

GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA CURTULO

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE
QUALIDADE EM PROJETOS**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

2017

GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA CURTULO

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE EM
PROJETOS**

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de **BACHAREL EM ENGENHARIA MECÂNICA**.

Área de Concentração: Gestão da Qualidade em Projetos.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Rosenda Valdes Arencibia

UBERLÂNDIA – MG

2017

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo sacrifício, dedicação e carinho por todo esse tempo.

À minha namorada, que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis.

À Prof^a. Dr^a. Rosenda Valdes Arencibia e ao Eng. Henry Fong Hwang, pelas dicas e auxílio na realização deste trabalho.

Ao LTAD, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos que me acompanharam durante toda a jornada.

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Mecânica pela oportunidade de realizar este curso.

CURTULO, G. H. O. **Proposição de um sistema de gestão de qualidade em projetos.** 2017. 66 f. Monografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Resumo

O objetivo deste trabalho é a proposição de sistemas e ferramentas para a gestão de qualidade e melhoria contínua nos projetos desenvolvidos pelo Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste (LTAD). Para isso, foram utilizados como base quatro normas ISO aplicáveis à gestão de qualidade em projetos, NBR ISO 9000, NBR ISO 9001, NBR ISO 9004 e NBR ISO 10006, além do guia PMBOK e da metodologia Seis Sigma. Foram utilizadas planilhas de controle do laboratório que mostraram aspectos importantes que tinham grande influência nos resultados. São eles: burocracia excessiva no processo de compras, equipe enxuta e sobrecarregada, dentre outros pontos que serão destacados ao longo deste trabalho. A partir das análises feitas, foram propostas maneiras de melhorar a gestão de projetos no laboratório, focando principalmente na gestão do tempo, recursos humanos, aquisições, riscos e na utilização da ferramenta 5S. Ao final, foram elaboradas propostas para trabalhos futuros que poderão dar continuidade ao que foi abordado neste trabalho.

Palavras Chave: Qualidade, Gestão de Projetos, Seis Sigma, PMBOK, NBR ISO 9000, NBR ISO 9001, NBR ISO 9004, NBR ISO 10006, 5S.

CURTULO, G. H. O. **Proposition of a quality management system in projects**. 2017. 66f. Monography, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Abstract

The objective of this work is the proposition of systems and tools for the management of quality and continuous improvement in the projects developed by the Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste (LTAD). This work was based on four ISO standards applicable to project quality management, NBR ISO 9000, NBR ISO 9001, NBR ISO 9004 and NBR ISO 10006, as well as the PMBOK guide and the Six Sigma methodology. Laboratory control sheets were used and they showed important aspects that had great influence on the results, such as excess of projects, lean and overloaded team, lack of priority, among other points that will be highlighted throughout this work. In order to reverse this situation, the following actions were suggested: improve project management in the laboratory, focusing mainly on time management, human resources, acquisitions, risks and the use of the 5S tool. At the end, proposals were made for future work that could give continuity to what was discussed in this work.

Keywords: Quality, Project Management, PMBOK, Six Sigma, ISO 9000, ISO 9001, ISO 9004, ISO 10006, 5S.

Lista de Figuras

Figura 2.1	Modelo ampliado baseado em um processo de sistema de gestão da qualidade (ABNT, 2010, adaptada).....	8
Figura 2.2	Exemplo de diagrama de Ishikawa (BRITO, 2008).....	18
Figura 2.3	Exemplo de histograma (BRITO, 2008).....	19
Figura 2.4	Exemplo de diagrama de pontos (PENTENATE, 2017).....	19
Figura 2.5	Estrutura simplificada de uma WBS (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011).....	20
Figura 2.6	Exemplo de gráfico de Gantt (FRANCK, 2007).....	21
Figura 2.7	Distribuição de probabilidade Beta (CARVALHO, RABECHINI, 2011).....	24
Figura 4.1	SIPOC do LTAD.....	29
Figura 4.2	Processos do LTAD.....	29
Figura 4.3	Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 4.4	Nível de prioridade das atividades realizadas no LTAD.....	35
Figura 4.5	Histograma como a quantidade de dias úteis necessários para a realização do pedido após a SDE.....	36
Figura 4.6	Histograma como a quantidade de dias úteis necessários para a entrega após o pedido ter sido feito.....	36
Figura 4.7	Porcentagem de compras que necessitam de justificativa.....	37
Figura 4.8	Diagrama de pontos da quantidade de dias úteis entre a data da SDE e a data do pedido.....	38
Figura 4.9	Diagrama de pontos da quantidade de dias úteis entre a data do pedido e a data da entrega.....	38
Figura 4.10	Gráficos de dispersão de valor do pedido vs. tempo para a entrega.....	39
Figura 4.11	Diagrama de pontos do valor do pedido em relação a necessidade de justificativa.....	40
Figura 4.12	Diagrama de pontos do tempo de entrega para cada projeto.....	40

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Áreas do conhecimento do guia PMBOK x grupos de processos NBR ISO 10006:2006 (LOPES JUNIOR, 2012).....	11
Tabela 2.2	Comparação entre os níveis Sigma (PENTENATE, 2017).....	14
Tabela 2.3	Exemplo de uma matriz SIPOC (PENTENATE, 2017).....	17
Tabela 4.1	Cálculo de horas diárias necessárias para o cumprimento do cronograma.....	33
Tabela 4.2	Atividades reprogramadas no LTAD.....	34
Tabela 4.3	Valor médio dos pedidos de acordo com a necessidade de justificativa.....	39
Tabela 4.4	Modelo para definição de atividades (CARVALHO, RABECHINI, 2011).....	42
Tabela 4.5	Matriz de probabilidade x impacto (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011, adaptada).....	46

Lista de Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CEP	Controle Estatístico de Processo
CND	Certidão Negativa de Débito
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CPQ	Características Críticas Para a Qualidade
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
DOE	Delineamento de Experimentos
FAU	Fundação de Apoio Universitário
FEMEC	Faculdade de Engenharia Mecânica
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
GE	<i>General Electric</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LTAD	Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste
MBB	<i>Master Black Belt</i>
NBR	Norma Brasileira
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PERT	<i>Program Evaluation & Review Technique</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
SDE	Solicitação de Despesa
SIPOC	<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i>
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
VOC	Voz do Cliente
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

Sumário

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo Principal.....	1
1.2. Objetivos Secundários.....	1
1.3. Justificativa.....	2
 CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	 3
2.1. Normas referentes à Gestão de Qualidade.....	3
2.1.1 <i>NBR ISO 9000 – Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário.....</i>	<i>4</i>
2.1.2 <i>NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.....</i>	<i>6</i>
2.1.3 <i>NBR ISO 9004 – Gestão para o sucesso sustentado de uma organização – Uma abordagem da gestão da qualidade.....</i>	<i>7</i>
2.2. Norma referente à Gestão de Qualidade em Projetos.....	9
2.2.1 <i>NBR ISO 10006 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para a gestão da qualidade em empreendimentos.....</i>	<i>9</i>
2.3 Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – PMBOK.....	10
2.4 Seis Sigma.....	13
2.5 Ferramentas da Qualidade.....	16
2.5.1 <i>SIPOC.....</i>	<i>16</i>
2.5.2 <i>Diagrama de Ishikawa.....</i>	<i>17</i>
2.5.3 <i>Histograma.....</i>	<i>18</i>
2.5.4 <i>Diagrama de pontos.....</i>	<i>19</i>
2.5.5 <i>WBS.....</i>	<i>19</i>
2.5.6 <i>Gráfico de Gantt.....</i>	<i>20</i>
2.5.7 <i>Ferramenta 5S.....</i>	<i>21</i>
2.5.8 <i>CPM/PERT.....</i>	<i>22</i>
 CAPÍTULO III – METODOLOGIA.....	 25

3.1 Definição do problema.....	25
3.2 Medição.....	26
3.3 Análise.....	26
3.4 Melhoria.....	27
3.5 Controle.....	27
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 Definição do problema.....	28
4.1.1 <i>Três questões fundamentais</i>	28
4.1.2 <i>SIPOC</i>	29
4.2 Medição.....	30
4.2.1 <i>Mapa Mental</i>	30
4.2.2 <i>Follow Up LTAD</i>	30
4.2.3 <i>Acompanhamento de SDEs</i>	30
4.3 Análise.....	31
4.3.1 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	32
4.3.2 <i>Atividades dos participantes da equipe do projeto</i>	32
4.3.3 <i>Atividades reprogramadas</i>	34
4.3.4 <i>Nível de prioridade</i>	34
4.3.5 <i>Tempo para realização do pedido e entrega</i>	35
4.3.6 <i>Orçamentos sem justificativa</i>	37
4.3.7 <i>Outras análises</i>	39
4.4 Melhoria.....	41
4.4.1 <i>Cronograma</i>	41
4.4.2 <i>Pessoas</i>	43
4.4.3 <i>Aquisições</i>	44
4.4.4 <i>Riscos</i>	45
4.4.5 <i>5S</i>	47
4.5 Controle.....	47
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICES.....	53

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Segundo Oliveira (2016), um estudo realizado pelo *PMI (Project Management Institute)* aponta que 69 % das organizações mundiais possuem problemas para entregar projetos no prazo. Além disso, 50 % delas possuem problemas com custos e 31 % possuem problemas de qualidade. No Brasil este número não é muito diferente, o que mostra que as organizações não têm a devida preocupação com a gestão da qualidade e de seus projetos.

Um levantamento feito pelo engenheiro responsável pelos projetos mostrou que cerca de 50 % dos projetos desenvolvidos no Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste (LTAD) estavam sendo entregues fora do prazo. Este fato pode comprometer a credibilidade do laboratório e pode dificultar a procura por parceiros e desenvolvimento de novos projetos. Cabe ressaltar que o LTAD faz parte da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Seus projetos são voltados para temas que envolvem atrito e desgaste, principalmente nos setores de mineração, óleo e gás.

1.1 Objetivo Principal

Este trabalho objetivou definir procedimentos para melhorar a gestão de qualidade nos projetos realizados pelo LTAD, utilizando normas NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a), NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b), NBR ISO 9004 (ABNT, 2010) e NBR ISO 10006 (ABNT, 2006), além do guia PMBOK, da metodologia Seis Sigma e do 5S.

1.2 Objetivos Secundários

- Definir os principais problemas enfrentados no laboratório;

- Utilizar ferramentas estatísticas na validação das informações coletadas;
- Definir uma metodologia para a aplicação das mudanças;
- Elaborar estratégias para a aplicação e controle das melhorias.

1.3 Justificativa

A partir do levantamento feito pelo engenheiro do LTAD veio a motivação para a realização deste trabalho: encontrar metodologias e formas para melhorar a qualidade e a gestão dos projetos realizados pelo LTAD. Para melhor compreensão do processo de estudo e das metodologias utilizadas, este trabalho está organizado da seguinte forma:

No Capítulo 2, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o assunto, dando ênfase nas normas da família NBR ISO 9000, que contemplam a gestão da qualidade em geral, além da NBR ISO 10006, voltada para a gestão de projetos. Além disso, este capítulo também teve foco no guia PMBOK, utilizado em projetos do mundo todo, na metodologia Seis Sigma, atualmente com ampla aceitação nas grandes empresas, e na ferramenta 5S.

No Capítulo 3, é apresentada a metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho, utilizando como base conceitos da metodologia Seis Sigma. As etapas utilizadas são: definição, medição, análise, melhoria e controle.

No Capítulo 4, apresentam-se os resultados obtidos a partir das análises realizadas e suas respectivas discussões.

No Capítulo 5, encontram-se as principais conclusões do trabalho e as propostas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica das normas relacionadas ao assunto abordado no trabalho, enfatizando as normas referentes à gestão da qualidade e ao gerenciamento de projetos, bem como o PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*, ou em português, Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos). São apresentados ainda os fundamentos de Seis Sigma e algumas ferramentas da qualidade.

2.1 Normas referentes à Gestão de Qualidade

As normas da família NBR ISO 9000 foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar organizações de todos os tipos e portes na implementação e operação eficaz de sistemas de gestão de qualidade em processos. Fazem parte desta família as normas NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a), NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b) e NBR ISO 9004 (ABNT, 2010), sendo que as mais recentemente publicadas datam de 2008, 2015 e 2010, respectivamente. Elas formam um conjunto coerente de normas que, se aplicadas de forma adequada, trazem vantagens competitivas devido a maior credibilidade frente aos clientes e concorrentes (ABNT, 2000a).

Para operar com sucesso uma organização, é necessário a implementação e manutenção de um sistema de gestão focado na melhoria contínua do desempenho, levando em conta as necessidades de todas as partes envolvidas no sistema. Para isso, a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a) apresenta oito princípios da gestão de qualidade que podem ser usados para conduzir a organização a obter melhores resultados. São eles:

- Foco no cliente;
- Liderança;

- Envolvimento de pessoas;
- Abordagem de processo;
- Abordagem sistêmica para gestão;
- Melhoria contínua;
- Abordagem factual para tomada de decisão;
- Benefício mútuo na relação com os fornecedores.

Estes princípios formam a base para todas as normas da família NBR ISO 9000. A seguir é apresentada uma breve descrição de cada uma das normas desta família.

2.1.1 NBR ISO 9000 – Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário

A NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a) descreve os fundamentos e estabelece as terminologias dos sistemas de gestão da qualidade, sendo aplicável para organizações, clientes, fornecedores, órgãos reguladores, auditores e organismos de certificação (ABNT, 2000a).

Os sistemas de gestão de qualidade podem ajudar a aumentar a satisfação do cliente (que pode ser interno ou externo a uma organização), ou seja, satisfazer suas necessidades e expectativas. É o cliente quem define a aceitabilidade do produto ou serviço, de acordo com requisitos impostos por ele ou pela própria empresa. Sabendo que as necessidades e expectativas dos clientes mudam constantemente (seja por pressões competitivas ou avanços tecnológicos), as organizações devem possuir um sistema de gestão de qualidade eficiente. Este sistema deve fornecer uma estrutura de melhoria contínua para aumentar a probabilidade de ampliar a satisfação do cliente e das outras partes interessadas.

De acordo com a referida norma, o desenvolvimento e implementação de um sistema como esse passa por várias etapas (ABNT, 2000a):

- Determinação das necessidades e expectativas dos clientes;
- Estabelecimento dos objetivos da qualidade da organização;
- Determinação dos processos necessários para atingir tais objetivos;
- Fornecimento dos recursos necessários para atingir os objetivos;
- Estabelecimento de métodos para medir a eficácia e a eficiência dos processos;
- Aplicação das medidas para determinar a eficácia e a eficiência de cada processo;
- Determinação dos meios para prevenir variações e não-conformidades;
- Aplicação de um processo de melhoria contínua.

A implantação dessas etapas gera confiança na capacidade dos processos e na qualidade dos produtos, o que pode levar a um aumento da satisfação e ao sucesso da organização.

Para funcionar de forma mais eficaz, é necessário que haja o entendimento que as organizações são sistemas onde cada processo está inter-relacionado, ou seja, os insumos (entradas) e produtos (saídas) são dependentes da organização como um todo. A identificação e gerenciamento da interação entre estes processos é chamada de “abordagem de processos” e é necessária para o rastreamento de oportunidades de melhoria (ABNT, 2000a).

Segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a), a política e objetivos da qualidade são necessários para determinar os resultados desejados. Esta política deve ser definida e promovida pela empresa, assegurando que toda a organização esteja conscientizada, motivada e envolvida no processo de melhoria contínua. A empresa, representada por sua direção, deve também garantir a disponibilidade dos recursos necessários, além de analisar periodicamente o sistema de gestão da qualidade e tomar as decisões finais relacionadas às ações para melhoria, a partir dos resultados obtidos, tratados e documentados.

Na implantação de um sistema de gestão da qualidade, a documentação de todos os processos é de importância ímpar. Ela permite a comunicação entre as partes interessadas no processo, assegura a rastreabilidade e a repetibilidade, promove uma evidência objetiva e possibilita avaliar a eficácia e adequação ao sistema de gestão de qualidade. Alguns dos documentos que devem ser gerados são manuais de qualidade, planos de qualidade, especificações, diretrizes, instruções de trabalhos e registros dos resultados alcançados.

De acordo com a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a), ferramentas estatísticas devem ser usadas para a análise dos resultados e entendimento da variabilidade dos processos e, com isso, solucionar problemas para melhorar sua eficiência e eficácia. Além disso, tais ferramentas geram dados, ou seja, insumos que podem ser utilizados nas tomadas de decisão presentes ou guardados para análises futuras.

Após implantado, o sistema de gestão de qualidade deve ser avaliado de maneira criteriosa e, para tanto, devem ser consideradas quatro questões básicas (ABNT, 2000a):

- O processo está identificado e apropriadamente definido?
- As responsabilidades estão atribuídas?
- Os procedimentos estão implementados, documentados e mantidos?
- O processo é eficaz em alcançar os resultados requeridos?

As respostas farão parte do resultado da avaliação, que poderá ser realizada por auditorias da própria organização, de clientes ou organizações externas como o objetivo de fornecimento de certificação. Estas auditorias são importantes para identificar se os requisitos da gestão de qualidade foram atingidos, avaliando assim a eficácia do sistema.

2.1.2 NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos

A NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b) especifica os requisitos para implantação de um sistema de gestão de qualidade. Estes requisitos podem ser usados pela organização para aplicação interna, para certificação ou para fins contratuais. A referida norma se aplica quando tal organização necessita demonstrar sua capacidade para fornecer produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e requisitos regulamentares aplicáveis. Além disso, ela pode ser utilizada quando se pretende aumentar a satisfação do cliente por meio da efetiva aplicação de um sistema focado em melhoria contínua (ABNT, 2000b).

As organizações devem estabelecer, documentar, implementar e manter um sistema de gestão da qualidade, melhorando continuamente sua eficácia de acordo com os requisitos da norma. Para isso, elas devem (ABNT, 2000b):

- Identificar os processos para os quais se deseja implantar o sistema de gestão da qualidade e sua aplicação por toda a organização;
- Determinar a sequência e interação desses processos;
- Determinar critérios e métodos necessários para assegurar que a operação e o controle desses processos sejam eficazes;
- Assegurar a disponibilidade de recursos e informações necessárias para apoiar a operação e o monitoramento desses processos;
- Monitorar, medir e analisar esses processos;
- Implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e a melhoria contínua desses processos.

A documentação do sistema de gestão da qualidade deve incluir declarações documentadas da política e dos objetivos da qualidade; manual da qualidade; procedimentos documentados requeridos pela norma; documentos necessários à organização para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes de seus processos e registros requeridos pela norma NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b).

As pessoas que executam atividades que afetam a qualidade do produto devem ser competentes (com base na educação, capacitação, habilidades e experiências). Para isso, a organização deve determinar as competências necessárias, fornecer cursos de capacitação, avaliar a eficácia das ações executadas e assegurar a conscientização do pessoal a

respeito da importância de suas atividades e de como elas afetam os objetivos da qualidade (ABNT, 2000b).

Devem ser fornecidos infraestrutura e ambiente de trabalho adequados para alcançar os requisitos do produto, o que inclui espaço de trabalho (edifício e instalações associadas), equipamentos de processo (materiais, equipamentos, *softwares*, entre outros) e serviços de apoio (transporte e comunicação).

Segundo a NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b), a realização dos produtos e serviços deve ser planejada de acordo com os requisitos do sistema de gestão da qualidade. Os objetivos da qualidade devem levar em conta os requisitos especificados pelo cliente, bem como os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o uso especificado e os requisitos estatutários e regulamentares. Para isso, é importante determinar maneiras eficazes de comunicação com o cliente para obter informações adicionais sobre o produto, incluir emendas ou pedidos, além de dar e receber *feedbacks* (comentários).

Durante o planejamento do projeto e desenvolvimento, a organização deve determinar os estágios do projeto; a análise crítica, verificação e validação de cada fase e as responsabilidades e autoridades para o projeto. É necessário que exista o gerenciamento das interfaces entre os diferentes grupos envolvidos para assegurar a comunicação eficaz e a designação clara de responsabilidades.

Fornecedores devem ser selecionados e avaliados com base na sua capacidade em fornecer produtos adequados, de acordo com os requisitos da organização. Critérios de avaliação devem ser estabelecidos para os processos de seleção de fornecedores.

Outros fatores de extrema importância que devem ser levados em conta são a identificação e rastreabilidade do produto; a preservação do produto; o controle de dispositivos de medição e monitoramento e um cuidado especial com a propriedade do cliente, seja ela física ou intelectual (ABNT, 2000b).

2.1.3 NBR ISO 9004 – Gestão para o sucesso sustentado de uma organização – Uma abordagem da gestão de qualidade

A NBR ISO 9004 (ABNT, 2010) fornece orientações para que organizações que estejam operando em ambientes complexos, exigentes e em constante mudança, alcancem um sucesso sustentado através de abordagens de gestão da qualidade. Ela promove uma auto-avaliação como ferramenta importante para análise organizacional, identificando pontos fortes e fracos, além de oportunidades de melhoria ou inovação.

Ao contrário da NBR ISO 9001 (ABNT, 2000b), esta norma não possui apenas os requisitos principais para atender uma organização. A NBR ISO 9004 (ABNT, 2010) fornece uma visão mais ampla da gestão de qualidade e tem a intenção de estender os benefícios

de suas orientações a todos os *stakeholders* (partes interessadas) da organização. A relação entre estas normas é mostrada na Fig. 2.1.

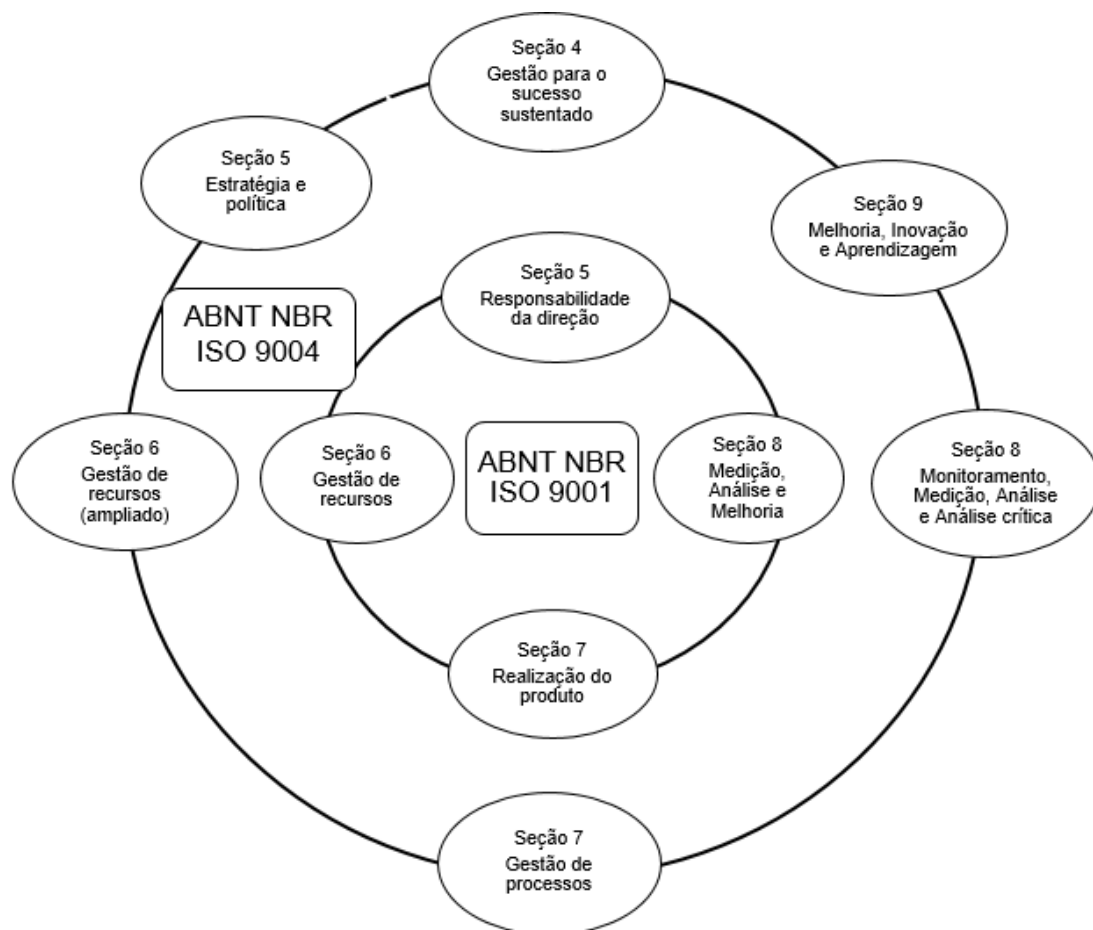


Figura 2.1 - Modelo ampliado baseado em um processo de sistema de gestão da qualidade (ABNT, 2010, adaptada)

Assim como a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a), a NBR ISO 9004 (ABNT, 2010) foi desenvolvida para manter coerência com os fundamentos e terminologias apresentados na primeira, sendo uma base para estas e outras normas.

De acordo com a NBR ISO 9004 (ABNT, 2010), o termo “sucesso sustentado”, foco desta norma, representa a capacidade de uma organização em alcançar e manter seus objetivos a longo prazo. Para isso ela deve utilizar os recursos de maneira eficiente, tomar decisões baseadas em evidências factuais e focar na satisfação do cliente e das outras partes interessadas (*stakeholders*).

O ambiente de uma organização está em constante mudança, independentemente do seu porte, suas atividades, seus produtos e seu tipo. Assim, é importante manter um monitoramento que permita identificar, avaliar e gerenciar riscos.

Segundo a NBR ISO 9004 (ABNT, 2010), as partes interessadas são essenciais para o sucesso sustentado. Elas podem ser clientes, proprietários, acionistas, pessoas da organização, parceiros, fornecedores ou sociedades, ou seja, qualquer entidade que agregue valor a organização ou que esteja interessado ou afetado por suas atividades. Tais partes podem possuir interesses diferentes e, portanto, deve ser dada uma atenção especial ao relacionamento com elas.

2.2 Norma referente à Gestão de Qualidade em Projetos

2.2.1 NBR ISO 10006 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para a gestão da qualidade em empreendimentos

A NBR ISO 10006 (ABNT, 2006) fornece orientações para a gestão da qualidade em empreendimentos tendo como base as normas da família NBR ISO 9000. Segundo a mesma, temos a seguinte definição para empreendimento:

Processo único que consiste em um conjunto de atividades coordenadas e controladas, com data de início e conclusão, realizado para alcançar um objetivo em conformidade com requisitos especificados, incluindo limitações de prazo, custo e recursos NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a).

Essa definição muitas vezes pode ser confundida com a definição de projeto, porém, de acordo com a mesma norma, a definição de projeto e desenvolvimento é:

Conjunto de processos que transformam requisitos em características especificadas ou na especificação de um produto, processo ou sistema NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a).

Apesar da diferença existente entre esses termos na norma brasileira, a norma original tem como título *Guidelines for quality management in projects*, ou seja, diretrizes para gerenciamento de qualidade em projetos.

A NBR ISO 10006 (ABNT, 2006) pode ser aplicada em empreendimentos de várias complexidades, de curta ou longa duração e em diferentes ambientes, independente dos produtos e processos envolvidos. Ela usa como base os conceitos e definições abordados

nas normas NBR ISO 9000 (ABNT, 2000a) e NBR ISO 9004 (ABNT, 2010), principalmente o foco nos oito princípios da gestão da qualidade (ABNT, 2006).

Para a realização dos empreendimentos, são explicados detalhadamente na norma onze grupos de processos (LOPES JUNIOR, 2012). São eles:

- Estratégico;
- Relacionados aos recursos;
- Relacionados às pessoas;
- Relacionados à interdependência;
- Relacionados ao escopo;
- Relacionados ao prazo;
- Relacionados ao custo;
- Relacionados à comunicação;
- Relacionados ao risco;
- Relacionados às aquisições;
- Relacionados à melhoria.

Estes processos podem ser comparados às áreas do conhecimento abordadas no PMBOK (que serão explicadas na próxima seção), como mostrado na Tab 2.1.

2.3 Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - PMBOK

O PMBOK, sigla para *Project Management Body of Knowledge*, é um guia que descreve normas, métodos, processos e práticas estabelecidas para o profissional de gerenciamento de projetos.

Ele foi publicado pela primeira vez em 1996 pelo PMI (*Project Management Institute*), uma instituição internacional sem fins lucrativos, que associa profissionais de gestão de projetos de mais de 185 países. Em 1999, devido à sua relevância, o PMBOK foi reconhecido pelo ANSI (*American National Standard Institute*) como um padrão para o gerenciamento de projetos. A última versão do Guia PMBOK é a sexta edição, publicada em 2017 e traduzida para dez idiomas.

Tabela 2.1 - Áreas do conhecimento do guia PMBOK x grupos de processos NBR ISO 10006:2006 (LOPES JUNIOR, 2012)

PMBOK		NBR ISO 10006:2006	
Capítulo	Área do Conhecimento	Seção	Grupo de Processo
IV	Integração	5, 6.1, 7.2 e 8	Direção, Recursos, Interdependências e Melhorias
V	Escopo	7.3	Escopo
VI	Tempo	7.4 e 6.1	Prazo e Recursos
VII	Custos	7.5	Custos
VIII	Qualidade	4, 5 e 8	(SGQ) Direção e Melhorias
IX	Recursos Humanos	5 e 6.2	Direção e Pessoas
X	Comunicação	7.6	Comunicação
XI	Riscos	7.7	Riscos
XII	Aquisições	7.8	Aquisições

Apesar de sua grande aceitação, ele deve ser entendido como uma coletânea de melhores práticas, e não como metodologia. Isso quer dizer que ele consiste em uma padronização que identifica e conceitua processos, áreas do conhecimento, ferramentas e técnicas, porém, apresentando uma visão geral sobre o gerenciamento que pode ser aplicado à vários tipos de projetos (PMI, 2008).

De acordo com o PMI (2008), “Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e término definidos”. Cada projeto tem caráter único, mesmo que, em alguns casos, elementos repetitivos possam estar presentes. Esse fator os diferem dos processos e operações, que são movidos por rotinas contínuas e repetidas.

Gerenciar projetos significa aplicar conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender aos seus requisitos. No PMBOK, esse gerenciamento é organizado em cinco grupos de processos (OLIVEIRA, 2016). São eles:

- Iniciação: definição de um novo projeto ou fase de projeto;
- Planejamento: estabelecimento do escopo, objetivos, esforços e desenvolvimento das ações necessárias;
- Execução: conclusão das atividades necessárias para que o projeto cumpra suas especificações;

- Monitoramento e controle: acompanhamento, análise e organização do progresso e desempenho do projeto;
- Encerramento: finalização de todas as atividades de todos os grupos de processos do gerenciamento do projeto, formalizando o projeto ou fase e suas obrigações contratuais.

Além destes processos, o PMBOK também detalha dez áreas do conhecimento que foram acrescentadas ao guia ao longo das seis edições (OLIVEIRA, 2016):

- Integração: tem a função de unificar e consolidar o projeto como um todo. Envolve alocação de recursos, realização de *trade-offs* entre objetivos e gerência a interdependência entre cada área do conhecimento;
- Escopo: definição das atividades necessárias para a realização do projeto, estabelecendo critérios para determinar se o projeto foi finalizado da maneira que foi planejado. O escopo serve de base para o gerenciamento e acompanhamento do projeto ao longo de suas fases;
- Cronograma: administração do tempo para assegurar que o projeto seja concluído no prazo previsto. No gerenciamento de cronograma são feitos escalonamentos e sequenciamentos das atividades, além de estimar recursos e duração de cada uma;
- Custo: estimativa dos custos dos recursos necessários para a conclusão das atividades do projeto, além da determinação dos orçamentos e realização do controle financeiro;
- Qualidade: garantia da satisfação do cliente e controle da qualidade do produto ou serviço. Para isso, a gestão de qualidade busca entender, avaliar, definir e gerenciar as expectativas para que os requisitos sejam atendidos;
- Recursos Humanos: criação de um plano de gerenciamento de pessoal que envolve definição das habilidades necessárias, recrutamento e desenvolvimento da equipe, definição das responsabilidades e gestão da equipe;
- Comunicação: emprego dos processos necessários para que as informações do projeto sejam distribuídas e armazenadas da maneira adequada. A gestão de comunicação envolve planejamento, coleta, criação, distribuição, armazenamento, recuperação, gerenciamento, controle, monitoramento e disponibilidade das informações;
- Risco: risco de um projeto é um evento ou condição incerta, que pode ter tanto um efeito positivo, quanto um efeito negativo. A gestão de risco se preocupa o

planejamento, monitoramento e controle de vários aspectos do projeto que podem ocorrer de maneira diferente do planejado;

- Aquisição: processos necessários para adquirir bens e serviços externos à organização. A gestão de aquisição envolve todo o relacionamento com o fornecedor;
- Partes Interessadas: também conhecido como gestão de *stakeholders*, é responsável pela identificação das pessoas e empresas que serão afetadas pelo projeto. Além disso, ela deve criar estratégias de gestão apropriadas para o envolvimento das partes interessadas, entendendo suas necessidades, interesses e potencial impacto.

2.4 Seis Sigma

Segundo Rotondaro et al. (2011), “Seis Sigma é uma metodologia estruturada que incrementa a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção de um bem ou serviço”.

Esta metodologia foi desenvolvida pela Motorola em meados de 1980, época em que a empresa passava por dificuldades devido à forte concorrência, principalmente de empresas japonesas. Tais empresas eram extremamente competitivas por fornecerem produtos de qualidade superior com preços mais baixos, fazendo com que elas invadissem facilmente o mercado americano e mundial (PENTENATE, 2017).

Os resultados positivos alcançados pela Motorola fizeram com que outras empresas se interessassem por este método. Entre elas, um grande exemplo de utilização foi feito pela General Electric, empresa que possuía a meta de atingir o nível de qualidade Seis Sigma em todos seus processos (BRAITT, FETTERMANN, 2014). De acordo com o ex-CEO (*Chief Executive Officer*, ou em português, Diretor Executivo) da GE, Jack Welch, o objetivo era transformá-la em uma companhia onde os produtos, serviços e transações são virtualmente livres de defeitos (PENTENATE, 2017).

O termo sigma é utilizado para medir a capacidade de um processo em trabalhar livre de falhas (ROTONDARO et al., 2011). Quanto maior o número de sigma, mais eficaz é o processo, como mostrado na Tab. 2.2.

Tabela 2.2 - Comparação entre os níveis Sigma (PENTENATE, 2017)

Nível Sigma	Falhas (PPM)	Rendimento	
1	691 460	30,85 %	Não competitivo
2	308 540	69,14 %	
3	66 870	93,32 %	Competitivo
4	6 210	99,38 %	
5	233	99,98 %	Classe mundial
6	3,4	99,99966 %	

Seguir a metodologia Seis Sigma não significa necessariamente que a empresa terá um nível de rendimento Seis Sigma. Os gastos necessários a este tipo de rendimento são justificáveis em poucos casos, como no segmento de saúde ou aeronáutico, onde existe uma responsabilidade maior por envolverem vidas humanas.

Porém, empresas que seguem tal metodologia corretamente tem se mostrado cada vez mais lucrativas no mercado. Segundo Mickel Harry et al. (apud ROTONDARO et al., 2011), “Seis Sigma é um processo de negócio que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros”.

De acordo com Perez Wilson (1999, apud ROTONDARO et al., 2011), o Seis Sigma pode atuar de formas diferentes dentro das empresas, sendo as principais delas:

- *Benchmark*;
- Meta;
- Medida;
- Filosofia;
- Estatística;
- Estratégia;
- Visão.

Em geral, o foco da metodologia Seis Sigma é diminuir ao máximo a variabilidade dos processos, atendendo as necessidades impostas pelo cliente. Processos com variabilidade alta são resultado de produtos ou serviços de má qualidade, o que leva a um aumento de defeitos, custo e tempo de ciclo (ROTONDARO et al., 2011).

Para atingir os resultados desejados, era preciso um programa de gestão da qualidade para ser utilizado nos projetos Seis Sigma. Assim, a Motorola desenvolveu o método operacional MAIC, baseada no ciclo PDCA (*Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Checar) e *Act* (Agir)), muito usado nas áreas de qualidade até hoje. Posteriormente a General Electric

adicionou a fase D, dando origem ao DMAIC. Neste caso, as siglas significam: *Define*, *Measure*, *Analyse*, *Improve* e *Control* (ou em português, Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), e tem as seguintes funções (BRAITT, FETTERMANN, 2014):

- *Define* (Definir): Nesta fase são definidos os requisitos do cliente, também chamado de Voz do Cliente (VOC), e as Características Críticas Para a Qualidade (CPQ). É feito um contrato contendo as informações sobre a equipe, os problemas a serem resolvidos e os resultados esperados que justifiquem o investimento.
- *Measure* (Medir): Para confirmar os problemas definidos na etapa anterior, são feitas medições das variáveis principais para entender o estado atual do processo. Nesta fase são utilizadas ferramentas estatísticas, análise dos sistemas de medição e cálculo da capacidade do processo (Capabilidade).
- *Analyse* (Analisar): Esta é a fase onde os dados coletados são analisados e são definidas as variáveis que mais interferem na qualidade do processo, identificando as causas raízes. Para isso são utilizadas ferramentas estatísticas e de qualidade, como FMEA, análise de variância, correlação, teste qui-quadrado, dentre outros.
- *Improve* (Melhorar): Nesta fase são feitos experimentos para a redução do nível de defeito desejado no processo. Os dados estatísticos obtidos anteriormente devem ser traduzidos em dados de processo, atuando diretamente nas causas raízes. Devem ser criados planos de ação, utilizando ferramentas como DOE (Delineamento de Experimentos) e, por fim, cálculo da nova capacidade de processo (Capabilidade).
- *Control* (Controlar): Uma vez que a melhoria desejada é alcançada e validada, é preciso definir um sistema de medição e controle para manter a capacidade do processo. Para isso, utiliza-se CEP (Controle Estatístico de Processo), gráficos de controle por variáveis e atributos e são elaborados novos procedimentos para melhoria contínua.

Conforme Slak (2006, apud ROTONDARO et al., 2011), o Seis Sigma pode ser aplicado em processos técnicos e não técnicos. Processos de fabricação são considerados técnicos, onde o fluxo de produto é muito visível e tangível. Neste caso, existem muitas oportunidades para coleta de dados e medições. Por outro lado, processos não técnicos podem ser mais difíceis de serem visualizados, como processos administrativos, de serviço ou transações.

Para a aplicação do Seis Sigma, é aconselhável possuir colaboradores treinados nesta metodologia. Equipes devem ser formadas com membros que seguem um tipo de hierarquia baseada na graduação utilizada nas artes marciais (ROTONDATO et al., 2011). As principais são:

- *Patrocinador (Champion)*: possui função de liderança dos executivos-chave. Traz a visão, missão e metas da companhia, além de alocar recursos e ajudar na superação das dificuldades organizacionais.
- *Master Black Belt*: Ajuda no desenvolvimento da estratégia dos projetos e normalmente atua como consultor (*Coaching*). Os *MBB* recebem treinamento intensivo e normalmente dedicam 100 % do tempo ao Seis Sigma, podendo treinar *Black Belts* e *Green Belts*.
- *Black Belt*: Pode liderar projetos de alta complexidade e orientar times de melhoria.
- *Green Belt*: Pode liderar projetos de média complexidade, auxiliam *Black Belts* em projetos de alta complexidade e normalmente dedicam-se a outras funções dentro da empresa além do Seis Sigma.

Os profissionais Seis Sigma devem possuir motivação para alcançar resultados e efetuar mudanças, além de iniciativa, entusiasmo, criatividade, habilidade de relacionamento interpessoal e comunicação. Tudo isso, aliado com conhecimentos técnicos na área de atuação tendem a resultar em projetos bem-sucedidos dentro do prazo estipulado.

2.5 Ferramentas da Qualidade

2.5.1 SIPOC

O SIPOC é uma ferramenta da qualidade normalmente utilizada nos projetos Seis Sigma. Ela é uma matriz que identifica elementos relevantes de um projeto antes de seu início. As letras da sigla são representação das seguintes palavras inglesas: *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Entradas), *Process* (Processo), *Outputs* (Saídas) e *Customers* (Clientes) (PENTENATE, 2017).

Essa ferramenta permite o entendimento global dos processos e descreve as principais inter-relações existentes no projeto, evidenciando as interfaces e impactos nas saídas (BRITO, 2008). A Tabela 2.3 mostra um exemplo de como pode ser estruturada uma matriz SIPOC. A parte de processos é encontrada separada em alguns casos para facilitar a visualização.

2.5.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, foi originalmente proposto pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa (mesmo engenheiro que desenvolveu a metodologia 5S), em 1943. Este diagrama permite exibir todas as causas possíveis em um problema ou condição, sendo assim muito utilizado para encontrar as causas raízes de determinado problema (BRITO, 2008).

Tabela 2.3 - Exemplo de uma matriz SIPOC (PENTENATE, 2017)

S	I	P	O	C
Fornecedores	Entradas	Processos	Saídas	Clientes
- Médico - Laboratório	- Paciente - Requisição - Seringas - Agulhas - Álcool - Outros materiais	- Realizar exame de sangue	- Resultado	- Médico

Ele representa graficamente os fatores de influência sobre determinado problema e provê uma boa estrutura para a realização de *brainstorms*. Normalmente é separado em seis categorias, conhecidas como 6Ms (Material, Medição, Máquina, Mão-de-Obra, Meio Ambiente e Método). A Figura 2.3 mostra um exemplo de como deve ser montado um diagrama de Ishikawa.

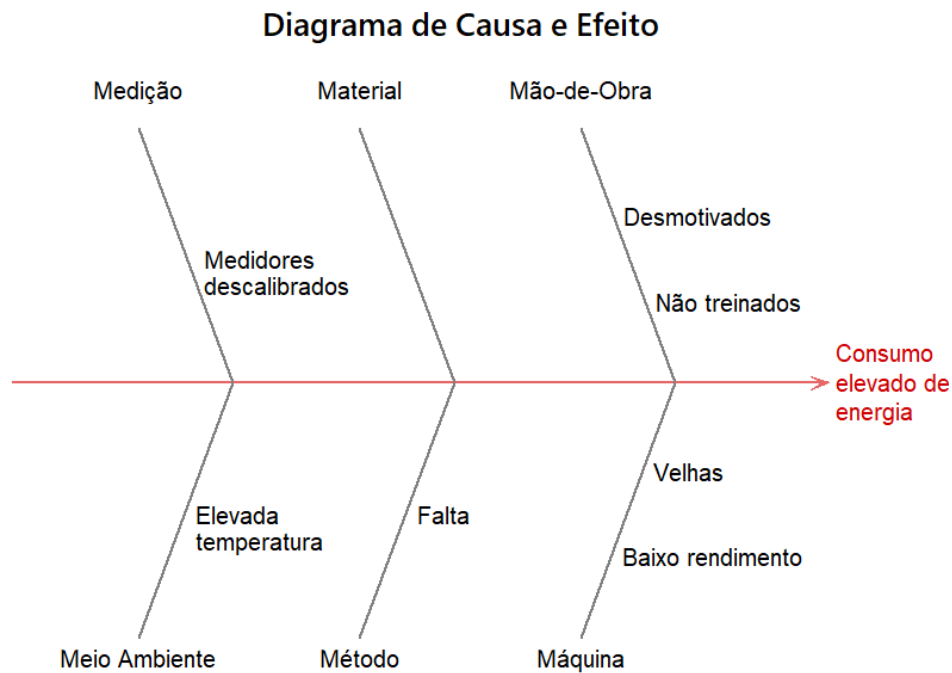


Figura 2.3 - Exemplo de diagrama de Ishikawa (BRITO, 2008)

2.5.3 Histograma

Um histograma é uma representação gráfica em colunas ou barras que mostra a distribuição de frequência de dados quantitativos inteiros ou contínuos. Segundo Miguel (2001, apud BRITO, 2008), “o histograma é uma ferramenta estatística que fornece o quão frequente um determinado valor ou classe de valores ocorre em um grupo de dados”.

Os histogramas têm a vantagem de simplificar a visualização de uma grande quantidade de dados, revelando a tendência, variação e forma dos dados. Além disso, eles fornecem informações úteis para prever o futuro desempenho do processo, verificar se houve alguma mudança e analisar se o processo atual é capaz de atingir as expectativas do cliente (BRITO, 2008). A Figura 2.4 mostra um exemplo de histograma.

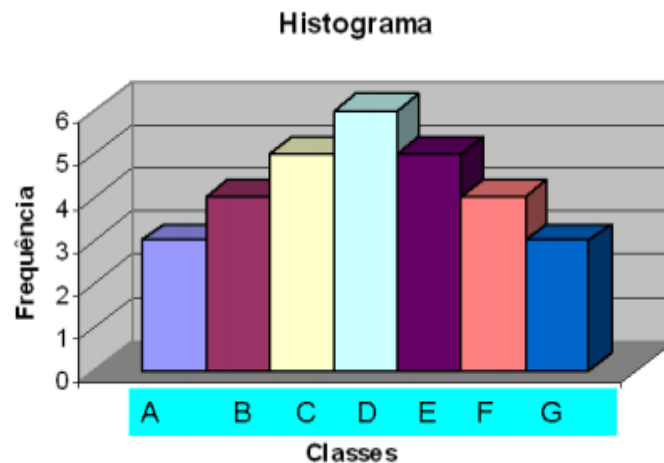


Figura 2.4 - Exemplo de histograma (BRITO, 2008)

2.5.4 Diagrama de pontos

Os diagramas de pontos têm função semelhante à dos histogramas, porém são utilizados valores inteiros e em menor quantidade. Eles são utilizados para dados quantitativos, onde o gráfico mostra a frequência de acontecimentos de determinado valor (PENTENATE, 2017). A Figura 2.5 mostra um exemplo de diagrama de pontos.

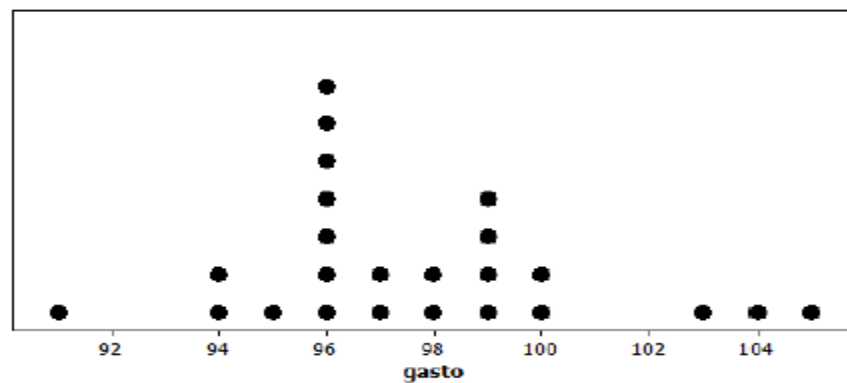


Figura 2.5 - Exemplo de diagrama de pontos (PENTENATE, 2017).

2.5.5 WBS

Uma *WBS* (*Work Breakdown Structure*, ou em português, Estrutura Analítica de Projeto) é uma maneira de representar o projeto em diferentes níveis de um organograma. Ela é um processo de desagregação ou subdivisão dos resultados parciais que ajuda o gerente na execução e controle do projeto.

Ela é composta pelos seguintes níveis hierárquicos: projeto, entregas, pacotes de trabalho e atividades (alguns autores não consideram as atividades como parte da *WBS*). A Figura 2.6 mostra um exemplo simplificado da estrutura de uma *WBS*.

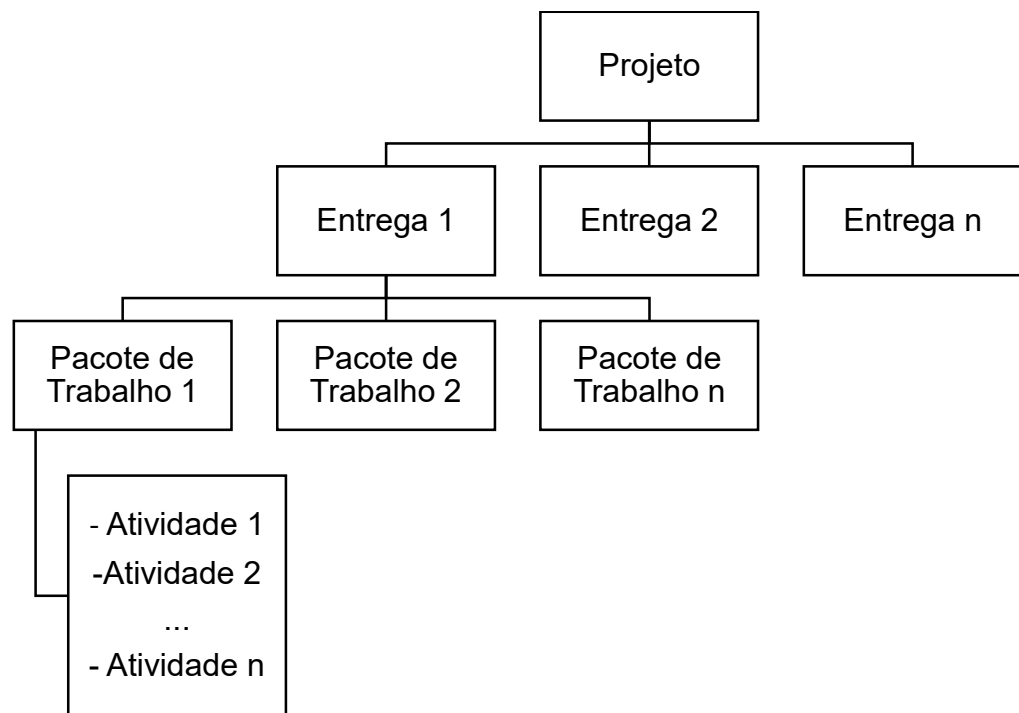


Figura 2.6 - Estrutura simplificada de uma WBS (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011)

Segundo Carvalho, Rabechini Jr. (2011), os pacotes de trabalho devem conter as seguintes informações:

- Objetivo;
- Entregas;
- Programação;
- Orçamento;
- Responsabilidades.

A WBS parte de uma estrutura hierárquica *top-down* (de cima para baixo), ou seja, a decomposição parte do projeto como um todo, para uma estrutura de entregas tangíveis. A soma de todas as entregas deve sempre representar 100 % do escopo de nível superior.

Cabe ao gerente de projetos definir os critérios a serem utilizados, como orientada aos subsistemas, à geografia, às funções, às fases, dentre outros. Alguns gerentes preferem representar a WBS através de tabelas, o que também é permitido.

2.5.6 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt é uma das ferramentas mais antigas utilizadas para controle de cronograma. Ela foi desenvolvida pelo engenheiro mecânico Henry Gantt em 1917, foi

sendo aperfeiçoado durante os anos e hoje é uma ferramenta essencial na gestão de tempo de projeto.

Este diagrama apresenta as atividades do projeto em uma escala de tempo, marcando a duração planejada, facilitando sua compreensão. Em projetos complexos, é aconselhável agrupar as atividades em pacotes ou marcos, para facilitar sua visualização (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011). A Figura 2.7 mostra um exemplo de gráfico de Gantt desenvolvido utilizando o *Microsoft Project*.

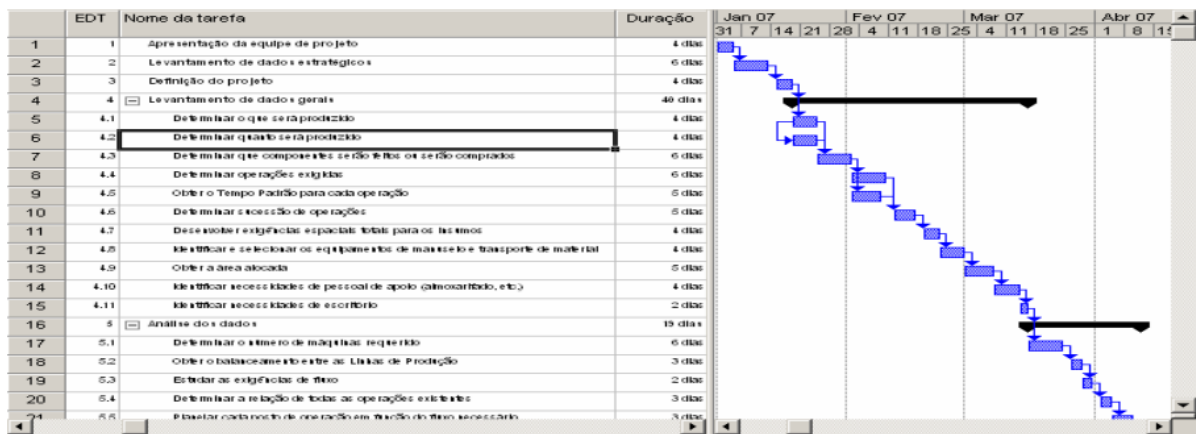


Figura 2.7 - Exemplo de gráfico de Gantt (FRANCK, 2007)

2.5.7 Ferramenta 5S

O 5S é uma ferramenta base para a aplicação da qualidade total na empresa. Ela surgiu no Japão em meados da década de 50, criada por Kaoru Ishikawa, após constatar que as fabricas japonesas eram muito sujas e desorganizadas (MARCELLO, TREVIZAM, 2010).

A ferramenta tem esse nome pois é baseada em cinco palavras japonesas começadas com a letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Segundo João Martins da Silva (1994 apud SILVA, 2015), estas palavras foram interpretadas como sensores para refletir melhor a ideia de mudança comportamental. São eles:

- *Seiri* (senso de utilização): Definir objetos, utensílios e dados necessários e desnecessários e, a partir disso, eliminar o que for inútil. Também abrange a correta utilização dos equipamentos, aumentando a vida útil e evitando o desperdício.
- *Seiton* (senso de ordenação): Organizar a disposição de objetos e dados de forma sistemática e simples. Isso diminui o cansaço desnecessário, agiliza os processos e economiza tempo.

- *Seiso* (senso de limpeza): Além da própria limpeza e bem-estar do ambiente de trabalho, é uma oportunidade de evitar a sujeira. Com isso, é possível descobrir potenciais pontos de desperdício e prevenir acidentes.
- *Seiketsu* (senso de padronização): A padronização do ambiente de trabalho (cores, formas, iluminação, localização, ventilação) proporciona uma maior humanização do mesmo. Isto tem envolvimento direto com a saúde física e mental do indivíduo.
- *Shitsuke* (senso de autodisciplina): Envolve o hábito de cumprir normas e procedimentos que devem ser seguidos diariamente, porém de maneira voluntária, sem a necessidade de monitoramento ou cobranças. É necessário para a manutenção das metodologias implantadas e a busca por melhoria contínua.

A implantação e utilização diária dos cinco sentidos proporciona melhor qualidade, permite desenvolver um planejamento sistemático de classificação, ordem e limpeza, e com isso, melhorar a produtividade, segurança, clima organizacional e motivação de todas as pessoas na organização. Segundo Carvalho (2011 apud SILVA, 2015), “O respeito e a convivência com os cinco sentidos leva os indivíduos a conhecerem melhor o seu papel dentro da organização e os torna parte dos resultados alcançados”.

2.5.9 CPM/PERT

O *CPM* e *PERT* são técnicas de programação de rede que surgiram no final da década de 1950. Elas são utilizadas para estimar ou calcular o tempo de duração de cada atividade, e assim realizar a montagem do cronograma. Ambas possuem pontos em comum, como (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011):

- Definir as atividades significativas;
- Definir o relacionamento entre as atividades;
- Conectar as atividades em uma rede;
- Atribuir tempo e recursos para cada atividade;
- Calcular o caminho crítico da rede.

O *CPM* (*Critical Path Method*, ou Método do Caminho Crítico em português) foi desenvolvido por Morgan Walker e James Kelly para a empresa americana Du Pont. Ele utiliza uma única estimativa de duração para cada atividade, obtida por julgamento de especialistas que já participaram de projetos similares, dados históricos da empresa ou até dados secundários fornecidos por outras empresas especializadas.

Porém, mesmo com especialistas experientes em projetos, estimar duração é uma tarefa com elevado grau de incerteza. Por isso, antes pensar no tempo de duração de cada atividade é necessário decidir o nível de recursos disponível para a realização da atividade. Dependendo da atividade, também é importante analisar se é mais vantajoso realizar as atividades “em casa” ou terceirizá-las (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011).

Segundo Carvalho, Rabechini Jr. (2011), o *CPM* utiliza uma lógica de programação para frente e para trás, ou seja, são obtidas as datas mais cedo de início e datas mais tarde de término para cada atividade.

Na programação para frente, são calculadas as datas mais cedo de início de cada atividade, utilizando a maior duração da atividade predecessora imediata, sendo que as atividades de origem são consideradas com data zero. Já na programação para trás, percorre-se o caminho inverso. Para isso, utiliza-se a data mais tarde de término de cada atividade e parte-se do evento final, ou seja, a entrega do projeto.

Após calcular as datas cedo e tarde de cada evento, tem-se a programação das atividades. Com isso, é possível calcular as folgas do projeto, períodos onde é possível realizar alterações no cronograma sem atrasar o término do projeto. Com isso, obtém-se o caminho crítico do projeto, atividades que possuem data mais cedo igual a data mais tarde e não possuem folgas. “Nessas atividades não existe nenhuma flexibilidade na programação e qualquer atraso na realização dessas atividades resultará em atraso do projeto como um todo” (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011).

O *PERT* (*Program Evaluation & Review Technique*, ou Avaliação de Programa e Técnica de Revisão em português) foi desenvolvido pela Lockheed Corporation e pela consultoria Booz, Allen & Hamilton para o escritório de projetos especiais da Marinha americana.

Diferente do *CPM*, o *PERT* usa um sistema estocástico estimativa de duração das atividades. Nele, cada atividade deve possuir três estimativas de tempo para execução, uma mais provável, uma otimista e uma outra pessimista. Essas três estimativas são utilizadas para calcular a duração esperada das atividades utilizando a distribuição Beta, como mostra a Fig. 2.8.

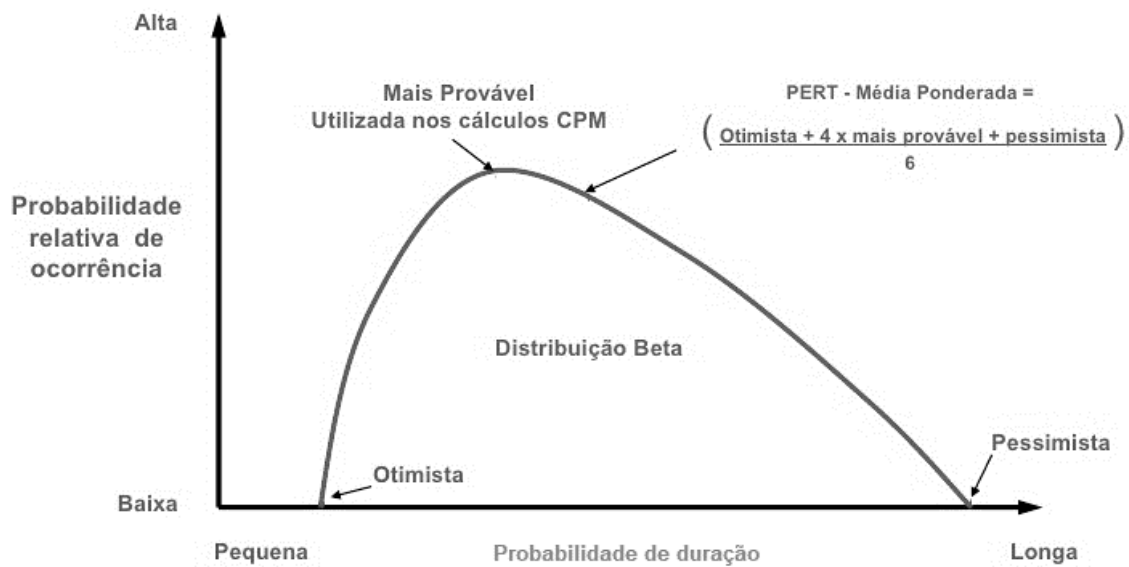


Figura 2.8 - Distribuição de probabilidade Beta (CARVALHO, RABECHINI, 2011)

Como mostrado na Fig. 2.8, a duração mais esperada é calculada através da seguinte Eq. (2.1):

$$\text{Duração esperada} = \frac{\text{Otimista} + 4 \times \text{Mais provável} + \text{Pessimista}}{6} \quad (2.1)$$

A partir desta duração, é feito a programação das atividades para encontrar o caminho crítico da mesma maneira que foi explicado para o *CPM*.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia proposta para melhorar a gestão de qualidade nos projetos desenvolvidos no LTAD. Para um melhor entendimento, a mesma foi dividida em cinco etapas, seguindo a metodologia DMAIC usada em projetos Seis Sigma, quais sejam: definição do problema; medição; análise; melhoria e controle.

3.1 Definição do problema

Nesta etapa foi definido o problema objeto de estudo e análise. Para isso foram respondidas três questões fundamentais:

- O que se deseja realizar?
- Como saber se uma mudança é uma melhoria?
- Que mudanças podem resultar em melhoria?

Após responder estas perguntas, foi feito um SIPOC para visualizar de maneira resumida cada uma das etapas do processo pelo qual os projetos passam, desde sua chegada ao LTAD, até a entrega dos resultados ao cliente.

O SIPOC apresenta uma abordagem visual (visão do processo) das entradas e saídas existentes na construção de um produto ou realização de um serviço, contudo, sem muito detalhamento. Ele é utilizado para identificar e documentar aspectos relevantes do processo.

3.2 Medição

Tendo definido o problema, foi iniciada a etapa Medição. Nesta etapa foi realizado um levantamento para conhecer, em detalhe, as etapas e os processos relacionados a cada projeto. Foi efetuado um estudo visando detectar os problemas e suas possíveis causas.

Para tanto, o primeiro passo foi fazer uma pesquisa com o pessoal que faz parte da equipe dos projetos atualmente em desenvolvimento no LTAD, para levantar os motivos que poderiam acarretar em atrasos na execução. Assim, foram entrevistados o professor responsável pelo laboratório, a secretária, quatro engenheiros e quatro técnicos. Todos foram questionados com as seguintes perguntas:

- Quais trabalhos você realiza no LTAD?
- Quais as etapas para a realização do seu trabalho?
- O que atrapalha ou atrasa o desenvolvimento do seu trabalho?
- O que poderia ser feito para melhorar o desenvolvimento do seu trabalho?

Cada entrevista durou cerca de trinta minutos e as respostas foram registradas em anotações em papel.

De posse dos resultados das entrevistas, foi utilizado o programa XMind para organizar um mapa mental e melhorar a visualização e agrupamento dos problemas. A utilização desta ferramenta auxilia na memorização do aprendizado, compreensão dos problemas e nas estratégias de gestão que serão utilizadas.

Em seguida, foram elaboradas e analisadas duas planilhas em Excel para controle de cronograma e controle de compras. A partir delas foi possível obter dados quantitativos que serviram para avaliar o que os entrevistados responderam, além de acrescentar mais informações que poderiam ser trabalhadas no projeto de melhoria. A partir dos resultados obtidos foram elaborados gráficos e tabelas utilizando os programas Microsoft Excel e Minitab para facilitar a análise e a interpretação.

3.3 Análise

Em posse dos dados obtidos na fase Medição, a fase Análise veio com o objetivo de encontrar as causas raízes dos problemas, fazer uma análise crítica do processo atual e propor mudanças. O primeiro passo foi agrupar os problemas encontrados em um diagrama de Ishikawa, ou diagrama de Causa e Efeito.

Em seguida foi feito um estudo dos principais problemas detectados, para que fosse possível propor uma solução para cada caso. Nesta etapa foi utilizada a análise estatística das informações obtidas nas planilhas de controle de compras e cronograma. Os resultados

obtidos foram apresentados por meio de gráficos, diagramas de pontos, histogramas e tabelas.

3.4 Melhoria

Nesta fase foi proposto um plano de ação para a melhoria na gestão de qualidade. Para isso, foram utilizados conceitos retirados das normas de qualidade, PMBOK, Seis Sigma e outras fontes pertinentes.

3.5 Controle

Foram propostas maneiras para manter o controle sobre as melhorias obtidas, baseadas na metodologia Seis Sigma.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da medição e análise dos problemas, bem como uma discussão e proposição de melhorias a serem implementadas e controladas.

4.1 Definição do problema

4.1.1 *Três questões fundamentais*

Nesta etapa foram respondidas as três questões fundamentais para o início de um projeto de melhoria:

- O que se deseja realizar?

Diminuir ou eliminar o tempo de atraso na entrega dos projetos do LTAD.

- Como saber se uma mudança é uma melhoria?

Se os indicadores mostrarem que os projetos estão sendo entregues no prazo estipulado no cronograma inicial, significa que a mudança implementada foi uma melhoria.

- Que mudanças podem resultar em melhoria?

Uma das primeiras etapas de um projeto é a elaboração do cronograma de desenvolvimento. Este cronograma é proposto com base no bom senso e as experiências

de projetos anteriores, bem como visando o atendimento dos editais e prazos dos clientes. Sabe-se que a proposição de um cronograma não é uma tarefa fácil. Entretanto, o cumprimento do mesmo constitui, na maioria das vezes, um desafio devido principalmente ao excesso de burocracia.

Neste sentido se propõe o uso de técnicas indicadas no PMBOK para auxiliar a montagem do cronograma.

Alguns dos projetos desenvolvidos atualmente podem ser considerados “grandes” tanto nos objetivos, quanto nas etapas a serem cumpridas. Se observou que a equipe dedicada a cada projeto é bastante enxuta, o que é perfeitamente justificado pela limitação dos recursos financeiros de cada projeto. Neste sentido se recomenda que o pessoal seja alocado para a função ou atividade de sua competência e caso seja necessário serviços de terceiros sejam contratados.

Considerando o anteriormente exposto, a implantação de uma gestão de qualidade eficiente se torna indispensável visando à melhoria contínua.

4.1.2 SIPOC

As Figuras 4.1 e 4.2 mostram o diagrama SIPOC dos processos realizados no LTAD.

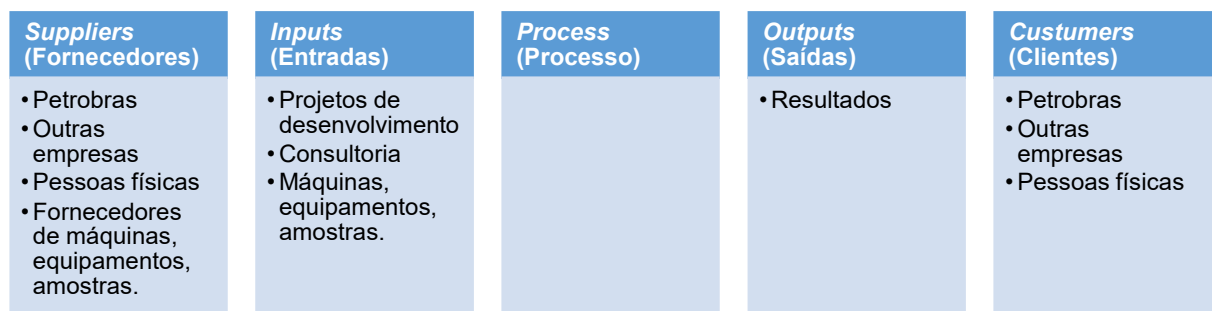


Figura 4.1 - SIPOC do LTAD

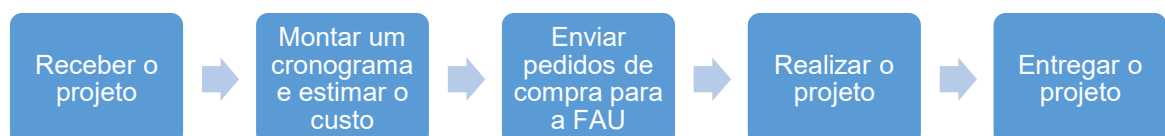


Figura 4.2 - Processos do LTAD

A partir destas figuras, é possível ter um melhor entendimento das etapas para a realização de um projeto no LTAD. A Figura 4.1 mostra os fornecedores, entradas, saídas e os clientes do laboratório, enquanto a Fig. 4.2 resume os principais processos, desde sua chegada até a entrega dos resultados finais.

4.2 Medição

4.2.1 Mapa Mental

Após definir os objetivos e entender os processos pelos quais passam os projetos do LTAD, foi elaborado um mapa mental a partir das respostas obtidas nas entrevistas com os funcionários do laboratório. Esse mapa mental pode ser encontrado no APÊNDICE A.

Em seguida, foi preciso comprovar as respostas com dados quantitativos. Para isso, foram implementadas duas planilhas em Microsoft Excel, utilizadas para controle de cronograma (*Follow Up* LTAD) e controle de compras (Acompanhamento de SDEs).

4.2.2 Follow Up LTAD

A planilha *Follow Up* LTAD é utilizada para o acompanhamento dos projetos realizados pelo laboratório. Nela é possível obter as seguintes informações:

- Nome do projeto;
- Atividade/Ação realizada;
- Tempo previsto para a realização da atividade;
- Tempo real de realização da atividade;
- Nível de prioridade;
- Nome do responsável;
- Datas de entrega: Prevista, Reprogramada e Real;
- Status da atividade;
- Notas adicionais.

A partir desta planilha, foi possível encontrar dados que comprovaram alguns pontos discutidos durante as entrevistas, como o excesso de projetos, equipe enxuta e falhas na definição de prioridade.

4.2.3 Acompanhamento de SDEs

A planilha Acompanhamento de SDEs (Solicitação de Despesa) é utilizada para o acompanhamento das compras realizadas pelo laboratório. Nela é possível obter as seguintes informações:

- Nome do projeto;
- Data da SDE;
- Número da SDE;
- Necessidade de justificativa;
- Status;
- Descrição do produto;
- Valor da SDE;
- Data do pedido;
- Valor do pedido;
- Previsão de entrega;
- Data de entrega;
- Solicitante responsável.

A partir desta planilha, também foi possível encontrar dados que comprovaram alguns pontos discutidos durante as entrevistas, como o excesso de tempo para a entrega de itens comprados pela equipe. Além disso, outros pontos discutidos nas entrevistas puderam ser refutados, como a afirmação de que o motivo principal dos atrasos era a necessidade de justificativa.

4.3 Análise

Após a análise do mapa mental, alguns pontos observados merecem destaque, como:

- Grande quantidade de problemas detectados no processo de compras, principalmente pela demora na obtenção de orçamentos e a burocracia excessiva;
- Colaboradores tendo que realizar outras funções além dos projetos;
- Uso inadequado dos equipamentos ou falta de conhecimento dos equipamentos;
- Alterações ou aumento de escopo;
- Dificuldade no remanejamento de recursos financeiros;

- Imprevistos tais como demora na entrega dos serviços quando terceiros são contratados ou entrega de produtos fora de especificação, principalmente aqueles decorrentes de serviços de usinagem.
- Outros imprevistos.

4.3.1 Diagrama de Ishikawa

A Figura 4.3 apresenta o diagrama de Ishikawa elaborado com base nas entrevistas realizadas no LTAD. Nele é possível observar algumas causas que podem gerar atrasos, separadas nas categorias comumente utilizadas, conhecidas como 6M.

Assim como o mapa mental, sua função principal é organizar o raciocínio para facilitar a visualização das causas raiz de cada problema.

4.3.2 Atividades dos participantes da equipe do projeto

Utilizando as datas da primeira entrega de atividade e da última entrega de cada um dos engenheiros na planilha *Follow Up* LTAD, foi possível calcular a quantidade de dias úteis disponíveis. Além disso, foi possível somar a quantidade de horas estimadas no cronograma para a realização destas tarefas. Dividindo esta somatória pela quantidade de dias úteis, estimou-se quantas horas os engenheiros deveriam trabalhar por dia para atender os prazos previstos. Os resultados são mostrados na Tab. 4.1.

Gestão da qualidade em projetos do LTAD

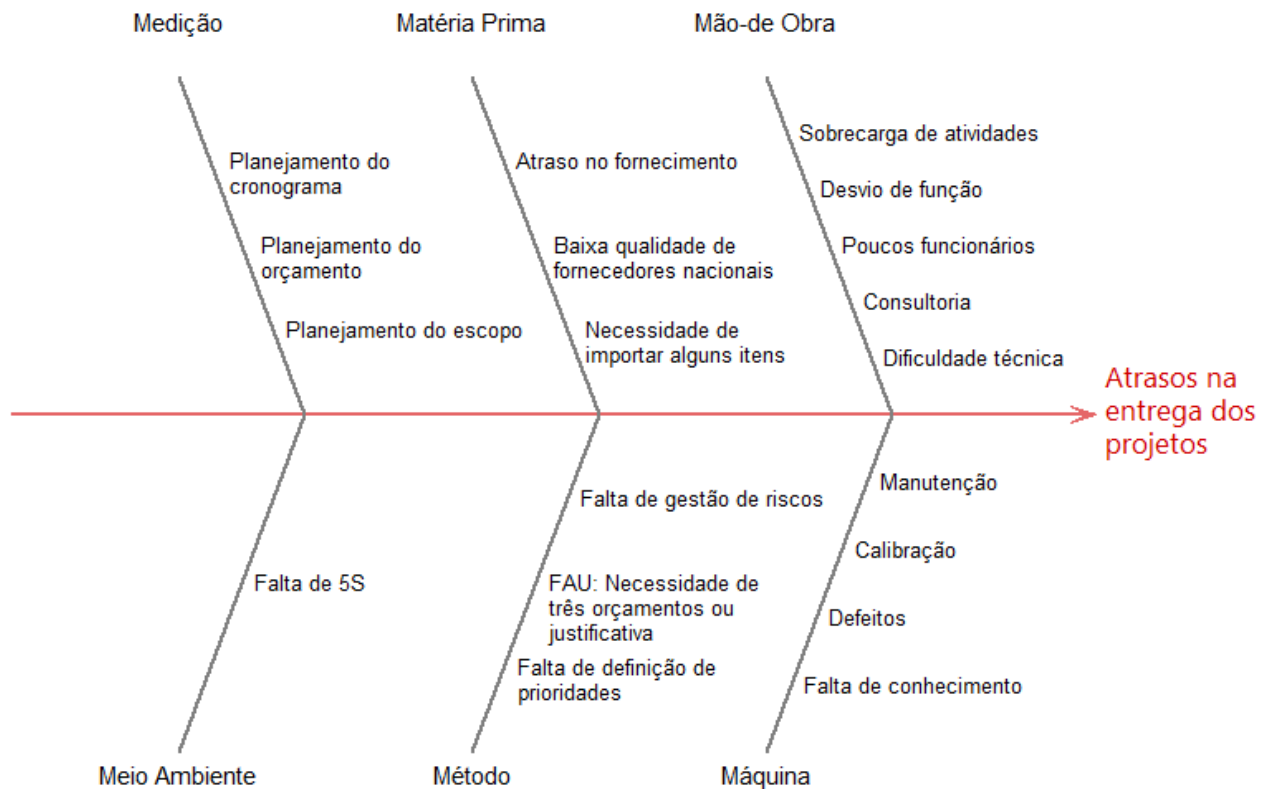


Figura 4.3 - Diagrama de Ishikawa

Tabela 4.1 - Cálculo de horas diárias necessárias para o cumprimento do cronograma

Responsável	Eng. 1	Eng. 2	Eng. 3	Eng. 4	Eng. 5
Data Inicial	17/02/2017	13/12/2016	10/02/2017	10/03/2017	10/03/2017
Data Final	21/07/2017	30/05/2017	01/09/2017	30/01/2018	09/06/2017
Total de Dias Úteis	111	121	146	233	66
Horas/Dia	13,33	1,30	1,84	7,95	11,64

Os resultados obtidos a partir destes cálculos mostraram que os engenheiros 1 e 5 estão sobrecarregados de atividades, pois deveriam trabalhar em média mais que 8 horas diárias para atender ao cronograma. Por outro lado, os engenheiros 2 e 3 não possuíam todas as atividades a eles assinadas registradas na planilha e por isso seus dados podem ser desconsiderados.

Neste sentido se propõe o uso de técnicas indicadas no PMBOK para auxiliar a montagem do cronograma de execução dos projetos, bem como a implantação de um sistema de gestão de qualidade eficiente.

4.3.3 Atividades reprogramadas

A partir da planilha *Follow Up* LTAD, foi possível somar a quantidade de atividades programadas para serem entregues e a quantidade destas que tiveram que ser reprogramadas. O resultado encontrado pode ser visto na Tab. 4.2.

Tabela 4.2 - Atividades reprogramadas no LTAD

Projeto	Previstas	Reprogramadas	%
Areia	42	29	69
Bssim	6	4	67
Casing Wear	1	1	100
Embrapii	7	2	29
FTPW	88	46	52
LTAD	45	19	42
MiniTest	102	49	48
Novos Projetos	6	3	50
Petpc	19	4	21
Prestação de serviços	2	1	50
Total Geral	323	158	49

O total de atividades programadas até o momento em que foi feito esse trabalho era de 323 datas, sendo que 158 destas tiveram que ser alteradas novamente, o que nos mostra que 49 % das atividades sofreram algum tipo de alteração.

4.3.4 Nível de prioridade

Na planilha *Follow Up* LTAD, as atividades são divididas em nível de prioridade alta, média ou baixa. Somando cada uma delas, foi possível observar que 98 % das atividades foi classificada como alta ou média e apenas 2 % foi classificada como baixa, como mostra a Fig. 4.4.

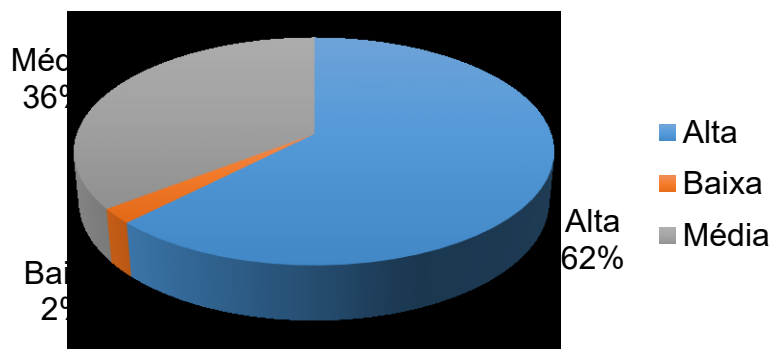


Figura 4.4 - Nível de prioridade das atividades realizadas no LTAD

4.3.5 Tempo para realização do pedido e entrega

Utilizando a planilha Acompanhamento de SDEs, foram tomados 197 pedidos de compras realizados a partir de 2016. Para chegar a este número, foram eliminados pedidos cancelados ou que possuíam dados incompletos, além de pedidos em que a data de entrega estava registrada em uma data anterior à data do pedido. Dentre estes pedidos estão produtos de grande valor, como um módulo de nanoindentação de mais de R\$300 000,00 e produtos de baixo valor, como acetona de R\$60,00, o que mostra uma grande variação no valor dos pedidos.

A partir desta planilha, foi calculado o tempo necessário para a realização dos pedidos e para a entrega dos mesmos. Com isso, chegou se a uma média de tempo entre a data da emissão da SDE e a data da realização do pedido de 21,38 dias úteis, enquanto a média de tempo entre o pedido e a entrega do produto foi de 25,52 dias úteis.

Os histogramas mostrados nas Figs. 4.5 e 4.6 permitem observar a distribuição do tempo e sua frequência na planilha Acompanhamento de SDEs

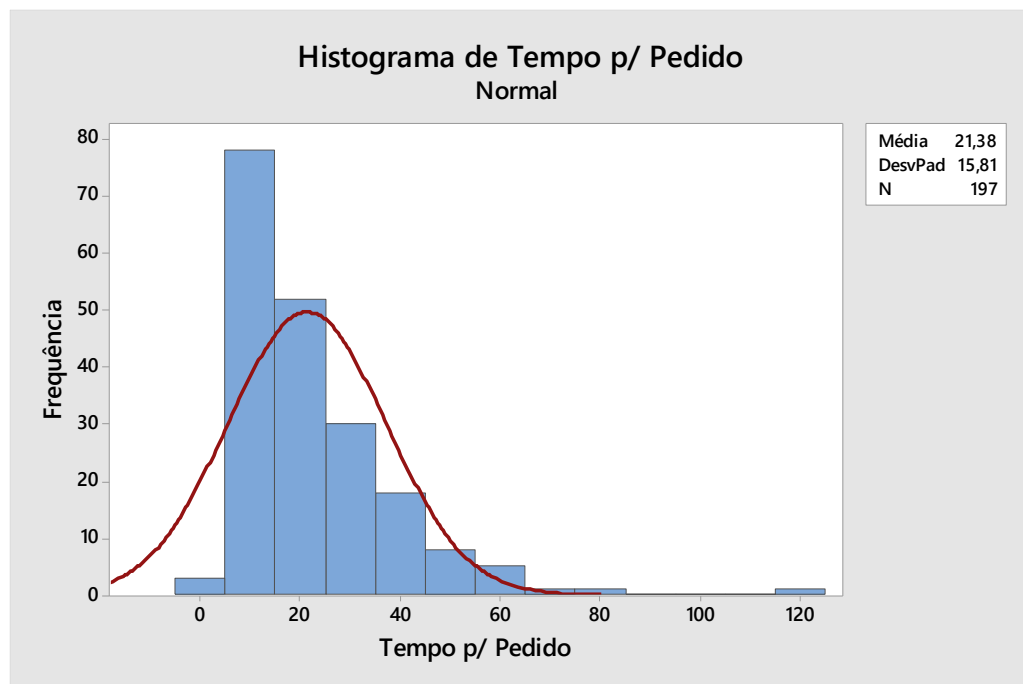


Figura 4.5 - Histograma como a quantidade de dias úteis necessários para a realização do pedido após a SDE

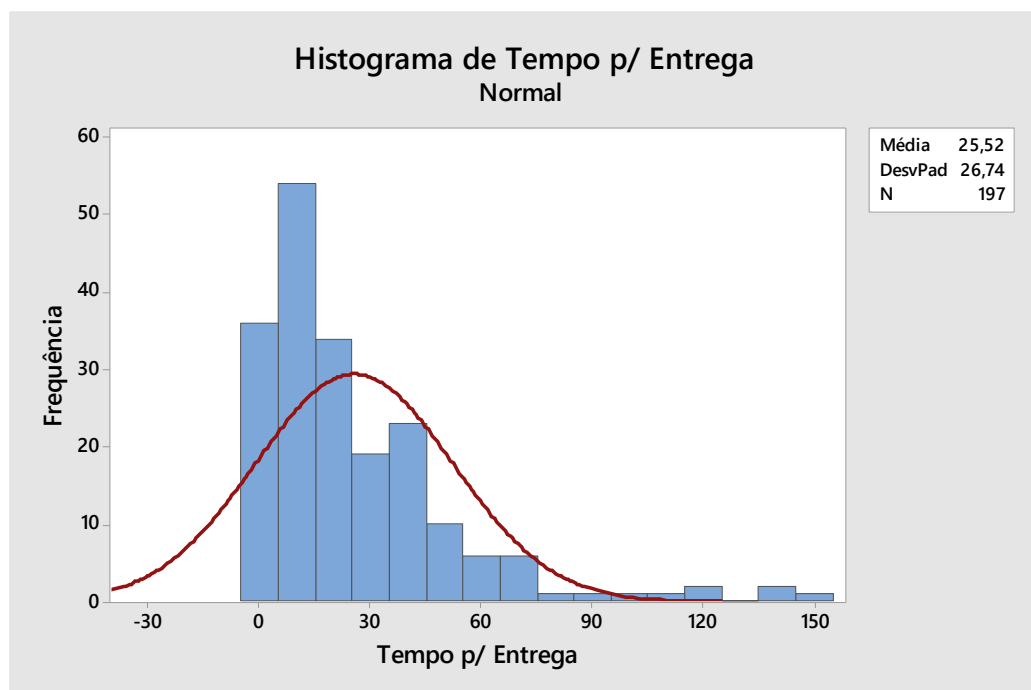


Figura 4.6 - Histograma como a quantidade de dias úteis necessários para a entrega após o pedido ter sido feito

Esta análise mostra que um dos principais fatores de atrasos nos projetos é o tempo para a obtenção de um equipamento ou produto. Foram considerados apenas dias úteis

nesta análise, ou seja, para a realização de um pedido, passando pela emissão da SDE até a entrega, tem-se em média mais de dois meses em dias corridos.

Neste sentido se recomenda considerar durante a montagem do cronograma dos projetos uma estimativa razoável e real deste tempo, bem como que os responsáveis pelos pedidos podem não estar se programando adequadamente para realizar os mesmos com antecedência.

4.3.6 Orçamentos sem justificativa

Um dos principais motivos de atraso citado na entrevista foi a necessidade de obter três orçamentos para serem enviados à FAU (Fundação de Apoio Universitário) para a realização das compras. Esses três orçamentos devem ser obtidos em empresas com documentação e contas em dia, de acordo com a Receita Federal. Porém, dependendo do equipamento requisitado é muito difícil obter estes três orçamentos.

Quando os três orçamentos não podem ser obtidos, é necessário escrever uma justificativa que será analisada por um advogado responsável na FAU. Este processo é extremamente burocrático e costuma gerar grandes atrasos nas compras.

Utilizando a planilha Acompanhamento de SDEs, foi possível observar que 22 % das compras necessitavam de justificativa e passavam por todo o processo citado, como mostrado na Fig. 4.7:

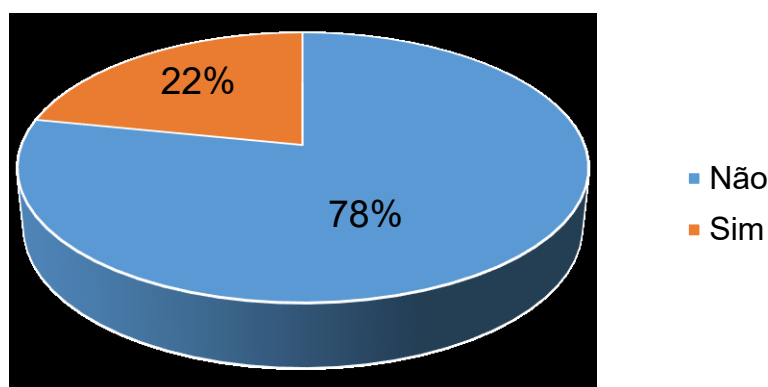


Figura 4.7 - Porcentagem de compras que necessitam de justificativa

Apesar dos orçamentos sem justificativa realmente causarem demora no processo de compra, os dados obtidos na planilha Acompanhamento de SDEs provam que a demora não radica apenas com o fato de ter que apresentar ou não uma justificativa, como mostram os diagramas de pontos das Figs. 4.8 e 4.9.

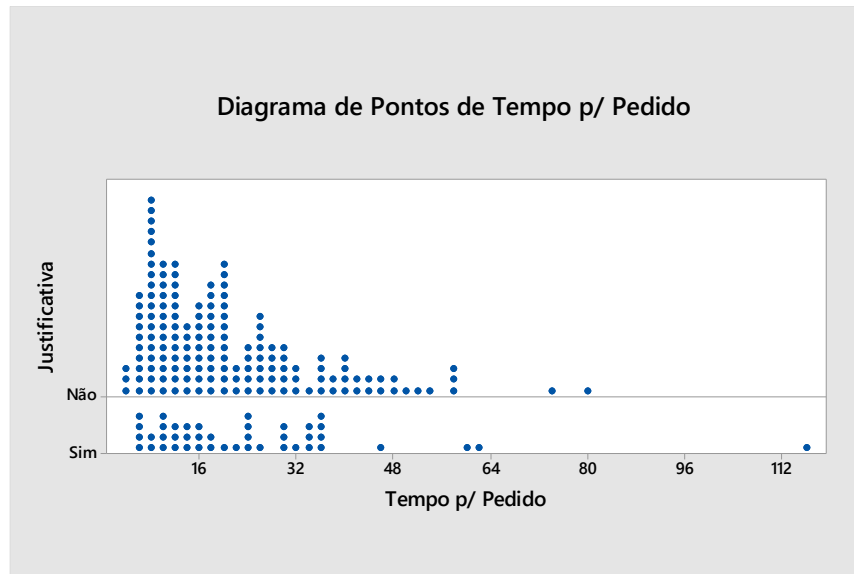


Figura 4.8 - Diagrama de pontos da quantidade de dias úteis entre a data da SDE e a data do pedido

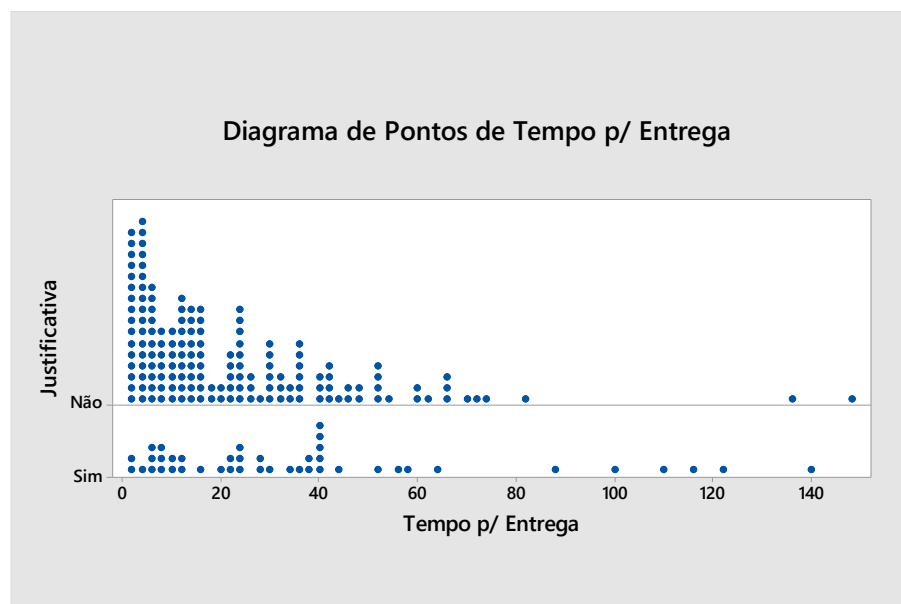


Figura 4.9 - Diagrama de pontos da quantidade de dias úteis entre a data do pedido e a data da entrega

Em ambos os diagramas é possível observar que existe uma grande quantidade de pontos acima das médias de tempo em dias úteis para o pedido e para a entrega, mesmo para pedidos feitos sem a necessidade de justificativa. Portanto os atrasos em projetos não podem ser atribuídos apenas à necessidade de justificativa.

Vale ressaltar que, apesar de os orçamentos sem justificativa não representarem uma grande diferença no tempo de aquisição, eles têm uma representação considerável quando

se trata de valor da compra. O valor dos pedidos que necessitam de justificativa representam mais de 3 vezes o valor dos pedidos que não necessitam, como mostrado na Tab. 4.3.

Tabela 4.3 - Valor médio dos pedidos de acordo com a necessidade de justificativa

Justificativa	Nº de Justificativas	R\$ Total dos Pedidos	R\$ Médio dos Pedidos
Não	154	669 496,07	4 347,38
Sim	43	650 471,04	15 127,23
Total Geral	197	1 319 967,11	6 700,34

4.3.7 Outras análises

Além das análises mostradas acima, foram conduzidos outros estudos para tentar encontrar alguma relação entre os dados, porém nenhum deles resultaram em dados concretos que pudessem ser utilizados. Entre essas análises podem-se destacar os gráficos mostrados nas Figs. 4.10, 4.11 e 4.12.

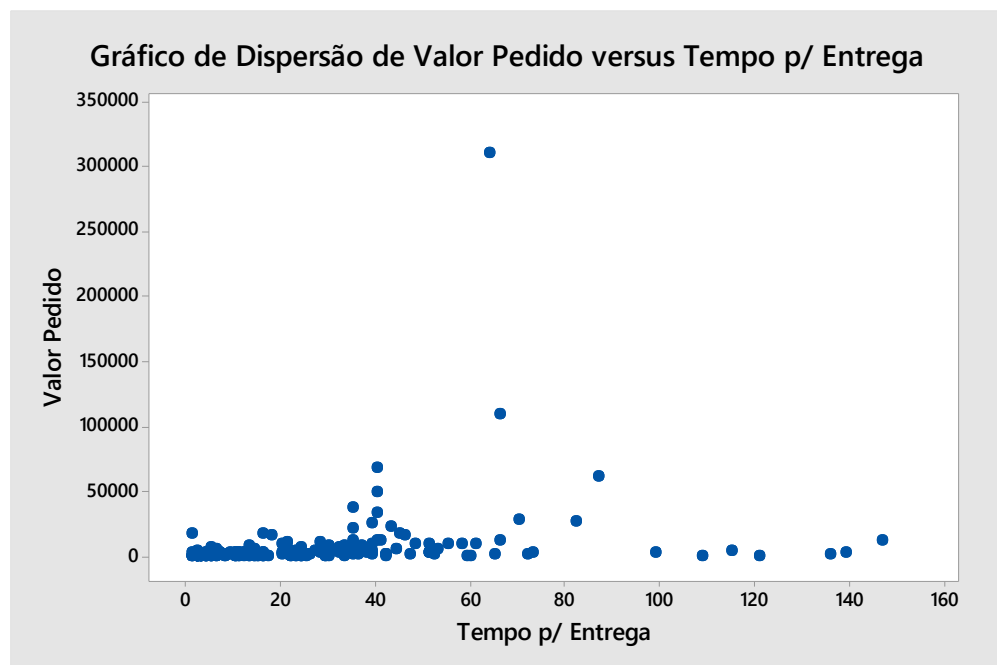


Figura 4.10 - Gráficos de dispersão de valor do pedido vs. tempo para a entrega

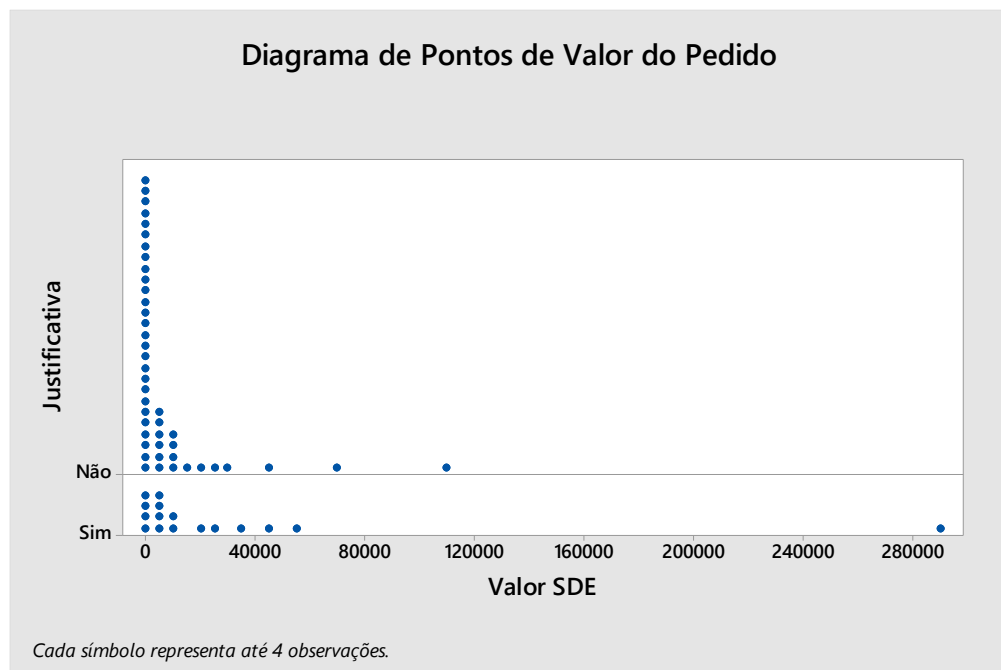


Figura 4.11 - Diagrama de pontos do valor do pedido em relação a necessidade de justificativa.

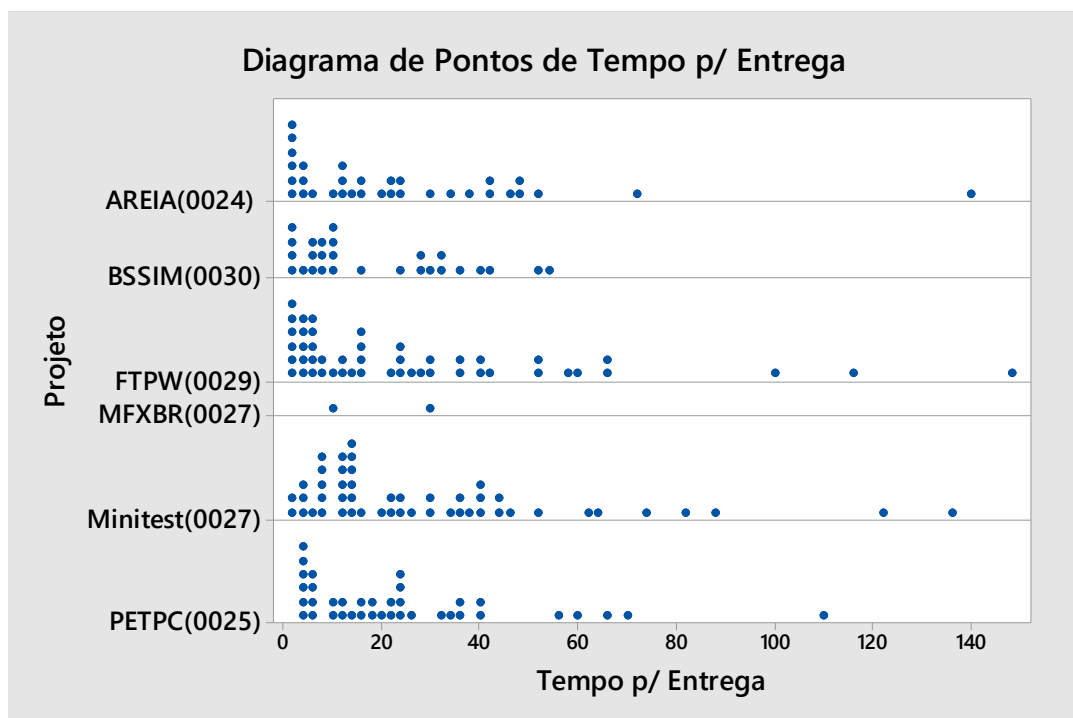


Figura 4.12 - Diagrama de pontos do tempo de entrega para cada projeto

4.4 Melhoria

Nesta seção são propostas as melhorias de qualidade no desenvolvimento dos projetos, baseado nas propostas do PMBOK, NBR ISO 9000 e outras referências já citadas.

4.4.1 Cronograma

Um dos pontos onde foi identificada a necessidade de melhoria ou ajuste foi no planejamento e montagem do cronograma. A criação de um cronograma deve ser baseada em estimativas que partem de dados dos projetos anteriores ou opinião de especialistas. Ela deve ser planejada com cautela pois cada projeto é único e possui características singulares.

Para uma boa gestão do tempo, é necessário que a gestão do escopo tenha sido bem conduzida (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011). De acordo com PMI (2008), os processos necessários para o gerenciamento do tempo são:

- Definição das atividades;
- Sequenciamento das atividades;
- Estimativa dos recursos das atividades;
- Estimativa da duração das atividades;
- Desenvolvimento do cronograma;
- Controle do cronograma.

O primeiro passo para isso deve ser o desdobramento das atividades em uma *WBS* (*Work Breakdown Structure*, ou em português Estrutura Analítica de Projetos). Deve-se buscar no escopo as informações necessárias para desmembrar o projeto em entregas, pacotes de trabalho e atividades.

É aconselhável utilizar o auxílio de especialistas na decomposição de atividades das quais o gerente ainda não tenha tanta experiência. Além disso, podem ser utilizadas informações históricas de projetos similares. Uma maneira de manter os registros é montar modelos (*templates*) com as atividades requeridas no projeto, como mostra o exemplo da Tab. 4.4. Essa tabela tem a função de padronizar as atividades e facilitar o trabalho do gerente de projetos.

Tabela 4.4 - Modelo para definição de atividades (CARVALHO, RABECHINI, 2011)

Pacote de Trabalho - Nível Atividade	
Cliente:	
Projeto:	
Atividade:	
Responsável:	
Descrição	
Entradas	
Recursos	
Saídas	

Após a elaboração da WBS, o projeto possuirá uma lista de atividades e seus marcos. É interessante também utilizar além da lista de atividades, uma abordagem visual para facilitar o entendimento, como a utilização de diagramas. A WBS deve conter descrição detalhada de cada atividade, premissas, restrições, pessoal responsável, local da atividade e uma codificação.

Em seguida, deve-se estabelecer a relação de dependência das atividades e o tipo de dependência, que pode ser mandatória, arbitrada (preferencial) ou externa (dependência de terceiros, como na compra de materiais). A classificação do tipo de dependência facilita o planejamento das aquisições, um dos problemas detectados no LTAD, pois alguns pedidos não são feitos com o planejamento correto para o tempo de entrega.

As formas mais comuns de representar o sequenciamento de atividades nos projetos são o Diagrama de Precedência e Diagrama de Flecha ou Arcos.

O diagrama de precedência é utilizado geralmente junto a *softwares*, como o Microsoft Project. Já os diagramas de flecha não são muito utilizados em *softwares*, porém facilitam no desenvolvimento da programação dos projetos.

Após a obtenção da lista de atividades e do sequenciamento das mesmas, é necessário realizar o desenvolvimento do cronograma. De acordo com Carvalho, Rabechini Jr. (2011), “esta é uma das partes cruciais da gestão de projeto: chegar a um cronograma factível, respeitando os marcos temporais previstos em contrato e sujeitos às limitações de recursos”.

Para facilitar a elaboração do cronograma, o gerente de projeto deve possuir conhecimento e habilidade nos *softwares* e ferramentas de programação. As técnicas mais comuns para a geração de cronogramas são o Gráfico de Gantt, o *Critical Path Method*

(CPM) e o *Program Evaluation & Review Technique (PERT)*. O uso de uma dessas técnicas poderá auxiliar o gerente no controle de cronograma, evitando assim atrasos na entrega dos projetos.

4.4.2 Pessoas

A gestão de pessoas no desenvolvimento de um projeto tem grande importância e deve ser planejada corretamente para evitar sobrecargas e, conseqüentemente, insatisfação dos funcionários.

Ao estimar o tempo de duração de cada atividade utilizando tanto o *CPM*, quanto o *PERT*, é preciso definir a duração de cada atividade e a mão-de-obra necessária. Com estas informações, pode-se estimar qual a quantidade de recursos humanos que será necessária para a realização de cada etapa do projeto.

De acordo com Carvalho, Rabechini Jr. (2011), o gerente deve identificar, documentar e atribuir funções de responsabilidade aos envolvidos no projeto, podendo registrar cada uma das funções em uma matriz, caso ache necessário. No início do projeto, deve-se saber quem é o responsável pelos seguintes tópicos:

- Desenvolver e controlar a programação;
- Acompanhar o orçamento e desembolso;
- Marcar as reuniões;
- Apresentar o resultado do projeto aos interessados;
- Buscar o comprometimento das equipes;
- Avaliar tecnicamente o projeto;
- Verificar a necessidade de mudanças;
- Acompanhar os riscos;
- Buscar novos recursos;
- Capacitar conforme necessidade.

Ao delegar estas responsabilidades é preciso segui-las corretamente. Se um dos engenheiros for responsável pela manutenção dos equipamentos, montar orçamentos ou trabalhar em consultoria para o laboratório, é necessário que estas funções estejam corretamente identificadas para que o gerente possa levá-las em conta ao alocar recursos para o projeto e evitar atrasos na entrega.

Além disso, é interessante a montagem de histogramas de recursos com base na programação das atividades. Este histograma mostra a quantidade de recursos (funcionários) alocados para determinada função ao longo do tempo.

Para montar a alocação mais balanceada, é aconselhável alocar os recursos segundo a programação de tempo mais cedo e depois alocar segundo a programação mais tarde. Feito isso, basta avaliar qual alocação ficou melhor e quais os riscos de cada uma para escolher a opção final. Este histograma de recursos é importante tanto para evitar picos de atividade, quanto para evitar períodos ociosos.

É importante montar também um único diagrama de recurso contemplando todos os projetos, pois assim é possível evitar situações como a encontrada atualmente no LTAD, onde alguns funcionários estão extremamente sobrecarregados e outros nem tanto.

4.4.3 Aquisições

Outro ponto que pode ser melhorado no gerenciamento dos projetos do LTAD é o processo de aquisição de serviços e equipamentos. Esse processo é feito sem um planejamento com antecedência necessária, o que gera constantes atrasos nas entregas devido tanto a questões burocráticas com a FAU (Fundação de Apoio Universitário), quanto a atrasos de fornecedores.

Uma sugestão para melhorar este problema é designar uma pessoa do laboratório para ser responsável pela gestão de aquisições. Essa pessoa faria o planejamento, orçamento e compra dos equipamentos e serviços de todos os projetos, evitando assim a necessidade de os engenheiros realizarem orçamentos (desvio de função).

Além disso, outro ponto que pode ser trabalhado é a relação com a FAU. Poderia ser criado um sistema de cadastro de fornecedores, assim, evitando o problema de enviar três orçamentos ou uma justificativa durante todas as compras. Os fornecedores cadastrados teriam que passar pela aprovação da FAU, sendo exigidos documentos que comprovassem a situação do fornecedor em relação a capacidade de fornecimento e dívidas com o governo, como as CNDs (Certificado Negativo de Débito).

Outra opção também seria a criação de contratos de fornecimento empresas que fornecem materiais de maior consumo, como material de escritório, eletrodos para soldagens, dentre outros. Essas empresas poderiam firmar acordos de tempo determinado, como um ou dois anos, para fornecer rapidamente os pedidos e novamente evitar a necessidade de novos orçamentos para a FAU.

A gestão de aquisição tem elevada importância nas empresas, pois uma gestão mal executada pode gerar atrasos de diversas proporções. Por isso é necessário ter o conhecimento dos materiais consumíveis em estoque e planejar com antecedência a compra de serviços e equipamentos cuja entrega necessita de um prazo maior, principalmente quando envolve materiais importados.

4.4.4 Riscos

Para compreender a importância de se realizar uma boa gestão de riscos, é preciso entender o que são riscos. Segundo Hillson (2000, apud CARVALHO, RABECHINI JR. 2011), “riscos estão relacionados a eventos incertos que podem afetar os objetivos de um projeto negativa ou positivamente”.

Uma boa análise de riscos pode evitar ou prever a possibilidade de problemas com fornecedores, variação no orçamento, problemas técnicos, atrasos no cronograma e mais uma gama de situações que, se antecipadas, podem ser resolvidas com tranquilidade.

Além destas possibilidades de caráter negativo, a análise de riscos pode mostrar oportunidades para ganhos econômicos ou melhorias. É como uma bolsa de valores, ao assumir riscos maiores os retornos podem ser maiores, porém também é grande a possibilidade de ser ter algum prejuízo que, neste caso, deve ser controlado.

Um gerente de riscos deve minimizar as possibilidades de eventos negativos e maximizar as possibilidades de eventos positivos para os projetos e para a empresa. Para isso, uma sugestão é a criação de um plano gestão de riscos.

Para a criação desse plano é preciso ter o máximo de informações possível do projeto. Isso inclui posse do escopo, *WBS*, cronograma, plano de aquisição, recursos, orçamento, dentre outras cabíveis a cada tipo de projeto. Vale lembrar que não existe uma solução padrão para cada risco, e, portanto, é necessário possuir conhecimento e criatividade.

Um plano de gestão de risco deve conter as seguintes informações (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011):

- Metodologia;
- Responsabilidades;
- Orçamento para a gestão de risco (reserva de contingência);
- Categoria dos riscos;
- Matriz de probabilidade x impacto;
- Soluções (tomadas de decisão).

Para a montagem deste plano de gestão, é preciso identificar os riscos. Para isso, é preciso entender suas causas, probabilidades, consequências e impacto. Pode-se usar a opinião de especialistas informações históricas de projetos realizado anteriormente, informação de terceiros ou debates com a equipe de projeto.

Após a identificação dos riscos, é preciso separá-los em diferentes categorias. O *PMI* (2001, apud CARVALHO, RABECHINI JR., 2011) enfatiza as seguintes categorias, dando alguns exemplos para cada uma delas:

- Riscos técnicos: tecnologias não aprovadas ou complexas, mudança na tecnologia;
- Riscos de gestão: alocação inadequada de tempo e recurso, uso inadequado de ferramentas e técnicas de gestão, estimativas irrealistas ou incompletas, problema com fornecedores ou empresas terceirizadas;
- Riscos da organização: Custo, prazo ou escopo incoerentes, falta de priorização, financiamento inadequado, conflito de recursos com outros projetos;
- Riscos externos: alteração de leis e regulamentos, tendências de mercado, questões trabalhistas, prioridade de patrocinadores.

Estas categorias podem ser postas em um diagrama similar à *WBS*, podendo utilizar não só estas categorias, mas também categorias de afinidade ou causa-raiz. Também pode ser montado uma matriz com os tipos de riscos e os procedimentos para a solução de cada um deles.

A matriz de probabilidade x impacto pode ser construída de várias maneiras e parte da estimativa que cada membro da equipe de projeto tem sobre determinado risco. Uma possibilidade é separar a probabilidade de o risco acontecer em cinco linhas e o nível de impacto nos objetivos em cinco colunas, como mostrado no exemplo da Tab. 4.5.

Tabela 4.5 - Matriz de probabilidade x impacto (CARVALHO, RABECHINI JR., 2011, adaptada)

		Nível do Risco				
Probabilidade	0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
	0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
	0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
	0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
	0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
		0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
		Nível de Impacto				

Ao final, é multiplicada a probabilidade de ocorrência pelo nível de impacto nos objetivos. O resultado pode ser encontrado em uma das três zonas que denominam se o risco é baixo, médio ou alto. Este é apenas um exemplo, mas existem vários outros modelos de matrizes como esta e que podem funcionar melhor ou pior para cada tipo de projeto.

4.4.5 Ferramenta 5S

A aplicação do 5S pode ser feita de várias formas, desde que certo nível de melhoria como resultado final seja alcançado. Para o LTAD, podem ser propostas as seguintes etapas para a aplicação da ferramenta 5S:

- Reunião para apresentação da ferramenta – Deve ser reunida toda a equipe do LTAD para uma breve explicação do que é o 5S, como será feita sua aplicação, os benefícios para o laboratório e para cada um dos membros da equipe. Deve-se enfatizar a importância da colaboração de cada indivíduo para a obtenção de resultados satisfatórios. É interessante definir membros responsáveis por comandar a implementação em cada setor;
- Realização de treinamentos – Um membro da equipe deve ser responsável por fornecer treinamentos sobre como aplicar a ferramenta 5S para os funcionários do laboratório;
- Identificação dos problemas – Para cada um dos sensores, deve-se realizar um esforço para identificar os problemas e o que pode ser feito para gerar melhorias;
- Aplicação das mudanças – Deve-se montar um plano de aplicação das mudanças. O ideal é que sejam paradas as atividades normais do laboratório, para que durante o período de mudança o foco seja exclusivo da aplicação do 5S;
- Melhoria – Para que a mudança seja considerada uma melhoria, é preciso que as alterações sejam permanentes. Para isso, a cultura do 5S deve ser implementada na organização, fazendo com que todas as ações futuras levem em conta os ensinamentos dos cinco sensores.

4.5 Controle

Para o controle das melhorias realizadas, deve-se seguir algumas orientações para que não haja regresso nos avanços alcançados (PENTENATE, 2017). São elas:

- Registro de implementação – deve-se ter documentado os motivos e detalhes que levaram a implementação de tal modificação, que poderá ser utilizado em melhorias futuras quando a mudança for semelhante. Pode ser montada uma planilha com as seguintes informações: o que foi feito, quem fez, quando, onde, por que, como e quanto custou a mudança;
- Documentação do novo sistema – deve-se ter documentado todos os detalhes do novo sistema utilizado, contendo informações de como utilizar e manter o que foi implementado;

- Treinamento dos envolvidos – caso a mudança seja uma pequena extensão do trabalho atual, uma simples discussão é suficiente. Porém, caso a mudança seja mais complexa, treinamentos extensivos devem ser aplicados;
- Monitoramento do sistema – deve-se monitorar o sistema através de indicadores que comprovem se a mudança está sendo efetiva ou não.
- Celebração – o reconhecimento e valorização faz com que cada membro da equipe se empenhe mais na manutenção e busca por melhorias. Uma celebração após objetivos alcançados pode ser uma boa maneira de manter a equipe motivada na busca de melhores resultados.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

A partir deste trabalho foi possível conhecer um pouco mais sobre os processos existentes na realização de projetos no LTAD. Foram observados pontos positivos e negativos no sistema de gestão utilizado, sendo este último o foco principal do trabalho. As seguintes conclusões podem ser formuladas:

As principais deficiências encontradas foram:

- Montagem do cronograma;
- Análise de riscos;
- Aquisição de equipamentos;
- Excesso de burocracia;
- Equipe enxuta.

Para resolver estes problemas, foram propostas as seguintes melhorias:

- Utilizar técnicas específicas para a criação de cronogramas, como a *WBS*, *CPM/PERT* e gráfico de Gantt;
- Planejar as aquisições com antecedência para evitar atrasos;
- Utilizar uma análise de risco detalhada na definição dos prazos;
- Planejar a alocação de recursos humanos para cada projeto;
- Utilizar a ferramenta 5S para melhorar a organização do laboratório e de seus pesquisadores.

Com isso, pode-se observar a importância de um sistema de gestão da qualidade bem desenvolvido, não apenas na área de projetos, mas em qualquer área de qualquer organização. A busca por melhoria contínua só tende a trazer benefícios e ela deve ser encorajada em qualquer setor.

A utilização da metodologia Seis Sigma pode continuar a ser utilizada nos futuros projetos de melhoria, como na implementação do 5S na organização. Além disso, as áreas do PMBOK e das NBR ISOs podem ser analisadas mais profundamente para a melhoria na gestão da qualidade do LTAD.

PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao finalizar a pesquisa as seguintes propostas de trabalhos futuros são formuladas:

- Aplicação das melhorias propostas, mantendo um monitoramento constante dos indicadores para avaliar se as mudanças estão sendo eficazes e gerando melhorias;
- Explorar as áreas do PMBOK e NBR ISOs que não foram estudadas neste trabalho, principalmente as que envolvem custo, integração e comunicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade** – Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000a. 26p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2000b. 21p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 9004: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização** – Uma abordagem da gestão de qualidade. Rio de Janeiro, 2010. 47p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 10006: Sistemas de gestão da qualidade** – Diretrizes para a gestão de qualidade em empreendimentos. Rio de Janeiro, 2006. 33p.

BRAITT, B. A. A.; FETTERMANN, D. C. Aplicação do método DMAIC para análise de problemas de produção: um estudo de caso. **e-xacta**. Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 125-138, mai. 2014.

BRITO, F. O. **A manufatura enxuta e a metodologia seis sigma em uma indústria de alimentos**. 2008. 186 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR., R. **Fundamentos em gestão de projetos: Construindo competências para gerenciar projetos**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2011. 422 p.

FRANCK, F. D. **Gerenciamento do tempo do projeto aplicado a arranjo físico em uma empresa de usinagem de médio porte**. 2007. 75 f. Monografia de Graduação – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

LOPES JR., O. B. **NBR ISO 10006:2006 como ferramenta de gestão da qualidade em gerenciamento de projetos**. 2012. 47 f. Monografia de Pós-Graduação – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.

MARCELLO, G. A.; TREVIZAM, R. **O programa de qualidade 5S e sua implementação**. 2010. 30 f. Monografia de Graduação – Faculdade Cenesista de Capivari, Capivari.

OLIVEIRA, T. T. **Sistema especialista para a gestão de projetos de pesquisa acadêmica em instituições de ensino superior.** 2016. 144 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

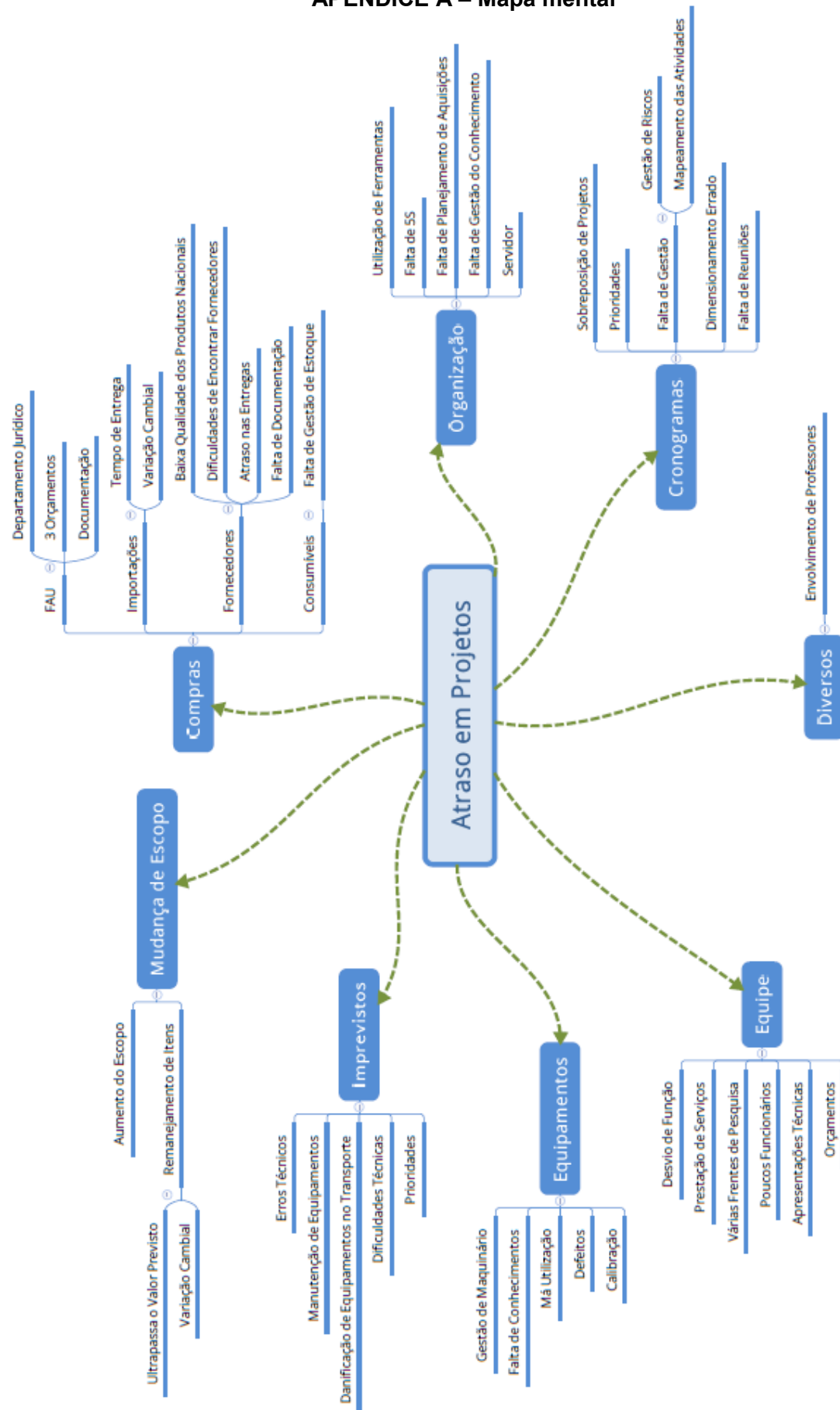
PENTENATE, A. J.; PENTENATE, M. M. **Certificação lean six-sigma green belt.** Campina: Escola EDTI, 2017. 219p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK).** 4.ed. Pennsylvania, EUA: Four Campus Boulevard, 2008. 496 p.

ROTONDARO, R. G. et al. **Seis Sigma:** Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. 1.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. 375p.

SILVA, C. E. **Implantação do programa de qualidade 5S em empresa de confecções.** 2015. 27 f. Artigo de Estágio – Centro Universitário Univates, Lajeado.

APÊNDICE A – Mapa mental



APÊNDICE B – Acompanhamento de SDEs

APÊNDICE C – Follow Up – LTAD

NOTA: Ambos os apêndices não são publicados por conterem informações que não foram liberadas.