o módulo fica juntamente às docas de expedição atuais. Dessa forma, planos de respostas a determinados riscos ficam comprometidos e inviabilizam a escolha desta opção.



Prós

Contras

Novo elevador para
conexão com o
monotrilho não
necessário

Paletizadores
centralizados em
uma mesma área

Docas de expedição
existentes desativadas

Figura 30 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que exclui as docas de expedição atuais

Diferentemente da opção apresentada anteriormente, essa disposição possibilitaria que as docas de expedição atuais fossem parcialmente utilizadas como plano de ação a possíveis riscos. No entanto, rompe a integridade da área de paletizadores, além da necessidade de novo elevador para conexão com o monotrilha, fazendo com que esta alternativa se torne menos atraente.

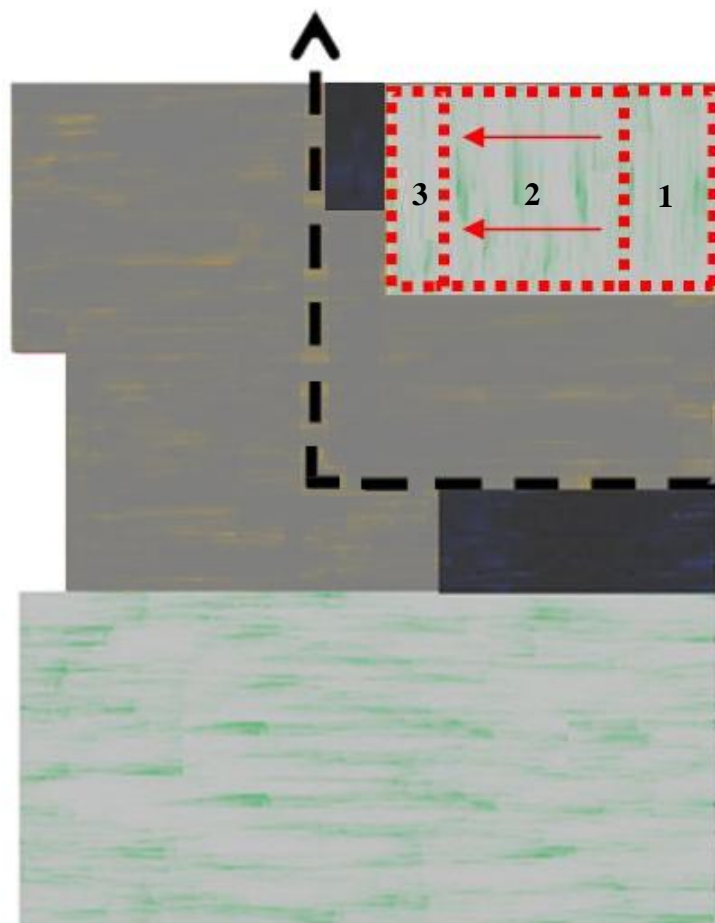


Figura 31 - Disposição do novo módulo de produção e suas características: Alternativa que exclui parcialmente as docas de expedição atuais