



Luís Carlos da Costa Campos Carneiro Pinto

Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial

Aplicação *Lean Seis Sigma* (LSS) à Gestão de Projetos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Doutora Alexandra Tenera, Professora
Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia -
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rogério Puga Leal
Vogais: Prof. Doutora Elsa Henriques
Prof. Doutora Alexandra Tenera



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2012



Luís Carlos da Costa Campos Carneiro Pinto

Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial

Aplicação *Lean Seis Sigma* (LSS) à Gestão de Projetos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Doutora Alexandra Tenera, Professora
Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia -
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rogério Puga Leal
Vogais: Prof. Doutora Elsa Henriques
Prof. Doutora Alexandra Tenera



Setembro 2012

Aplicação *Lean Seis Sigma* (LSS) à Gestão de Projetos

Copyright © Luís Carlos da Costa Campos Carneiro Pinto, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Este trabalho resulta de muito esforço e dedicação que não seria possível sem o apoio daqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização do mesmo.

Começo por agradecer a toda a minha família e amigos pelo enorme apoio que me deram ao longo da vida e deste percurso académico.

Agradeço o contributo valioso da minha orientadora professora Alexandra Tenera, pela disponibilidade demonstrada, paciência e transmissão de conhecimento essencial para o trabalho. Quero igualmente agradecer a todos os docentes que contribuíram diretamente na minha formação académica e pessoal.

Um especial agradecimento a todos os colaboradores da empresa que estiveram em contacto comigo e me forneceram toda a informação e apoio quando necessário, em especial ao Eng. Jorge Faustino e Eng^a. Sandra Pinto.

Sumário

A grave crise económica atual suscita a procura constante de soluções rentáveis que possibilitem um ganho de vantagem competitiva por parte das organizações. Por essa razão, cada vez mais as empresas procuram metodologias de gestão que lhes permitam, melhorar a qualidade dos seus produtos e/ou serviços, aperfeiçoar os seus processos, reduzir custos, aumentar a rentabilidade do capital e a satisfação dos clientes, através de aproximações *Lean Management* e Seis Sigma.

Verifica-se ainda uma tendência na gestão empresarial, de uma integração *Lean Seis Sigma*, em que o *Lean* concentra-se na eliminação de desperdício, definido como tudo aquilo que é desnecessário para a produção de um produto ou prestação de um serviço e o Seis Sigma na redução da variabilidade dos processos, frequentemente recorrendo à utilização de ferramentas e técnicas estatísticas, para o efeito.

A presente dissertação propõe uma aplicação *Lean Seis Sigma* sustentada pelo ciclo DMAIC, num processo particular de gestão de projetos de implementações de soluções de sistemas de informação e telecomunicações, fundamentado em normativos do *Project Management Institute* (PMI), num contexto real empresarial, recorrendo-se à introdução de um mais alargado leque de ferramentas estatísticas, dada a natureza dos processos envolvidos.

No final são propostas soluções para redução das causas-raiz do problema identificado de atrasos na implementação dos projetos, sendo ainda sugeridas a introdução de ferramentas de controlo e monitorização para manter, a longo-prazo, as soluções propostas para melhoria dos processos de gestão associados.

Palavras-chave: *Lean Management*, Seis Sigma, *Lean Seis Sigma*, *Lean* nos Serviços, DMAIC, Gestão de Projetos.

Abstract

The current economical crisis raises the constant demand for profitable solutions that allow organizations to gain competitive advantage. For this reason, more and more companies search for management methodologies that allow them to improve their products and/or service qualities, perfect their processes, decrease costs, improve the capital's profitability and the customers' satisfaction, through Lean Management and Six Sigma approaches.

It's also noticeable that the trend in the company management, is to integrate Lean Six Sigma, in which the Lean focus on the waste elimination, defining it as everything that is unnecessary to the production of a product or providing a service, and the Six Sigma focusing on the reduction of the processes variability, usually using tools and statistic techniques for this purpose.

The following thesis proposes a Lean Six Sigma application supported by the DMAIC cycle, in an information and telecommunication system particular process of solution implementation management project, based in standards from the Project Management Institute (PMI), in a real company context, using an enlarged set of statistical tools, given the nature of the involved processes.

In the end, solutions for the reduction of the main causes of the identified problem of project implementation delays are proposed, being also suggested the introduction of control and monitoring tools to keep, in the long run, the proposed solutions for the improvement of the associated management processes.

Key words: Lean Management, Six Sigma, Lean Six Sigma, Lean Service, DMAIC, Project Management.

Índice Temático

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento do Estudo	1
1.2. Justificação do Tema	2
1.3. Objetivo de Estudo	2
1.4. Metodologia	3
1.5. Conteúdo	5
2. Lean Seis Sigma e Gestão de Projetos	7
2.1. Pensamento <i>Lean</i> e a sua Evolução.....	7
2.1.1. Sistema de Produção Toyota (Toyota <i>Production System</i> - TPS).....	10
2.1.2. Princípios Básicos do Pensamento <i>Lean</i>	15
2.1.3. Princípios do Pensamento <i>Lean</i> no Âmbito dos Serviços	17
2.1.4. Fontes de Desperdício nos Serviços.....	25
2.2. Introdução ao Seis Sigma.....	27
2.2.1. Evolução do Seis Sigma.....	28
2.2.2. Conceitos Básicos do Seis Sigma.....	29
2.3. <i>Lean</i> Seis Sigma e Gestão de Projetos	36
2.3.1. Introdução ao <i>Lean</i> Seis Sigma.....	36
2.3.2. Aplicações <i>Lean</i> Seis Sigma na Gestão de Projetos.....	37
3. Proposta de Aplicação Metodológica.....	41
3.1. Fase Definir (<i>Define</i>).....	41
3.2. Fase Medir (<i>Measure</i>)	45
3.3. Fase Analisar (<i>Analyse</i>).....	47
3.4. Fase Melhorar (<i>Improve</i>).....	49
3.5. Fase Controlar (<i>Control</i>)	50
4. Implementação: Caso de Estudo.....	51
4.1. Fase Definir (<i>Define</i>).....	51
4.1.1. Definição do Caso de Estudo	51

4.1.2. Voz do Cliente (VOC).....	55
4.1.3. Definição do Processo.....	67
4.1.4. Elaboração do <i>Project Charter</i>	70
4.2. Fase Medir (<i>Measure</i>)	71
4.2.1. Determinação das Métricas e Amostras	72
4.2.2. Definição do Plano de Recolha de Dados	75
4.2.3. Recolha de Dados do Processo.....	76
4.2.4. Cálculo do Nível Sigma	77
4.2.5. Definição das Metas	78
4.3. Fase Analisar (<i>Analyse</i>).....	79
4.3.1. Análise do Comportamento do Processo.....	79
4.3.2. Identificação das Causas-Raiz do Problema	87
4.3.1. Priorização das Causas-raiz do Problema	91
4.4. Fase Melhorar (<i>Improve</i>).....	97
4.4.1. Identificação das Potenciais Soluções.....	97
4.4.2. Hierarquização das Soluções.....	98
4.4.3. Sugestão de Implementação das Soluções Propostas.....	101
4.5. Fase Controlar (<i>Control</i>): Ferramentas Sugeridas.....	104
5. Principais Conclusões e Recomendações.....	107
Referências Bibliográficas	111
Anexos	117
Anexo I – Componentes da Casa do TPS	117
Anexo II – As 7 Formas de Desperdício	123
Anexo III – Inquérito de Satisfação do Cliente.....	127
Anexo IV – Valores de CPI dos Projetos	129
Anexo V – Resultados das avaliações às perguntas da Parte P1	131
Anexo VI - Método iterativo para questões sobre Implementação do Projeto.....	133
Anexo VII - Respostas dos Clientes à parte P3 do Inquérito de Satisfação	137

Anexo VIII – Necessidades do Cliente e VOC associados às palavras mais ocorrentes	139
Anexo IX – Valores de SPI' finais.....	143
Anexo X – Amostras para medição do desempenho atual do processo	145
Anexo XI – Fluxograma do Processo	147
Anexo XII – Durações entre atividades principais.....	153

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Indicadores de síntese económica.....	1
Figura 2.1 - Evolução histórica do Pensamento <i>Lean</i>	8
Figura 2.2 - Tear automático <i>Toyota</i> , modelo G.....	9
Figura 2.3 - Expansão japonesa no mundo da produção automóvel.....	10
Figura 2.4 - Casa do <i>Toyota Production System</i>	12
Figura 2.5 - Valor em ambiente produtivo e informativo.....	14
Figura 2.6 - Ciclo dos princípios básicos do Pensamento <i>Lean</i>	15
Figura 2.7 - Os sete princípios do Pensamento <i>Lean</i>	17
Figura 2.8 - <i>Lean</i> no âmbito dos Serviços.....	18
Figura 2.9 - Evolução histórica do Seis Sigma.....	28
Figura 2.10 - Aumento do nível sigma num processo de distribuição normal.....	30
Figura 2.11 - Surgimento do <i>Lean Seis Sigma</i>	36
Figura 2.12 - Nível de atividade dos processos durante a Gestão do Projeto.....	38
Figura 2.13 - Correspondência entre o DMAIC e a Gestão de Projetos.....	39
Figura 3.1 - Fases do Projeto <i>Lean Seis Sigma</i>	41
Figura 3.2 - Etapas da Fase Definir (<i>Define</i>).....	42
Figura 3.3 - Etapas da Fase Medir (<i>Measure</i>).....	45
Figura 3.4 - Etapas da Fase Analisar (<i>Analyse</i>).....	47
Figura 3.5 - Etapas da Fase Melhorar (<i>Improve</i>).....	49
Figura 3.6 - Etapas da Fase Controlar (<i>Control</i>).....	50
Figura 4.1 - Duração do projeto vs. Duração da <i>baseline</i>	53
Figura 4.2 - Avaliações das perguntas relacionadas com o desempenho do GP.....	56
Figura 4.3 - Avaliações das perguntas relacionadas com a implementação do Projeto.....	57
Figura 4.4 - Fluxograma do método iterativo.....	60
Figura 4.5 - Diagrama de Pareto.....	65
Figura 4.6 - Árvore CTQ.....	67
Figura 4.7 - Diagrama SIPOC.....	69
Figura 4.8 - Agrupamento dos CTQ's em 3 categorias.....	72
Figura 4.9 - Curva da Distribuição t de student.....	85
Figura 4.10 - Mapa de Fluxo de Valor.....	86
Figura 4.11 - Diagrama de Afinidades.....	88
Figura 4.12 - Diagrama dos 5 Porquês.....	90
Figura 4.13 - Diagrama de <i>Ishikawa</i>	92
Figura 4.14 - Diagrama de Pareto.....	96
Figura 4.15 - Hierarquização das Soluções Propostas.....	101
Figura I.1 - Linha de produção em <i>Jidoka</i>	119
Figura I.2 - Produção tradicional e nivelada.....	120
Figura XI.3 - Fluxograma da Fase de Iniciação (Proposta).....	147
Figura XI.4 - Fluxograma da Fase de Iniciação (Pós-Adjudicação).....	148
Figura XI.5 - Fluxograma da Fase de Planeamento.....	149
Figura XI.6 - Fluxograma da Fase de Execução e Controlo/Monitorização.....	150
Figura XI.7 - Fluxograma da Fase de Encerramento.....	151

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Níveis Sigma em processos com comportamento normal de curto e longo-prazo.	31
Tabela 2.2 - Questões-chave e ferramentas do ciclo DMAIC.	34
Tabela 4.1 - Projetos implementados (2006-2010).	52
Tabela 4.2 – Resultados Duração do projeto vs. <i>baseline</i> .	53
Tabela 4.3 - Descrição das variáveis.	57
Tabela 4.4 - Natureza dos dados.	58
Tabela 4.5 - Resultados do testes de hipóteses <i>Shapiro-Wilk</i> (desempenho do GP).	58
Tabela 4.6 - Resultados dos testes de hipóteses <i>Shapiro-Wilk</i> (implementação do projeto).	58
Tabela 4.7 - Avaliações sobre o Desempenho do GP e Implementação do Projeto.	59
Tabela 4.8 – Resultados sobre desempenho do GP: Q 1.1 a Q 1.8.	61
Tabela 4.9 – Resultados sobre desempenho do GP: Q 1.2 a Q 1.8.	62
Tabela 4.10 - Repetições de palavras.	63
Tabela 4.11 - Número de ocorrências da Voz do Cliente.	65
Tabela 4.12 – <i>Project Charter</i> .	71
Tabela 4.13 - Métricas relacionadas com a Duração do Projeto: amostra mínima.	73
Tabela 4.14 - Métricas relacionadas com a Gestão de Riscos do Projeto: amostra mínima.	74
Tabela 4.15 - Métrica relacionada com a Execução Técnica: amostra mínima.	75
Tabela 4.16 - Plano de Recolha de Dados.	76
Tabela 4.17 - Registo do número de defeitos.	76
Tabela 4.18 - Níveis Sigma e taxas de desempenho.	78
Tabela 4.19 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Iniciação - Proposta).	80
Tabela 4.20 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Iniciação - Pós-Adjudicação).	81
Tabela 4.21 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Planeamento).	82
Tabela 4.22 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Execução e Controlo/Monitorização).	83
Tabela 4.23 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Encerramento).	83
Tabela 4.24 – Intervalos de Confiança e número de valores fora do IC.	86
Tabela 4.25 - Relações Causa-efeito.	89
Tabela 4.26 - Matriz Causa-Efeito.	93
Tabela 4.27 – Frequências das correlações das causas.	95
Tabela 4.28 - Causas-raiz priorizadas.	96
Tabela 4.29 - Soluções Propostas.	97
Tabela 4.30 - Matriz de Prioridades.	99
Tabela 4.31 - Matriz de Pugh.	100
Tabela IV.1 - Valores de CPI, <i>Earned Value</i> e <i>Actual Cost</i> dos Projetos.	129
Tabela V.2 - Avaliações das perguntas da P1 do Inquérito de Satisfação do Cliente.	131
Tabela VI.3 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1 a Q 2.6.	133
Tabela VI.4 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.2 e Q 2.4 a Q 2.6.	134
Tabela VI.5 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.2, Q 2.4 e Q 2.5.	134
Tabela VI.6 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.4 e Q 2.5.	135
Tabela VII.7 - Resposta dos Clientes à parte P3 do Inquérito de Satisfação.	137
Tabela VIII.8 - Determinação das necessidades do Cliente e VOC.	139
Tabela IX.9 - Valores de SPI' finais.	143

Tabela X.10 - Quantificação de não conformidades: Duração do Projeto e Gestão de Riscos.	145
Tabela X.11 - Avaliações da amostra de inquéritos da Execução Técnica.	146
Tabela XII.12 – Durações entre as atividades principais.	153

Lista de Abreviaturas

CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CPI	Cost Performance Index (Índice de Desempenho de Custos do Projeto)
CLT	Comunidade <i>Lean Thinking</i>
CTQ	<i>Critical-to-Quality</i> (Factores Críticos de Qualidade)
DC	Direção Comercial
DFSS	<i>Design For Six Sigma</i>
DMADV	<i>Define, Measure, Analyse, Design, Verify</i> (Definir, Medir, Analisar, Desenhar, Verificar)
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i> (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar)
DPMO	<i>Defects Per Million Opportunities</i> (Defeitos Por Milhão de Oportunidades)
EDN	Direção de Estratégia e Desenvolvimento de Negócio
FSE	Fornecedor de Serviço Externo
GE	<i>General Electric</i>
GP	Gestor de Projeto
GPJ	Departamento de Gestão de Projetos
GV	GesVen
HBS	<i>Harvard Business School</i>
IC	Intervalo de Confiança
ICOV	<i>Identify, Characterize, Optimize, Validate</i> (Identificar, Caracterizar, Otimizar, Validar)
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicador Chave de Desempenho)
LI	Limite Inferior
LS	Limite Superior
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>

PV	Departamento de Pré-Venda
SIPOC	<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i> (Fornecedor, Entrada, Processo, Saída, Cliente)
SPI	<i>Schedule Performance Index</i> (Índice de Desempenho de Prazos)
SPI'	<i>Schedule Performance Index</i> corrigido
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i> (Sistema de Produção Toyota)
VA	Valor Acrescentado
VNA	Valor Não Acrescentado
VOC	<i>Voice Of Customer</i> (Voz do Cliente)
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> (Mapa de Fluxo de Valor)
WIP	<i>Work-In-Process</i> (Trabalho em Desenvolvimento)

1. Introdução

Este capítulo visa fornecer uma introdução inicial à dissertação desenvolvida, identificando o enquadramento do estudo, tal como a justificação do tema e objetivos a atingir. É descrita brevemente a metodologia a utilizar no caso prático, bem como o conteúdo apresentado em cada capítulo do trabalho.

1.1. Enquadramento do Estudo

As metodologias *Lean* e Seis Sigma são utilizadas nas organizações para incrementação de valor ao produto ou serviço final, aumento de velocidade e diminuição da variabilidade dos processos, classificando-se atualmente como ferramentas importantes na redução de custos e melhoria contínua de processos.

A conjuntura económica atual tem suscitado a adesão dum grande número de organizações a metodologias de redução de desperdícios, otimização de recursos e processos, desenvolvendo produtos e serviços de qualidade. No gráfico da figura 1.1 é possível observar a regressão da atividade económica e clima económico ao longo dos últimos anos, refletindo a crise económica em que Portugal atualmente se encontra, que se alastra num contexto internacional.



Figura 1.1 - Indicadores de síntese económica

Fonte: (Instituto Nacional de Estatística, 2012, p. 1)

Neste cenário, tem-se verificado uma crescente procura pelas metodologias *Lean* e Seis Sigma. Apesar das duas terem sido iniciadas no contexto produtivo, na Toyota e Motorola respetivamente, têm ganho cada vez mais exposição no setor de serviços.

Neste contexto enquadra-se o caso de estudo, que pretende implementar a filosofia *Lean* juntamente com a metodologia Seis Sigma numa organização de serviços de telecomunicações. O estudo foca-se na gestão de projetos de implementações de soluções de comunicações, incidindo na melhoria de processos baseados nas normas do PMI¹.

1.2. Justificação do Tema

O tema da dissertação foi escolhido pela importância que o *Lean* Seis Sigma tem na melhoria de processos e redução de custos. Os grandes resultados obtidos pela aplicação destas metodologias em empresas de qualquer tipo de setor, suscitaram a seleção do tema. Por outro lado, são raras as publicações de aplicações do *Lean* Seis Sigma em gestão de projetos, acrescentando ainda mais interesse ao tema.

As condições favoráveis da empresa, tal como o grande interesse demonstrado pela direção de gestão de projetos da organização, na elaboração de um estudo sobre este tema, justificam a seleção do mesmo.

1.3. Objetivo de Estudo

O principal objetivo da dissertação é o desenvolvimento de um estudo exploratório do conceito *Lean* Seis Sigma aplicado à Gestão de Projetos.

A concretização deste objetivo possibilitará detetar um grupo de métodos e ferramentas que mais se adequem num contexto de Gestão de Projetos, em sistemas *Lean* Seis Sigma, passando também pela experimentação da utilização e adaptação de conhecimentos *Lean* Seis Sigma em processos metodológicos sustentados em normativos *Project Management Institute*.

Pretende-se assim verificar se uma aplicação *Lean* Seis Sigma em Gestão de Projetos poderá ser bem sucedida, trazendo resultados positivos e duradouros.

¹ *Project Management Institute*

1.4. Metodologia

Através duma pesquisa exaustiva do estado da arte, procurou-se identificar oportunidades, metodologia e ferramentas viáveis para integração das metodologias de gestão *Lean Management* e Seis Sigma, num problema concreto de Gestão de Projetos, que contraria os objetivos estratégicos da empresa.

Para tal desenvolveu-se uma base metodológica sustentada nas 5 fases do ciclo DMAIC, selecionando-se as ferramentas e métodos estatísticos que melhor se adequem à natureza do processo e dados em estudo, nomeadamente:

- **Fase 1: Definir (*Define*)** - definir o problema e objetivos do projeto *Lean Seis Sigma* com base em conhecimento e num histórico organizacional do problema. Será seguidamente feito um levantamento e análise da opinião do Cliente (VOC), sendo as mais importantes identificadas com recurso ao diagrama de Pareto, decompondo-se a VOC em fatores críticos de sucesso do processo (CTQ's) passíveis de serem mensurados.

Também de grande importância nesta etapa é o levantamento e caracterização dos principais processos do sistema em análise, através da descrição e perceção das atividades principais e comportamento, e para isso será utilizada a ferramenta SIPOC, garantindo um entendimento claro dos intervenientes em cada atividade tal como dos *inputs* e *outputs* das mesmas.

Por fim será elaborado um *Project Charter* com toda a informação necessária de início do projeto, contendo a calendarização do mesmo bem como a equipa interveniente no projeto e principais conclusões identificadas nesta fase.

- **Fase 2: Medir (*Measure*)** - nesta fase serão determinadas as métricas para medição do desempenho atual do processo. Para tal será fundamental o dimensionamento amostral adequado, determinando-se assim a quantidade de dados a serem recolhidos e processados, elaborando-se assim um planeamento de recolha de dados estruturado. A partir desse plano será feito então um levantamento de toda a informação necessária do processo para com isso ser calculado o nível sigma atual, que traduzirá um desempenho atual do processo em estudo. Por fim serão então definidas as metas quantitativas a atingir com o projeto de acordo com a *performance* atual do processo e o prazo estabelecido.

- **Fase 3: Analisar (*Analyse*)** - na terceira fase será então iniciada uma análise aprofundada do comportamento atual do processo, recorrendo-se às ferramentas de análise processual mais indicadas para os processos em estudo. Será desenhado um fluxograma detalhado de todo o processo em análise, complementando com uma matriz de responsabilidade para clarificar as funções e responsabilidades de cada área associada ao processo em estudo. Dependendo da finalidade poderá ainda recorrer-se por exemplo à ferramenta *lean* Mapa de Fluxo de Valor e se necessário adaptando-a na caracterização das medidas de desempenho a quantificar.

Com uma clara perceção do processo em estudo serão então, nesta etapa, identificadas as causas-raiz do problema, recorrendo-se a ferramentas métodos seleccionados, como por exemplo: técnicas de *brainstorming*, análise das *lessons learned* de projetos, elaboração de diagrama de afinidades, técnica *lean* dos 5 porquês. Com a informação retirada, tanto da análise do processo como da aplicação das ferramentas para análise das causas-raiz, poderá elaborar-se então um diagrama de *Ishikawa* com todas as causas detetadas que afetam direta ou indiretamente o problema inicialmente detetado na fase Definir.

Devido à provável extensão da quantidade de informação recolhida, poderá ser feita uma priorização da mesma, baseada num grau de correlação entre as causas-raiz determinadas e os fatores críticos de sucesso do processo (CTQ's), recorrendo-se à ferramenta matriz causa-efeito.

- **Fase 4: Melhorar (*Improve*)** - esta fase será iniciada com a identificação das potenciais soluções para atuação sobre as causas-raiz prováveis detetadas. Para isso será novamente utilizada a ferramenta *Brainstorming*, com um conjunto de *stakeholders* do processo. Tal como na fase Analisar, serão priorizadas as soluções, utilizando desta vez uma matriz de prioridades para definir critérios ordenados de prioridade para a organização, que serão decisivos na seleção das soluções mais importantes e viáveis. Já com os critérios priorizados, utilizar-se-á uma matriz de Pugh para hierarquizar essas soluções.

Finalmente, considerando essa hierarquização e o número de causas-raiz em que cada solução poderá atuar, serão sugeridas as soluções mais adequadas para implementação, referindo também quais os intervenientes nessas soluções bem como o impacto financeiro.

- **Fase 5: Controlar (*Control*)** - nesta fase final da metodologia serão sugeridas de ferramentas e métodos de controlo das melhorias, que possam garantir a sua estabilidade no processo e continuidade a longo prazo adequadas ao acompanhamento do(s) problema(s) identificado(s) e selecionado(s).

1.5. Conteúdo

A presente dissertação organiza-se em 5 capítulos, descritos sucintamente de seguida:

- **Capítulo I:** capítulo introdutório em que se descreve resumidamente qual o enquadramento do caso em estudo, a justificação do tema, os objetivos a que se propõe, a metodologia adotada no caso de estudo e o conteúdo da dissertação.
- **Capítulo II:** neste capítulo é abordada a revisão bibliográfica relacionada com o caso de estudo, sendo iniciado com uma primeira seção que descreve o estado da arte do Pensamento *Lean* descrevendo a sua evolução histórica e os seus princípios fundamentais. Segue-se uma seção dedicada ao Seis Sigma, onde são descritos os principais princípios, tal como as fases do ciclo DMAIC, terminando-se com um capítulo dedicado ao *Lean Seis Sigma* na Gestão de Projetos, descrevendo os desenvolvimentos atuais sobre o tema.
- **Capítulo III:** neste capítulo descreve-se uma proposta de aplicação metodológica baseada no ciclo DMAIC e sua adaptação a um caso de estudo concreto, sendo ainda nele descritas as ferramentas e métodos sugeridos em cada fase do ciclo DMAIC.
- **Capítulo IV:** neste penúltimo capítulo descrevem-se em detalhe todas as etapas de implementação da metodologia proposta no caso em estudo.
- **Capítulo V:** por fim são apresentadas, de um modo sucinto, as conclusões obtidas pelo estudo desenvolvido, salientando-se os pontos principais e sugerindo-se alguns desenvolvimentos futuros.

2. *Lean* Seis Sigma e Gestão de Projetos

As secções que se seguem possibilitam um entendimento das origens da metodologia *Lean* e do Seis Sigma, bem como os principais conceitos e princípios em que ambas se sustentam. Dado o âmbito em que se insere o caso prático, é feita também uma abordagem ao *Lean* no contexto dos serviços.

Numa última fase é apresentada uma revisão da literatura atual do *Lean* Seis Sigma especificamente na Gestão de Projetos.

2.1. Pensamento *Lean* e a sua Evolução

O *Lean Thinking* tem origem no âmbito produtivo e caracteriza-se como uma metodologia ou filosofia, que tem como principal objetivo o aumento da velocidade e agilidade do fluxo de material, informação ou energia de um processo, reduzindo ao máximo as atividades sem valor acrescentado (Marques, 2011a).

Associados a esta filosofia estão métodos, técnicas e princípios, que visam aumentar a eficiência, flexibilidade e velocidade de resposta a alterações de requisitos, de qualquer processo, tanto no contexto industrial como da prestação de serviços (Marques, 2011a).

O termo *Lean Thinking* é muitas vezes substituído, na seguinte literatura, por outros de igual significado como, Pensamento Magro, Pensamento *Lean*, Filosofia *Lean* ou *Lean Management*.

Na figura 2.1 é possível observar os principais acontecimentos no desenvolvimento do pensamento magro ao longo dos séculos.

O termo *Lean Thinking* foi utilizado pela primeira vez em 1996, numa obra publicada por *James Womack* e *Daniel Jones*, com o mesmo nome. Antes disso, em 1990, os mesmos autores publicaram o livro “*The Machine that Changed the World*”, com o objetivo de transmitirem uma mensagem às grandes indústrias de produção em massa, sobre o conceito de “*Lean Manufacturing*”.

Segundo Sousa (2011) a evolução desta mentalidade teve início ainda no século XV, já se evidenciando métodos de melhoria de processos como a construção em fluxo contínuo de galeras no Arsenal da República de Veneza. A produção de peças intermutáveis na Marinha Real Britânica, três séculos depois, foi também um marco histórico importante na evolução desta filosofia.

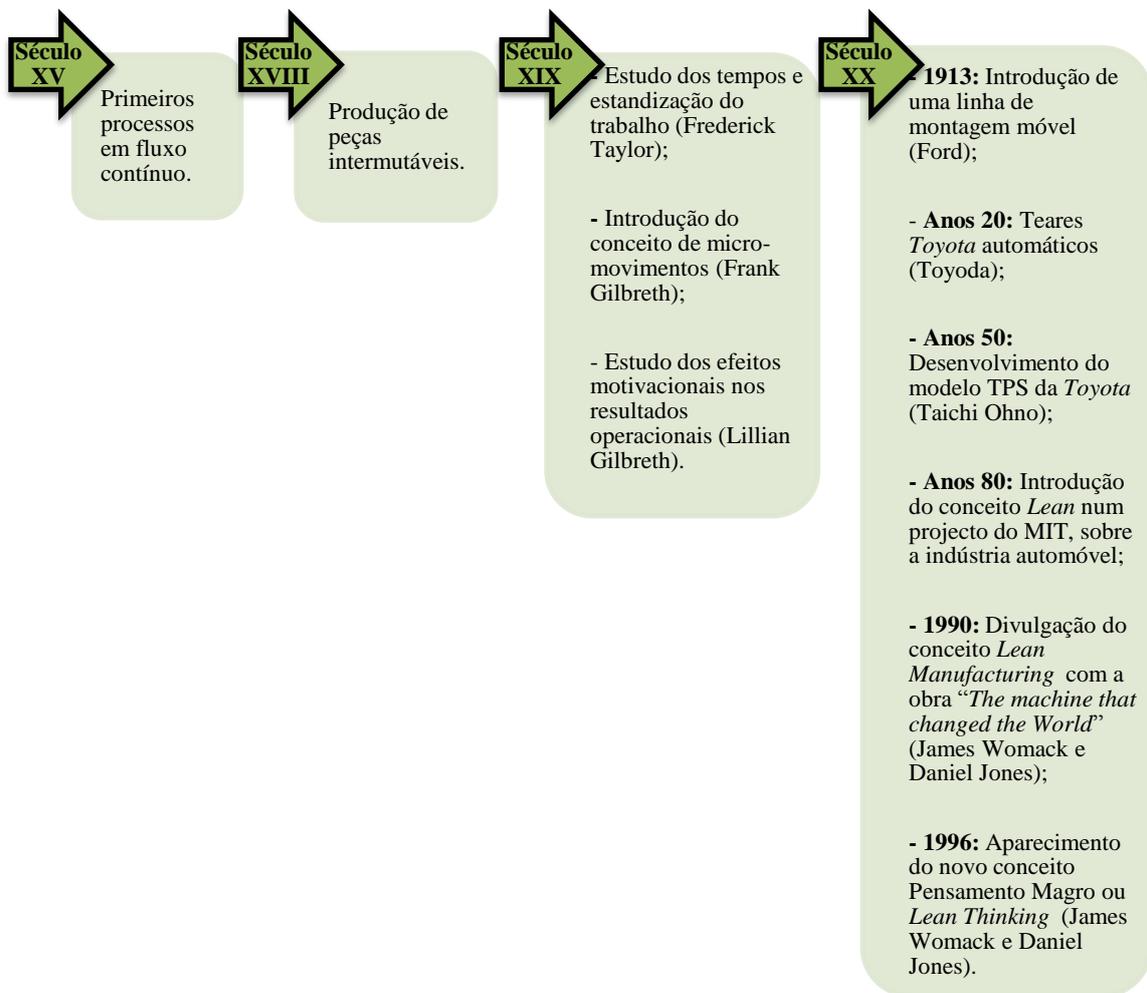


Figura 2.1 - Evolução histórica do Pensamento *Lean*.

No final do século XIX, Frederick Taylor, engenheiro mecânico norte-americano, dedica-se ao estudo dos tempos e à estandardização do trabalho, para reduzir os tempos das operações. Na mesma altura, Frank Gilbreth foca-se na teoria dos movimentos introduzindo a definição de micro-movimentos (Sousa, 2011).

Em 1913 Henry Ford aumenta consideravelmente a produtividade com a introdução de uma nova linha de montagem em Highland Park, a linha de montagem móvel. Contudo o conceito de produção da Ford focava-se na produção em massa com uma variedade reduzida (Sousa, 2011).

Nos anos 20 do século XX, Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, patenteou mecanismos de tecelagem, inventados anteriormente pelo seu pai Sakichi, com a particularidade de pararem automaticamente a produção, na ocorrência da quebra de um fio, evitando assim a produção de uma peça de tecido com defeito. Começaram assim a ser dados os primeiros passos na

automatização de mecanismos para evitar a produção de produtos com defeito (Emiliani, 2006). Na figura 2.2 é possível observar um tear automático da *Toyota* de 1926.



Figura 2.2 - Tear automático *Toyota*, modelo G.

Fonte: http://www.makingthemodernworld.org.uk/learning_modules/history/04.TU.04/?section=9

Obtido em 8 de Março de 2012

Em meados do século XX, as consequências da II Guerra Mundial originaram uma revolução na indústria japonesa. Taiichi Ohno inicia então o desenvolvimento de uma nova ideologia de produção baseada no conceito *Just-in-Time* (JIT), o *Toyota Production System* (TPS), que tem por objetivo a eliminação contínua de tudo o que não acrescenta valor ao produto/serviço (Sousa, 2011). O aparecimento deste sistema produtivo da *Toyota* foi mesmo uma das maiores referências para o pensamento magro.

O Lean Institute Brasil (1998) afirma que o termo *Lean* começou por ser utilizado no final dos anos 80, num projeto universitário sobre a Indústria Automóvel Mundial, realizado por um grupo de alunos do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). A empresa em estudo foi a *Toyota*, já que utilizava o TPS, como referido anteriormente, que se baseava numa filosofia distinta das outras empresas concorrentes, utilizando parâmetros de gestão inovadores nas áreas da fabricação, desenvolvimento de produtos e relacionamento com os clientes e fornecedores.

A produção de veículos japoneses destacou-se nos anos 60, tendo ganho grande quota de mercado sobre a indústria de produção massiva. Nos anos 80 o *Lean Manufacturing* projetou-se globalmente, da mesma maneira que a produção em massa nos anos 20, como é visível no gráfico da figura 2.3 (Womack, Jones, & Roos, 1990).

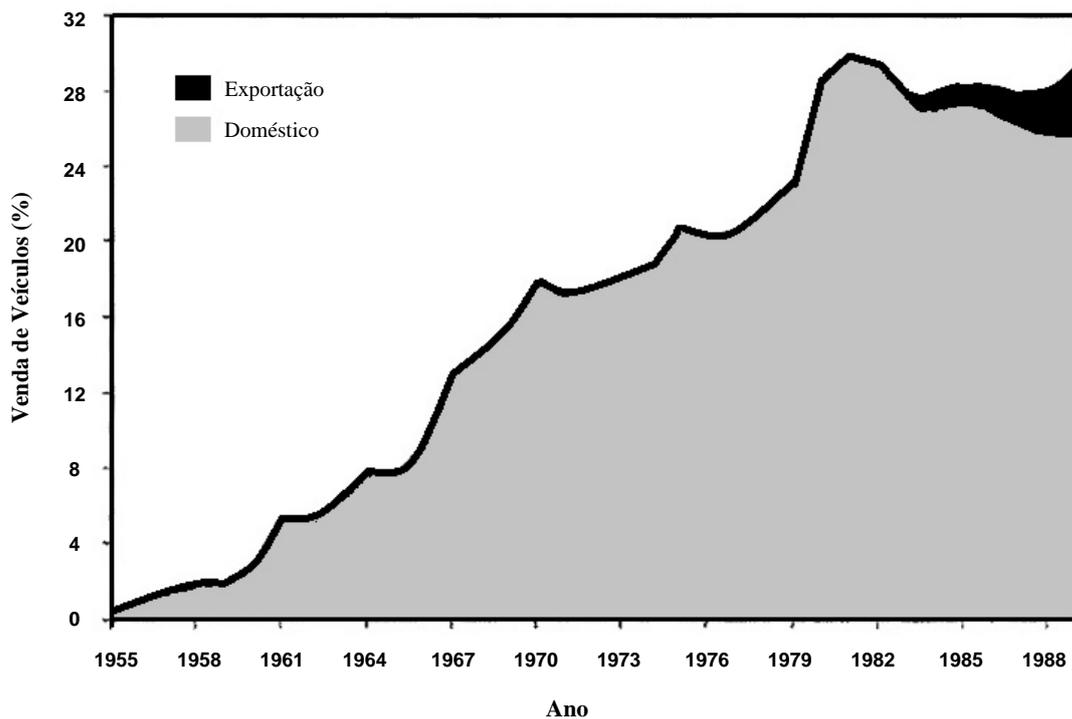


Figura 2.3 - Expansão japonesa no mundo da produção automotiva.

Fonte: Adaptado de (Womack, Jones, & Roos, 1990, p. 68)

A marca japonesa teve um enorme crescimento chegando a atingir o maior volume de vendas, em 2009, entre todas as empresas do seu sector. Tal deveu-se à implementação dessa mentalidade que diferenciava a *Toyota* de todos os outros concorrentes (Lean Institute Brasil, 1998).

2.1.1. Sistema de Produção Toyota (*Toyota Production System* - TPS)

O *Toyota Production System* (TPS) é um sistema de produção enraizado na filosofia da eliminação completa de todos os desperdícios, otimizando todos os conceitos produtivos para a realização dos métodos mais eficientes (Toyota Motor Corporation, 1995).

Este sistema produtivo foi um marco importante no ciclo de evolução do *Lean Thinking*. Taiichi Ohno foi o fundador do sistema TPS, nos anos 40, e Shigeo Shingo continuou mais tarde a sua pesquisa (Pinto, 2009).

A II Guerra Mundial foi o ponto de viragem para a marca japonesa. Os danos sofridos pelo Japão durante a Guerra, obrigaram a que fossem feitas mudanças que ajudassem o país a reerguer-se. Foi então que Taiichi Ohno, na altura administrador da *Toyota*, dedicou-se a

aperfeiçoar o processo de produção da empresa, para que atingisse o sucesso produtivo da *Ford* (Liker, 2004).

A reduzida dimensão da empresa japonesa e a falta de recursos impossibilitava-a de aderir ao sistema de produção em massa, praticado pela *Ford*. A *Toyota* optou assim por produzir pequenos volumes de modelos diferentes utilizando a mesma linha de montagem, já que a procura era muito baixa para justificar uma linha para cada automóvel. A marca precisava adaptar-se ao processo de produção da *Ford*, ganhando simultaneamente qualidade, baixo custo, reduzindo o *lead time*² ou tempo de entrega e aumentando flexibilidade (Liker, 2004).

O criador deste sistema produtivo refere-se ao mesmo afirmando: “*O que estamos a fazer é observar a linha de tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até ao ponto em que recebemos o pagamento. E estamos a reduzir essa linha de tempo, removendo as perdas que não agregam valor*” (Ohno, 1988, p. ix).

A essência do Sistema de Produção Toyota que dá à empresa a sua vantagem competitiva é traduzida por Spear e Bowen (1999) em 4 regras fundamentais, que são descritas de seguida:

- 1) Todas as atividades devem ser especificadas detalhadamente a nível de conteúdo, sequência, *timing* e resultados;
- 2) A relação cliente/fornecedor deve ser direta e a troca de informação deve ser inequívoca no envio de solicitações e receção de respostas;
- 3) O fluxo de cada produto ou serviço deve ser simples e direto;
- 4) Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a orientação de um responsável, no mais baixo nível da organização.

2.1.1.1. Casa do Toyota *Production System*

O diagrama da casa do TPS foi originalmente desenhado para fazer o registo de todos os métodos utilizados em melhorias que foram sendo feitas durante a aplicação do TPS na Toyota. Fujio Cho, discípulo de Ohno, desenvolveu um diagrama em forma de casa, representando um sistema estrutural, que pode ser observado na figura 2.4.

² Tempo total de realização de uma dada atividade, que engloba tempo produtivo e não produtivo.

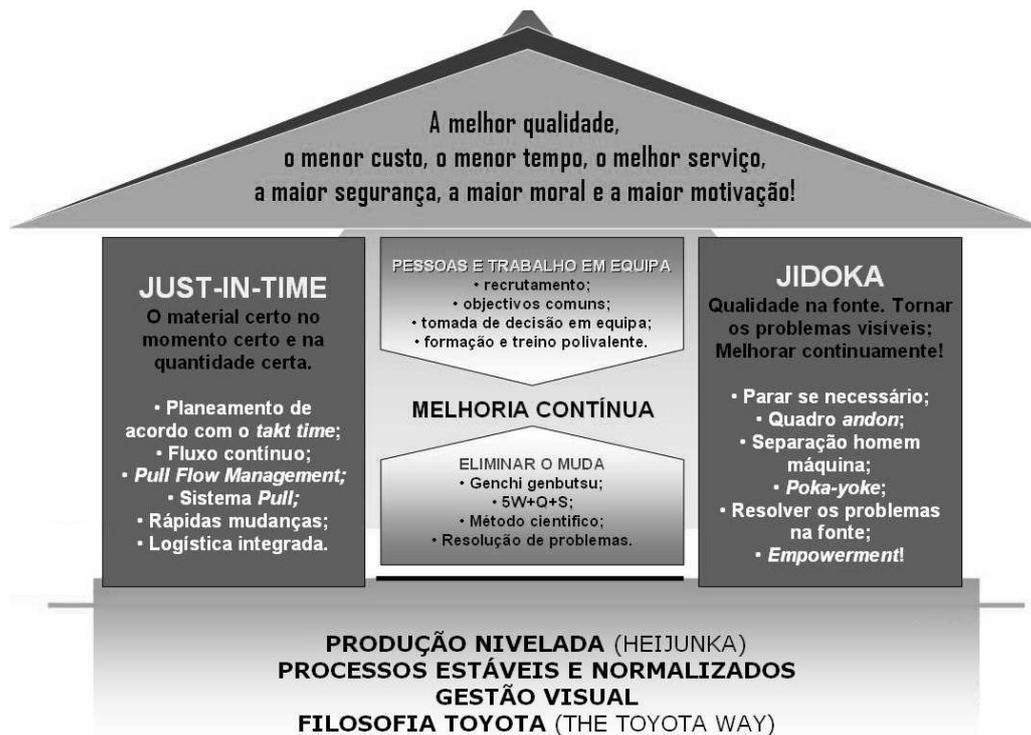


Figura 2.4 - Casa do *Toyota Production System*.

Fonte: (Pinto, 2009, p. 23).

A casa representa as ferramentas e filosofias onde o TPS se sustenta, tendo de existir uma conexão entre todos os conceitos para que o sistema funcione em perfeita sintonia. É de salientar que há diferentes versões deste diagrama da casa TPS.

No telhado são apresentadas as metas a alcançar: melhoria da qualidade, menor custo, menor tempo de entrega ou *lead time*, melhoria do serviço, maior segurança, maior moral e aumento motivacional.

Estes objetivos são sustentados por dois pilares fundamentais no TPS, o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka*, que são descritos no anexo I, bem como os outros componentes também essenciais para o sistema.

2.1.1.2. Princípios do *Toyota Production System*

Segundo Liker e Meier (2006), são identificados 14 princípios essenciais para a compreensão da filosofia do TPS. Estes são descritos de seguida:

- 1) Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo trazendo implicações financeiras negativas a curto prazo;
- 2) Criar um fluxo de processo contínuo, de modo a que os problemas ganhem visibilidade;
- 3) Adotar sistemas *pull* para evitar excessos de produção;
- 4) Nivelar a carga de trabalho (*heijunka*);
- 5) Parar sempre que surge um problema, para solucioná-lo, adicionando qualidade imediata;
- 6) Uniformizar tarefas e processos, que é a base do *kaizen*, e investir no *empowerment people*;
- 7) Utilizar gestão visual, através de indicadores, para evitar que os problemas não sejam detetados;
- 8) Utilizar apenas tecnologia fiável e já testada para servir os processos e os colaboradores;
- 9) Criar líderes com *know-how* da empresa, que já estejam envolvidos na organização, que vivam a filosofia e formem os outros;
- 10) Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da organização;
- 11) Respeitar a rede de colegas e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
- 12) Tomar a iniciativa de observar a situação pessoalmente e perceber detalhadamente o problema (*genchi genbutsu*);
- 13) Tomar decisões consensuais, considerando a opinião de todos, e implementá-las rapidamente;
- 14) Através do *kaizen* e duma reflexão incansável (*hansei*), transformar a empresa numa organização de aprendizagem.

2.1.1.3. As Formas de Desperdício do Toyota Production System

Para um melhor entendimento da definição de desperdício Hines e Taylor (2000) identificam 3 tipos de grupos de atividades numa organização: (1) atividades de valor acrescentado, (2) atividades de valor não acrescentado e (3) atividades necessárias de valor não acrescentado. O significado das mesmas é descrito abaixo:

- 1) **Atividades de valor acrescentado (VA):** todas as atividades que adicionam mais valor ao produto ou serviço, na perspetiva do cliente final. O método de identificação desta atividade, colocando-se na posição do cliente, resume-se em compreender se o custo do produto/serviço representa o que este realmente vale.
- 2) **Atividades de valor não acrescentado (VNA):** estas atividades não acrescentam valor ao produto/serviço, numa visão do consumidor final, e não são necessárias para o andamento

do processo. São consideradas como desperdício puro e são as atividades fundamentais a serem eliminadas.

- 3) **Atividades necessárias de valor não acrescentado:** são definidas da mesma forma que as anteriores, com a diferença de serem atividades necessárias, que não podem ser completamente eliminadas do processo. Este tipo de desperdício deve ser reduzido através de alterações de melhoria do processo.

Segundo os mesmos autores, a grande maioria das atividades numa organização, não representam valor para o consumidor. Como é possível observar na figura 2.5, num fluxo logístico ou produtivo, só cerca de 5% das atividades acrescentam valor ao processo. Já na área informativa é possível verificar que apenas cerca de 1% do tempo pode ser considerado como valor.

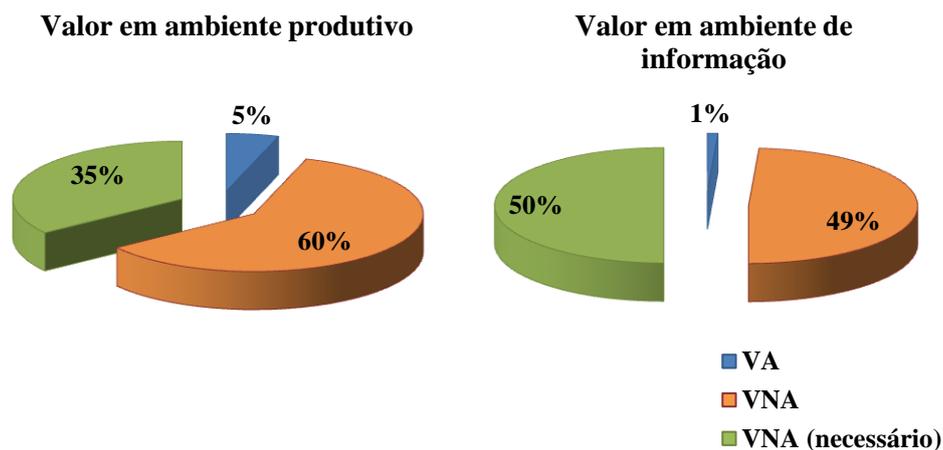


Figura 2.5 - Valor em ambiente produtivo e informativo.

A palavra *muda* significa desperdício em japonês, ou qualquer atividade humana que absorva recursos sem criação de valor (Womack & Jones, 2003).

Shigeo Shingo e Taiichi Ohno identificaram 7 formas de desperdício *standard* num sistema produtivo, durante o desenvolvimento do TPS: (1) excesso de produção, (2) defeitos, (3) *stocks* desnecessários, (4) processamento inapropriado, (5) transporte, (6) esperas, (7) movimentações desnecessárias (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008).

Cada forma de desperdício é descrita pormenorizadamente no anexo II.

2.1.2. Princípios Básicos do Pensamento *Lean*

Womack e Jones (2003) propõem que o pensamento *lean* se sustenta em cinco princípios fundamentais: (1) especificar valor, (2) definir a cadeia de valor, (3) otimizar o fluxo, (4) sistema *pull* e (5) atingir a perfeição.

Estes conceitos podem ser considerados como fases para implementação desta filosofia, funcionando como um ciclo como é possível observar na figura 2.6.

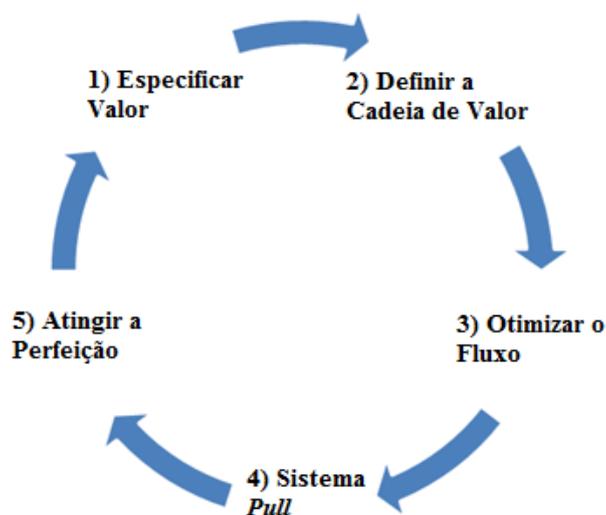


Figura 2.6 - Ciclo dos princípios básicos do Pensamento *Lean*.

Os 5 princípios são aplicáveis a qualquer organização prestadora de serviços ou indústria, e são descritos de seguida:

- 1) **Especificar valor:** Trischler (1996) afirma que o valor é o equilíbrio entre as coisas que as pessoas recebem em troca daquilo que têm de desistir para as receber. Tal como referido no ponto 2.1.1.3. As Formas de Desperdício do *Toyota Production System*, o valor entregue por uma empresa é traduzido pelas expectativas dos consumidores ou pela perceção que estes têm de valor. Este primeiro princípio consiste em identificar as atividades de VA, considerando as restantes como desperdício.

Consiste em desenhar os produtos/serviços de modo a aumentar a satisfação do cliente. Esta ação entende-se como a arte de fazer o produto correto da maneira correta (Rich, Bateman, Esain, Massey, & Samuel, 2006).

2) **Definir a cadeia de valor:** a definição da cadeia de valor (*value stream*) consiste no desenho de todas as etapas necessárias à satisfação dos pedidos dos clientes. Womack e Jones (2003) consideram ainda que todas as ações passam por três atividades críticas de gestão, em qualquer negócio:

- Resolução de problemas desde a conceção do produto à entrega deste;
- Gestão da informação desde o acompanhamento das ordens ao registo destas;
- Transformação física desde o conceito inicial até ao produto/serviço final no Cliente.

A análise da cadeia de valor permite identificar as várias atividades que realmente acrescentam valor, outras que embora não acrescentado valor são obrigatórias e por final as que não agregam qualquer tipo de valor ao processo, como são descritas na secção 2.1.1.3. As Formas de Desperdício do *Toyota Production System*.

3) **Otimizar o fluxo:** com a especificação de valor, a cadeia do produto/serviço mapeada já com as etapas de valor não acrescentado eliminadas, surge agora a necessidade de criar um fluxo contínuo, ou seja, organizar a cadeia de valor para tornar o processo o mais fluído possível, e deste modo poder fornecer o produto/serviço ao ritmo solicitado pelo consumidor, sem atrasos ou interrupções.

4) **Sistema *pull*:** tal como referido no anexo I, o sistema *pull* está associado ao JIT e defende a orientação da cadeia de acordo com a necessidade do cliente, sendo um dos princípios fundamentais do pensamento magro.

5) **Atingir a perfeição:** por fim, o alcance da perfeição assume-se como o último princípio básico do pensamento magro. Perfeição não significa apenas qualidade, significa também entregar exatamente o que é solicitado pelo consumidor, no momento exato, sem atraso, com preço justo e com o mínimo de desperdício (Bicheno, 2008). Nesta etapa, o processo só deverá apresentar todas as atividades que realmente acrescentam valor, havendo um compromisso de melhoria contínua e garantindo assim que todo o desperdício é eliminado.

Segundo Pinto (2009), a Comunidade *Lean Thinking*³ (CLT) em 2008, propôs melhorias nos princípios *lean* identificados anteriormente por Womack e Jones. Abaixo são descritas as sugestões feitas pela organização:

- Considerar mais do que uma cadeia de valor, ou seja, em vez de haver uma centralização apenas no cliente, a CLT sugere a criação de valor para todos os *stakeholders*;
- Acrescentar a inovação de produtos, serviços e processos ao ciclo de princípios *lean*, para que a organização não pense apenas em reduzir desperdícios, esquecendo a criação de valor que é o principal objetivo.

O diagrama apresentado na figura 2.7 mostra os princípios revistos pela CLT, tendo sido acrescentados “Conhecer os *Stakeholders*” e “Inovar Sempre”, já referido anteriormente.

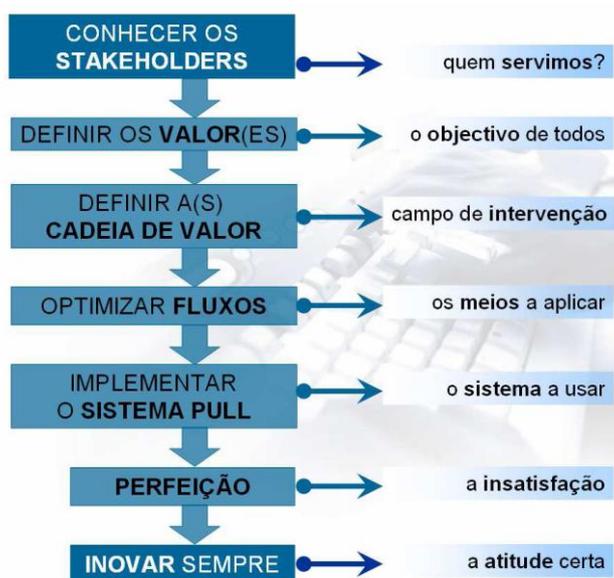


Figura 2.7 - Os sete princípios do Pensamento *Lean*.

Fonte: (Pinto, 2009, p. 20)

2.1.3. Princípios do Pensamento *Lean* no Âmbito dos Serviços

As características únicas das empresas, no sector dos serviços, levaram a desenvolvimento de estudos de diversos autores com o objetivo de introduzirem os princípios básicos do *lean* no âmbito da prestação de serviços.

³ Associação portuguesa de investigação de conhecimento no âmbito da filosofia de gestão *lean thinking* (fonte: <http://www.leanthinkingcommunity.org/>).

No diagrama da figura 2.8 estão representados os conceitos normalmente associados aos serviços, e são descritos de seguida os princípios que os caracterizam.

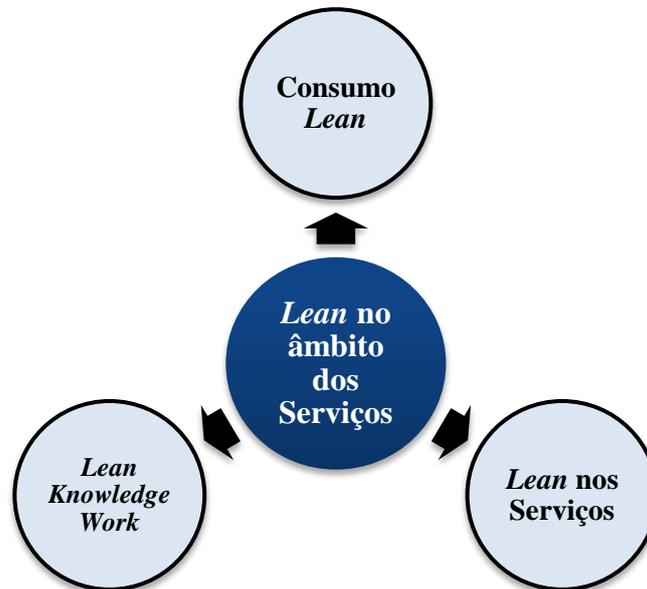


Figura 2.8 - *Lean* no âmbito dos Serviços.

2.1.3.1. *Lean* nos Serviços (*Lean Service*)

A filosofia *lean* tem sido cada vez mais utilizada não só no contexto industrial como também em diversas empresas de prestação de serviços.

De acordo com a situação atual de mercado e as necessidades do consumidor, o *lean service* pode ser designado para eliminar as perdas nos processos dos serviços, reduzir os custos e fornecer um serviço mais otimizado (Qu, Ma, & Zhang, 2011).

George (2003) enumerou cinco conceitos básicos a serem considerados no *lean service*, seguidamente apresentados:

- 1) **A maioria dos processos têm uma eficiência < 10%:** George (2003) afirma que a eficiência do ciclo de um processo, nos serviços, é normalmente inferior a 10%, o que indica a que o tempo que realmente traz valor acrescentado ao processo representa uma pequena parte do *lead time* total. O cálculo da eficiência é feito através da seguinte equação:

$$\text{Eficiência do Ciclo do Processo} = \frac{\text{Tempo de Valor Acrescentado (VA)}}{\text{Lead Time Total}} \quad (2.1)$$

O tempo que acrescenta valor, é o tempo de trabalho que os clientes reconheceriam como necessário para criar produtos ou serviços que estão prestes a adquirir, e o *lead time* designa-se como o tempo total que o serviço/produto demora a ser entregue desde que é colocada a ordem (George, 2003; George, Rowlands, & Kastle, 2008).

- 2) **Redução do *Work-In-Process* (WIP):** o WIP ou trabalho em desenvolvimento é todo o trabalho oficialmente no processo mas que ainda não está terminado. A lei de Little que é apresentada abaixo, relaciona o WIP com a taxa média de conclusão, que é a quantidade de trabalho terminado num determinado período de tempo:

$$Lead\ Time = \frac{Quantidade\ de\ WIP}{Taxa\ Média\ de\ Conclusão} \quad (2.2)$$

Esta equação indica que é possível tornar um processo mais célere diminuindo simplesmente a quantidade de trabalho em curso, mesmo mantendo a mesma taxa média de conclusão. Uma focalização na redução do WIP é bastante vantajosa na medida em que traz rapidez ao processo, implicando apenas custos em capital intelectual (George, Rowlands, & Kastle, 2008).

- 3) **Todos os processos devem funcionar em sistema *pull*:** tal como referido anteriormente no ponto 2.1.2. Princípios Básicos do Pensamento *Lean*, o sistema *pull* está intrinsecamente associado ao pensamento *lean*. Bicheno (2008) afirma que este sistema no contexto dos serviços significa resposta a curto prazo para a taxa de procura do cliente. A utilização deste sistema possibilita a redução do WIP, que por sua vez é fulcral para a diminuição do tempo de ciclo e do desperdício, como é possível observar pela lei de Little. Segundo George (2003) o sistema *pull*, nos serviços, significa tomar decisões deliberadas sobre o tempo de trabalho que é libertado para entrar no processo.

George (2003) sugere ainda uma sequência de etapas para aplicar o sistema “puxado”, que são descritas seguidamente:

- a) Identificar/confirmar o nível de serviço que se quer alcançar, através da opinião dos consumidores;
- b) Determinar a taxa de conclusão do grupo de trabalho, baseada em dados históricos;

- c) Já com a taxa média de conclusão, determinar o WIP máximo, através da lei de Little;
 - d) Todo o trabalho que entra no processo deverá ser colocado em *buffer*;
 - e) Desenvolver um sistema de triagem para determinar qual deverá ser o próximo trabalho a entrar no processo;
 - f) Aplicar melhorias nos processos de modo a reduzir o *lead time*.
- 4) **Apenas 20% das actividades causa 80% do atraso:** segundo George (2003) a eliminação de tudo o que torna o processo lento é único meio de atingir o principal objectivo *Lean* – a velocidade. Em qualquer processo com uma eficiência de ciclo de 10% ou menos, sabe-se que 80% do *lead time* é consumido por menos de 20% das actividades, tal como o princípio de Pareto defende.
- 5) **Trabalho invisível não pode ser melhorado:** no sector dos serviços, o trabalho é maioritariamente invisível, sendo mais difícil observar o fluxo de trabalho, ao contrário dum fluxo produtivo, em que o trabalho é mais tangível. O WIP num processo de prestação de serviço, é menos perceptível, o que motiva ao uso de conceitos e ferramentas *lean*, dando assim uma maior visibilidade, permitindo aumentar a velocidade do processo e reduzir desperdícios (George, 2003).

2.1.3.2. Consumo *Lean* (*Lean Consumption*)

O conceito *lean consumption* é normalmente associado, pela maioria dos autores, ao sector de prestação de serviços.

Este conceito não se refere à redução do consumo dos clientes ou do negócio que estes possibilitam, em vez disso, trata-se de fornecer o máximo valor possível para os consumidores, através dos seus bens e serviços, com a maior eficiência possível e o mínimo esforço (Womack & Jones, 2005a). Este termo foi utilizado pela primeira na obra *Lean Solutions* onde Womack e Jones (2005b) referem que o consumo é um processo contínuo, ou seja, um conjunto de acções tomadas durante um longo período de tempo, para resolver um problema.

Womack e Jones (2005a) enumeram uma lista de princípios do *lean consumption*, de particular importância nas organizações de serviços, em baixo descritos:

- 1) **Resolver o problema do cliente por completo:** a aquisição de um produto/serviço surge da necessidade do cliente resolver um problema. O consumidor não procura apenas comprar o bem, mas tem como principal objetivo resolver o problema que o levou a adquiri-lo. O fornecedor deve garantir que o problema é solucionado, assegurando que tudo funciona à primeira, e não se preocupar apenas em vender o produto.
- 2) **Não fazer com que o cliente perca tempo:** as organizações devem admitir que o tempo despendido pelo consumidor tem valor, ao contrário do que é normalmente assumido. O fornecedor deve focar-se em todas as atividades do fluxo do cliente, observando o problema pela sua perspectiva, e redesenhando o processo de modo a eliminar tempo sem valor acrescentado para o cliente. Desta maneira todo o sistema é beneficiado, reduzindo paralelamente os custos do fornecedor.
- 3) **Entregar exatamente o que o cliente quer:** é fundamental entender as verdadeiras necessidades dos consumidores, tendo em atenção a diferenciação entre os vários grupos de clientes. O sistema *pull* assume uma especial importância na medida em que os *stocks* são reabastecidos de acordo com as necessidades do cliente, evitando níveis elevados de itens de menor interesse e baixos níveis de itens realmente necessários.
- 4) **Entregar exatamente onde o cliente deseja:** o produto/serviço deve estar convenientemente acessível ao cliente com um preço atrativo. A organização deverá ter a flexibilidade de servir um único cliente de cada vez, do modo mais económico possível, e não optar por soluções massificadas (Bicheno, 2008).
- 5) **Entregar exatamente quando o cliente solicita:** atualmente, em grande parte das organizações de prestação de serviços, se o cliente fizer um pedido com antecedência, consegue adquirir o serviço com a vantagem de ser personalizado e a um menor custo. A troca de informação entre o cliente e o fornecedor é vantajoso para os dois lados, na medida em que reduz o custo do serviço tanto para o fornecedor como para o consumidor. Na indústria, esta sintonia produtor/cliente poderia criar sinergias, tal como nos serviços, possibilitando ao produtor apresentar uma gama variada de produtos com as especificações requisitadas pelo cliente, a custos mais reduzidos.
- 6) **Agregar continuamente soluções para reduzir o tempo perdido pelo cliente e as suas preocupações:** os consumidores procuram cada vez mais uma maior variedade de fornecedores para resolverem problemas cada vez menores. Por outro lado, a metodologia de gestão de produção da *Toyota* defende a redução do número dos seus fornecedores, exigindo porém que estes tenham um conhecimento mais profundo das necessidades da *Toyota*. Womack e Jones (2005a; 2005b) defendem a utilização deste princípio no processo

de consumo, incitando o fornecedor a garantir um produto/serviço ao seu cliente, juntamente com outras soluções a ele associadas. Por exemplo, o fornecedor avaliaria as necessidades do consumidor, determinando a solução mais adequada para este, instalando-a, atualizando-a, entre outros serviços adicionais, por um valor fixo, reduzindo desta forma o tempo e preocupações do consumidor.

2.1.3.3. *Lean Knowledge Work*

Segundo Nickols (2003) o *knowledge work* ou trabalho baseado em conhecimento difere do *manual work* porque é baseado em informação e não em material. O trabalho manual consiste apenas na conversão de materiais numa forma para outra.

Difere do contexto produtivo fundamentalmente na sua estrutura, e a maioria das ligações entre processos numa organização de *knowledge work* são intangíveis, ao contrário dos processos de fabrico onde é possível ver claramente todas as conexões entre atividades (Staats, Brunner, & Upton, 2010). O *knowledge work* é por isso muitas vezes associado aos serviços e requer uma aprendizagem contínua.

Bradley Staats, aluno de doutoramento da universidade da *Harvard Business School* (HBS) e o seu professor David Upton, fizeram um estudo da implementação dos princípios *lean* no contexto do *knowledge work*, tendo estudado variados projetos na área de serviços de *software*. Focaram-se sobretudo numa empresa indiana, a *Wipro Technologies*, que em 2004 teve a sua primeira abordagem *lean*, sendo uma das organizações que maior sucesso teve na utilização da metodologia *lean* no campo dos serviços de *software* (Hanna, 2007).

Baseados nessa pesquisa, Staats, Brunner e Upton (2010) definiram 6 princípios sobre o *lean knowledge work* descritos seguidamente:

1) Eliminar continuamente todos os desperdícios: existem várias perdas diferentes associadas a uma organização baseada em conhecimento, como a impressão de documentos, a solicitação de informações para tomada de decisão ou o agendamento de reuniões. Este primeiro princípio vem sugerir os seguintes pontos:

- Eliminar continuamente os desperdícios, questionando sempre a razão da sua existência. Em vez de resolver os mesmos problemas vezes repetidas, criar soluções padrão sempre que possível, formando pessoas para as aplicarem. Desta forma, mais tempo pode ser dedicado às atividades criativas e com maior importância.

- Uma maior concentração de todos em tipos de desperdício mais pequenos e não apenas em eliminar os maiores e mais evidentes.
- Rever periodicamente a estrutura e conteúdo para todos os trabalhos, para evitar que seja dedicado muito tempo a atividades de baixo valor.

2) **Tornar o conhecimento tácito explícito:** o trabalho numa operação de conhecimento pode alterar rapidamente, e num dia uma pessoa pode estar a executar uma atividade ou então várias em paralelo. Muitas das tarefas de *knowledge work* podem ser especificadas e melhoradas continuamente. Deverá ser assumido que todo o conhecimento é inerentemente tácito, considerando-se as seguintes etapas para especificar o trabalho de conhecimento:

- Identificar as repetições no processo e standardizá-las;
- Não tentar especificar tudo inicialmente, para não correr o risco de fazer investimentos em atividades que só têm uma ocorrência esporádica;
- Continuar a estudar o trabalho que tem sido designado como tácito.

O maior benefício de especificar processos repetidos é a possibilidade de libertar os *knowledge workers* para se concentrarem onde podem criar mais valor, aproveitando melhor as suas capacidades.

3) **Especificar como os trabalhadores devem comunicar:** a quantidade e complexidade dos problemas num contexto baseado em conhecimento, não podem ser sustentadas apenas por uma pessoa, mas sim por equipas. O envolvimento de vários trabalhadores exige boa comunicação durante todo o processo, tanto interno como externo. Staats e Upton (2011) sugerem a interiorização das seguintes diretrizes:

- Definir quem deve estar a comunicar, com que regularidade e o que deve ser comunicado;
- Criar um entendimento partilhado do que está a ser comunicado, através de uma boa especificação da comunicação, para haver uma perceção por todos os intervenientes;

- Resolver divergências com factos e não opiniões, fazendo uso apenas da inteligência emocional e irracional, pode ter consequências negativas no processo de tomada de decisão.
- 4) **Usar o método científico para resolver os problemas rapidamente:** ter uma abordagem sistemática sobre os problemas traz benefícios na eficiência como são resolvidos. O método científico de resolução de problemas deve ser adaptado ao conhecimento da seguinte maneira:
- Quando surge um problema, a pessoa que deve solucioná-lo é quem o criou. Envolvê-lo na sua resolução, mesmo que não seja ativamente, normalmente traz melhores resultados porque é, à partida, o trabalhador que mais conhecimento tem sobre assunto.
 - Os problemas devem ser resolvidos onde ocorreram já que a localização dá informação contextual importante, para ser possível reproduzir o problema tal como sucedeu.
 - Resolver os problemas logo quando são detetados, para impedir que se agravem.
- 5) **Reconhecer que um sistema *lean* demora muito tempo a ser construído:** num projeto *lean* é necessário haver um compromisso da organização a longo prazo para atingir os resultados pretendidos.
- Começar com projetos de pequena dimensão para adquirir os primeiros conhecimentos que poderão ser aplicados em futuros projetos de outra dimensão.
 - Registrar as *lessons learned* aprendidas, estandardizando boas práticas, para não haver perda de informação útil para outros projetos.
 - A abordagem *lean* não tem utilidade, principalmente na área de inovação, mas na maioria dos casos, mesmo para trabalho criativo, os princípios *lean* revelam-se muito eficazes.
- 6) **Os líderes devem motivar as suas equipas:** os princípios *lean* resultam se houver intervenção dos quadros superiores e intermédios. Os mesmos devem motivar as suas

equipas, para que seja possível aplicar os que foi aprendido na organização. Implementar uma filosofia *lean* numa empresa requer mudanças muito profundas nos métodos de trabalho, investimento financeiro, formações e reformulação de processos.

2.1.4. Fontes de Desperdício nos Serviços

Além das 7 classes de desperdícios, definidas por Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, e referidas anteriormente no ponto 2.1.1.3. As Formas de Desperdício do *Toyota Production System*, alguns autores indicam formas de desperdício aplicáveis também no contexto dos serviços.

Foram definidas 7 categorias de perdas que podem ser acrescentadas aos tipos de desperdícios do *Toyota Production System*: (1) energia, (2) materiais, (3) desaproveitamento do potencial humano, (4) sistemas inapropriados, (5) tempo de serviço do cliente e (6) desperdício nos escritórios (Brunt & Butterworth, 1998 *apud* Pinto, 2009). As mesmas são brevemente descritas abaixo:

- 1) **Energia:** esta perda refere-se às fontes energéticas como a eletricidade, gás, petróleo entre outras. A maioria destas fontes provém de recursos finitos, o que sugere a necessidade das organizações terem uma atitude *lean* na utilização da energia. O acréscimo dos impactos negativos no meio ambiente resultantes da utilização desmedida destas fontes, aliados ao crescimento exponencial dos custos de alguns destes tipos de energia, incita à adoção de uma cultura *lean* nesta área.
- 2) **Materiais:** para possibilitar a redução do desperdício de materiais, deve ser feita uma análise de todas as suas características, do período de vida útil do produto/serviço final, do seu tempo de utilização bem como do seu potencial de reutilização.
- 3) **Desaproveitamento do potencial humano:** os colaboradores são o principal recurso duma organização. A subutilização de todas as suas capacidades, nas suas atividades diárias é um desperdício significativo para a empresa (Taylor & Brunt, 2001).

Sarkar (2008) aponta alguns erros cometidos, na gestão de várias organizações, causadores desta perda, descritos abaixo:

- O não envolvimento dos colaboradores em melhorias do processo;
- A não utilização da criatividade intelectual dos colaboradores;
- A não alocação dos colaboradores às atividades mais indicadas para os mesmos.

O *lean management* orienta as organizações numa priorização do *empowering* dos colaboradores, de maneira a obter ganhos de eficiência e desempenho financeiro.

- 4) **Sistemas inapropriados:** atualmente é bastante comum a integração de sistemas tecnológicos de apoio à gestão nas organizações. Um aproveitamento deficiente destes sistemas pode originar grandes perdas a vários níveis.

Uma atitude *lean* defende a eliminação do desperdício antes da implementação do sistema de apoio.

Num processo de venda de um determinado produto, desde a encomenda até à entrega do produto final, são executadas um determinado número de atividades. A produção do artigo representa apenas uma pequena percentagem do tempo total despendido, e o sistema de processamento de encomenda representa a maior taxa de ocupação (Bicheno, 2008).

- 5) **Tempo de serviço ao cliente:** a espera pelo produto/serviço exigida ao cliente representa uma fonte importante de desperdício. As etapas pelas quais o consumidor tem de passar até adquirir o produto/serviço, que não acrescentam valor, devem ser reduzidas ou eliminadas, de maneira a baixar custos, aumentando ainda a satisfação do cliente.

- 6) **Desperdício nos escritórios:** esta classe de desperdício enquadra-se num contexto de *back-office* e *front-office*, como operações contabilísticas, legislação, *design* ou consultadoria. Os quadros superiores devem promover uma consciencialização, de todos os colaboradores, da existência deste tipo de perdas no escritório. Não é a imposição de regras adicionais ou procedimentos que possibilitarão a extinção destas perdas (Bicheno, 2008).

O mesmo destaca ainda algumas perdas mais comuns neste tipo de ambiente, como: a procura de documentos ou ficheiros, medições inapropriadas, priorizações inapropriadas, frequência de atividades inapropriada, erros de comunicação entre outros.

Mais recentemente, Qu, Ma e Zhang (2011) agruparam os diferentes desperdícios nas organizações de prestação de serviços, em 5 classes distintas: (1) desenho do serviço, (2) prestação do serviço, (3) capacidade do serviço, (4) complexidade do processo e (5) espera pelo serviço, descritas com maior detalhe de seguida:

- 1) **Desenho do serviço:** quando o desenho do serviço não vai de encontro às necessidades do cliente, criam-se desperdícios. O fornecimento de opções e funcionalidades que não acrescentam valor na perspetiva do consumidor, causam um acréscimo de custos e tempo despendido.
- 2) **Prestação do serviço:** uma deficiência no fornecimento/prestação do serviço causa atrasos no desenrolar do processo, obrigando a um retrabalho.
- 3) **Capacidade do serviço:** perda causada pelo não aproveitamento de todas as potencialidades do serviço. Comparativamente ao *lean manufacturing* que defende uma minimização dos *stocks*, num serviço, deve haver minimização dos tempos, através da utilização de toda a capacidade disponível que o serviço oferece.
- 4) **Complexidade do processo:** a complexidade do processo resulta numa baixa eficiência de trabalho. Algumas atividades são dispensáveis e não deveriam fazer parte do processo, ou então reestruturadas ou anexadas a outros procedimentos.
- 5) **Espera pelo serviço:** a espera do cliente pelo serviço, em consequência de atrasos no processo. Até a necessidade do consumidor ser satisfeita são necessárias várias etapas.

É importante salientar que não devem ser consideradas apenas estes grupos de perdas, já que cada organização apresenta uma realidade distinta. Deve sim existir um aperfeiçoamento contínuo dos processos, assente numa base sólida da filosofia *lean*.

2.2. Introdução ao Seis Sigma

Esta metodologia está normalmente associada à melhoria contínua e tem por objetivo a otimização do funcionamento de processos de qualquer natureza, reduzindo a sua variabilidade e eliminando defeitos no produto/serviço, permitindo alcançar assim elevados resultados financeiros em qualquer organização.

Os capítulos seguintes abordam esta filosofia com maior detalhe, descrevendo inicialmente a evolução do Seis Sigma num contexto histórico. São abordados também os principais conceitos estatísticos e estratégicos que sustentam esta filosofia.

2.2.1. Evolução do Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma tal como é hoje, resulta dum percurso evolutivo separado por 3 gerações. A primeira fase é focada sobretudo na eliminação de defeitos e redução da variabilidade, num contexto produtivo. A geração seguinte acrescenta à anterior uma visão mais abrangente, tendo por objetivo a otimização de todos os processos que melhoram a *performance* do negócio. A última concentra-se sobretudo na criação de valor a toda a organização e a todos os seus *stakeholders* (Montgomery & Woodall, 2008).

Numa perspetiva cronológica, o diagrama apresentado na figura 2.9 evidencia os acontecimentos mais marcantes que impulsionaram a evolução do Seis Sigma, em cada uma das 3 gerações.

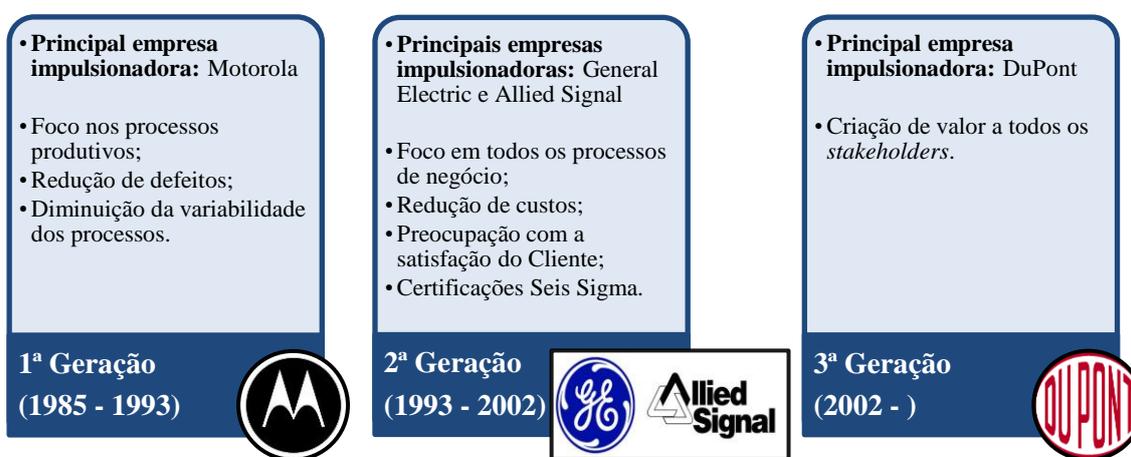


Figura 2.9 - Evolução histórica do Seis Sigma.

No início dos anos 80 revelou-se um crescimento significativo na utilização de ferramentas estatísticas de qualidade. No ano de 1985 o engenheiro Bill Smith juntamente com Mikel Harry, deram início a um estudo do desempenho qualitativo na Motorola (Process Quality Associates Inc., 2006).

No ano seguinte, o Seis Sigma marcou os seus primeiros passos como metodologia, num projeto desenvolvido por Smith e Harry, com o objetivo de reduzir o contínuo crescimento do número

de reclamações referentes a problemas num produto, ocorridos dentro do período de garantia. Foi definido um valor alvo de 6 sigma (3,4 DPMO⁴), de maneira a haver uma aproximação da perfeição, reduzindo assim ao máximo o número de defeitos e a variabilidade. Esta estratégia sustentou-se fundamentalmente numa padronização do método de contagem de defeitos, na adaptação dos processos às necessidades do Cliente e na medição e aperfeiçoamento do desempenho dos processos críticos. A Motorola alcança assim resultados surpreendentes, tendo sido premiada em 1988 pelo *Malcolm Baldrige National Quality Award*⁵ (Campos, 2002). A partir daí esta mentalidade foi inculcada em todos os colaboradores da empresa numa escala mundial.

Em 1993, Mikel Harry assume funções na empresa Allied Signal, implementando juntamente com Larry Bossidy (CEO da empresa) o Seis Sigma como uma iniciativa de negócio para produzir resultados de alto nível, melhorando os processos de trabalho e expandindo todas as potencialidades dos colaboradores (Schroeder, Linderman, Liedtke, & Choo, 2008). Harry começou a certificar os colaboradores de *Champion, Master Black Belt, Black Belt* e *Green Belt*, por ordem crescente respetivamente, de acordo com o seu nível de conhecimento em Seis Sigma.

Jack Welch, presidente da empresa General Electric (GE), anunciou oficialmente em 1996, o lançamento do Seis Sigma na GE, dando assim um contributo fundamental na melhoria desta filosofia, expandindo a sua aplicabilidade a processos transversais e não apenas aos processos produtivos (Hahn, Doganaksoy, & Hoerl, 2000). Uma preocupação na redução de custos e um foco na melhoria dos processos com impacto na satisfação do Cliente foram também dois fatores com os quais Welch se preocupou.

A última e atual geração da evolução do Seis Sigma teve início em 2002, na empresa DuPont, com a criação de valor a todos os *stakeholders* relacionados com o processo (Bairrão, 2010). Esta fase está relacionada com a integração da filosofia *Lean* com a metodologia Seis Sigma, que é um tema que será desenvolvido mais à frente.

2.2.2. Conceitos Básicos do Seis Sigma

Segundo Kwak e Anbari (2006) a metodologia Seis Sigma tem duas vertentes que podem ser definidas como: perspectiva estatística e estratégica.

⁴ *Defects Per Million Opportunities* – Defeitos por Milhão de Oportunidades

⁵ Prémio norte-americano dado pelo reconhecimento da excelência no desempenho das organizações.

2.2.2.1. Perspetiva Estatística

O termo Sigma (σ) provém do alfabeto grego e significa, num contexto estatístico, o desvio-padrão, que é representativo da variabilidade de um processo (Mehrjerdi, 2011). Como referido anteriormente, a redução da variabilidade dos processos é um objetivo fulcral do Seis Sigma, originando consequentemente uma diminuição do número de defeitos e um aumento do desempenho do processo.

Na ilustração da figura 2.10 é visível uma diminuição da variação do processo com o aumento da sua capacidade. A distância dos limites de especificação em relação à média representa o nível sigma, sendo possível observar no último gráfico da mesma figura um nível 6σ num processo com uma distribuição normal.

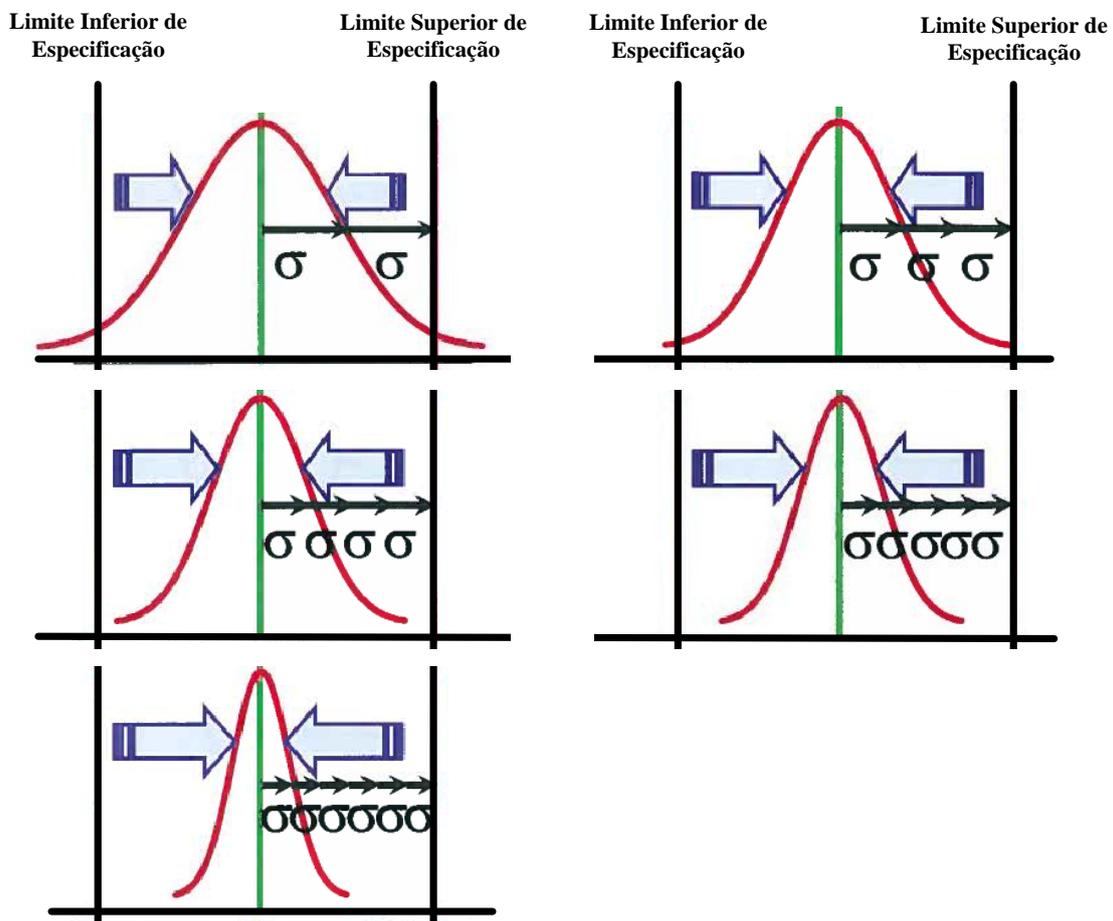


Figura 2.10 - Aumento do nível sigma num processo de distribuição normal.

Fonte: Adaptado de (Marques, 2011b, pp. 12-16)

O número de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) é uma unidade representativa do nível sigma, dando uma perspetiva da quantidade de defeitos correspondentes à capacidade do processo.

Na tabela 2.1 são apresentados níveis sigma para processos com comportamento normal de curto e longo prazo. Em processos de longo-prazo é acrescentado um desvio de $1,5\sigma$ para compensar as variações sofridas causadas por diversos fatores. Na mesma matriz da tabela 2.1 é possível observar os respectivos valores de DPMO, taxas de rendimento do processo e percentagens de defeitos.

Um aumento do nível sigma origina um menor número de defeitos no processo e consequentemente um maior rendimento do processo (Breyfogle III, 2003). É ainda visível que um nível sigma 6 num processo a longo-prazo é equivalente a um nível sigma 4,5 num processo de curta duração.

Tabela 2.1 - Níveis Sigma em processos com comportamento normal de curto e longo-prazo.

Nível Sigma	Curto-Prazo			Longo-Prazo		
	DPMO	% Defeitos	% Rendimento	DPMO	% Defeitos	% Rendimento
1	158655,3	15,9%	84,1%	691462,5	69,1%	30,9%
1,5	66807,2	6,7%	93,3%	500000,0	50,0%	50,0%
2	22750,1	2,28%	97,7%	308537,5	30,9%	69,1%
2,5	6209,7	0,621%	99,4%	158655,3	15,9%	84,1%
3	1349,9	0,135%	99,9%	66807,2	6,7%	93,3%
3,5	232,6	0,023%	99,98%	22750,1	2,28%	97,72%
4	31,7	0,0032%	99,997%	6209,7	0,621%	99,379%
4,5	3,4	0,00034%	99,99966%	1349,9	0,135%	99,865%
5	0,29	0,00003%	99,999971%	232,6	0,023%	99,977%
5,5	0,019	0,000002%	99,9999981%	31,7	0,0032%	99,9968%
6	0,00099	0,0000001%	99,9999999%	3,4	0,00034%	99,99966%

É possível calcular o DPMO relacionando o número total de defeitos ocorridos num determinado processo com o número de unidades e oportunidades, através da seguinte equação (Marques, 2011b):

$$DPMO = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de defeitos}}{\text{n}^\circ \text{ total de oportunidades} \times \text{n}^\circ \text{ total de unidades}} \times 10^6 \quad (2.3)$$

As oportunidades de defeito são estimadas através do número de etapas do processo onde poderão ocorrer defeitos, ou pelo número de características que possam causar não-conformidades (Mehrjerdi, 2011).

Com o valor de defeitos por milhão de oportunidades calculado, obtém-se o nível sigma do processo pela seguinte equação (Marques, 2011b), deduzida por Schmidt e Launsby (1997):

$$\text{Nível Sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(\text{DPMO})} \quad (2.4)$$

2.2.2.2. Perspetiva Estratégica

A metodologia Seis Sigma é utilizada como estratégia de negócio para rentabilizar as organizações, aumentando a eficácia e eficiência das atividades para responder da melhor maneira às expectativas do Cliente (Antony & Banuelas, 2001).

As várias implementações de sucesso feitas em diversas organizações resultaram numa melhoria dum reduzido número de processos garantindo altos retornos financeiros. Existem duas abordagens principais na metodologia Seis Sigma: a abordagem DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) que tem como foco principal a melhoria de processos existentes e a abordagem DFSS (*Design For Six Sigma*) que é centrada na conceção de novos produtos/serviços e processos.

2.2.2.2.1. O Modelo DMAIC

A utilização de um modelo estruturado e uniforme como o DMAIC num projeto de melhoria Seis Sigma garante que as implementações sejam feitas com uma linguagem comum e padronizada. Este modelo consiste em 5 etapas: (1) Definir, (2) Medir, (3) Analisar, (4) Melhorar e (5) Controlar, descritas de seguida:

- 1) **Etapa Definir (*Define*):** é a fase inicial do modelo DMAIC mostrando-se essencial na sustentação do projeto Seis Sigma, ajudando a clarificar e entender a razão da existência de um problema na organização, antes de ser investido tempo e dinheiro em iniciar o projeto (Brook, 2010).

A identificação do problema real que está a afetar o funcionamento da organização é o primeiro passo desta fase *Define*. Segue-se a definição do objetivo do projeto, a identificação do Cliente associado ao processo e os efeitos que o problema tem sobre o Consumidor. Já com esta informação é finalmente identificado qual o processo a ser investigado (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).

- 2) **Etapa Medir (*Measure*):** a etapa medir visa estabelecer uma *baseline* atual do processo, através do desenvolvimento de sistemas de medição claros e significativos (Brook, 2010). A combinação de uma recolha de informação do processo acertada com um bom

conhecimento e experiência é decisivo para serem atingidos os objetivos definidos na fase anterior (George, Rowlands, & Kastle, 2008).

Normalmente há dificuldade em decidir o que medir pela grande variedade de opções disponíveis, sendo assim importante optar pelas decisões e soluções que sejam eficientes a longo-prazo (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).

- 3) Etapa Analisar (*Analyse*):** a finalidade desta fase é a identificação de fatores críticos de um bom produto/serviço, e as causas-raiz que originam os defeitos no processo (Brook, 2010). São utilizadas ferramentas que permitem a identificação de quais as variáveis de entrada do processo que afetam o *output* do mesmo, sendo possível identificar posteriormente soluções de melhoria.

A análise dos dados para revelar fatores sobre o problema, bem como a análise aprofundada do comportamento do processo, que pode ajudar a encontrar inconsistências que contribuem para o problema, são duas estratégias que, combinadas, podem produzir resultados muito significativos para o projeto Seis Sigma (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).

- 4) Etapa Melhorar (*Improve*):** esta etapa visa estabelecer alterações no processo que vão de encontro à eliminação dos defeitos identificados nas fases anteriores, relacionados com a necessidade do Cliente (George, Rowlands, & Kastle, 2008).

No início desta fase deverão ser tomadas ações que incidam sobre as causas-raiz do problema, assegurando que gerem potenciais soluções de maneira a alcançar o objetivo definido na fase Definir. São determinadas quais as soluções mais rentáveis, sabendo se é possível testá-las e assegurando a sua aplicabilidade (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).

- 5) Etapa Controlar (*Control*):** esta fase final do ciclo DMAIC tem como meta assegurar que as soluções implementadas foram incorporadas no processo, para que as melhorias sejam sustentadas após o encerramento do projeto (Brook, 2010).

Os resultados e experiências do projeto de melhoria devem ser transmitidos por toda a organização e pelos responsáveis pelo processo associado (George, Rowlands, & Kastle, 2008). O desenvolvimento de documentação sobre os novos e melhorados procedimentos, a criação de relatórios de medição destinados a fornecer informações de maneira rápida e simplificada e a criação de planos para prevenir problemas que possam ocorrer no futuro são ações a executar nesta etapa.

Brook (2010) identifica questões-chave a ter em conta em cada fase do ciclo DMAIC, que são apresentados na tabela 2.2, bem como algumas das principais ferramentas e métodos utilizados, que não são exclusivos às etapas correspondentes, podendo ser aplicados em qualquer uma das fases, consoante a necessidade.

No capítulo III são descritas algumas das ferramentas mais relevantes no âmbito da dissertação.

Tabela 2.2 - Questões-chave e ferramentas do ciclo DMAIC.

Etapa	Questões-chave	Principais Métodos e Ferramentas
Definir	• Qual é o problema no processo e o que se quer atingir?	<ul style="list-style-type: none"> • Definição do Problema; • Definição dos Objetivos; • Análise COPQ (<i>Costs of Poor Quality</i>).
	• De que maneira é que o problema está relacionado com o Cliente?	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramentas VOC; • Modelo Kano; • Casa da Qualidade (QFD); • Diagrama de Pareto; • Árvore CTQ.
	• Qual o processo com o qual o problema está relacionado?	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama SIPOC; • Fluxograma.
	• Como deve ser gerido o projeto?	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos <i>Stakeholders</i>.
	• O projeto tem o compromisso da organização?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Project Charter</i>.
Medir	• Como medir o problema?	<ul style="list-style-type: none"> • Métricas (KPI's).
	• Quando e de onde vêm os dados?	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Recolha de Dados.
	• Os dados são confiáveis?	<ul style="list-style-type: none"> • Análise do Sistema de Medição (MSA).
	• Qual é o comportamento atual do processo?	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuições estatísticas.
	• Qual é e desempenho atual do processo em função do Cliente?	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade do Processo; • Métrica DPMO; • Nível Sigma.
Analisar	• Como é que o processo se comporta na realidade?	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama SIPOC; • Fluxograma; • Matriz de Responsabilidades.
	• Quais são as prováveis causas-raiz do problema?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Brainstorming</i>; • 5 Porquês; • Diagrama de <i>Ishikawa</i>; • Diagrama de Afinidades; • Matriz Análise de Modo e Efeito de Falhas (FMEA); • Matriz Causa-Efeito; • Diagrama de Pareto.
	• O que representam os dados?	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuições estatísticas; • Testes de Hipóteses; • Intervalos de Confiança.
	• Como é que as causas-raiz afetam o output do processo?	<ul style="list-style-type: none"> • Testes de Hipóteses; • Desenho de Experiências (DOE).

Tabela 2.2 - Questões-chave e ferramentas do ciclo DMAIC (cont.)

Melhorar	• Quais são todas as diferentes soluções possíveis?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Brainstorming</i>; • 5 Porquês; • Diagrama de <i>Ishikawa</i>; • Diagrama de Afinidades; • Diagrama de Pareto.
	• Quais são as melhores soluções a implementar?	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de Pugh; • Matriz de Prioridades; • Gráfico PICK (<i>Possible, Implement, Challenge, Kill</i>).
	• Quais são os riscos de implementação das soluções?	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de <i>Ishikawa</i>; • Matriz FMEA.
	• Quando, onde e como vão ser implementadas as soluções?	<ul style="list-style-type: none"> • Testes piloto; • Diagrama de Gantt.
Controlar	• Como vai ser medido o processo depois de implementadas as melhorias?	<ul style="list-style-type: none"> • Cartas de Controlo; • Planos de Controlo; • Árvores KPI.
	• As mudanças estão padronizadas?	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização de processos; • Auditorias.
	• O objetivo do projeto foi atingido?	<ul style="list-style-type: none"> • Testes de Hipóteses; • Cartas de Controlo.
	• O projeto tem um processo de encerramento bem definido?	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Encerramento.

2.2.2.2.2. *Design For Six Sigma*

O *Design for Six Sigma* (DFSS) é uma vertente do Seis Sigma focada no apoio à inovação, apresentando-se como um processo sustentado por sequências de atividades e tarefas bem definidas e estruturadas (Marques, 2011c).

Tem como objetivo atingir taxas mínimas de defeito maximizando simultaneamente o impacto positivo durante a fase de desenvolvimento do produto. O DFSS é utilizado para desenvolvimento de novos produtos ou serviços com um critério, capacidade e desempenho 6 sigma (Kwak & Anbari, 2006).

Segundo De Feo e Bar-El (2002) o DFSS concentra-se na criação de novos produtos com maiores níveis de desempenho, enumerando 6 elementos fundamentais:

- Conduz o processo de conceção orientado ao Cliente, com uma capacidade 6 sigma;
- Prevê qualidade na conceção do produto desde o início;
- Integra um envolvimento concecional multifuncional no projeto;

- Conduz a medição da qualidade e o aumento da previsibilidade, já nas fases iniciais do projeto;
- Utiliza as capacidades do processo nas tomadas de decisão finais;
- Monitoriza as variações no processo para verificar se os requisitos do Cliente são atingidos.

Ainda não existe um ciclo consensual para as aplicações de DFSS, sendo as metodologias DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*) e ICOV (*Identify, Characterize, Optimize, Validate*) duas das mais utilizadas nas organizações para implementação de projetos DFSS.

2.3. *Lean* Seis Sigma e Gestão de Projetos

Nesta seção é abordado inicialmente o conceito *Lean* Seis Sigma e *Lean* Seis Sigma aplicado na Gestão de Projeto.

2.3.1. Introdução ao *Lean* Seis Sigma

O Seis Sigma e o *Lean Management* são duas filosofias que normalmente se complementam em processos de melhoria, sendo utilizados em conjunto ao longo do ciclo DMAIC, atuando de um modo sinérgico na otimização de processos (Marques, 2011a).

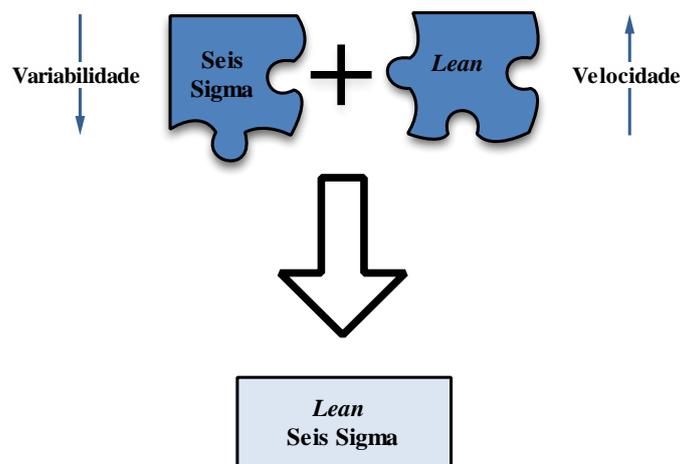


Figura 2.11 – Surgimento do *Lean* Seis Sigma.

A eliminação de defeitos, resultado de uma diminuição da variabilidade, aliado a um aumento da velocidade do processo, vai de encontro a um aperfeiçoamento contínuo do desempenho do processo. Na figura 2.11 é observável a relação que origina a metodologia *Lean Seis Sigma* representando uma base forte da melhoria contínua.

Segundo Henriques e Peças (2009) o *Kaisen* ou melhoria contínua tem como principal foco a criação de valor com um menor custo, funcionando como um processo continuado que nunca está terminado, mantendo-se constantemente ativo o esforço de melhoria mesmo com a introdução de novas alterações.

2.3.2. Aplicações *Lean Seis Sigma* na Gestão de Projetos

Um projeto é definido como um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado único. Tem um começo e um fim bem definidos, apresentando sempre um produto, serviço ou resultado de alguma forma diferente de todos os outros (Project Management Institute, 2008).

Cada projeto é elaborado progressivamente seguindo um processo caracterizado por etapas ou fases, visando um melhor controlo da gestão e uma ligação mais adequada de cada projeto aos seus processos operacionais (Silva, 2009).

O mesmo autor define a Gestão de Projetos como a aplicação de conhecimentos e técnicas para planear, programar e controlar atividades que visem atingir os objetivos pré-determinados do projeto.

O Project Management Institute (2008) afirma a existência de 5 grandes grupos de processos ou fases no ciclo de vida da gestão de projetos, descritos sucintamente de seguida:

- **Processos de Iniciação:** conjunto de procedimentos para autorização formal do início do projeto ou fase;
- **Processos de Planeamento:** processos realizados para definição do âmbito do projeto, objetivos específicos e ações necessárias para alcance dos objetivos para os quais o projeto foi criado;
- **Processos de Execução:** grupo de processos criados para coordenação das equipas e recursos de forma a executar o plano de gestão de projeto, satisfazendo as especificações do mesmo;

- **Processos de Monitorização e Controlo:** definem-se como os processos necessários para monitorização do progresso de maneira a corrigir desvios, tomando as medidas corretivas ou preventivas e replaneando quando necessário;
- **Processos de Encerramento:** processos executados para formalização e aceitação do projeto ou da fase, conduzindo a um encerramento ordenado.

Os processos interligam-se através de resultados que produzem, sendo o resultado de um processo ou fase, o *input* ou entrada do próximo. As ligações são iterativas, por exemplo, os processos de planeamento produzem um documento inicial para a execução e vai produzindo *updates* de acordo com o andamento do processo. A figura 2.12 mostra o nível de atividade de cada grupo de processos, sendo possível observar as sobreposições entre eles.

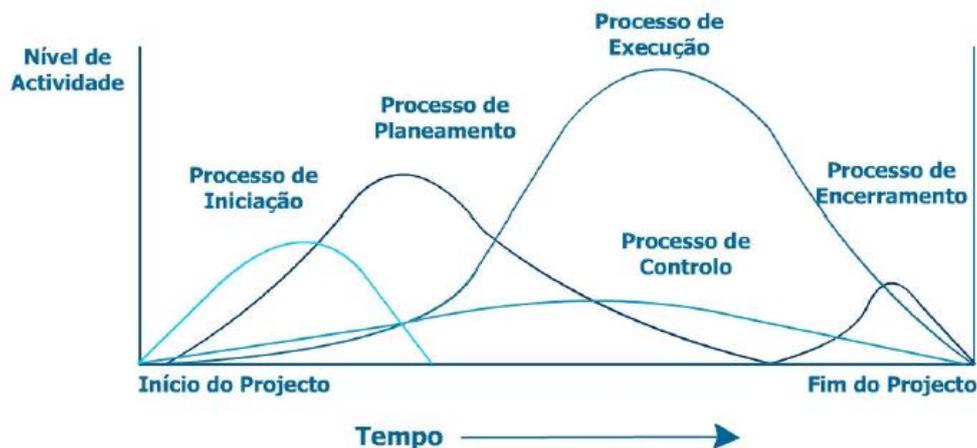


Figura 2.12 - Nível de atividade dos processos durante a Gestão do Projeto.

Fonte: (Silva, 2009, p. 25)

Segundo o Project Management Institute (2008) toda a gestão de projetos é enquadrada em 9 áreas de conhecimento que funcionam como pilares fundamentais na gestão de um projeto: gestão de integração, gestão do âmbito, gestão do tempo, gestão do custo, gestão da qualidade, gestão dos recursos humanos, gestão da comunicação, gestão do risco e gestão das compras.

São apresentadas de seguida alguns exemplos de integração do *Lean* e Seis Sigma na Gestão de Projetos:

- 1) Puga, Soler, Maximiano e Wagner (2005) defendem que as iniciativas Seis Sigma são projetos realizados para criar um resultado único, tal como defende a Gestão de Projetos, considerando que há um grande potencial de integração entre o DMAIC e a gestão de projetos.

Os mesmos autores indicam que o DMAIC é focado na busca de soluções para problemas e oportunidades baseadas em decisões sustentadas em dados, e a gestão de projetos (baseada nas normas PMI) oferece um procedimento para a implementação dessas mesmas soluções. No diagrama da figura 2.13, os autores sugerem os principais pontos de correspondência e as diferenças entre os modelos DMAIC e PMI.

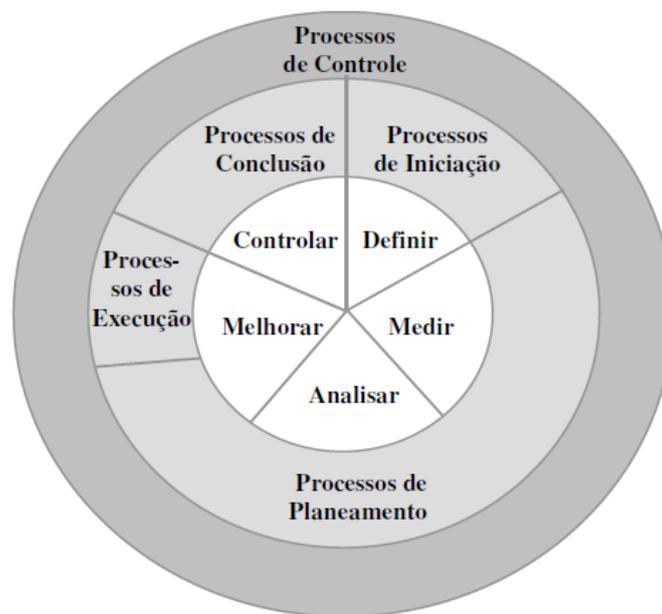


Figura 2.13 - Correspondência entre o DMAIC e a Gestão de Projetos.

Fonte: (Puga, Soler, Maximiano, & Wagner, 2005, p. 3)

- 2) Segundo Rever (2010) a compreensão e incorporação das etapas DMAIC em cada projeto pode ajudar os gestores de projetos a tornarem-se não só mais eficazes como levar a resultados inovadores. O mesmo autor identifica vantagens que o Seis Sigma poderá adicionar à gestão de projetos:

- Conhecimento estatístico do processo, de modo a entender e melhorar os resultados;
- Conjunto forte de etapas e ferramentas de melhoria de processos;

- Conhecimento da variabilidade para reduzir as reações instintivas;
 - Análise quantitativas para basear as decisões em factos e dados concretos.
- 3) Williams e Gerber (2009) afirmam que se verifica normalmente a existência de gargalos e conflitos no decorrer da maioria da gestão de projetos, tornando-se necessário uma integração de ferramentas *Lean* na gestão de projetos. O autor sugere uma identificação do mapa de fluxo de valor (VSM) correspondente ao fluxo de trabalho do projeto, identificando assim a existência de perdas e pontos de conflito e as causas-raiz destes problemas.

Uma vez compreendido o mapa de fluxo de valor atual, poderá ser desenhado um mapeamento futuro do fluxo de valor, já com as melhorias definidas, sendo ajustadas em tempo real à gestão de projetos.

3. Proposta de Aplicação Metodológica

Inicialmente foi elaborado um mapa de implementação do Projeto *Lean Seis Sigma*, com base na fundamentação teórica descrita anteriormente. Este *roadmap* serve como guia para implementação do projeto, podendo, no entanto sofrer possíveis alterações ou adaptações em algumas fases, apresentando-se por isso como um modelo flexível.

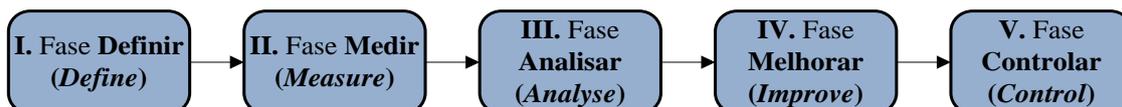


Figura 3.1 - Fases do Projeto *Lean Seis Sigma*.

A escolha da utilização do método DMAIC como suporte do *roadmap* justifica-se por ser o modelo mais utilizado e eficiente num projeto desta natureza. Este método segue um processo claro e bem definido, identificando o problema, as suas causas, encontrando soluções de melhoria e estabelecendo procedimentos para manter e garantir a duração das soluções.

O seguinte roteiro de implementação do Projeto *Lean Seis Sigma* foi elaborado utilizando o método DMAIC adaptado ao processo de Gestão de Projetos em estudo. De acordo com as necessidades, metodologia e recursos disponíveis na empresa, foram definidas as 5 fases para implementação da filosofia *Lean Seis Sigma* no processo.

O projeto de implementação divide-se assim em 5 fases distintas e sequenciais, como é possível observar no diagrama da figura 3.1.

É descrito de seguida o *roadmap*, com maior detalhe, evidenciando-se as diferentes ferramentas de qualidade, *lean* ou de outra natureza, e métodos de resolução de problemas mais adequados ao caso em estudo.

3.1. Fase Definir (*Define*)

Esta é a fase inicial da metodologia DMAIC, e só pode ser iniciada quando for identificado um ou mais problemas. A fase *Define* foca-se apenas nos problemas e não nas causas e soluções.

A figura 3.2 indica as principais etapas desta fase, seguidamente descritas:

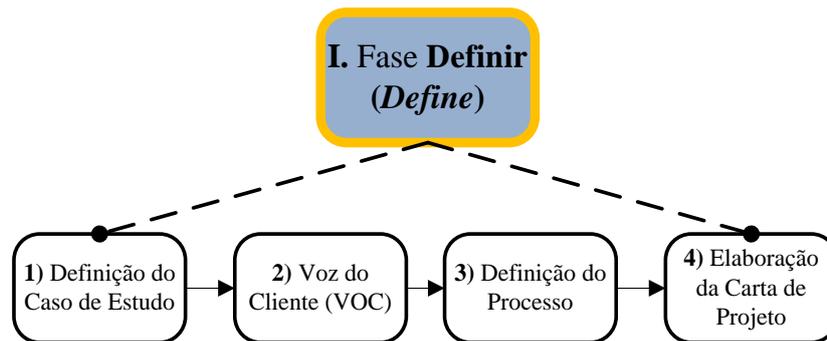


Figura 3.2 - Etapas da Fase Definir (*Define*).

- 1) **Definição do Caso de Estudo:** nesta primeira etapa é definido o caso de estudo, identificando-se o problema na organização tal como os objetivos do projeto de implementação.

Inicialmente deve ser realizada uma descrição específica do problema, com que frequência ocorreu, e qual o seu impacto financeiro na organização.

O objetivo a atingir com o projeto é descrito nesta etapa, respondendo ao problema identificado e evidenciando as metas num nível quantitativo e temporal.

- 2) **Voz do Cliente (VOC):** a percepção das necessidades do Cliente é um dos pontos fundamentais num projeto de melhoria *Lean Seis Sigma*, sendo os fatores críticos de qualidade do processo determinados com base na Voz do Cliente.

Um estudo aprofundado dos Inquéritos de Satisfação⁶ de cada cliente de uma população de projetos, deverá ser elaborado, para fazer um levantamento das avaliações dadas a vários fatores relacionados com a gestão dos projetos.

Os inquéritos traduzirão a opinião do Consumidor, ou por outras palavras, a Voz do Cliente.

Já com um conhecimento dos resultados da análise dos inquéritos de satisfação, é realizado um desdobramento dos mesmos, em fatores críticos de qualidade do processo (CTQ's), passíveis de serem mensuráveis.

Propõe-se a utilização das seguintes ferramentas nesta etapa:

⁶ Estes questionários são feitos no final da implementação de cada projeto (Fase de Encerramento), seguindo o formato do documento que pode ser consultado no Anexo III.

- **Testes estatísticos de hipóteses:** são testes utilizados quando se pretende tirar conclusões sobre um parâmetro ou distribuição de uma população, ou sobre duas ou mais populações. O primeiro passo na condução de um teste de hipóteses é a especificação da hipótese alternativa (H_1) que é a que se pretende verificar e de seguida a definição da hipótese nula (H_0), que é, à partida, a hipótese inverosímil. Dependendo da natureza dos dados, poderá ser testado por exemplo, se a distribuição segue uma distribuição aproximadamente normal, se existem diferenças significativas entre duas ou mais populações ou se a média populacional difere significativamente de um valor padrão (Pedrosa & Gama, 2004). É escolhido o teste estatístico indicado de acordo com a natureza da distribuição e do que se quer testar, como mencionado anteriormente, e através de ferramentas informáticas estatísticas como o SPSS⁷ são determinados os resultados dos testes.
- **Análise de Conteúdo:** uma ferramenta que se define como uma técnica de pesquisa para determinação da frequência de vários fenómenos da comunicação. É feita uma recolha de dados quantitativamente, com ênfase nas frequências dos termos contidos no texto, passando para uma interpretação qualitativa dos dados. É apropriada para a análise de questões relacionadas com as atitudes, interesses e valores culturais de um grupo (Baptista & Cunha, 2007). São utilizados atualmente programas de análise de dados que funcionam como um *data mining*, que se designa como um processo de identificação de padrões válidos num conjunto de dados, sustentado por diversos algoritmos (Witten, Frank, & Hall, 2011).
- **Diagrama de Pareto:** o princípio base desta ferramenta de qualidade, também designado por Diagrama de análise ABC, foca-se no princípio de que a grande maioria dos efeitos de um problema são originados por um reduzido número de causas. É definido por este princípio, que cerca de 80% das perdas são resultam de aproximadamente 20% de causas, com grande significância, sendo que as restantes causas não constituem ameaça de grande relevância (Henriques & Peças, 2009).
- **Árvore CTQ:** diagrama em árvore utilizado para decompor a opinião do Cliente em fatores críticos de qualidade do processo que possam ser medidos (Brook, 2010).

⁷ *Statistical Package for the Social Sciences*: é uma aplicação de tratamento estatístico de dados.

- 3) **Definição do Processo:** nesta terceira etapa da Fase Definir, é desenhado o processo em estudo, de modo a obter uma percepção inicial das suas principais atividades, tal como os *inputs* e *outputs* de cada uma delas.

Para tal, deve ser elaborado um mapeamento inicial do processo, por exemplo através da ferramenta SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers*), de modo a clarificar o processo em análise.

O **Diagrama SIPOC** significa *Suppliers, Input, Process, Output, Customer* (Fornecedor, Entrada, Processo, Saída, Cliente) e caracteriza-se como sendo uma ferramenta de mapeamento do processo, que captura as informações essenciais, dando uma percepção dos limites e âmbito do processo. Consiste na identificação inicial dos limites do processo e das atividades principais. Segue-se a identificação das saídas-chave do processo com os clientes associados a estas, tal como a identificação dos *inputs* e respetivos fornecedores (George M. L., Rowlands, Price, & Maxey, 2005).

- 4) **Elaboração do *Project Charter*:** nesta etapa deve ser definida a equipa do projeto e feito um planeamento inicial do mesmo. Apesar de não ser possível fazer um planeamento exato nesta fase, devem ser estabelecidas datas esperadas, evidenciando-se ainda as *milestones* principais.

Já com os dados e a informação necessária, é então elaborada o *project charter* do projeto *Lean Seis Sigma*.

Propõe-se a utilização das seguintes ferramentas nesta etapa:

- **Diagrama de Gantt:** ferramenta de gestão de projetos, que consiste numa representação gráfica de informações relacionadas com o cronograma do projeto. As atividades são listadas verticalmente em forma de barras, sendo complementadas com as datas e durações das atividades (Project Management Institute, 2008).
- ***Project Charter*:** o *project charter* é uma ferramenta também utilizada em gestão de projetos, publicado pelo patrocinador do projeto, autorizando formalmente a existência de um projeto (Project Management Institute, 2008). É utilizado para sumarizar e descrever os resultados da fase *Define* (Brook, 2010).

3.2. Fase Medir (*Measure*)

Esta segunda fase tem por objetivo definir uma *baseline* do processo de gestão de projetos. Através dos *outputs* da fase anterior, determinados com a opinião do Cliente, a fase *Measure* foca-se na criação de métricas para medição do estado atual do processo, sendo uma etapa fulcral do DMAIC.

O diagrama da figura 3.3 indica as principais etapas desta fase.

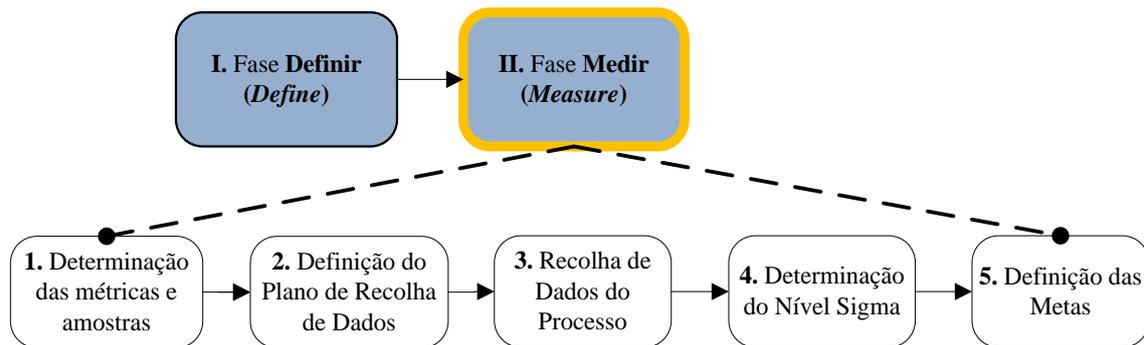


Figura 3.3 - Etapas da Fase Medir (*Measure*).

Tal como no ponto anterior, cada uma das 5 etapas apresentadas na figura 3.3 são descritas de seguida:

- 1) **Determinação das Métricas e Amostras:** com base nos fatores críticos de qualidade do processo (CTQ's) analisados na fase Definir, devem ser identificadas as métricas a serem utilizadas para medir o desempenho do processo.

De acordo com a natureza de cada métrica é calculada a dimensão mínima amostral (n), suficientemente representativa da população.

Segundo George M. L., Rowlands, Price e Maxey (2005) as equações seguintes são utilizadas para cálculo do tamanho da amostra para dados contínuos e discretos respetivamente.

$$\text{Dados contínuos: } n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \times \sigma}{\Delta} \right)^2 \quad (3.1)$$

$$\text{Dados discretos: } n = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{\Delta} \right)^2 \times P \times (1-P) \quad (3.2)$$

Para cada uma das métricas deverão ser definidos os níveis de precisão (Δ) e/ou as proporções estimadas (P):

- **Nível de Precisão (Δ):** grau de precisão desejado para a amostra;
 - **Proporção estimada (P):** estimativa da proporção da população/processo com defeito.
- 2) **Definição do Plano de Recolha de Dados:** com base na informação das métricas, dimensão da amostra, frequência de monitorização do processo, fonte de recolha dos dados e método de recolha, deve ser elaborado um plano detalhado de recolha de dados e definidas as condições para defeito, de forma a determinar posteriormente o número de não-conformidades em cada amostra.
- 3) **Recolha de dados do processo:** esta etapa consiste no levantamento dos dados que vão permitir a medição da capacidade do processo.

Tendo como base o planeamento de recolha de dados, é assim realizada a recolha dos dados necessários e detetado o número de defeitos em cada amostra.

- 4) **Cálculo do Nível Sigma:** nesta etapa determina-se o nível sigma de modo a representar, de uma forma *standard*, o estado atual do processo e o nível de desempenho que este representa na perspetiva do Cliente.

Os valores recolhidos na etapa anterior possibilitam o cálculo da performance do processo, para servirem posteriormente como base comparativa quando as melhorias propostas forem implementadas.

- 5) **Definição das Metas:** com o estado atual do processo já caracterizado e quantificado, nesta etapa, metas quantitativas a serem atingidas no final da implementação deste projeto de melhoria, são estabelecidas.

3.3. Fase Analisar (*Analyse*)

Esta terceira fase do ciclo DMAIC tem por objetivo principal a clarificação do processo em análise bem como as possíveis causas do problema detetado na fase *Define*.

As principais etapas desta fase são indicadas no diagrama da figura 3.4, descritas de seguida:

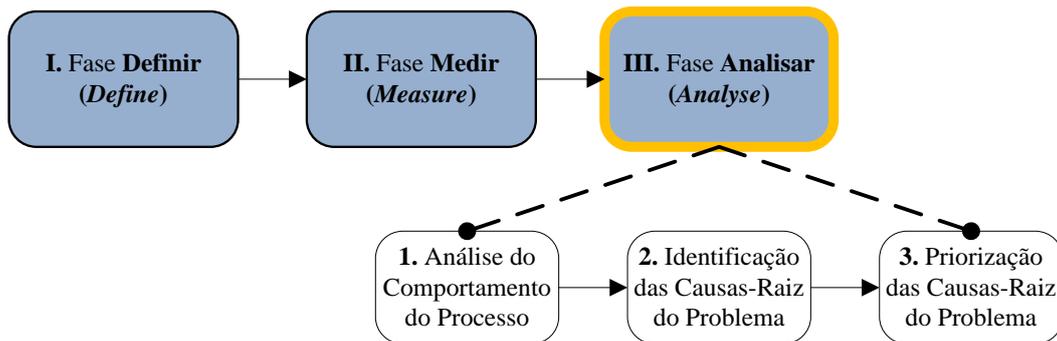


Figura 3.4 - Etapas da Fase Analisar (*Analyse*).

- 1) **Análise do Comportamento do Processo:** um fluxograma abrangendo as atividades principais de cada fase da Gestão de Projetos deve ser desenhado, evidenciando-se os *stakeholders* diretamente relacionados a cada atividade do processo, através de uma matriz de responsabilidades.

Deverá ser feita uma análise das principais atividades do processo numa perspetiva de valor, através de um histórico de projetos implementados, utilizando a ferramenta VSM.

São descritas seguidamente as ferramentas propostas para esta etapa:

- **Fluxograma:** esta ferramenta permite ilustrar de forma ordenada, através da utilização de simbologia *standard*, as etapas dum determinado processo, entradas e saídas que, sequencialmente, contribuem para a obtenção de um resultado tangível ou intangível (Pereira & Requeijo, 2008).
- **Matriz de Responsabilidades:** uma técnica de gestão de projetos que visa ajudar os gestores de projeto a delegar responsabilidades, impedindo os *stakeholders* de duplicarem tarefas (Ledbrook, 2012).
- **Mapa de Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*):** O mapa de fluxo de valor ou *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta de mapeamento de valor *Lean*,

tratando-se de um método sistemático de identificação de todas as atividades necessárias para produzir um produto ou serviço (Pinto, 2009).

Dada a natureza das atividades e a particularidade que tem cada projeto implementado, poderá ser necessária uma adaptação do mapa VSM.

2) **Identificação das Causas-Raiz do Problema:** deverão agora ser identificadas as possíveis causas-raiz do problema, através da utilização de ferramentas adequadas. São propostas as seguintes:

- **Brainstorming:** esta técnica consiste na reunião de um grupo de pessoas com uma vasta gama de ideias em torno de um determinado assunto. É revisto o problema em causa, clarificado o objetivo e requisitando uma lista de ideias a cada elemento da reunião, durante poucos minutos, para solucionar o problema (George M. L., Rowlands, Price, & Maxey, 2005).
- **Diagrama de Afinidades:** conhecida também como método *Kawakita Jiro*, esta ferramenta permite reunir uma quantidade significativa de informação qualitativa, agrupando-as de acordo com as afinidades existentes entre os dados. Clarifica e delimita o essencial do problema de modo a obter uma visão do conjunto (Pereira & Requeijo, 2008).
- **Diagrama dos 5 Porquês:** esta ferramenta *Lean* tem por objetivo a deteção das causas-raiz de um determinado problema, abstraindo a equipa de soluções superficiais que não resolverão o problema a longo-prazo (George M. L., Rowlands, Price, & Maxey, 2005). Consiste na identificação do problema, identificando todas as possíveis causas diretas que o originaram, questionando para cada uma delas o “porquê?” da sua ocorrência, repetindo o mesmo procedimento 5 vezes. O número de vezes é flexível variando com a complexidade do problema (Pinto, 2009).
- **Diagrama de Ishikawa:** também designado por diagrama causa-efeito ou espinha de peixe, pelo formato que apresenta, é uma ferramenta de qualidade utilizada para identificação e análise das potenciais causas de variação do processo ou ocorrência de problema. São definidos 5 grupos de causas *standard* de natureza diferente, os 5 M’s: Materiais, Métodos, Mão-de-obra, Máquinas e Meio Ambiente (Henriques & Peças, 2009).

- 3) **Priorização das Causas-Raiz do Problema:** nesta ultima etapa desta fase, é importante a seleção das causas que são prioritárias, para posterior análise. Para isso sugere-se a adoção da matriz de causa-efeito e o diagrama de Pareto.

A **matriz causa-efeito** é utilizada para identificar as variáveis de entrada chave do processo que mais influenciarão as variáveis de saída do processo. É estabelecida uma escala para classificar o grau de importância que tem cada variável e com isso é calculado o nível de correlação que cada *input* tem com cada *output*, obtendo-se assim uma pontuação de importância para cada variável (George M. L., Rowlands, Price, & Maxey, 2005).

3.4. Fase Melhorar (*Improve*)

A fase *Improve* focar-se-á sobretudo na detecção de soluções para eliminação ou redução das prováveis causas-raiz que estão na origem do problema. A figura 3.5 indica as 3 etapas desta fase, descritas de seguida:

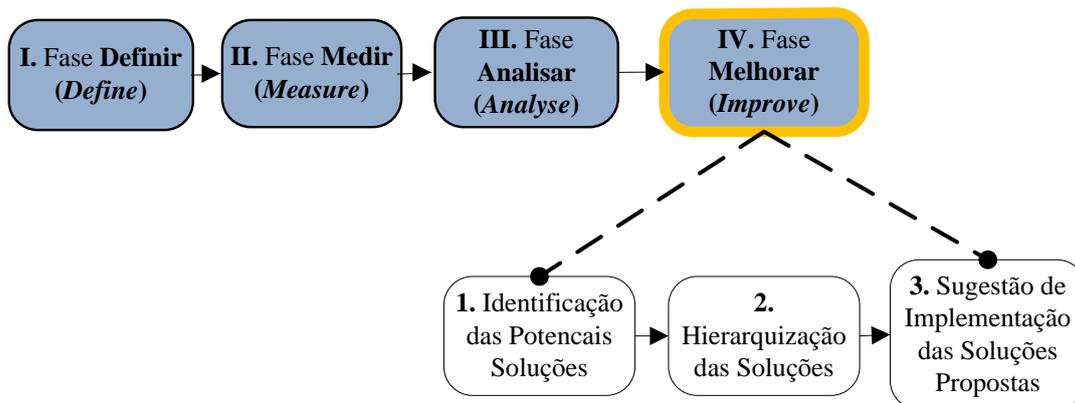


Figura 3.5 - Etapas da Fase Melhorar (*Improve*).

- 1) **Identificação das Potenciais Soluções:** deverá ser reunido um grande número de soluções possíveis para atuar sobre as causas. Propõe-se, por exemplo, a utilização da ferramenta *Brainstorming*, tal como proposto na fase de Análise para identificação das causas.
- 2) **Hierarquização das Soluções:** nesta etapa será estabelecida uma priorização de implementação das soluções propostas. Para isso serão utilizadas ferramentas de apoio como por exemplo as seguintes:

- **Matriz de Prioridades:** permite restringir opções às mais eficazes, através de um índice de prioridade, definido por determinados critérios. A ponderação total para cada opção é calculada através do somatório dos valores dos índices de prioridade que uma opção tem sobre a alternativa (Pereira & Requeijo, 2008).
 - **Matriz de Pugh:** uma ferramenta de decisão que compara conceitos (processos, serviços ou produtos) baseada nas necessidades do consumidor e critérios funcionais. Identifica forças e fraquezas para cada solução potencial, para desta forma ser possível agir sobre as fraquezas e preservar as forças. O principal objetivo desta ferramenta é hierarquizar as soluções mais importantes de acordo com critérios considerados mais relevantes (George M. L., Rowlands, Price, & Maxey, 2005).
- 3) **Sugestão de Implementação das Soluções Propostas:** nesta última etapa desta fase serão então sugeridas propostas de implementação das soluções selecionadas.

3.5. Fase Controlar (*Control*)

A fase *Control* irá garantir que as soluções futuramente implementadas sejam incrementadas no processo, de modo serem obtidos resultados a longo-prazo. Para isso, como é observável na figura 3.6 serão sugeridas ferramentas de controlo.

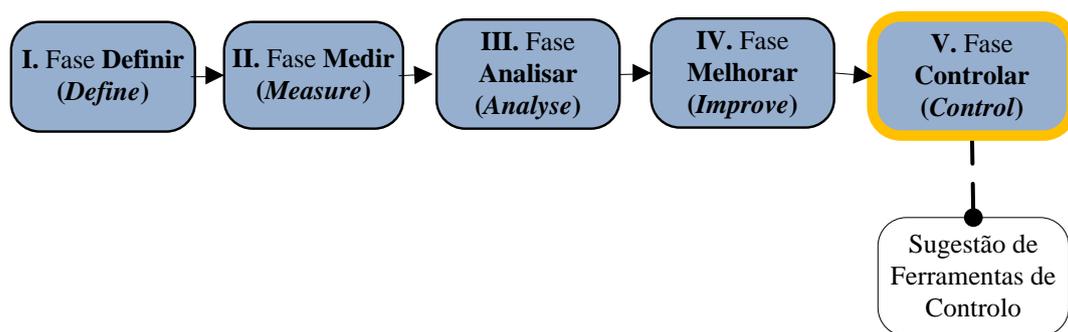


Figura 3.6 - Etapas da Fase Controlar (*Control*).

4. Implementação: Caso de Estudo

A empresa em estudo é uma entidade privada portuguesa de grande dimensão, com aproximadamente 65 milhões de clientes em todo mundo, atuando no sector de telecomunicações, abrangendo como áreas de atividade, o negócio fixo, móvel, multimédia, dados e soluções empresariais.

O caso em estudo incide sobre a direção de gestão de projetos complexos, responsável pela gestão de projetos de implementações de soluções de sistemas de informação e telecomunicações, em clientes empresariais, seguindo as normas do PMI.

Este projeto de implementação *Lean Seis Sigma* tem por objetivo principal a otimização do processo atual de gestão de projetos, através da utilização do método DMAIC, seguindo a metodologia sugerida no capítulo III.

4.1. Fase Definir (*Define*)

A fase *Define* marca o princípio do projeto *Lean Six Sigma*, onde inicialmente foi definido o principal problema detetado que impulsionou a execução de um projeto desta natureza. Foi determinado de seguida o objetivo e os CTQ's, através da voz do Cliente, definindo o processo inerente a este projeto. Por fim definiu-se a equipa participante do projeto, fazendo também um planeamento e calendarização de todas as etapas.

4.1.1. Definição do Caso de Estudo

É essencial ter uma boa definição do caso em estudo, já no início da intervenção DMAIC. Descreveu-se assim o problema de uma forma clara e objetiva, provando a sua existência com dados quantitativos. Foi identificado também o objetivo principal, estimando uma meta a atingir no final do projeto.

4.1.1.1. Descrição do Problema

A aplicação da metodologia DMAIC para melhoria do processo de Gestão de Projetos surge da necessidade de haver um cumprimento do que foi planeado, tanto a nível de execução das atividades exigidas como dos prazos de implementação estabelecidos no planeamento dos projetos.

Evidenciam-se grandes divergências entre a duração real dos projetos e as suas *baselines*, provando-se assim a existência da necessidade referida anteriormente.

A um nível generalista podemos então descrever o problema como: ***“Elevado número de projetos não implementados no prazo acordado”***.

Tabela 4.1 - Projetos implementados (2006-2010).

Projetos	Duração (dias)	Data de início	Data de fim	Duração da Baseline (dias)	Data de início da Baseline (dias)	Data de fim da Baseline (dias)	Duração Baseline - Duração
1	271,88	13-09-2006	16-10-2007	272,00	13-09-2006	16-10-2007	0,12
2	290,88	05-03-2007	30-04-2008	290,88	05-03-2007	30-04-2008	0,00
3	180,88	20-09-2007	09-06-2008	152,00	20-09-2007	29-04-2008	-28,88
4	278,00	07-11-2007	12-12-2008	243,00	07-11-2007	21-10-2008	-35,00
5	122,75	04-01-2008	30-06-2008	113,88	04-01-2008	18-06-2008	-8,87
6	118,89	28-01-2008	06-08-2008	132,64	28-01-2008	22-08-2008	13,75
7	475,00	14-04-2008	01-03-2010	208,00	14-04-2008	09-02-2009	-267,00
8	319,79	16-04-2008	21-07-2009	137,00	16-04-2008	29-10-2008	-182,79
9	18,88	13-05-2008	06-06-2008	25,00	13-05-2008	17-06-2008	6,12
10	167,01	13-06-2008	10-02-2009	153,88	13-06-2008	21-01-2009	-13,13
11	633,88	19-06-2008	22-12-2010	638,88	19-06-2008	30-12-2010	5,00
12	71,00	28-07-2008	04-11-2008	71,00	28-07-2008	04-11-2008	0,00
13	222,88	22-09-2008	06-08-2009	222,49	22-09-2008	06-08-2009	-0,39
14	567,00	30-09-2008	30-12-2010	285,00	30-09-2008	09-11-2009	-282,00
15	52,00	30-10-2008	15-01-2009	52,00	30-10-2008	15-01-2009	0,00
16	112,00	18-11-2008	28-04-2009	111,88	18-11-2008	28-04-2009	-0,12
17	403,00	02-02-2009	27-08-2010	326,00	02-02-2009	10-05-2010	-77,00
18	398,00	09-03-2009	01-10-2010	334,00	09-03-2009	24-06-2010	-64,00
19	76,50	16-03-2009	02-07-2009	61,00	16-03-2009	09-06-2009	-15,50
20	361,00	07-04-2009	09-09-2010	334,00	07-04-2009	03-08-2010	-27,00
21	145,00	14-05-2009	07-12-2009	54,00	14-05-2009	29-07-2009	-91,00
22	277,40	25-05-2009	01-07-2010	276,00	25-05-2009	29-06-2010	-1,40
23	24,00	01-06-2009	03-07-2009	26,00	01-06-2009	07-07-2009	2,00
24	225,00	01-07-2009	21-05-2010	120,00	01-07-2009	18-12-2009	-105,00
25	146,00	03-07-2009	29-01-2010	146,00	03-07-2009	29-01-2010	0,00
26	313,98	10-08-2009	08-11-2010	231,88	10-08-2009	13-07-2010	-82,10
27	244,88	14-09-2009	03-09-2010	59,00	14-09-2009	07-12-2009	-185,88
28	31,13	27-10-2009	11-12-2009	28,00	27-10-2009	04-12-2009	-3,13
29	211,88	28-10-2009	01-09-2010	121,00	28-10-2009	20-04-2010	-90,88
30	136,00	03-12-2009	22-06-2010	136,00	03-12-2009	22-06-2010	0,00
31	95,00	23-02-2010	09-07-2010	89,00	23-02-2010	01-07-2010	-6,00
32	54,00	14-05-2010	30-07-2010	54,00	14-05-2010	30-07-2010	0,00
33	78,00	15-07-2010	03-11-2010	74,00	15-07-2010	27-10-2010	-4,00

Contudo, o baixo nível de detalhe do problema não nos permite ter uma noção exata do impacto deste para a organização.

Analisou-se, então, mais aprofundadamente a afirmação anterior, definindo sustentadamente o problema existente. Para isso estudou-se a população de 33 projetos distintos, implementados em empresas de variados sectores, referentes aos anos entre 2006 e 2010.

Pela observação da tabela 4.1 e do gráfico da figura 4.1, facilmente se constata que uma grande quantidade de projetos apresenta uma duração real diferente da duração definida na *baseline*.

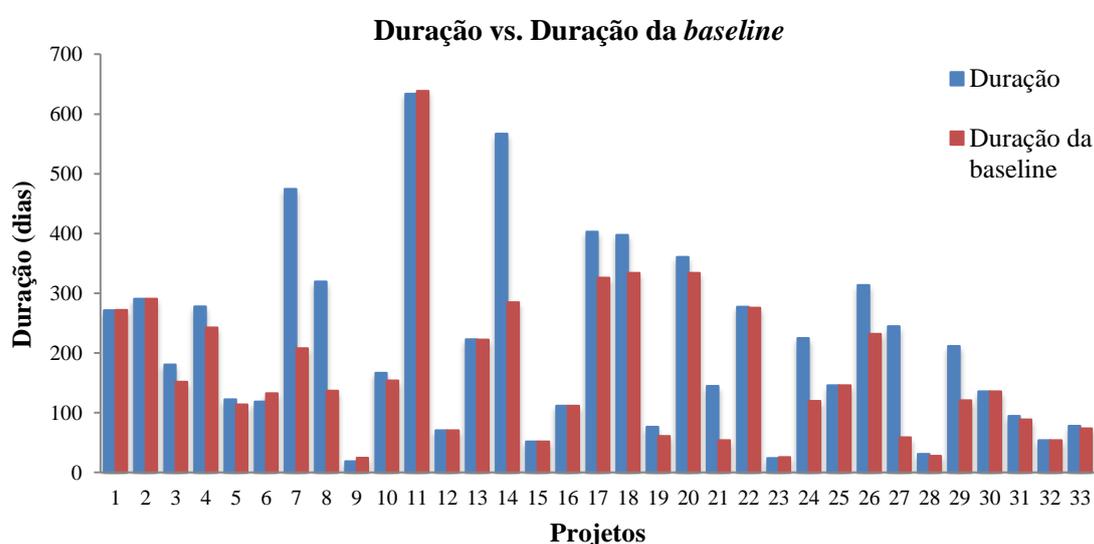


Figura 4.1 - Duração do projeto vs. Duração da *baseline*.

Entrando numa análise mais aprofundada da população, considerou-se 15 dias como uma variação significativa entre o prazo acordado e o prazo real. Obtiveram-se assim os seguintes resultados da tabela 4.2, que nos dão uma noção quantitativa do problema, considerando uma diferença maior ou igual a 15 dias, como atraso ou adiantamento da implementação do projeto.

Tabela 4.2 – Resultados Duração do projeto vs. *baseline*.

Duração do projeto vs. <i>Baseline</i>	
Projetos implementados fora do prazo	Projetos implementados fora do prazo (%)
14	42,4

Verificou-se assim que em 33 projetos, 14 deles terminaram com uma variação maior do que 15 dias em relação ao prazo estipulado. Através de uma análise detalhada da tabela 4.1, constata-se que todos os 14 projetos têm uma variação negativa, ou seja, todos eles apresentam atraso e nenhum terminou antes do prazo definido.

Esta análise do desempenho dos projetos implementados, permitiu fundamentar o problema detetado através de um historial de resultados. Foi possível, então, adicionar ao problema maior detalhe: ***“Entre 2006 e 2010, verificou-se que 42,4% dos projetos registaram durações reais que ultrapassaram em 15 dias as durações orçamentadas”.***

Porém, é ainda necessário identificar qual o impacto financeiro provocado por este atraso nos projetos. Recorrendo-se aos valores finais de CPI⁸ dos 33 projetos, apresentados na tabela do anexo IV, foi então possível determinar os custos adicionais da organização.

Somaram-se as diferenças entre os valores agregados (*earned values*) e custos reais (*actual costs*) dos 14 projetos, obtendo-se assim uma estimativa do custo excedente causado pela variação dos prazos, equivalente a 36773,39 euros.

Entrou-se assim num maior detalhe do problema, definindo-o da seguinte maneira:

“Entre 2006 e 2010, verificou-se que 42,4% dos projetos registaram durações reais que ultrapassaram em 15 dias as durações orçamentadas, verificando-se custos adicionais de cerca de 36773,39 euros para a organização.”

4.1.1.2. Descrição do Objetivo do Projeto

A criação de soluções que resolvam os problemas identificados, acrescentando valor ao processo em estudo é o principal objetivo da aplicação desta metodologia de melhoria.

Ambiciona-se uma diminuição do número dos projetos fora dos prazos definidos, e consequentemente uma redução dos custos associados aos projetos. Aliado a isso um aumento do índice de satisfação dos Clientes, resultando num aumento do nível sigma do processo.

Contudo, uma definição clara e objetiva das metas é fulcral nesta fase, sendo que uma resposta ao problema é a melhor maneira de definir o objetivo do projeto. Assim, foi feita a seguinte definição do objetivo:

“Redução do número de projetos implementados fora dos prazos definidos, obtendo um desempenho na ordem dos 99% até ao final de 2012”.

⁸ *Cost Performance Index* – Índice de *performance* de custos do projeto.

A falta de informação não nos permite estabelecer valores objetivo com exatidão, sendo estes valores estimados, contudo passíveis de serem alterados no decorrer do projeto.

4.1.2. Voz do Cliente (VOC)

Nesta fase foi feita uma análise da opinião do Cliente, de modo a determinar os CTQ's que servirão de base para determinar futuramente as métricas, na fase *Measure*. Foram utilizados para isso, os inquéritos de satisfação enviados ao Cliente no final de cada projeto.

4.1.2.1. Análise de Inquéritos de Satisfação dos Clientes

Os inquéritos de satisfação aos clientes são feitos na fase de encerramento de cada projeto, procurando obter por parte do Cliente uma avaliação global da gestão do projeto. Esta boa prática da Gestão de Projetos foi utilizada para conhecer os requisitos principais do Cliente, com o objetivo de conhecer a Voz do Cliente (VOC).

O enfoque no Cliente é uma prioridade na filosofia *Lean Seis Sigma*, sendo que as opiniões e necessidades destes terão que se refletir no produto ou serviço apresentado.

O estudo e análise dos inquéritos de satisfação foi feito com a finalidade de compreender os principais requisitos do cliente, traduzindo-as depois em fatores críticos de qualidade do processo (CTQ's).

Estes inquéritos de satisfação seguem o *template* apresentado no anexo III, que é subdividido em parte 1 (P1), parte 2 (P2) e parte (P3). Considerou-se mais relevante fazer o estudo das respostas à parte 1 e parte 3, excluindo-se ainda a Avaliação Global da Parte 1 (ponto 3).

Na parte 1, os clientes respondem a perguntas relacionadas sobretudo com o desempenho do gestor de projeto (pergunta 1.1 a 1.8) e implementação do projeto (pergunta 2.1 a 2.6), classificando-as numa escala de 0 a 10. Já na parte 3, é uma pergunta de resposta aberta onde o cliente sugere as principais áreas da organização a melhorar em projetos futuros.

Dentro da população dos 33 projetos, 25 clientes responderam ao inquérito de satisfação, sendo que apenas 12 responderam à parte 3.

4.1.2.1.1. Análise da Parte 1 (P1)

Começou por ser feito um levantamento dos resultados de todas as avaliações feitas a cada pergunta da parte P1 do inquérito (ver anexo V).

Foram considerados apenas, como amostra, os clientes que deram a sua avaliação a todas as perguntas. Sendo assim, para as perguntas relacionadas com o desempenho do gestor de projeto (1.1 a 1.8), temos uma amostra de 25 clientes e para as perguntas relacionadas com a implementação do projeto (pergunta 2.1 a 2.6), temos uma amostra de 22 clientes.

Nos gráficos que se seguem é possível comparar a média das avaliações das perguntas com a média global, tanto para as perguntas relacionadas com o desempenho do gestor de projeto (figura 4.2) como com a implementação do projeto (figura 4.3).

É possível observar claramente quais as perguntas que estão abaixo da média, porém é necessário saber quais as **questões que apresentam uma média de avaliações significativamente inferior à média global**. Para isso, optou-se por uma análise estatística dos dados, seguindo o seguinte procedimento:

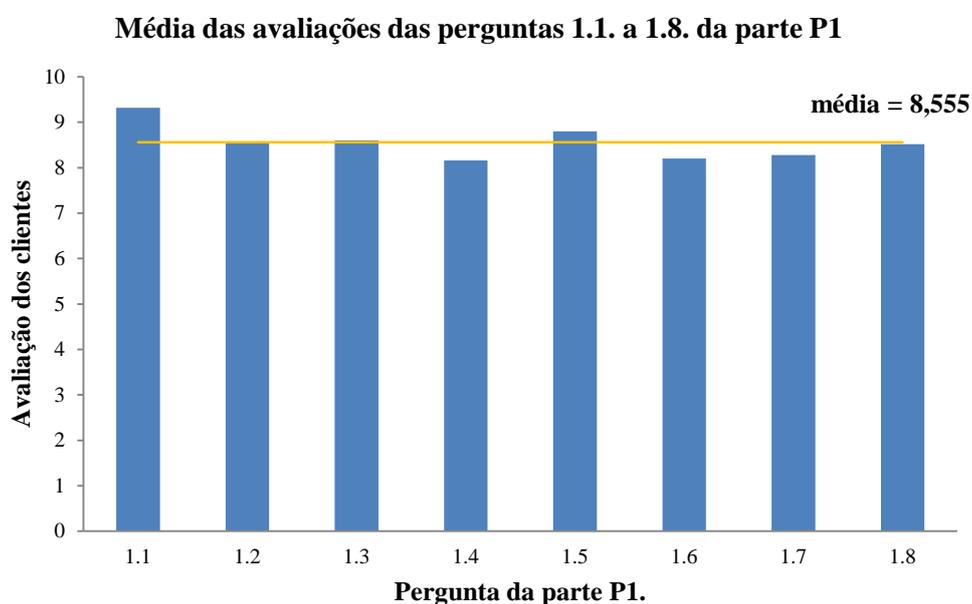


Figura 4.2 - Avaliações das perguntas relacionadas com o desempenho do GP.

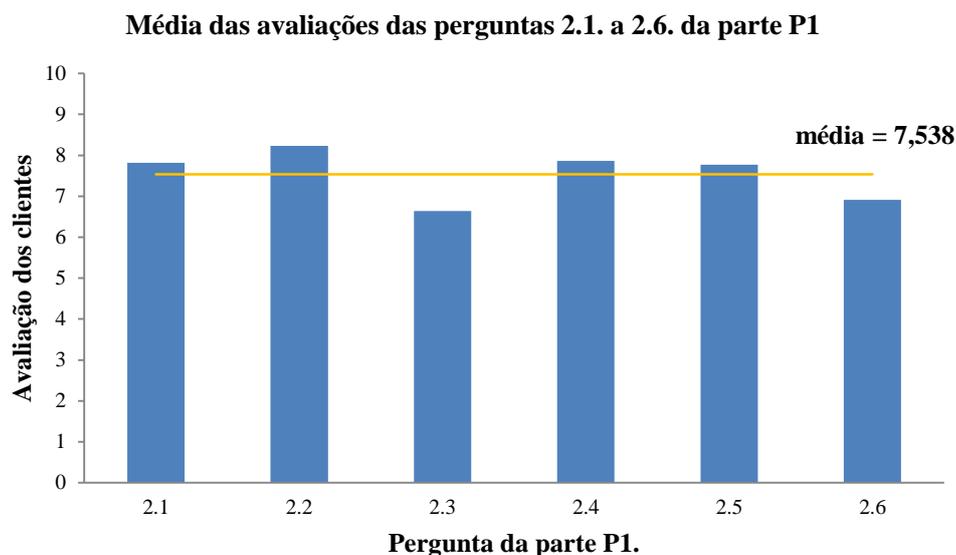


Figura 4.3 - Avaliações das perguntas relacionadas com a implementação do Projeto.

- 1) **Inicialmente estudou-se a natureza dos dados:** consideraram-se como variáveis aleatórias discretas, as avaliações às perguntas referentes ao desempenho do GP e à implementação do projeto, como representado na tabela 4.3. Tal como afirmado anteriormente, a avaliação de cada uma das perguntas é feita numa escala de 0 a 10, ou seja, este é o intervalo de valores que cada variável pode tomar.

Tabela 4.3 - Descrição das variáveis.

Área de avaliação	Variável	Descrição da Variável	Intervalo de valores
Desempenho do GP	X _{1.1}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.1	{0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}
	X _{1.2}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.2	
	X _{1.3}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.3	
	X _{1.4}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.4	
	X _{1.5}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.5	
	X _{1.6}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.6	
	X _{1.7}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.7	
	X _{1.8}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 1.8	
Implementação do Projeto	X _{2.1}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.1	{0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10}
	X _{2.2}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.2	
	X _{2.3}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.3	
	X _{2.4}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.4	
	X _{2.5}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.5	
	X _{2.6}	Avaliação dada pelos clientes à pergunta 2.6	

A natureza dos dados foi identificada concluindo-se que em cada um dos dois grupos de variáveis, o tipo de distribuição é discreta e os dados ordinais, como se pode observar na

tabela 4.4. Estamos perante amostras dependentes, ou seja, a mesma amostra (n=25) é utilizada para a avaliação de perguntas (variáveis) diferentes.

Tabela 4.4 - Natureza dos dados.

Variáveis (X)	Tamanho da amostra (n)	Tipos de dados	Distribuição dos dados	Tipo de amostra
X _{1,1} a X _{1,8}	25	Ordinais	Discreta	Dependente
X _{2,1} a X _{2,6}	22	Ordinais	Discreta	Dependente

2) **Verificou-se se os dados seguem uma tendência normal, para saber se poderíamos considerar as variáveis como contínuas:** como se trata de uma distribuição discreta com dados ordinais, e com uma amostra não superior a 30, optou-se por utilizar os **testes de hipóteses de Shapiro-Wilk**. Considerou-se um nível de significância (α) de 5%, estabelecendo-se como hipóteses nulas (H_0) e alternativa (H_1):

- **H₀:** A variável X tem uma distribuição aproximadamente normal.
- **H₁:** A variável X não é normalmente distribuída.

Recorreu-se ao *software* estatístico SPSS para executar os testes de hipóteses. Nos quadros que se seguem estão representados os valores de *p-value* para as 8 variáveis (tabela 4.5) e para as outras 6 variáveis (tabela 4.6).

Tabela 4.5 - Resultados dos testes de hipóteses *Shapiro-Wilk* (desempenho do GP).

Variáveis (X)	Valores de <i>p-value</i>							
	X _{1,1}	X _{1,2}	X _{1,3}	X _{1,4}	X _{1,5}	X _{1,6}	X _{1,7}	X _{1,8}
<i>p-value</i>	0,000	0,002	0,000	0,004	0,006	0,021	0,004	0,001
Rej. H ₀ ?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 4.6 - Resultados dos testes de hipóteses *Shapiro-Wilk* (implementação do projeto).

Variáveis (X)	Valores de <i>p-value</i>					
	X _{2,1}	X _{2,2}	X _{2,3}	X _{2,4}	X _{2,5}	X _{2,6}
<i>p-value</i>	0,079	0,004	0,117	0,005	0,001	0,104
Rej. H ₀ ?	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não

A hipótese nula é assim rejeitada para todos os casos em que o valor de *p-value* $\leq \alpha$, ou seja, a maioria das variáveis não segue uma distribuição aproximadamente normal, o que nos leva a desconsiderar as variáveis como contínuas.

3) **Aplicou-se um teste de hipóteses não-paramétrico para determinar quais as perguntas com avaliação estatisticamente inferior à média global:** o tipo de amostra é dependente,

como referido anteriormente e os dados ordinais, sendo assim, o teste de hipóteses mais indicado para este tipo de amostra é o **teste de Friedman**.

Tal como se pode observar nas duas matrizes que se seguem (tabela 4.7), uma amostra de 25 clientes (N) fez uma avaliação de 8 perguntas (K) relacionadas com o **desempenho do gestor de projeto**, e 22 (N) avaliaram 6 perguntas (K) referentes à **implementação do projeto**.

Tabela 4.7 - Avaliações sobre o Desempenho do GP e Implementação do Projeto.

Clientes (N)	Perguntas sobre o Desempenho do GP (K)								Clientes (N)	Perguntas sobre a Implementação do Projeto (K)					
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
1	9	7	5	7	9	6	5	8	1	8	9	4	8	8	5
2	10	10	10	10	10	10	10	10	2	7	9	9	9	8	6
3	10	10	8	8	8	10	9	9	3	7	5	2	8	8	2
4	9	7	5	4	8	5	7	10	4	9	9	8	9	9	9
5	9	8	10	8	10	8	9	9	5	10	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10	10	10	10	6	8	8	7	8	8	8
7	8	6	7	8	8	7	7	7	7	10	10	5	9	10	10
8	10	10	10	10	10	10	10	10	8	6	4	2	4	2	4
9	4	6	5	4	7	5	4	4	9	10	10	8	9	9	9
10	9	9	10	9	9	9	10	9	10	5	7	3	6	9	2
11	10	9	8	7	10	7	8	9	11	9	9	8	9	7	7
12	10	7	9	8	8	7	8	6	12	8	9	9	8	8	7
13	9	8	9	9	9	8	8	8	13	7	6	5	7	6	5
14	10	10	10	10	9	9	9	9	14	7	9	9	9	8	6
15	10	9	9	9	9	10	9	9	15	8	8	8	8	7	9
16	9	7	9	7	8	7	6	8	16	5	7	6	6	6	6
17	10	10	8	9	9	8	9	8	17	7	7	4	4	7	6
18	10	10	10	8	9	9	9	9	18	9	9	7	8	8	8
19	8	8	8	7	8	8	8	7	19	8	9	10	9	8	9
20	10	10	10	10	8	9	9	8	20	7	9	5	7	8	8
21	10	7	9	6	9	8	6	8	21	10	10	10	10	10	10
22	10	9	10	10	9	9	10	10	22	7	8	7	8	7	6
23	10	8	7	8	7	8	8	9							
24	10	10	10	10	10	10	10	10							
25	9	9	9	8	9	8	9	9							

Considerou-se um nível de significância (α) de 5%, estabelecendo-se como hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_1):

- **H_0 :** Não existe diferença significativa entre as avaliações das perguntas (K).
- **H_1 :** Existem diferenças significativas entre as avaliações das perguntas (K).

Este teste apenas nos indica se há discrepância entre as avaliações, porém não nos indica quais as perguntas em que a média dos resultados mais difere das restantes, e ainda quais as perguntas que apresentam uma média inferior à média global.

Recorreu-se então a um **método iterativo**, seguindo uma sequência de etapas representados no fluxograma da figura 4.4.

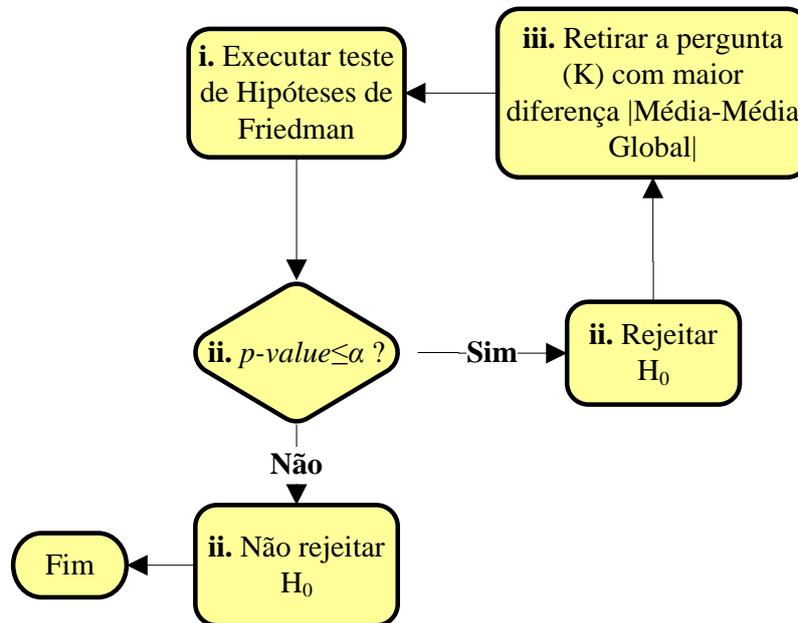


Figura 4.4 - Fluxograma do método iterativo.

Nos pontos seguintes é descrito com maior detalhe cada etapa:

- i.** Executou-se primeiro o teste de hipóteses, mais uma vez recorrendo à ferramenta estatística SPSS;
- ii.** Caso o valor de *p-value* seja inferior ou igual ao nível de significância, H_0 será rejeitada;
- iii.** É agora retirada a pergunta (K) que apresenta maior diferença entre a média e a média global. Executa-se mais uma vez o teste de hipóteses e caso $p-value \leq \alpha$, retira-se novamente a questão cuja avaliação média mais se afasta da média global, repetindo sempre este processo até que $p-value > \alpha$.

Este procedimento possibilitou identificar quais as perguntas com avaliação estatisticamente diferente da média global.

Foi executado este método para as questões relacionadas com o desempenho do GP e com a implementação dos projetos, como observável nos pontos a e b seguintes.

a) **Método iterativo para questões sobre Desempenho do GP:** para aplicação do método de tentativa e erro, recorreu-se a iterações, seguindo o processo representado no fluxograma da figura 4.4, até que a hipótese nula não fosse rejeitada.

- **Iteração 1:**

i. O teste de hipóteses de *Friedman* foi executado no SPSS, dando um resultado de $p\text{-value}=0$, como é possível observar no diagrama da tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Resultados sobre desempenho do GP: Q 1.1 a Q 1.8.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	<i>p-value</i>
1.1	25	9,320	1,282	4	10	8,555	0,765	0,000
1.2	25	8,560	1,387	6	10	8,555	0,005	
1.3	25	8,600	1,658	5	10	8,555	0,045	
1.4	25	8,160	1,724	4	10	8,555	-0,395	
1.5	25	8,800	0,913	7	10	8,555	0,245	
1.6	25	8,200	1,500	5	10	8,555	-0,355	
1.7	25	8,280	1,646	4	10	8,555	-0,275	
1.8	25	8,520	1,418	4	10	8,555	-0,035	

ii. Como $p\text{-value}<0,05$, a hipótese nula é rejeitada, ou seja, há fortes evidências estatísticas para considerar que há diferenças significativas entre as avaliações das questões.

iii. Foi retirada a pergunta que maior diferença |Média – Média Global| apresenta, ou seja, a pergunta 1.1, como está evidenciado na tabela 4.8.

- **Iteração 2:**

i. Voltou a ser feito teste de hipóteses obtendo-se agora um $p\text{-value}=0,144$, como apresentado na tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Resultados sobre desempenho do GP: Q 1.2 a Q 1.8.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	p-value
1.2	25	8,560	1,387	6	10	8,446	0,114	
1.3	25	8,600	1,658	5	10	8,446	0,154	
1.4	25	8,160	1,724	4	10	8,446	-0,286	
1.5	25	8,800	0,913	7	10	8,446	0,354	0,144
1.6	25	8,200	1,500	5	10	8,446	-0,246	
1.7	25	8,280	1,646	4	10	8,446	-0,166	
1.8	25	8,520	1,418	4	10	8,446	0,074	

ii. Como $p\text{-value} > 0,05$, a hipótese nula não é rejeitada, ou seja, não existem diferenças significativas entre as avaliações médias das questões.

Concluiu-se que a pergunta com avaliação estatisticamente diferente da média global é a **pergunta 1.1** (facilidade em contactar o GP).

b) **Método iterativo para questões sobre Implementação do Projeto:** foi seguido o mesmo processo, mas agora para as perguntas relacionadas com a implementação do projeto, concluindo-se que as questões que apresentam avaliação estatisticamente diferente da média global são: a **pergunta 2.2** (reuniões de acompanhamento do projeto), a **pergunta 2.3** (cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução) e a **pergunta 2.6** (gestão de risco do projeto).

No anexo VI estão representados os resultados dos vários testes de hipóteses realizados até se chegar à conclusão anterior.

Concluiu-se deste modo que a média das avaliações das questões **1.1.**, **2.2.**, **2.3.** e **2.6.**, são significativamente diferentes da média global.

Como referido anteriormente, o objetivo é determinar quais as questões com avaliação média significativamente inferior à avaliação global, para identificar assim a Voz do Cliente. Sendo assim, concluiu-se que há evidências estatísticas que indicam que os principais problemas apontados pelo serão os seguintes:

- Cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução (**Pergunta 2.3.**);
- Gestão de risco do projeto (**Pergunta 2.6.**).

4.1.2.1.2. Análise da Parte 3 (P3)

A Parte 3 do Inquérito de Satisfação, tal como mencionado anteriormente, é uma pergunta de resposta aberta que permite ao Cliente sugerir possíveis alterações em futuros projetos: “Tendo em conta a sua experiência com a empresa, neste projeto, quais considera serem as principais áreas que a empresa deveria melhorar em projetos futuros?”

Foram recolhidas as respostas dos clientes, apresentadas no anexo VII, onde em 25 inquéritos apenas 12 responderam à Parte 3, como referido anteriormente. No entanto, o tamanho da amostra mostrou-se suficiente para o estudo desenvolvido.

O estudo dos inquéritos foi baseado numa técnica de análise de conteúdo, o *Data Mining*, em que foi feita uma análise de conteúdo, seguindo os seguintes passos:

- 1) **Com recurso a um software apropriado verificou-se qual a frequência de ocorrência de cada palavra no grupo de respostas à parte 3:** na tabela 4.10 estão apresentadas as palavras que apareceram com maior frequência nos questionários respondidos pelos clientes.

Tabela 4.10 - Repetições de palavras.

	Palavra	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Relativa Acumulada (%)
X ₁	Projecto/Projectos	20	15,152	15,152
X ₂	Cliente/Clientes/Galp	13	9,848	25,000
X ₃	Implementação/Implementador/Implementados/Implementar	11	8,333	33,333
X ₄	Maior/Maiores	11	8,333	41,667
X ₅	Gestão/Gestor	8	6,061	47,727
X ₆	Solução	7	5,303	53,030
X ₇	Mais	6	4,545	57,576
X ₈	Melhor/Melhorar	6	4,545	62,121
X ₉	Acompanhamento/Acompanham	4	3,030	65,152
X ₁₀	Competência/Capacidade/Capacidades	4	3,030	68,182
X ₁₁	LLD	4	3,030	71,212
X ₁₂	Risco/Riscos	4	3,030	74,242
X ₁₃	Técnica/Técnicas	4	3,030	77,273
X ₁₄	Cuidado	3	2,273	79,545
X ₁₅	Facilidade/Facilitismo	3	2,273	81,818
X ₁₆	Metodologia	3	2,273	84,091
X ₁₇	Objectivos	3	2,273	86,364
X ₁₈	Parceiros/Parceiro	3	2,273	88,636
X ₁₉	Tempo/Timing	3	2,273	90,909
X ₂₀	Esforço	2	1,515	92,424
X ₂₁	Infra-estrutura	2	1,515	93,939
X ₂₂	Negócio	2	1,515	95,455
X ₂₃	Precisa	2	1,515	96,970
X ₂₄	Problemas	2	1,515	98,485
X ₂₅	Reunião	2	1,515	100,000

Foram consideradas para estudo as palavras consideradas mais importantes, e que tiveram pelo menos duas ocorrências, considerando-se ainda algumas palavras como tendo o mesmo significado, como por exemplo “Projecto” e “Projectos”.

- 2) **Através do diagrama de Pareto, determinaram-se quais as palavras a serem consideradas:** optou-se agora pela utilização do diagrama de Pareto, de modo a priorizar as palavras mais importantes. A aplicabilidade desta técnica tem alguma flexibilidade, e nem sempre a regra 80-20 (20% dos fatores representam uma importância de 80%) é a mais indicada. Foi necessário, por isso, observar os resultados dum modo crítico e intuitivo.

O diagrama que é apresentado na figura 4.5, levou a considerar duas classes de acordo com a frequência das palavras:

- **Classe A:** Grupo constituído pelas palavras “Projecto/Projectos”, “Cliente/Clientes/Galp”, “Implementação/Implementador/Implementados/Implementar” e “Maior/Maiores” (X_1 a X_4);
- **Classe B:** Grupo constituído pelas restantes palavras (X_5 a X_{25}).

A reduzida diferença entre frequências de palavras, não justifica a utilização de uma classe C. Sendo assim, de acordo com a lógica ABC, foram consideradas para estudo as primeiras quatro palavras (16% do total de palavras) representativas de 41,667% do total de frequências.

- 3) **Iniciou-se agora uma análise mais detalhada dos inquéritos, identificando-se o que está associado a cada uma das quatro palavras. A partir daí encontraram-se padrões mais gerais, resultando assim na opinião maioritária do Cliente:** neste ponto realizou-se uma pesquisa detalhada de todos os tópicos associados às palavras “Projecto/Projectos”, “Cliente/Clientes/Galp”, “Implementação/Implementador/Implementados/Implementar” e “Maior/Maiores” como é possível observar na tabela do anexo VIII, com o objetivo de encontrar as necessidades apontadas com maior frequência pelos clientes.

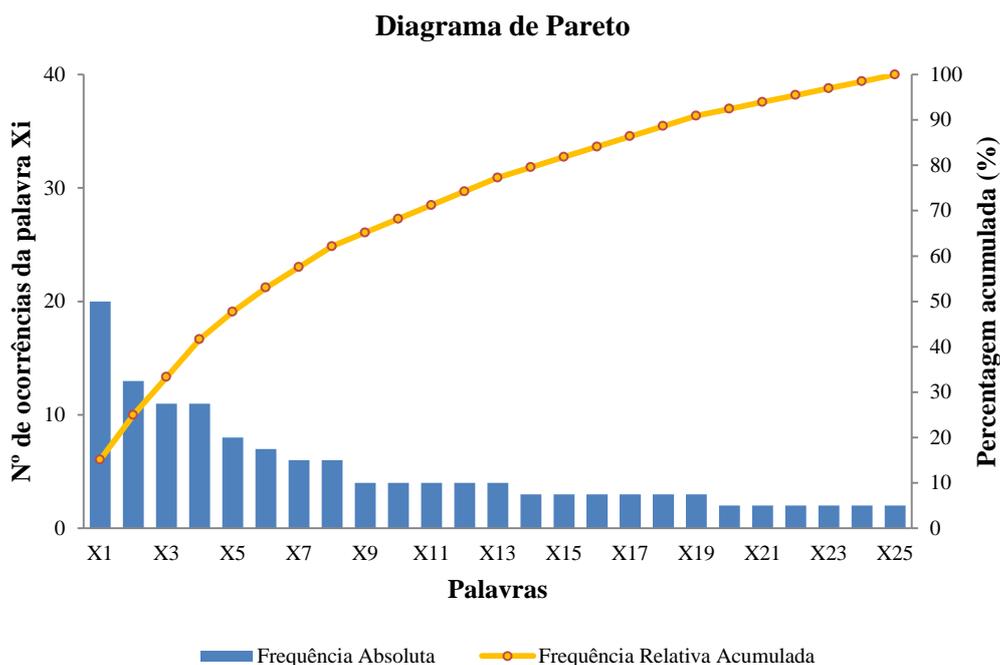


Figura 4.5 - Diagrama de Pareto.

As necessidades dos clientes foram traduzidas em padrões mais gerais, representando a Voz do Cliente (VOC), como está também referenciado na matriz do anexo VIII. A matriz da tabela 4.11 permite observar a frequência de ocorrência de cada um desses padrões.

Tabela 4.11 - Número de ocorrências da Voz do Cliente.

VOC	Nº de ocorrências
Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.	3
Maior envolvimento das equipas técnicas.	2
Melhor definição da solução técnica.	2
Melhor gestão de informação.	2
Melhoria do documento LLD	2
Melhoria da metodologia de gestão de projetos	2
Cuidado no levantamento da infra-estrutura do Cliente.	1
Flexibilidade na marcação das Reuniões de controlo de progresso.	1
Maior consciencialização dos objetivos do projeto por parte das equipas técnicas.	1
Maior consciência das componentes do projeto.	1
Maior presença da equipa de <i>outsourcing</i> .	1
Maior preocupação nas configurações.	1
Melhor identificação dos problemas.	1
Melhor conhecimento do negócio do Cliente.	1
Melhor delegação de responsabilidades.	1
Melhor seleção das equipas técnicas.	1
Melhor solucionamento dos problemas reportados.	1
Melhoria na definição do nível de serviço.	1
Melhoria na Gestão de Riscos.	1
Utilização de equipamentos <i>standard</i> .	1
Utilização de soluções já testadas.	1

É assim evidente que a necessidade mais apontada pelo grupo de clientes que respondeu ao inquérito é um “*Maior envolvimento e consciencialização dos prazos e objetivos do projeto por parte das equipas técnicas*”.

Juntando com os dois pontos que os clientes cotaram como tendo maior impacto negativo no desenrolar dos projetos (alínea 1)), a Voz do Cliente é traduzida nos seguintes pontos:

- **Cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução;**
- **Melhor gestão de riscos do projeto;**
- **Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.**

4.1.2.2. Árvore CTQ (*Critical-to-Quality*)

Já com um conhecimento da VOC, foram determinados os fatores críticos de qualidade do processo (CTQ's). Inicialmente a VOC foi desdobrada em requisitos que por sua vez foram traduzidos em especificações passíveis de serem medidas (CTQ's), como observado no Diagrama em Árvore apresentado na figura 4.6.

A opinião do Cliente deu origem assim à determinação de seis fatores críticos de sucesso do processo:

- **CTQ₁: $0,8 \leq \text{SPI}' \text{ final do projeto} \leq 1,2$**
- **CTQ₂: $|\text{Duração da } \textit{baseline} - \text{Duração do projeto}| \leq 15$**
- **CTQ₃: Riscos registados**
- **CTQ₄: Riscos fechados no final do projeto**
- **CTQ₅: Riscos com estratégia de atuação definida**
- **CTQ₆: Avaliação ao FSE sobre cumprimento de datas ≥ 7**

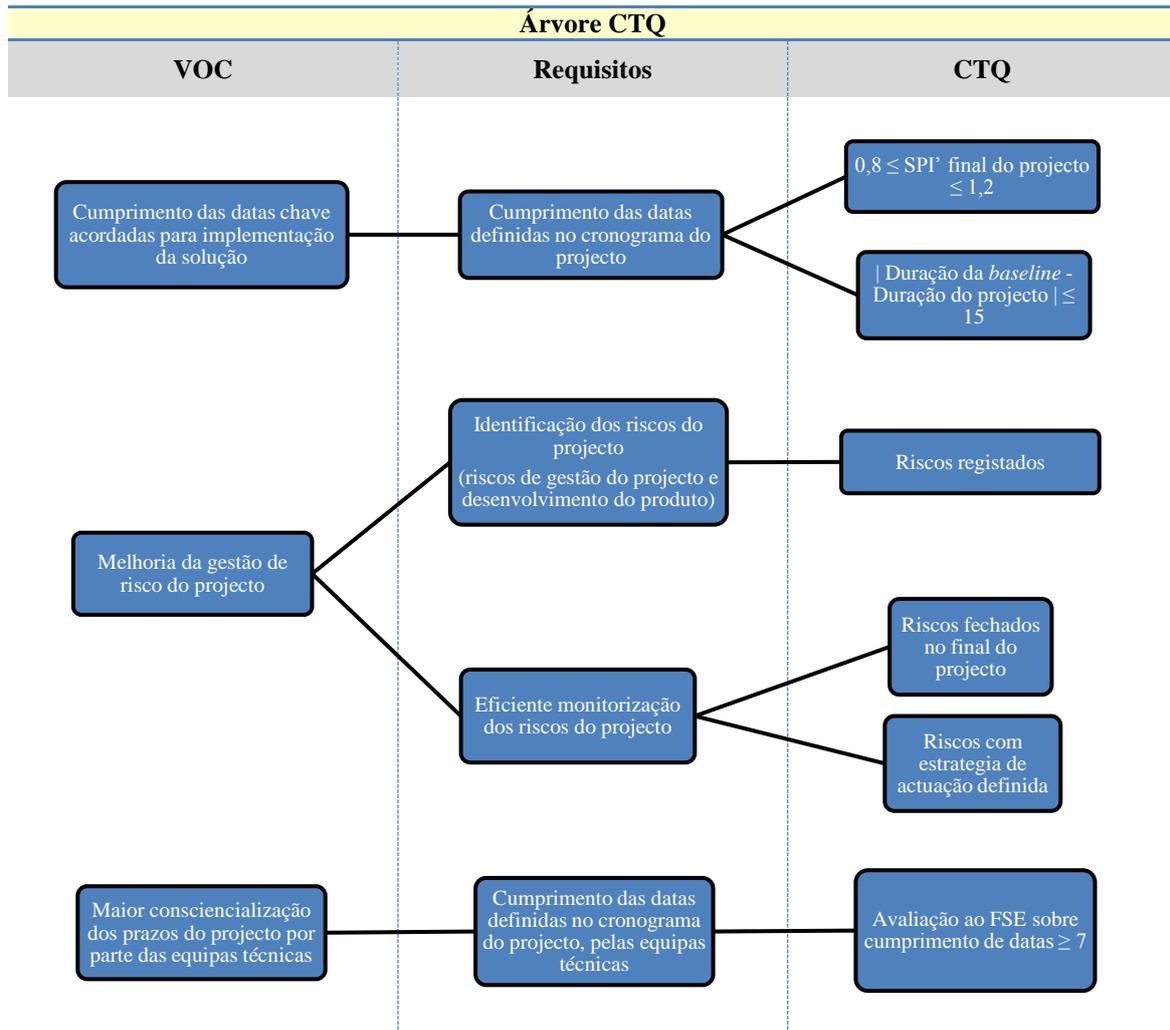


Figura 4.6 - Árvore CTQ.

4.1.3. Definição do Processo

Já com os CTQ's definidos, foi necessário agora haver uma focalização no processo-chave, que irá ser alvo de melhoria.

O processo em estudo engloba as diversas áreas intervenientes na gestão de cada projeto. Como já mencionado anteriormente, este processo é dividido em 4 fases: "Iniciação", "Planeamento", "Execução e Controlo" e "Encerramento".

Na **fase de Iniciação** participam outras áreas juntamente com a Gestão de Projetos, passando pelas seguintes etapas:

- 1) A Direção Comercial (DC) deteta a oportunidade de negócio e elabora a proposta a apresentar ao Cliente;
- 2) O departamento de Gestão de Projetos, juntamente com a Pré-Venda, elabora a documentação para a proposta, que é apresentada ao Cliente;
- 3) Dá-se agora a adjudicação da proposta pelo Cliente;
- 4) Já com a proposta adjudicada, a Direção Comercial, com o apoio do portal de vendas Gesven, indica se o projeto é considerado simples ou complexo.
- 5) Caso este seja simples, é executado diretamente pela fábrica sem intervenção do departamento de gestão de projetos. Sendo um projeto complexo, o departamento de gestão de projetos juntamente com a Direção Comercial e Pré-Venda, elaboram a documentação necessária para o Plano de Projeto.
- 6) Numa etapa final da fase de iniciação, o departamento de Gestão de Projetos define a equipa a integrar o projeto.

Com a equipa definida, a fase seguinte é a **fase de Planeamento**, onde a Gestão de Projetos executa as seguintes tarefas:

- 1) Elabora o Plano de Projeto;
- 2) Marca a reunião de *Kick-off* do projeto, para a aprovação do Plano;
- 3) É gravada a *baseline* inicial do projeto.

A **fase de Execução** é quando o projeto é implementado pelas equipas técnicas, havendo um acompanhamento do gestor de projeto como mencionado nos pontos seguintes:

- 1) O gestor do projeto tem uma reunião com toda a equipa de projeto;
- 2) É iniciado o *rollout*/implementação do projeto pelos FSE's, Fábricas e acompanhamento do gestor do projeto.

Finalmente, na **fase de Encerramento** toda a documentação necessária para fecho do projeto é elaborada, seguindo-se os seguintes passos:

- 1) A fábrica dá o encerramento do projeto;
- 2) A Gestão de Projetos elabora a documentação de fecho do projeto;
- 3) É feita uma reunião final de *Lessons Learned* com toda a equipa do projeto;
- 4) Finalmente o Cliente responde a um inquérito final de satisfação.

Para se ter uma melhor compreensão do processo num *high level*, foi desenhado um diagrama SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) apresentado na figura 4.7. As áreas que têm participação no processo estão representadas, tal como as atividades mais importantes.

Nesta altura é ainda muito prematuro fazer um mapeamento exageradamente aprofundado do processo de gestão de projetos. Na fase de Análise entraremos num maior nível de detalhe, para encontrar quais as causas para o problema detetado.

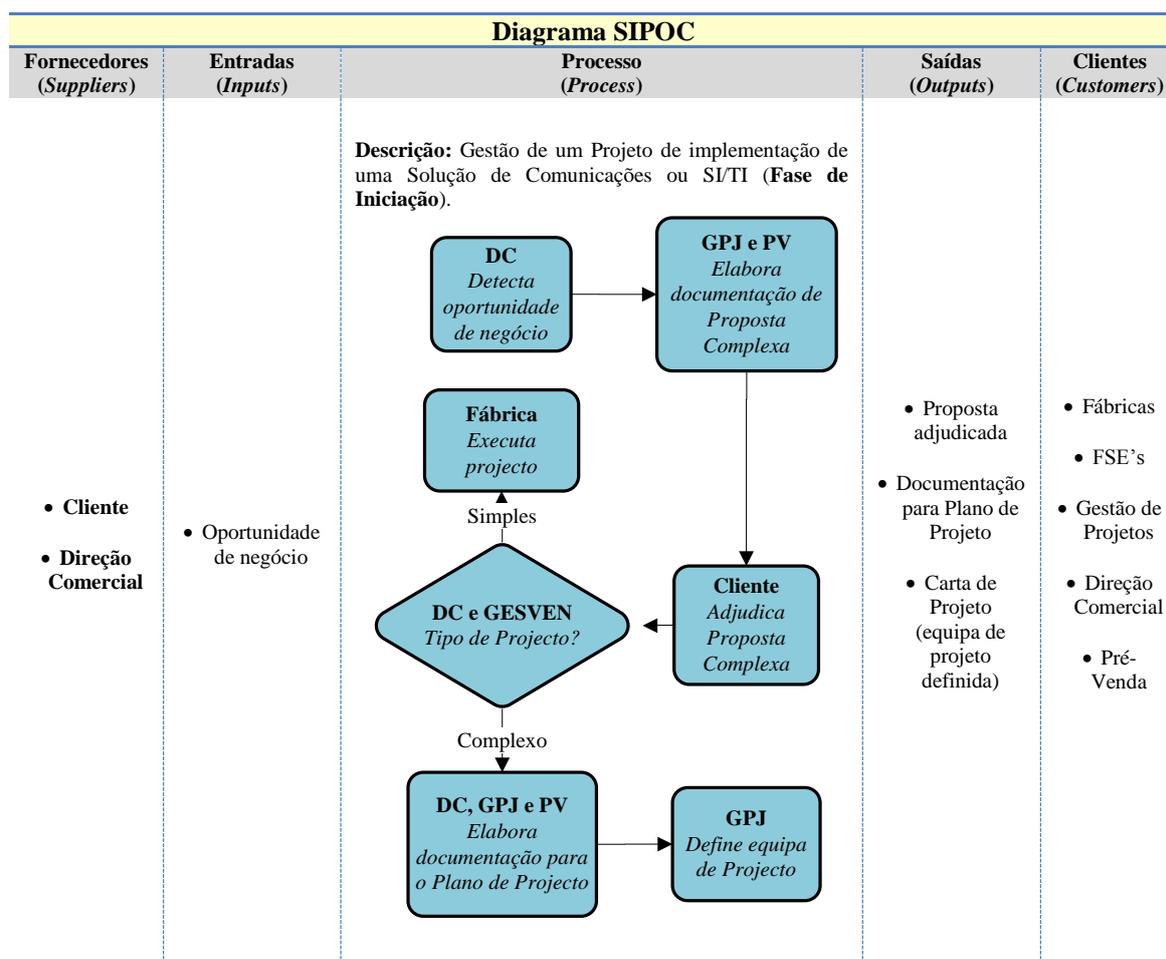


Figura 4.7 - Diagrama SIPOC.

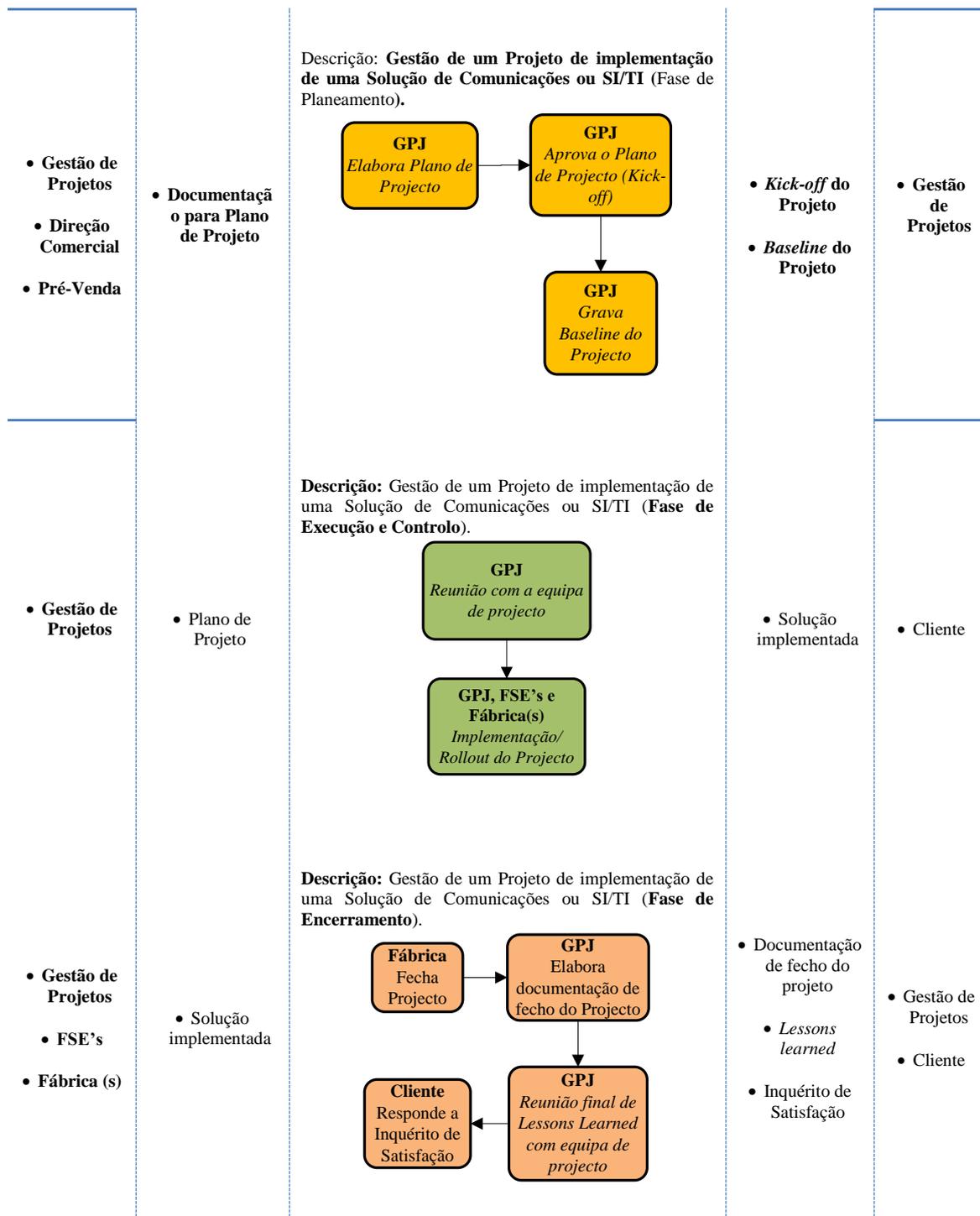


Figura 4.7 - Diagrama SIPOC (cont.).

4.1.4. Elaboração do *Project Charter*

Nesta etapa foi definida a equipa do projeto e feito um planeamento inicial do mesmo. Foram identificados também os participantes do projeto *Lean Seis Sigma*, tal como as tarefas afetas a cada um. A matriz da tabela 4.12 representa a carta do projeto ou *Project Charter* e descreve todos os detalhes importantes do projeto.

Tabela 4.12 – Project Charter.

Project Charter													
Título do Projeto		Lean Seis Sigma num Processo de Gestão de Projetos											
Equipa do projeto			Intervenientes										
Cargo		Nome		Nome									
Project Sponsor		Sandra Pinto		Luís Pinto									
Project Leader		Luís Pinto		Alexandra Tenera									
Definição do Problema			Objetivo										
<p>Entre 2006 e 2010, verificou-se que 42,4% dos projetos registaram durações reais que ultrapassaram em 15 dias as durações orçamentadas, verificando-se custos adicionais de cerca de 36773,39 euros para a organização. Custos associados ao problema</p>			<p>Redução do número de projetos implementados fora dos prazos definidos, obtendo um desempenho na ordem dos 99% até ao final de 2012</p>										
			<p>VOC – clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução; • Melhor gestão de riscos do projeto; • Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas. 										
Cronograma (Diagrama de Gantt)													
ID	Task Name	Duration	Start	Finish	'11	19 Sep '11	31 Oct '11	12 Dec '11	23 Jan '12	05 Mar '12	16 Apr '12	28 May '12	09 Jul '12
1	Fase Definir	44 days	Thu 15-09-11	Tue 15-11-11	F	T	S	W	S	T	M	F	T
2	Fase Medir	66 days	Wed 16-11-11	Wed 15-02-12									
3	Fase Analisar	64 days	Thu 16-02-12	Tue 15-05-12									
4	Fase Melhorar	43 days	Wed 16-05-12	Fri 13-07-12									
5	Fase Controlar	23 days	Mon 16-07-12	Wed 15-08-12									

4.2. Fase Medir (*Measure*)

Nesta fase começaram por ser definidas as métricas a serem utilizadas para posteriormente ser medido o desempenho atual do processo. Os CTQ's determinados na fase *Define* possibilitaram a definição das métricas.

De acordo com a árvore dos CTQ da figura 4.6, agruparam-se as especificações 3 áreas: duração do projeto, gestão de riscos do projeto e execução técnica. Na figura 4.8 é possível verificar as especificações associadas a cada uma das áreas.

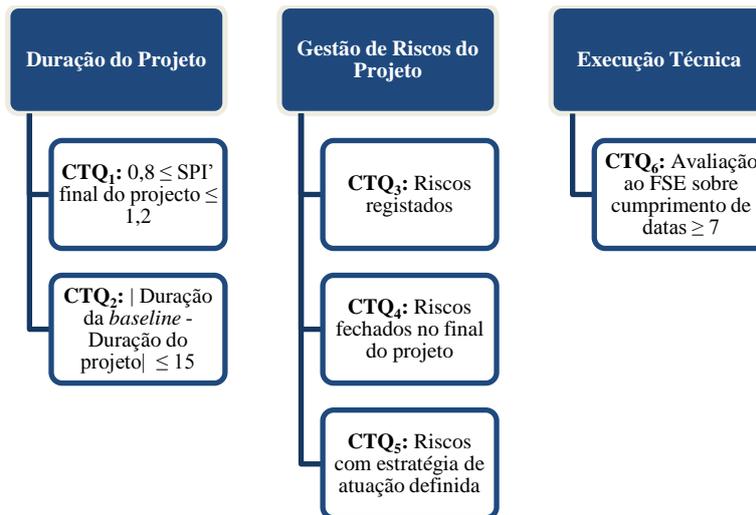


Figura 4.8 – Agrupamento dos CTQ's em 3 categorias.

Para cada métrica calculou-se uma dimensão mínima de amostra que fosse suficiente e representativa da população. De seguida foi elaborado um plano detalhado para recolha de dados.

Com os dados recolhidos e analisados, calcularam-se os níveis sigma correspondentes a cada uma das categorias. Duração do Projeto, Gestão de Riscos do Projeto e Execução Técnica.

Por fim foram definidas metas objetivo alcançar, com a implementação deste projeto de melhoria *Lean Seis Sigma*.

4.2.1. Determinação das Métricas e Amostras

Seguidamente são definidas as métricas e determinados os tamanhos mínimos das amostras para cada uma das especificações, correspondentes à duração do projeto, gestão de riscos do projeto e execução técnica.

4.2.1.1. Duração do Projeto

Como observável no diagrama da figura 4.8, duas especificações estão relacionadas com a duração do projeto. Inicialmente foram associadas as métricas correspondentes a cada uma delas, para medir posteriormente o desempenho atual do processo.

Na tabela 4.13 são apresentadas as métricas e os valores do tamanho das amostras mínimas estimadas, bem como os elementos para cálculo de cada uma.

Tabela 4.13 - Métricas relacionadas com a Duração do Projeto: amostra mínima.

Especificações CTQ	Métricas	Tipo de variável	Unidade	Desvio Padrão (σ)	Nível de precisão (Δ)	Grau de confiança	$Z_{\alpha/2}$	Tamanho mínimo da amostra (n)
CTQ ₁	Valor de SPI' final	Contínua	-	0,21	0,1	95%	1,64	12 Projetos
CTQ ₂	Duração da <i>baseline</i> – Duração do projeto	Contínua	Dias	76,92	25	95%	1,64	26 Projetos

Para determinação do desvio padrão (σ) correspondente à primeira métrica, recorreu-se aos valores de SPI' (anexo IX) associados à população de 33 projetos analisada na secção 4.1.1.1. Descrição do Problema. Para a segunda métrica foram utilizados os valores da |Duração da *baseline* – Duração do projeto| de cada um dos 33 projetos, apresentados na mesma tabela.

Estabeleceu-se também um nível de precisão ou erro máximo admitido (Δ) de 0,1 e um grau de confiança de 95% (nível de significância α de 5%).

Com estes dados calculou-se assim a dimensão mínima da amostra (n) correspondente a cada métrica. Para isso recorreu-se à utilização da equação inserida na secção 3.2. Fase Medir (*Measure*). Dada a natureza das variáveis ser contínua, foi utilizada a equação para dados contínuos.

É calculado abaixo o número mínimo de projetos admissível para levantamento dos valores de SPI' finais:

$$n = \left(\frac{1,64 \times 0,21}{0,1} \right)^2 = 11,86 \cong 12 \quad (4.1)$$

Quanto à métrica “|Duração da *baseline* - Duração real|”, o tamanho da amostra é calculado da mesma maneira, mas admitindo agora um nível de precisão de 25 dias e mantendo o mesmo grau de confiança:

$$n = \left(\frac{1,64 \times 76,92}{25} \right)^2 = 25,46 \cong 26 \quad (4.2)$$

4.2.1.2. Gestão de Riscos do Projeto

No diagrama do agrupamento dos CTQ's (figura 4.8), verifica-se que três especificações estão relacionadas com a Gestão de Riscos do Projeto. Tal como para o caso anterior, foram associadas métricas a cada especificação.

A tabela 4.14 contém as métricas e os valores do tamanho das amostras mínimas estimadas, bem como os elementos para cálculo de cada uma.

Tabela 4.14 - Métricas relacionadas com a Gestão de Riscos do Projeto: amostra mínima.

Especificações CTQ	Métricas	Tipo de variável	Unidade	Proporção estimada (P)	Nível de precisão (Δ)	Grau de confiança	$Z_{\alpha/2}$	Tamanho mínimo da amostra (n)
CTQ ₃	Nº de riscos registados	Discreta	-	50%	15%	95%	1,64	30 Projetos
CTQ ₄	Nº de riscos fechados no final do projeto	Discreta	-	50%	15%	95%	1,64	30 Projetos
CTQ ₅	Nº de riscos com estratégia de atuação definida	Discreta	-	50%	15%	95%	1,64	30 Projetos

Na tabela 4.14 são indicados o nível de precisão (Δ) de 15%, a proporção estimada (P) de 50% e o grau de confiança de 95%. Com esses elementos foi possível determinar a dimensão mínima da amostra para cada uma das métricas.

Neste caso os dados são contáveis, e assim o tamanho da amostra foi calculado com a utilização da equação da secção 3.2. Fase Medir (*Measure*), específica para variáveis discretas:

$$n = \left(\frac{1,64}{0,15}\right)^2 \times 0,5 \times (1-0,5) = 29,88 \cong 30 \quad (4.3)$$

Para cada métrica foram utilizados os mesmos dados resultando um número mínimo estimado de 30 projetos.

4.2.1.3. Execução Técnica

Seguindo o mesmo procedimento anterior, foi identificada, neste caso, uma métrica relacionada com a execução técnica dos projetos, e calculado o tamanho mínimo da amostra, de acordo com os elementos admitidos.

Na tabela 4.15 está definida a métrica associada ao CTQ e os elementos para cálculo do tamanho da amostra.

Tabela 4.15 - Métrica relacionada com a Execução Técnica: amostra mínima.

Especificações CTQ	Métricas	Tipo de variável	Unidade	Proporção estimada (P)	Nível de precisão (Δ)	Grau de confiança	$Z_{\alpha/2}$	Tamanho mínimo da amostra (n)
CTQ ₆	Avaliação ao FSE pelo Gestor de Projeto	Discreta	-	20%	15%	95%	1,64	20 Questionários

A fonte de recolha dos dados trata-se de questionários respondidos pelos gestores de projeto, sobre o desempenho dos Fornecedores de Serviço Externo (FSE), ou seja, as equipas técnicas que implementam as soluções no cliente.

De acordo com o CTQ definido, utilizou-se para análise a questão “Cumprimentos das datas-chave planeadas”, em que o gestor de projeto dá uma avaliação numa escala de 0 a 10 ao desempenho do FSE.

Neste caso os dados são discretos, e assim o tamanho da amostra foi calculado com a utilização da equação apropriada para variáveis discretas:

$$n = \left(\frac{1,64}{0,15} \right)^2 \times 0,2 \times (1 - 0,2) = 19,13 \cong 20 \quad (4.4)$$

4.2.2. Definição do Plano de Recolha de Dados

Já com as amostras mínimas calculadas para cada métrica, foi elaborado um plano de recolha de dados apresentado na tabela 4.16.

Tendo em conta os tamanhos mínimos das amostras determinados no ponto anterior, a população existente de 33 projetos e 21 questionários de avaliação a fornecedores diferentes, revela-se suficiente para o estudo.

São identificadas quais as fontes de medição para recolha dos dados, a fase do processo correspondente e a condição para defeito.

Tabela 4.16 - Plano de Recolha de Dados.

Plano de recolha de dados							
	Especificações CTQ	Métrica	Amostra	Fonte de medição	Fase do Processo	Defeito	
Duração do Projeto	CTQ ₁	$0,8 \leq \text{SPI}' \text{ final do projeto} \leq 1,2$	Valor de SPI' final	33	Cronograma	Fase de Encerramento	Quando pelo menos uma das especificações não é cumprida
	CTQ ₂	$ \text{Duração da baseline} - \text{Duração do projeto} \leq 15$	$ \text{Duração da baseline} - \text{Duração do projeto} $	33	Cronograma	Fase de Encerramento	
Gestão de Riscos do Projeto	CTQ ₃	Riscos registados	Nº de riscos registados	33	Plano de Projeto	Fase de Planeamento	Quando pelo menos uma das especificações não é cumprida
	CTQ ₄	Riscos fechados no final do projeto	Nº de riscos fechados no final do projeto	33	Plataforma <i>Sharepoint</i> ⁹	Fase de Encerramento	
	CTQ ₅	Riscos com estratégia de atuação definida	Nº de riscos com estratégia de atuação definida	33	Plano de Projeto	Fase de Planeamento	
Execução Técnica	CTQ ₆	Avaliação ao FSE sobre cumprimento de datas ≥ 7	Avaliação ao FSE pelo Gestor de Projeto	21	Questionário FSE's	Fase de Encerramento	Quando a especificação não é cumprida

4.2.3. Recolha de Dados do Processo

Foi agora feito o levantamento dos dados, com base no mapa de recolha de dados tabela 4.16, identificando o número de defeitos, como é possível observar no anexo X. Na tabela X.10 anexa é possível observar o registo das não-conformidades em cada projeto, e na tabela X.11 anexa o número de questionários que não estão dentro do limite de especificação.

Na tabela 4.17 estão registados o número de defeitos associados a cada área.

Tabela 4.17 - Registo do número de defeitos.

	Especificações CTQ	Métrica	Nº de defeitos
Duração do Projeto	CTQ ₁	$0,8 \leq \text{SPI}' \text{ final do projeto} \leq 1,2$	16
	CTQ ₂	$ \text{Duração da baseline} - \text{Duração do projeto} \leq 15$	
Gestão de Riscos do Projeto	CTQ ₃	Riscos registados	2
	CTQ ₄	Riscos fechados no final do projeto	
	CTQ ₅	Riscos com estratégia de atuação definida	
Execução Técnica	CTQ ₆	Avaliação ao FSE sobre cumprimento de datas ≥ 7	8

⁹ Plataforma utilizada para gestão de conteúdos e documentação dos projetos.

Com a determinação do número de defeitos vai ser possível calcular os níveis sigma correspondentes à duração do projeto, gestão de riscos do projeto e execução técnica.

4.2.4. Cálculo do Nível Sigma

Para o cálculo dos níveis sigma, estabeleceram-se o número de oportunidades para defeito, associados a cada categoria. A estimação desses valores foi feita recorrendo às fases de processo abrangidas por cada categoria:

- **Duração do Projeto:** como é possível observar no mapa SIPOC da figura 4.7, a medição da duração do projeto é iniciada com a gravação da *baseline* sendo concluída durante a fase de encerramento. Consideraram-se assim 3 fases onde podem ser detetados defeitos no processo: fase de planeamento, execução e controlo e encerramento.
- **Gestão de Riscos do Projeto:** a gestão dos riscos do projeto é iniciada na fase de planeamento com a elaboração do plano de projeto, onde é feita uma descrição detalhada dos riscos de projeto, bem como um plano de redução do risco. Esta gestão é terminada na fase de encerramento, abrangendo assim 3 fases.
- **Execução Técnica:** nesta categoria o desempenho é medido apenas na fase de execução, o que leva a considerar uma oportunidade para defeito.

Já com o número de oportunidades definido procedeu-se ao cálculo dos níveis sigma da seguinte forma:

- 1) Calcularam-se os índices de DPMO correspondentes à Duração do Projeto, Gestão de Riscos do Projeto e Execução Técnica, utilizando a equação 2.3 apresentada na secção 2.2.2. Conceitos Básicos do Seis Sigma.
- 2) Com os valores de DPMO obtiveram-se agora os níveis sigma através da fórmula 2.4 do nível sigma evidenciada também no ponto 2.2.2. Conceitos Básicos do Seis Sigma.

Os níveis sigma correspondem a longo prazo já que estamos perante uma amostra de projetos implementados entre 2006 e 2010, e outra amostra de questionários correspondentes às avaliações dos fornecedores dos respetivos projetos.

Na tabela 4.18 estão indicados os níveis sigma para cada categoria, tal como os dados para os calcular. São apresentadas também as taxas de desempenho estimadas.

Tabela 4.18 - Níveis Sigma e taxas de desempenho.

Categoria	Nº de Defeitos	Nº de Oportunidades	Nº de Unidades	DPMO	Nível Sigma_{LP}	Desempenho do Processo (%)
Duração do Projeto	16	3	33	161616,16	2,49	83,84
Gestão de Riscos do Projeto	2	3	33	20202,02	3,55	97,98
Execução Técnica	8	1	21	380952,38	1,75	61,90

É possível observar que a Gestão de Riscos do Projeto apresenta um grau de desempenho de cerca de 98% e a Execução Técnica tem o desempenho mais baixo.

4.2.5. Definição das Metas

Já com o desempenho atual do processo calculado, foram definidas metas quantitativas a atingir com a implementação deste projeto de melhoria *Lean Seis Sigma*.

De acordo com o objetivo estabelecido na fase *Define*, pretende-se alcançar um desempenho de aproximadamente 99% no cumprimento dos prazos de implementação dos projetos. Atualmente o valor do nível sigma é de 2,49, correspondente a um desempenho de 83,84%.

Através da observação da tabela de níveis sigma da tabela 2.1, identificou-se o nível sigma correspondente a um desempenho de 99,4%. Apontou-se assim como meta, um nível sigma de 4, ou seja, 6210 DPMO, para garantir um desempenho de aproximadamente 99%, até o final de 2012, como requerido inicialmente.

Para as outras duas categorias, Gestão de Riscos do Projeto e Execução Técnica, identificadas através da análise da Voz do Cliente, que têm impacto na duração da implementação dos projetos, pretende-se obter a mesma taxa de desempenho, até o final de 2012.

4.3. Fase Analisar (*Analyse*)

Esta etapa é fulcral no ciclo DMAIC, concentrando-se na deteção das causas-raiz do problema identificado anteriormente na fase *Define*.

Inicialmente foi feita uma descrição detalhada do processo, bem como as áreas alocadas a cada atividade do processo. Para uma clara perceção das atividades essenciais com maior duração e mais desvios relativamente à média, construiu-se então um mapa de fluxo de valor. Numa segunda etapa, identificou-se um conjunto de potenciais causas do problema, determinando-se as causas-raiz e o seu grau de impacto no Cliente, de modo a priorizar as causas de maior importância para estudo.

4.3.1. Análise do Comportamento do Processo

Nesta etapa foi desenhado o fluxograma de todo o processo em estudo, indicando através de uma matriz de responsabilidades quais as áreas alocadas a cada atividade. Recorrendo-se ainda à utilização da ferramenta *Value Stream Mapping* (Mapeamento de Fluxo de Valor) para uma análise das atividades com maior duração e variabilidade, os quais são detalhados nas secções seguintes.

4.3.1.1. Fluxograma do Processo

Numa etapa inicial desta fase *Analyse* surge a necessidade de descrever o processo associado ao problema com grande rigor e detalhe. Tal mapeamento possibilitará uma compreensão pormenorizada de todas as etapas, facilitando a identificação das causas do problema.

Fez-se um acompanhamento exaustivo e detalhado de todo o procedimento da gestão de projetos. Durante a execução de alguns projetos, contactaram-se todas as áreas associadas ao processo, dando maior ênfase ao departamento de Gestão de Projetos (GPJ), que é o departamento em estudo.

No anexo XI apresenta-se o fluxograma que foi elaborado nesta fase, contendo todas as atividades correspondentes às 4 fases do processo: “Fase de Iniciação”, “Fase de Planeamento”, “Fase de Execução e Controlo/Monitorização” e “Fase de Encerramento”. O mesmo fluxograma foi apresentado ao departamento de Gestão de Projetos (GPJ) e aprovado em reunião pelo Diretor e por todos os colaboradores.

Tabela 4.19 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Iniciação - Proposta).

Fase de Iniciação (Proposta)								
	Atividades	Intervenientes na Atividade						
		DC	GPJ	PV	FSE	Fábrica	Cliente	GV
Identificação de Proposta	1	Deteta a oportunidade de negócio e cria o pedido de proposta , via Gesven.	×					○
	2	Verifica qual o tipo de proposta (complexa ou simples).	×					
Proposta Simples	3	Elabora Proposta (Simples) e apresenta-a ao Cliente.	×					
	4	Adjudica Proposta (Simples) .					×	
Proposta Complexa	5	Coloca informação da Proposta (Complexa) em Gesven.	×					○
	6	O Gesven calcula o ICP (Índice de Complexidade do Projeto) ¹⁰ com base na informação da proposta.						×
	7	Caso $ICP < 1$, verifica se há necessidade de utilização de metodologia PMI.	×					
	8	Caso $ICP \geq 1$ ou $ICP < 1$ (com necessidade de metodologia PMI), envia <i>e-mail</i> para caixa da GPJ.						×
	9	Encaminha pedido de proposta para a PV.						×
	10	Identifica a solução técnica e elabora EPP¹¹ (Elementos para Proposta) .			×			
	11	Analisa a oportunidade de negócio rececionada na caixa.		×				
	12	Envia o <i>template</i> " Pedido de Propostas " ¹² para a PV.		×				
	13	Envia o <i>template</i> " Pedido de Propostas " para Fábricas e FSE's.			×			
	14	Enviam documentação de proposta para PV de acordo com o <i>template</i> " Pedido de Propostas ".				×	×	
	15	Recebe documentação de proposta das Fábricas e FSE's e envia-a à GPJ.			×			
	16	Elabora documentação de proposta da GPJ ¹³ .		×				
	17	Publica documentação de proposta da GPJ no EPM ¹⁴ .		×				
	18	Envia documentação de proposta da GPJ para a PV, via Gesven.		×				
	19	Receciona documentação de proposta da GPJ , via Gesven.			×			○
	20	Caso não haja intervenção da GPJ, envia apenas o EPP para DC, via Gesven.			×			○
	21	Caso haja intervenção da GPJ, envia EPP e documentação de proposta da GPJ para a DC, via Gesven.			×			○
	22	Já com a documentação necessária elabora Proposta (Complexa) e apresenta-a ao Cliente.	×					
	23	Adjudica Proposta (Complexa) .						×
	24	Caso o Cliente não adjudique a proposta, informa PV e GPJ, via Gesven.	×					○

¹⁰ Índice de classificação da complexidade do projeto

¹¹ Documento da Pré-Venda com informação de proposta, incluindo a Solução Técnica.

¹² *Template* que visa apresentar os diversos pontos que devem constar na proposta dos fornecedores.

¹³ A documentação de proposta da GPJ contém: cronograma global da implementação, documento de descrição da metodologia do projeto, documento valores de gestão de projeto, CV's dos intervenientes da GPJ e *Product Breakdown Structure (PBS)*.

¹⁴ *Microsoft Enterprise Project Management*.

Nas tabelas 4.19 a 4.23 são descritas todas as atividades apresentadas no fluxograma (anexo X), de modo a atingir um nível de detalhe que permita analisar de uma forma aprofundada o funcionamento da gestão de projetos. Nas mesmas tabelas são associadas as matrizes de responsabilidades de modo a clarificar quais as áreas responsáveis por cada atividade (×) e as que têm envolvimento na mesma (○).

As áreas envolvidas em todo o processo são as seguintes:

- **DC:** Direção Comercial.
- **GPJ:** Departamento de Gestão de Projetos.
- **PV:** Departamento de Pré-Venda.
- **FSE:** Fornecedor de Serviço Externo.
- **Fábrica:** Área interna da empresa envolvida nos trabalhos de implementação do projeto.
- **Cliente:** A empresa onde o projeto é implementado.
- **GV:** Portal eletrónico de Gestão de Vendas – Gesven.
- **EDN:** Direção de Estratégia e Desenvolvimento de Negócio.

Tabela 4.20 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Iniciação - Pós-Adjudicação).

		Fase de Iniciação (Pós-Adjudicação)						
	Atividades	Intervenientes na Atividade						
		DC	GPJ	PV	FSE	Fábrica	Cliente	GV
Designação do tipo de Projeto (Simples ou Complexo)	25	Retifica o âmbito adjudicado de acordo com o âmbito proposto inicialmente, via Gesven.	×					
	26	Calcula novamente o ICP.						×
	27	Caso ICP<1 - Projeto Simples -, verifica se há necessidade de utilização de metodologia PMI.	×					
	28	Caso ICP≥1 ou ICP<1 (com necessidade de metodologia PMI) - Projeto Complexo -, envia <i>e-mail</i> para caixa da GPJ.						×
	29	Caso ICP<1, verifica se há mais do que uma fábrica envolvida (Multifábrica).						×
	30	Caso haja mais do que uma fábrica envolvida, identifica qual a fábrica dominante.		×				
	31	A fábrica analisa o Projeto.					×	
Documentação para Plano de Projeto	32	Elabora o Dossier de Projeto Cap. I ¹⁵ (DP Cap. I).	×					
	33	Envia o DP Cap. I para a PV, via Gesven.	×					○
	34	Completa DP Cap. I , acrescentando a Solução Técnica.			×			
	35	Envia DP Cap. I para DC, via Gesven.			×			○
	36	Envia DP Cap. I para GPJ, via Gesven.	×					○
	37	Verifica a conformidade do DP Cap. I .		×				
	38	Caso o DP Cap. I não esteja em conformidade, solicita à DC a sua alteração, que o faz juntamente com a PV.		×				
39	Preenche o <i>template</i> Encomendas de Projeto ¹⁶ e envia-o à GPJ, via Gesven.	×					○	

¹⁵ Capítulo I do Dossier de Projeto, que apresenta a especificação do projeto, englobando o ICP, adjudicação, solução técnica e valores do projeto entre outros.

¹⁶ *Template* que visa apresentar a informação da formalização das encomendas de todos os componentes do projeto.

Tabela 4.21 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Planeamento) - cont.

Aprovação do Plano de Projeto	Atividade	Intervenientes na Atividade					
		DC	GPJ	PV	FSE	Fábrica	Cliente
57	Reunião de <i>Kick-off</i> interno, para aprovação interna do PP (que só poderá estar finalizado com o <i>template</i> Encomendas de Projeto) por todas as áreas exceto o Cliente.	○	×	○	○	○	
58	Reunião de <i>Kick-off</i> externo, com assinatura do PP, para aprovação do Cliente e início formal do Projeto.	○	×		○	○	○
59	Gravação de <i>baseline</i> do projeto no EPM		×				
60	O GPG elabora a Ata da Reunião para formalizar a informação da reunião.	○	×		○	○	○

Tabela 4.22 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Execução e Controlo/Monitorização).

Fase de Execução e Controlo/Monitorização								
Atividades	ID	Intervenientes na Atividade						
		DC	GPJ	PV	FSE	Fábrica	Cliente	
Preparação da Implementação	61	É feita uma reunião com toda a equipa do projeto antes do início dos trabalhos.	○	×	○	○	○	○
	62	O GPG coordena e acompanha a implementação do plano junto dos gestores de projeto das Fábricas e FSE's.		×		○	○	
Implementação	63	Durante as implementações são feitas Reuniões de Ponto de Situação com a equipa de projeto.		×		○	○	
	64	São feitas Reuniões de Controlo de Progresso entre o GPG e o Cliente.		×				○
	65	O GPG elabora Relatórios de Performance ²⁵ quinzenais para manter os <i>stakeholders</i> informados.		×				
	66	É feita a Gestão dos Riscos do projeto.		×				
	67	São registadas as medidas de Qualidade ao longo do projeto para garantir que o resultado final está de acordo com o pretendido pelo Cliente.		×				
	68	O GPG faz a gestão das alterações no decorrer do projeto, de acordo com os pedidos de alteração.		×				
	69	O GPG faz o Controlo dos Custos do Projeto atualizando quinzenalmente o documento de Custos do Projeto .		×				
	70	O GPG atualiza semanalmente o Cronograma do Projeto.		×				
	71	A Fábrica implementa solução.						×

Tabela 4.23 - Matriz de Responsabilidades (Fase de Encerramento).

Fase de Encerramento								
Atividades	ID	Intervenientes na Atividade						
		DC	GPJ	PV	FSE	Fábrica	Cliente	EDN
Encerramento do Projeto	72	Fecha o projeto.					×	
	73	Informa o GPG do fecho do projeto.				×		
	74	O GPG elabora o Relatório Final de Projeto ²⁶ reunindo toda a informação fornecida pela fábrica e FSE's.	×		○	○		

²⁵ Relatórios feitos pelo GPG informando os *stakeholders* sobre o *status*, progresso e previsões do projeto.

²⁶ Documento de carácter técnico que consiste sobretudo em reunir toda a informação fornecida pela fábrica e FSE's.

-se o número de valores fora dum intervalo correspondente a um grau de confiança de 95% ($\alpha=5\%$).

Foi deduzido de seguida o Intervalo de Confiança (IC), recorrendo-se à distribuição t de student. A dedução do intervalo de confiança foi realizada através das equações seguintes:

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \sim t_{n-1} \quad (4.5)$$

$$P(-t_{\alpha/2, n-1} < T < t_{\alpha/2, n-1}) = 1 - \alpha \quad (4.6)$$

$$P\left(-t_{\alpha/2, n-1} < \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} < t_{\alpha/2, n-1}\right) = 1 - \alpha \quad (4.7)$$

$$P\left(\bar{X} - t_{\alpha/2, n-1} \times \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2, n-1} \times \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (4.8)$$

$$IC = \left] \bar{X} - t_{\alpha/2, n-1} \times \frac{S}{\sqrt{n}}; \bar{X} + t_{\alpha/2, n-1} \times \frac{S}{\sqrt{n}} \right[\quad (4.9)$$

Foram assim determinados os Intervalos de Confiança correspondentes a cada intervalo entre atividades. A figura 4.9 representa a curva da distribuição t de student onde pode ser observada a região correspondente ao grau de confiança admitido ($1 - \alpha = 95\%$).

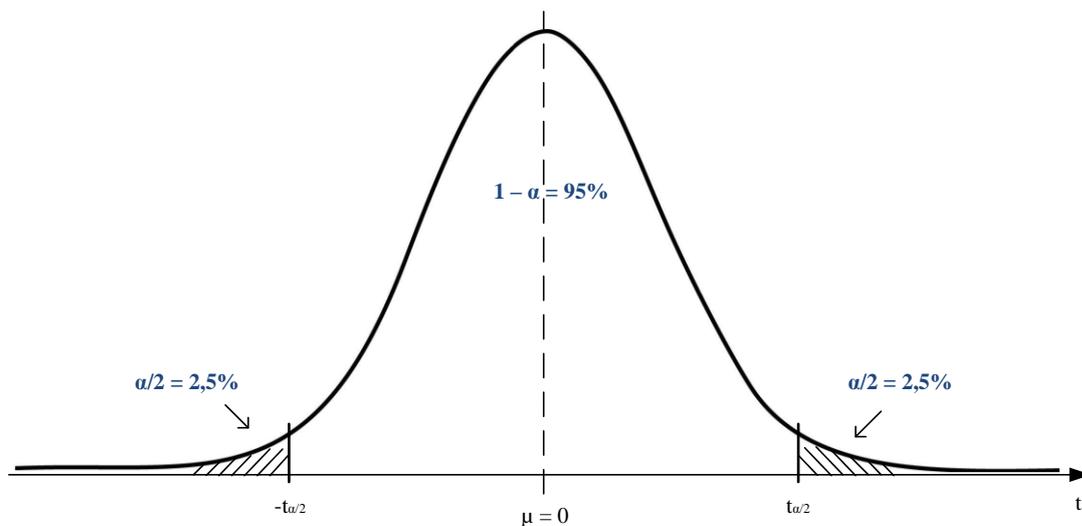


Figura 4.9 - Curva da Distribuição t de student.

Na tabela 4.24 é possível observar os Limites inferior (LI) e superior (LS) dos Intervalos de Confiança calculados para cada intervalo entre atividades, tal como o número de valores fora do IC e todos os elementos para cálculo.

Tabela 4.24 – Intervalos de Confiança e número de valores fora do IC.

Intervalo entre Atividades	Média Amostral (dias)	Desvio Padrão Amostral (dias)	n	ta/2,n-1	Intervalo de Confiança		Nº valores fora do IC
					LI	LS	
a - b	195,95	285,92	21	2,086	65,80	326,10	8
b - c	76,11	116,54	9	2,306	-13,50	165,70	1
c - d	81,10	282,90	17	2,120	-64,40	226,60	1
d - e	215,90	155,90	33	2,037	160,60	271,10	27

Foi elaborado o diagrama VSM utilizando-se o número de valores fora dos limites dos intervalos de confiança. No diagrama da figura 4.10 é possível observar o mapa de fluxo de valor com o número de áreas alocadas a cada um dos processos, a média e o desvio padrão de cada um. As barras indicam o número de valores com duração acima do limite superior do IC e abaixo do mesmo.

É possível assim observar pelo número de valores fora do IC, que o processo de “Implementação da Solução e Encerramento do Projeto” se apresenta como o mais crítico.

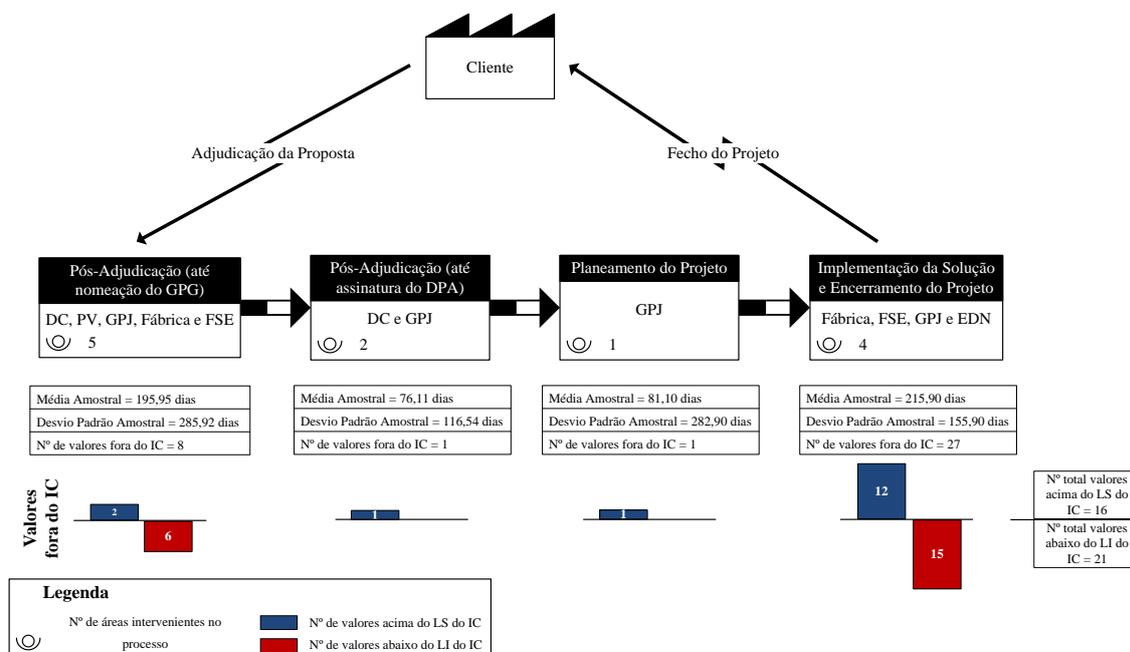


Figura 4.10 - Mapa de Fluxo de Valor

4.3.2. Identificação das Causas-Raiz do Problema

Neste ponto fez-se um levantamento de todas as causas prováveis que deram origem ao problema detetado, que foram identificadas por todos os *stakeholders* da gestão dos projetos. Através do diagrama de afinidades, da ferramenta dos 5 porquês e do diagrama de *Ishikawa*, atingiu-se um nível de detalhe que possibilitou a identificação das causas-raiz do problema.

4.3.2.1. *Brainstorming* e Diagrama de Afinidades

Para reunir o maior número de possíveis causas que originaram o problema de implementação de projetos fora dos prazos definidos, foi feita uma análise detalhada de todas as opiniões dadas pelos *stakeholders* internos dos projetos.

Como é possível observar no processo (ver anexo XI), na fase de encerramento (atividade 79) é sempre realizada uma reunião final de *lessons learned*. Funcionando como sessões de *brainstorming*, estas reuniões têm como participantes os representantes das equipas intervenientes no projeto. Estes apontam os fatores que influenciaram negativa e positivamente o desenrolar dos projetos.

Através da população dos 33 projetos, foi feito um levantamento de todas as *lesson learned* e agruparam-se aquelas com influência direta ou indireta sobre o problema: “Elevado número de projetos não implementados no prazo acordado”.

Com a informação obtida elaborou-se um diagrama de Afinidades, representado na figura 4.11, agrupando-se as *lessons learned* por categorias-chave, de 1º e 2º nível, de acordo com o nível de detalhe, destacando-se também as mais importantes para os *stakeholders*, ou seja, as que foram referidas um maior número de vezes.

No diagrama da figura 4.11 são ainda observáveis as relações causa-efeito entre os grupos de 2º nível, através das setas. Na tabela 4.25 são apresentadas as relações causa-efeito dos títulos de 1º nível, sendo claro que os problemas relacionados com “Comunicação entre Áreas” têm um grande número de possíveis efeitos.

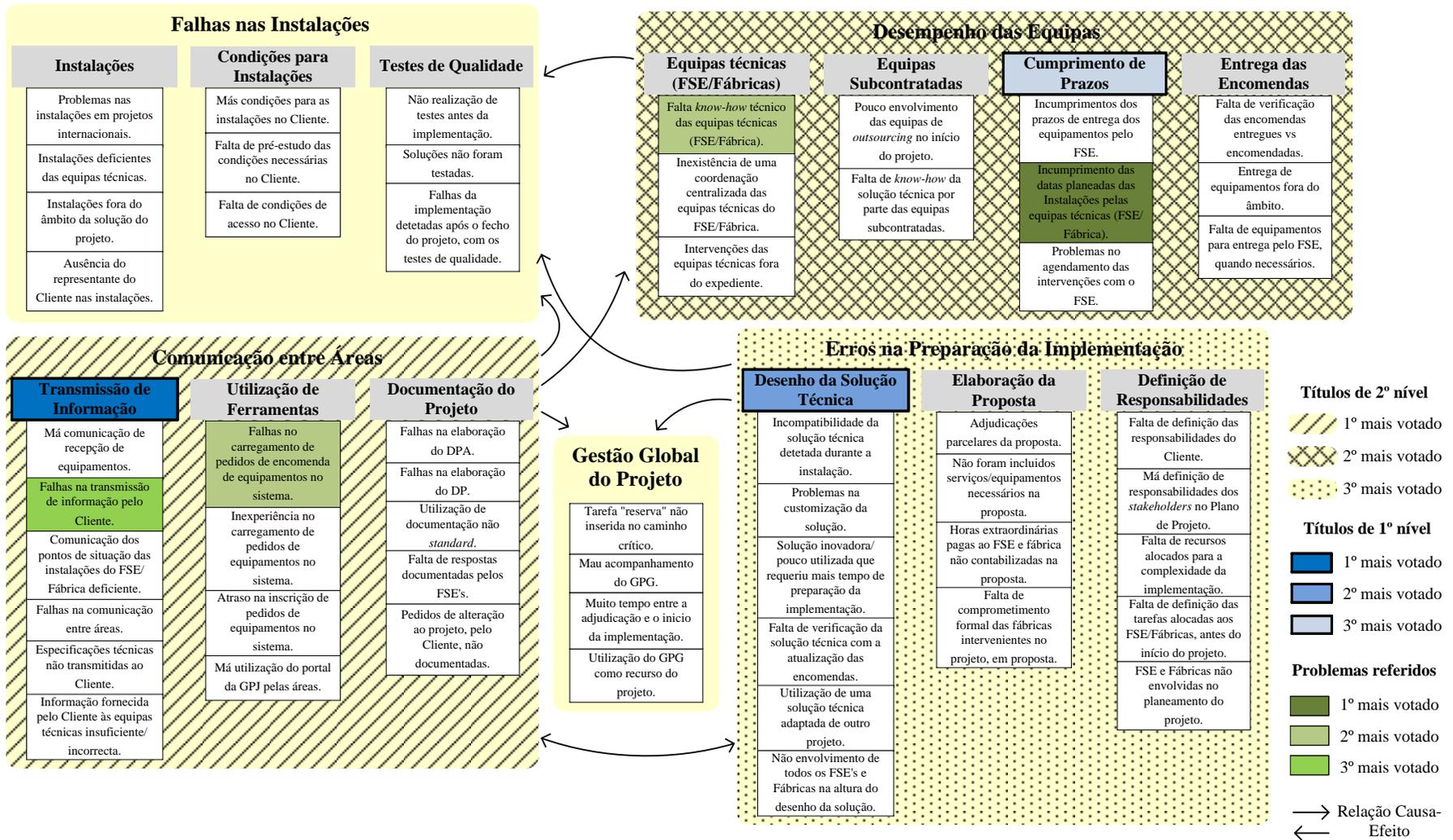


Figura 4.11 - Diagrama de Afinidades.

Tabela 4.25 - Relações Causa-efeito.

Causas		Efeitos	
Título de 2º Nível	Título de 1º Nível	Título de 1º Nível	Título de 2º Nível
Desempenho das Equipas	Equipas técnicas (FSE/Fábricas)	Instalações, Testes de Qualidade	Falhas nas Instalações
	Equipas Subcontratadas	Instalações, Testes de Qualidade	
	Cumprimento de Prazos	Instalações	
	Entrega das Encomendas	Instalações	
Comunicação entre Áreas	Transmissão de Informação	Gestão Global do Projeto Instalações, Condições para Instalações, Testes de Qualidade Equipas técnicas (FSE/Fábricas), Equipas Subcontratadas, Cumprimento de Prazos, Entrega das Encomendas Desenho da Solução Técnica, Elaboração da Proposta, Definição de Responsabilidades	Gestão Global do Projeto Falhas nas Instalações
	Utilização de Ferramentas	Gestão Global do Projeto Instalações, Testes de Qualidade Equipas técnicas (FSE/Fábricas), Equipas Subcontratadas, Cumprimento de Prazos, Entrega das Encomendas	Desempenho das Equipas
	Documentação do Projeto	Gestão Global do Projeto Instalações, Testes de Qualidade Equipas técnicas (FSE/Fábricas), Equipas Subcontratadas, Cumprimento de Prazos, Entrega das Encomendas Desenho da Solução Técnica, Elaboração da Proposta, Definição de Responsabilidades	Erros na Preparação da Implementação
Erros na Preparação da Implementação	Desenho da Solução Técnica	Gestão Global do Projeto Instalações Documentação do Projeto	Falhas nas Instalações
	Elaboração da Proposta	Gestão Global do Projeto Instalações Transmissão de Informação	Comunicação entre Áreas
	Definição de Responsabilidades	Gestão Global do Projeto Instalações, Condições para Instalações, Testes de Qualidade Transmissão de Informação	Gestão Global do Projeto

4.3.2.2. Diagrama dos 5 Porquês

Através de uma análise do ponto 4.1.2. Voz do Cliente (VOC), juntamente com o diagrama de afinidades da figura 4.11, é possível reunir um grupo de possíveis causas-raiz que originam o problema principal detetado na fase Definir: “Elevado número de projetos não implementados no prazo acordado”.

Também, através da análise dos fluxogramas em do anexo XI e do mapa de fluxo de valor da figura 4.10, obtém-se uma visão da raiz das causas detetadas.

Consultando o ponto 4.1.2. Voz do Cliente (VOC) é possível observar que, segundo a opinião do Consumidor, as 3 principais razões que levam ao elevado número de projetos não implementados dentro do prazo estabelecido são:

1. Incumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução;
2. Falhas na gestão de riscos do projeto;
3. Falta de consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.

Uma vez que o primeiro e o último ponto acima descritos já foram mencionados no diagrama de afinidades da figura 4.11, recorreu-se à ferramenta dos 5 porquês para detetar as causas-raiz do problema “falhas na gestão de riscos do projeto”, questionando-se 5 vezes “porquê?” até ser alcançado um nível de profundidade suficiente representativo das reais causas do problema (ver figura 4.12). No diagrama apresentado na figura 4.12, encontram-se as causas-raiz destacadas nas caixas a cinzento.

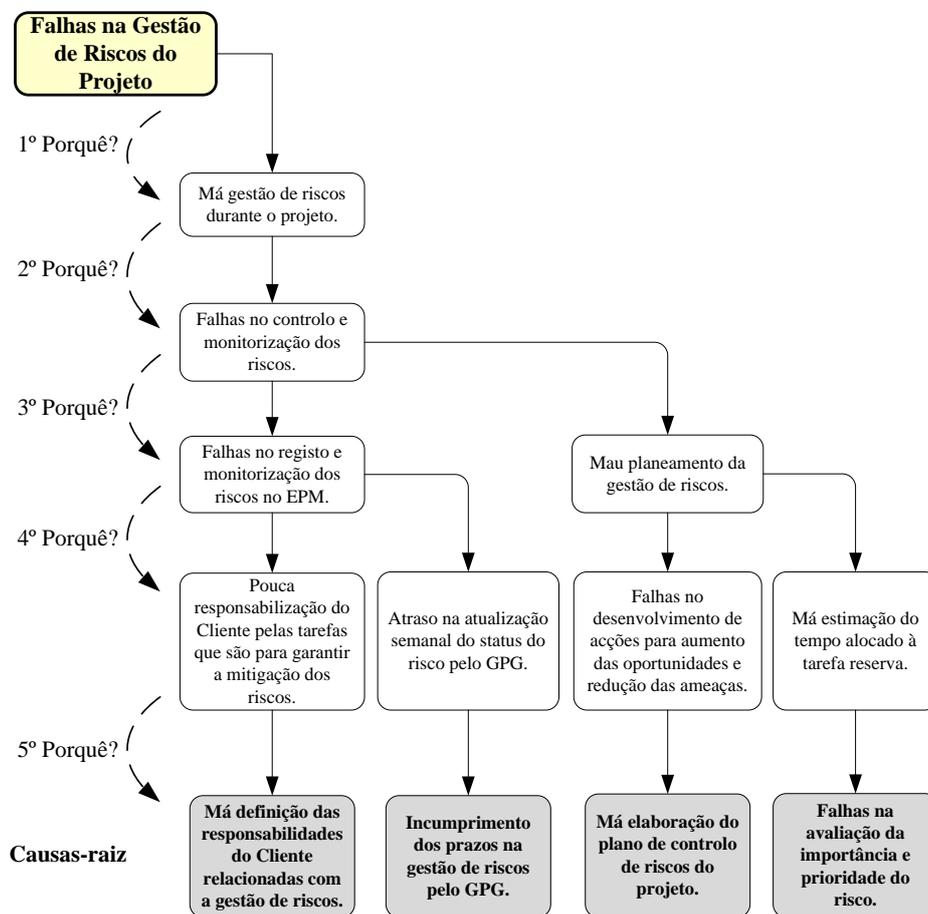


Figura 4.12 – Diagrama dos 5 Porquês.

4.3.2.3. Diagrama de Ishikawa

Nesta fase juntaram-se os resultados obtidos da análise das ferramentas Fluxograma, Mapa de Fluxo de Valor, *Brainstorming*, Diagrama de Afinidades e Diagrama dos 5 Porquês.

Todas as causas ocorridas e potenciais que conduziram ao principal efeito “*Elevado número de projetos não implementados no prazo acordado*”, foram agora organizadas e agrupadas num diagrama de *Ishikawa* ou Espinha-de-Peixe, por vários níveis de acordo com o detalhe de cada causa (ver figura 4.13). Na figura 4.13 todas as causas (reais e potenciais) conducentes ao efeito apresentado na ponta final do diagrama foram agrupadas. As causas estão inseridas em 5 categorias, que correspondem aos títulos de 2º nível utilizados no diagrama de afinidades (figura 4.11). Dentro dessas categorias estão inseridas as causas subdivididas em 2 níveis, e cada uma delas tem um efeito sobre o cumprimento dos prazos de implementação.

4.3.1. Priorização das Causas-raiz do Problema

Com o objetivo de determinar qual o impacto de cada causa nas prioridades do Cliente, construiu-se uma matriz Causa-Efeito, apresentada na tabela 4.26. Com um conjunto tão extenso de causas, a utilização desta matriz mostrou-se essencial para a seleção das mais importantes, recorrendo-se às necessidades do Cliente. Estas são traduzidas pelos CTQ's já determinados anteriormente na fase Definir.

Representando os *outputs* do processo, os CTQ's ajudam a definir quais as causas mais significativas na perspectiva do consumidor final. Os mesmos foram inseridos no topo da matriz, e classificados numa escala de 1 a 10, em que 1 representa o mínimo grau de importância e 10 o máximo, no que diz respeito à satisfação do Cliente. Estas classificações, dado a importância dos CTQ's, têm avaliações muito semelhantes, porém pontuou-se a “Execução do Projeto” como a mais importante das três, dado à grande influência na satisfação do Consumidor.

Na lateral esquerda da matriz estão descritas todas as causas inseridas no diagrama de *Ishikawa* (figura 4.13), divididas em 3 níveis. Estas causas representam os *inputs* do processo e para cada um deles é feita uma análise correlativa com cada um dos fatores críticos de qualidade do processo. Uma classificação 1 significa a existência de uma correlação baixa, a classificação 3 uma correlação moderada, a classificação 9 uma correlação forte, e a classificação em branco entre o *input* e o *output* indica a inexistência de relação entre os dois. Os valores estão no centro da matriz e foram dados com um conhecimento detalhado do processo e da relação de cada um dos *inputs* com os *outputs*.

Dentro deste vasto leque de causas possíveis detetadas, deu-se prioridade aquelas com resultados de correlação múltipla superiores. Nas últimas duas colunas da matriz estão os resultados do somatório dos produtos das classificações dos *inputs* e *outputs*, e no final da tabela estão os resultados separados por CTQ.

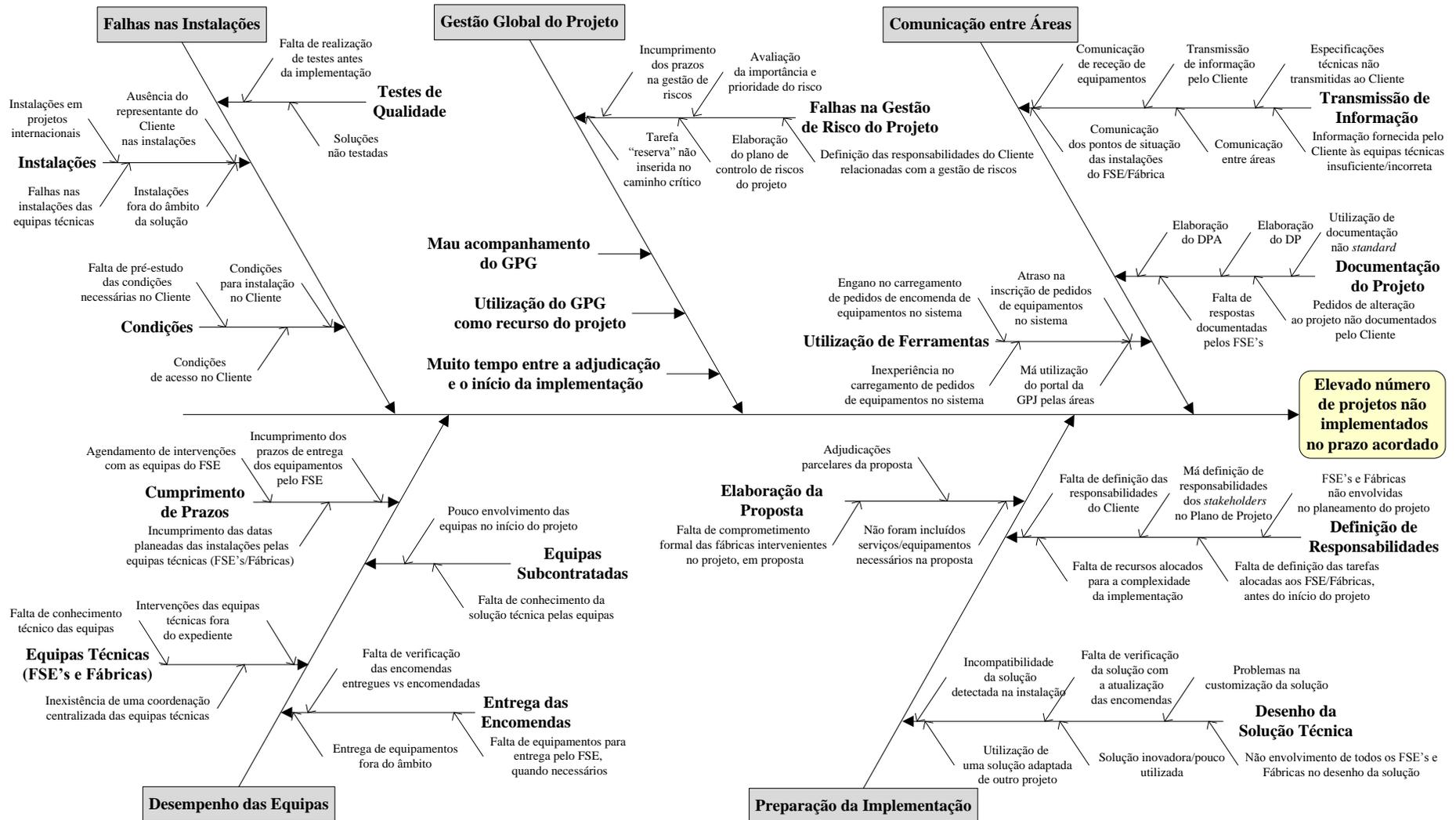


Figura 4.13 – Diagrama de Ishikawa.

Tabela 4.26 - Matriz Causa-Efeito.

			CTQ			Total	
			Duração do Projeto	Gestão de Riscos do Projeto	Execução Técnica		
Grau de importância para o Cliente			8	9	10		
Causas			Grau de correlação entre as Causas e CTQ				
1	Falhas nas Instalações	Instalações	Instalações em projetos internacionais	3		3	54
2			Ausência do representante do Cliente nas instalações	3		3	54
3			Falhas nas instalações das equipas técnicas	3		9	114
4			Instalações fora do âmbito da solução	3		9	114
5		Testes de Qualidade	Falta de realização de testes antes da implementação	3		9	114
6			Soluções não testadas	3		9	114
7		Condições	Falta de pré-estudo das condições necessárias no Cliente	3		9	114
8			Condições para instalação no Cliente	3		9	114
9			Condições de acesso no Cliente	3		9	114
10	Gestão Global do Projeto	Falhas na Gestão de Riscos do Projeto	Avaliação da importância e prioridade do risco		9		81
11			Incumprimento dos prazos na gestão de riscos	1	9		89
12			Definição das responsabilidades do Cliente relacionadas com a gestão de riscos		9		81
13			Elaboração do plano de controlo de riscos do projeto	3	9	3	135
14			Tarefa "reserva" não inserida no caminho crítico	1	9		89
15		Muito tempo entre a adjudicação e o início da implementação	-	9			72
16		Mau acompanhamento do GPG	-	1	9	1	99
17	Utilização do GPG como recurso do projeto	-			9	90	
18	Comunicação entre Áreas	Utilização de Ferramentas	Engano no carregamento de pedidos de encomenda de equipamentos no sistema	3		3	54
19			Atraso na inscrição de pedidos de equipamentos no sistema	3		3	54
20			Inexperiência no carregamento de pedidos de equipamentos no sistema	3		3	54
21			Má utilização do portal da GPJ pelas áreas	3	1	3	63
22		Transmissão de Informação	Comunicação de receção de equipamentos			9	90
23			Transmissão de informação pelo Cliente	3	3	9	141
24			Especificações técnicas não transmitidas ao Cliente			3	30
25			Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica	3		9	114
26			Comunicação entre áreas	3	1	9	123
27		Informação fornecida pelo Cliente às equipas técnicas insuficiente/incorreta			9	90	
28		Documentação do Projeto	Elaboração do DPA		3	3	57
29			Elaboração do DP		3	3	57
30			Utilização de documentação não <i>standard</i>		3	3	57
31			Falta de respostas documentadas pelos FSE's			3	30
32			Pedidos de alteração ao projeto não documentados pelo Cliente			3	30

Tabela 4.26 - Matriz Causa-Efeito (cont.).

33	Desempenho das Equipas	Equipas Técnicas (FSE's e Fábricas)	Falta de conhecimento técnico das equipas	3		9	114
34			Intervenções das equipas técnicas fora do expediente	9		9	162
35			Inexistência de uma coordenação centralizada das equipas técnicas	1		9	98
36		Cumprimento de Prazos	Agendamento de intervenções com as equipas do FSE	9		9	162
37			Incumprimento dos prazos de entrega dos equipamentos pelo FSE	9		9	162
38			Incumprimento das datas planeadas das instalações pelas equipas técnicas (FSE's/Fábricas)	9		9	162
39		Equipas Subcontratadas	Pouco envolvimento das equipas no início do projeto			3	30
40			Falta de conhecimento da solução técnica pelas equipas			9	90
41		Entrega das Encomendas	Falta de verificação das encomendas entregues vs encomendadas			9	90
42			Entrega de equipamentos fora do âmbito			9	90
43	Falta de equipamentos para entrega pelo FSE, quando necessários		1		9	98	
44	Preparação da Implementação	Elaboração da Proposta	Adjudicações parcelares da proposta			3	30
45			Falta de comprometimento formal das fábricas intervenientes no projeto, em proposta			9	90
46			Não foram incluídos serviços/equipamentos necessários na proposta			9	90
47		Definições de Responsabilidades	Falta de definição das responsabilidades do Cliente		3	3	57
48			Má definição de responsabilidades dos stakeholders no Plano de Projeto		3	3	57
49			FSE's e Fábricas não envolvidas no planeamento do projeto			3	30
50			Falta de recursos alocados para a complexidade da implementação			9	90
51			Falta de definição das tarefas alocadas aos FSE/Fábricas, antes do início do projeto	3		9	114
52		Desenho da Solução Técnica	Incompatibilidade da solução detetada na instalação	3		9	114
53			Falta de verificação da solução com a atualização das encomendas	1		3	38
54	Problemas na customização da solução		1		3	38	
55	Utilização de uma solução adaptada de outro projeto		1		9	98	
56	Solução inovadora/pouco utilizada		1		9	98	
57	Não envolvimento de todos os FSE's e Fábricas no desenho da solução			3	30		
Total				912	666	3340	

Já com os valores das correlações determinados, foram selecionadas as causas-raiz com maior classificação. Para isso utilizou-se a ferramenta diagrama de Pareto, considerando uma relação de cerca de 30%-47%, para selecionar apenas um grupo de causas com maior nível de correlação. Foram calculadas as frequências de cada correlação entre a causa e os CTQ's, apresentadas na tabela 4.27.

Tabela 4.27 – Frequências das correlações das causas.

	Causas	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Relativa Acumulada (%)
34	Intervenções das equipas técnicas fora do expediente	162	3,29	3,29
36	Agendamento de intervenções com as equipas do FSE	162	3,29	6,59
37	Incumprimento dos prazos de entrega dos equipamentos pelo FSE	162	3,29	9,88
38	Incumprimento das datas planeadas das instalações pelas equipas técnicas (FSE's/Fábricas)	162	3,29	13,18
23	Transmissão de informação pelo Cliente	141	2,87	16,04
13	Elaboração do plano de controlo de riscos do projeto	135	2,75	18,79
26	Comunicação entre áreas	123	2,50	21,29
3	Falhas nas instalações das equipas técnicas	114	2,32	23,61
4	Instalações fora do âmbito da solução	114	2,32	25,93
5	Falta de realização de testes antes da implementação	114	2,32	28,24
6	Soluções não testadas	114	2,32	30,56
7	Falta de pré-estudo das condições necessárias no Cliente	114	2,32	32,88
8	Condições para instalação no Cliente	114	2,32	35,20
9	Condições de acesso no Cliente	114	2,32	37,52
25	Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica	114	2,32	39,83
33	Falta de conhecimento técnico das equipas	114	2,32	42,15
51	Falta de definição das tarefas alocadas aos FSE/Fábricas, antes do início do projeto	114	2,32	44,47
52	Incompatibilidade da solução detetada na instalação	114	2,32	46,79
16	Mau acompanhamento do GPG	99	2,01	48,80
35	Inexistência de uma coordenação centralizada das equipas técnicas	98	1,99	50,79
43	Falta de equipamentos para entrega pelo FSE, quando necessários	98	1,99	52,79
55	Utilização de uma solução adaptada de outro projeto	98	1,99	54,78
56	Solução inovadora/pouco utilizada	98	1,99	56,77
17	Utilização do GPG como recurso do projeto	90	1,83	58,60
22	Comunicação de receção de equipamentos	90	1,83	60,43
27	Informação fornecida pelo Cliente às equipas técnicas insuficiente/incorrecta	90	1,83	62,26
40	Falta de conhecimento da solução técnica pelas equipas	90	1,83	64,09
41	Falta de verificação das encomendas entregues vs encomendadas	90	1,83	65,92
42	Entrega de equipamentos fora do âmbito	90	1,83	67,75
45	Falta de comprometimento formal das fábricas intervenientes no projeto, em proposta	90	1,83	69,58
46	Não foram incluídos serviços/equipamentos necessários na proposta	90	1,83	71,41
50	Falta de recursos alocados para a complexidade da implementação	90	1,83	73,24
11	Incumprimento dos prazos na gestão de riscos	89	1,81	75,05
14	Tarefa "reserva" não inserida no caminho crítico	89	1,81	76,86
10	Avaliação da importância e prioridade do risco	81	1,65	78,51
12	Definição das responsabilidades do Cliente relacionadas com a gestão de riscos	81	1,65	80,15
15	Muito tempo entre a adjudicação e o início da implementação	72	1,46	81,62
21	Má utilização do portal da GPJ pelas áreas	63	1,28	82,90
28	Elaboração do DPA	57	1,16	84,06
29	Elaboração do DP	57	1,16	85,22
30	Utilização de documentação não <i>standard</i>	57	1,16	86,38
47	Falta de definição das responsabilidades do Cliente	57	1,16	87,54
48	Má definição de responsabilidades dos <i>stakeholders</i> no Plano de Projeto	57	1,16	88,69
1	Instalações em projetos internacionais	54	1,10	89,79
2	Ausência do representante do Cliente nas instalações	54	1,10	90,89
18	Engano no carregamento de pedidos de encomenda de equipamentos no sistema	54	1,10	91,99
19	Atraso na inscrição de pedidos de equipamentos no sistema	54	1,10	93,09
20	Inexperiência no carregamento de pedidos de equipamentos no sistema	54	1,10	94,18
53	Falta de verificação da solução com a atualização das encomendas	38	0,77	94,96
54	Problemas na customização da solução	38	0,77	95,73
24	Especificações técnicas não transmitidas ao Cliente	30	0,61	96,34
31	Falta de respostas documentadas pelos FSE's	30	0,61	96,95
32	Pedidos de alteração ao projeto não documentados pelo Cliente	30	0,61	97,56
39	Pouco envolvimento das equipas no início do projeto	30	0,61	98,17
44	Adjudicações parcelares da proposta	30	0,61	98,78
49	FSE's e Fábricas não envolvidas no planeamento do projeto	30	0,61	99,39
57	Não envolvimento de todos os FSE's e Fábricas no desenho da solução	30	0,61	100,00

Através de uma observação do gráfico de Pareto a da figura 4.14 verifica-se que cerca de 30% das causas-raiz são representativas de 47% das correlações.

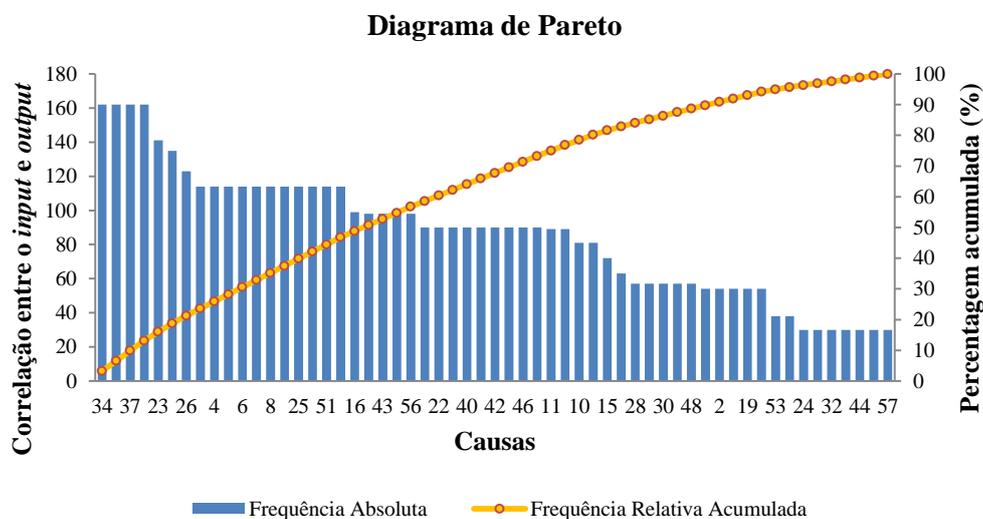


Figura 4.14 - Diagrama de Pareto.

Com a utilização das ferramentas apropriadas chegou-se assim ao principal objetivo desta fase do ciclo DMAIC, que é a determinação das causas-raiz prováveis originárias do problema detetado inicialmente na fase *Define*.

Concluindo esta etapa, na tabela 4.28 estão então listados os fatores principais, na perspetiva do Consumidor, que podem causar o elevado número de projetos não implementados dentro dos prazos estabelecidos.

Tabela 4.28 - Causas-raiz priorizadas.

Causas de 2º nível		Causas-raiz
34	Equipas Técnicas (FSE's e Fábricas)	Intervenções das equipas técnicas fora do expediente
36	Cumprimento de Prazos	Agendamento de intervenções com as equipas do FSE
37		Incumprimento dos prazos de entrega dos equipamentos pelo FSE
38		Incumprimento das datas planeadas das instalações pelas equipas técnicas (FSE's/Fábricas)
23	Transmissão de Informação	Transmissão de informação pelo Cliente
13	Falhas na Gestão de Riscos do Projeto	Elaboração do plano de controlo de riscos do projeto
26	Transmissão de Informação	Comunicação entre áreas
3	Instalações	Falhas nas instalações das equipas técnicas
4		Instalações fora do âmbito da solução
5	Testes de Qualidade	Falta de realização de testes antes da implementação
6		Soluções não testadas
7	Condições	Falta de pré-estudo das condições necessárias no Cliente
8		Condições para instalação no Cliente
9		Condições de acesso no Cliente
25	Transmissão de Informação	Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica
33	Equipas Técnicas (FSE's e Fábricas)	Falta de conhecimento técnico das equipas
51	Definições de Responsabilidades	Falta de definição das tarefas alocadas aos FSE/Fábricas, antes do início do projeto
52	Desenho da Solução Técnica	Incompatibilidade da solução detetada na instalação

4.4. Fase Melhorar (*Improve*)

O objetivo principal desta quarta fase do ciclo DMAIC foi a determinação das potenciais soluções a serem implementadas. Com o envolvimento das diversas áreas, foi determinado um conjunto de possíveis soluções para eliminação de cada causa-raiz. Foi feita uma priorização e uma filtragem das soluções a serem implementadas, recorrendo-se a critérios de importância para a organização.

4.4.1. Identificação das Potenciais Soluções

Já com as principais causas-raiz determinadas, identificaram-se agora potenciais soluções para resolução das mesmas. A realização de sessões de *brainstorming* com os representantes dos diferentes intervenientes nos projetos, permitiu assim obter uma lista de soluções que pudessem eliminar as prováveis causas do problema de projetos não implementados nos prazos acordados.

Na tabela 4.29 estão descritas as 24 soluções identificadas tal como as causas associadas a cada uma delas, dando uma perceção das áreas para melhoria abrangidas por cada solução.

Tabela 4.29 - Soluções Propostas.

	Soluções Propostas	Causas-raiz
A	Definição das alocações das equipas técnicas feita em reunião, na fase de Proposta, com o envolvimento e consentimento de todas as áreas do projeto, com a informação detalhada de todos os intervenientes nas instalações.	3, 34, 36 e 51
B	Definir em Proposta taxas fixas cobradas por instalações/deslocações fora do planeamento, suportadas pelo Cliente ou Fornecedor de acordo com quem for o responsável por estas.	34 e 38
C	Definição das equipas técnicas com base em testes de conhecimento sobre a solução técnica, dados pelas Fábricas e Fornecedores.	33
D	Ações de formação sobre a solução dadas antes das intervenções às equipas técnicas por especialistas do produto, garantindo o acesso das equipas a toda a informação necessária.	33
E	Avaliação a cada interveniente das equipas técnicas, feita por todas as áreas participantes no projeto, realizadas em fase de encerramento do projeto.	33
F	Exigir equipamentos pré-configurados aos fornecedores com um histórico de avaliação baixa das suas equipas técnicas.	3 e 33
G	Definir custos adicionais ao Cliente na ocorrência de cancelamentos das intervenções planeadas em Proposta.	36
H	Incluir no <i>template</i> "Encomendas de projeto" equipamentos de reserva para suprir a eventual falta de equipamentos durante a intervenção.	37
I	Solicitar previsões exatas de tempos de entrega de equipamentos e tempos de instalação ao Fornecedor, com base num histórico.	37
J	Solicitar data de entrega do equipamento formalizada pelo Fornecedor, como resposta aos pedidos de compra dos comerciais.	37
K	Definir formalmente uma periodicidade semanal das reuniões de ponto de situação, para evitar incumprimento de prazos pelas equipas técnicas.	25, 34 e 38
L	O documento "Encomendas de Projeto" não poderá ser alterado no decorrer do projeto por parte do Cliente.	37
M	Qualquer alteração de algum elemento do projeto, deve ser informado ao Gestor de Projeto Global e formalizado em documentação.	25 e 26
N	Acrescentar uma atividade final ao cronograma do projeto, depois da fase de Execução: "resolução de pendências".	3 e 38

Tabela 4.29 - Soluções Propostas (cont.).

O	Acrescentar no Plano de Comunicações um espaço para todo o tipo de reclamações do Cliente, feitas no portal da Gestão de Projetos.	23
P	Clarificar no Plano de Projeto que todas as comunicações do Cliente sobre o projeto devem ser feitas diretamente ao Gestor de Projeto Global.	23
Q	Imposição de utilização apenas de documentação <i>standard</i> durante o projeto.	23, 25 e 26
R	Nas reuniões de Ponto de Situação apresentar um relatório pormenorizado sobre o ponto de situação das instalações, elaborado pelos gestores das equipas, evidenciando os problemas existentes e a previsão estimada de resolução dos mesmos.	4 e 25
S	Imposição de uma Gestão de Stocks nos fornecedores para ter conhecimento das necessidades de equipamentos.	25 e 37
T	Discriminar o plano de controlo de riscos por categoria: riscos de gestão e riscos do produto.	13
U	Executar testes piloto em todos os projetos, com um limite mínimo de uma semana antes das instalações, para garantir a qualidade da solução.	4, 5 e 6
V	Na fase de Iniciação o Cliente deverá assinar um documento comprovando como atuou para garantir as condições adequadas para intervenção das equipas técnicas.	8 e 9
W	Solicitar um relatório ao Cliente, na fase de Iniciação, com a descrição detalhada de potenciais fragilidades ou necessidades de se proceder a intervenções no Cliente para preparar o terreno.	7, 8 e 9
X	Reunião entre a Pré-Venda, a Fábrica, Fornecedor e o Cliente após a elaboração do documento EPP, na fase de Proposta para verificar eventuais problemas de compatibilidade da solução técnica.	4 e 52

4.4.2. Hierarquização das Soluções

Observando a lista de soluções propostas é possível ter uma noção que todas estas são viáveis e têm possibilidade de serem implementadas, sem grandes riscos e custos financeiros significativos à organização. Sendo assim não foi filtrada nenhuma das propostas de solução, optando-se pela hierarquização das mesmas baseando-se em 4 critérios de importância para a empresa:

- i. Baixo custo de implementação
- ii. Rapidez de implementação da solução
- iii. Capacidade de resolução do problema
- iv. Baixo risco de implementação

De maneira a ordená-los por grau de importância, recorreu-se à ferramenta matriz de prioridades, estabelecendo-se um índice de priorização entre eles, com o seguinte significado:

- **5** – o critério é mais importante do que o alternativo;
- **1** – o critério tem a mesma importância do que o alternativo;
- **1/5** – o critério é menos importante do que o alternativo.

Determinou-se agora, através da matriz de prioridades apresentada na tabela 4.30, qual o critério mais importante, através da ordenação do somatório dos índices de relação entre cada um deles.

Tabela 4.30 - Matriz de Prioridades.

Matriz de prioridades dos critérios						
Critérios	i.	ii.	iii.	iv.	Total	Prioridade
i.	-	5	0,2	0,2	5,4	3°
ii.	0,2	-	0,2	0,2	0,6	4°
iii.	5	5	-	5	15	1°
iv.	5	5	0,2	-	10,2	2°
Total	10,2	15	0,6	5,4	-	-

Já com o peso que cada critério tem na estratégia da empresa determinado, foram agora relacionadas as 24 soluções com os 4 critérios, para serem então encontradas as soluções propostas com maior e menor prioridade de implementação. Para isso optou-se pela utilização da matriz de Pugh, que se caracteriza como uma ferramenta de decisão e que tem por objetivo a identificação das forças e fraquezas das potenciais soluções.

Para a construção desta matriz foi fundamental a ponderação dos critérios obtidos na tabela 4.30, selecionando-se assim as soluções com base nos pilares estratégicos da organização, já priorizados. Seguiram-se então os seguintes pontos, pela ordem indicada, até a obtenção da matriz apresentada na tabela 4.31:

1. Definiu-se uma das soluções como *baseline* para servir de elemento *standard* de comparação com as restantes soluções, neste caso a solução A.
2. De acordo com a relação de cada solução alternativa com a solução A foi indicado na matriz de Pugh com um “+”, “-“ ou “=”, caso a solução alternativa seja melhor, pior ou igual à *baseline*, respetivamente, no âmbito de cada um dos critérios.
3. Para cada solução foi calculado o somatório dos produtos entre os pesos de cada critério e os coeficientes correspondentes aos “+”, “-“ e “=”, que são 1, -1 e 0 respetivamente, obtendo-se assim os valores totais da matriz de Pugh.

Tabela 4.31 - Matriz de Pugh.

		Critério				Total
		i. Baixo custo de implementação	ii. Rapidez de implementação da solução	iii. Capacidade de resolução do problema	iv. Baixo risco de implementação	
Peso		5,4	0,6	15	10,2	
Soluções	Solução A (Baseline)	=	=	=	=	0
	Solução B	+	-	-	-	-20,4
	Solução C	-	-	+	-	-1,2
	Solução D	-	-	+	-	-1,2
	Solução E	=	-	+	-	4,2
	Solução F	-	-	+	-	-1,2
	Solução G	+	-	+	-	9,6
	Solução H	-	+	+	-	0
	Solução I	=	-	+	=	14,4
	Solução J	=	-	-	=	-15,6
	Solução K	=	+	+	=	15,6
	Solução L	+	+	=	-	-4,2
	Solução M	=	-	-	-	-25,8
	Solução N	-	+	=	-	-15
	Solução O	=	+	-	+	-4,2
	Solução P	-	+	-	=	-19,8
	Solução Q	=	+	-	-	-24,6
	Solução R	=	-	=	=	-0,6
	Solução S	-	-	+	-	-1,2
	Solução T	=	+	-	+	-4,2
Solução U	-	-	+	-	-1,2	
Solução V	=	+	+	=	15,6	
Solução W	=	=	+	=	15	
Solução X	=	+	-	+	-4,2	

Com os atributos da matriz determinados anteriormente, foi então possível definir uma priorização das soluções a implementar. No gráfico apresentado na figura 4.15, as soluções foram ordenadas pelo grau de importância calculado na matriz de Pugh, concluindo-se que as soluções V e K devem ser as primeiras a serem implementadas e depois as restantes, seguindo a ordem apresentada.



Figura 4.15 - Hierarquização das Soluções Propostas.

4.4.3. Sugestão de Implementação das Soluções Propostas

Tendo sido executado um estudo do conjunto de soluções encontradas, sustentado por técnicas de decisão, revela-se agora apropriado fazer uma análise de quais as escolhas mais acertadas, baseando-se nas soluções que mais causas-raiz poderiam ajudar a eliminar.

Observando o gráfico da hierarquização das soluções da figura 4.15 em conjunto com a tabela das soluções propostas (ver tabela 4.29), limitou-se o número de soluções a implementar, escolhendo as soluções pelo maior número de causas abrangidas por cada uma (ver tabela 4.29) juntamente com a ordenação obtida através da matriz de Pugh (ver figura 4.15). Desta forma, considerou-se suficiente e mais económico reduzir o número de soluções para 10, englobando da mesma maneira todas as causas-raiz principais detetadas na secção anterior. Consideraram-se assim as seguintes soluções, a serem implementadas na sequência que se segue:

1. **Solução K:** Definir formalmente uma periodicidade semanal das reuniões de ponto de situação, para evitar incumprimento de prazos pelas equipas técnicas.

Intervenientes: Gestor de Projeto Global.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica, Intervenções das equipas técnicas fora do expediente e Incumprimento das datas planeadas das instalações pelas equipas técnicas (FSE's/Fábricas).

- Solução W:** Solicitar um relatório ao Cliente, na fase de Iniciação, com a descrição detalhada de potenciais fragilidades ou necessidades de se proceder a intervenções no Cliente para preparar o terreno.

Intervenientes: Gestor de Projeto Global e Cliente.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Falta de pré-estudo das condições necessárias no Cliente, Condições para instalação no Cliente e Condições de acesso no Cliente.

- Solução I:** Solicitar previsões exatas de tempos de entrega de equipamentos e tempos de instalação ao Fornecedor, com base num histórico.

Intervenientes: Gestor de Projeto Global e Fornecedor.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Incumprimento dos prazos de entrega dos equipamentos pelo FSE.

- Solução E:** Avaliação a cada interveniente das equipas técnicas, feita por todas as áreas participantes no projeto, realizadas em fase de encerramento do projeto.

Intervenientes: Todas as áreas alocadas ao projeto.

Custo: Médio.

Causas-raiz abrangidas: Falta de conhecimento técnico das equipas.

- Solução A:** Definição das alocações das equipas técnicas feita em reunião, na fase de Proposta, com o envolvimento e consentimento de todas as áreas do projeto, com a informação detalhada de todos os intervenientes nas instalações.

Intervenientes: Todas as áreas alocadas ao projeto.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Falhas nas instalações das equipas técnicas, Intervenções das equipas técnicas fora do expediente, Agendamento de intervenções com as equipas do FSE e Falta de definição das tarefas alocadas aos FSE/Fábricas, antes do início do projeto.

6. **Solução R:** Nas reuniões de Ponto de Situação apresentar um relatório pormenorizado sobre o ponto de situação das instalações, elaborado pelos gestores das equipas, evidenciando os problemas existentes e a previsão estimada de resolução dos mesmos.

Intervenientes: Fornecedores e Fábricas.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Instalações fora do âmbito da solução e Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica.

7. **Solução U:** Executar testes piloto em todos os projetos, com um limite mínimo de uma semana antes das instalações, para garantir a qualidade da solução.

Intervenientes: Fornecedores e Fábricas.

Custo: Alto.

Causas-raiz abrangidas: Instalações fora do âmbito da solução, Falta de realização de testes antes da implementação e Soluções não testadas.

8. **Solução T:** Discriminar o plano de controlo de riscos por categoria: riscos de gestão e riscos do produto.

Intervenientes: Gestor de Projeto Global.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Elaboração do plano de controlo de riscos do projeto.

9. **Solução X:** Reunião entre a Pré-Venda, a Fábrica, Fornecedor e o Cliente após a elaboração do documento EPP, na fase de Proposta para verificar eventuais problemas de compatibilidade da solução técnica.

Intervenientes: Pré-Venda, Fábrica, Fornecedor e Cliente.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Instalações fora do âmbito da solução e Incompatibilidade da solução detetada na instalação.

10. Solução Q: Imposição de utilização apenas de documentação *standard* durante o projeto.

Intervenientes: Gestor de Projeto Global.

Custo: Baixo.

Causas-raiz abrangidas: Transmissão de informação pelo Cliente, Comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica e Comunicação entre áreas.

É visível que a grande maioria das soluções propostas apresenta uma previsão de custo de implementação baixo, o que indica que estas melhorias não requerem um investimento financeiro muito avultado da organização.

4.5. Fase Controlar (*Control*): Ferramentas Sugeridas

Esta é a última fase do ciclo DMAIC e tem como principal foco a instituição de novas práticas e procedimentos para garantir que todos os ganhos tenham resultados duradouros.

Sugeriu-se a criação e aplicação de procedimentos que garantam a aprendizagem dos novos conceitos a serem implementados, ajudando os colaboradores a assimilarem os resultados do conceito *Lean Seis Sigma* na Gestão de Projetos.

Atingir as metas definidas inicialmente na fase *Define* dependerá muito do controlo dos novos processos, e para tal é essencial inculcar em todos os colaboradores as novas informações através de ferramentas de apoio como:

- **Documentação e manuais com os novos procedimentos melhorados:** esta ação irá permitir o acesso a informação importante para consulta de todos os colaboradores. Toda a informação e novas ferramentas deverão ser transmitidas às equipas responsáveis por cada processo.

- **Auditorias internas aos novos processos e procedimentos:** este método, já em funcionamento na organização, deverá ser agora aplicado para auditar os novos procedimentos implementados, garantindo assim o cumprimento dos mesmos por parte de todas as equipas de colaboradores.
- **Formação aos colaboradores e às equipas de projeto:** as ações de formação deverão facilitar a familiarização dos novos procedimentos a todos os colaboradores que estão em contacto com os processos melhorados. Estas formações deverão servir também para incutir em todas as equipas de colaboradores um espírito crítico e de melhoria contínua sobre os processos, de maneira a serem descobertos outros possíveis problemas e determinadas as suas causas.
- **Medição dos níveis sigma:** será importante estabelecer uma periodicidade para medição dos níveis sigma. De acordo com os métodos de cálculo dos níveis sigma apresentados na fase *Measure*, deverão ser agora calculados no final de cada novo projeto implementado, de maneira a acompanhar a evolução dos resultados.

Aplicando estas 4 medidas sugeridas, irá ser garantida a manutenção das novas soluções implementadas no processo de Gestão de Projetos, sendo provável alcançar os níveis sigma propostos inicialmente e conseqüentemente uma diminuição do número de projetos não implementados nos prazos definidos.

5. Principais Conclusões e Recomendações

A elaboração desta dissertação visou a aplicação da metodologia *Lean Seis Sigma* no sector de serviços, mais precisamente na Gestão de Projetos. Foi realizada uma pesquisa aprofundada da literatura atual, através de artigos e livros atuais e credíveis.

Estabeleceu-se uma proposta metodológica baseada no ciclo DMAIC, implementando-a neste caso específico de gestão de projetos, permitindo assim propor melhorias importantes na metodologia de gestão de projetos utilizada atualmente pela organização. Foram adaptadas algumas ferramentas e métodos estatísticos que melhor se adequassem à natureza do processo em estudo, durante a implementação do DMAIC.

Inicialmente, na fase *Define* da implementação, detetou-se a ocorrência de um problema que afeta a gestão dos projetos: elevada taxa de projetos implementados em atraso relativamente às datas acordadas (42% num histórico de projetos implementados), verificando-se numa perda significativa para a organização, na ordem dos 36773,39 euros (entre 2006 e 2010) associados a essa situação.

Numa segunda fase (Medir), detetaram-se 3 áreas críticas para a satisfação do Cliente, com base da VOC (Voz do Cliente): duração do projeto, gestão de riscos do projeto e execução técnica do projeto. Recorrendo-se a uma recolha de dados, foi medida a *performance* atual do processo, de acordo com essas 3 áreas, observando-se níveis sigma de: 2,49 σ (duração), 3,55 σ (gestão de riscos) e 1,75 σ (execução técnica). Para todas as áreas foi proposta uma meta equivalente a 4 sigma (6210 DPMO), por garantir um desempenho significativo do processo (99,4%) admitindo-se atingível dentro do prazo disponível. Como consequência desta fase do ciclo DMAIC obteve-se uma perceção de que a área mais crítica no processo está relacionada com a execução técnica, apresentando o nível sigma que mais se afasta do objetivo proposto, o que leva a crer que a grande causa do problema poderá estar concentrada em falhas nos trabalhos das equipas técnicas.

A terceira fase do ciclo (fase Analisar) permitiu alcançar uma lista de principais causas-raiz que podem estar na origem ao problema detetado, nomeadamente:

- Intervenções das equipas técnicas fora do expediente;
- Problemas no agendamento de intervenções com as equipas do FSE;
- Incumprimento dos prazos de entrega dos equipamentos pelo FSE;
- Incumprimento das datas planeadas das instalações pelas equipas técnicas (FSE's/Fábricas);

- Falhas na transmissão de informação pelo Cliente;
- Problemas na elaboração do plano de controlo de riscos do projeto;
- Dificuldades na comunicação entre áreas do projeto;
- Falhas nas instalações das equipas técnicas;
- Instalações fora do âmbito da solução técnica;
- Falta de realização de testes antes da implementação;
- Soluções não testadas;
- Falta de pré-estudo das condições necessárias no Cliente;
- Condições deficientes no estabelecimento do Cliente, para instalação das equipas técnicas;
- Más condições de acesso no Cliente;
- Má comunicação dos pontos de situação das instalações do FSE/Fábrica;
- Falta de conhecimento técnico das equipas técnicas;
- Falta de definição das tarefas alocadas aos FSE's/Fábricas, antes do início do projeto;
- Incompatibilidades da solução técnica, detetada na instalação.

A fase *Improve* revelou-se fulcral por ter permitido detetar um conjunto de soluções para eliminação das causas-raiz, incidindo assim sobre o problema, e possibilitando consequentemente um aumento do desempenho do processo. Através da utilização de ferramentas adequadas, conclui-se que a implementação das seguintes soluções poderá vir a combater o problema identificado da gestão de projetos desta organização:

- Definir formalmente uma periodicidade semanal das reuniões de ponto de situação, para evitar incumprimento de prazos pelas equipas técnicas;
- Solicitar um relatório ao Cliente, na fase de Iniciação, com a descrição detalhada de potenciais fragilidades ou necessidades de se proceder a intervenções no Cliente para preparar o terreno;
- Solicitar previsões exatas de tempos de entrega de equipamentos e tempos de instalação ao Fornecedor, com base num histórico;
- Avaliação a cada interveniente das equipas técnicas, feita por todas as áreas participantes no projeto, realizadas em fase de encerramento do projeto;
- Definição das alocações das equipas técnicas feita em reunião, na fase de Proposta, com o envolvimento e consentimento de todas as áreas do projeto, com a informação detalhada de todos os intervenientes nas instalações;

- Nas reuniões de Ponto de Situação apresentar um relatório pormenorizado sobre o ponto de situação das instalações, elaborado pelos gestores das equipas, evidenciando os problemas existentes e a previsão estimada de resolução dos mesmos;
- Executar testes piloto em todos os projetos, com um limite mínimo de uma semana antes das instalações, para garantir a qualidade da solução;
- Discriminar o plano de controlo de riscos por categoria: riscos de gestão e riscos do produto;
- Reunião entre a Pré-Venda, a Fábrica, Fornecedor e o Cliente após a elaboração do documento EPP, na fase de Proposta para verificar eventuais problemas de compatibilidade da solução técnica;
- Imposição de utilização apenas de documentação *standard* durante o projeto.

Na última fase do DMAIC, propuseram-se ferramentas e métodos de controlo e monitorização do processo (com as soluções implementadas), baseadas sobretudo em auditorias internas, ações de formação a colaboradores, elaboração de manuais ou medições periódicas do nível sigma do processo.

Saliente-se ainda a integração da ferramenta *Data Mining*, no ciclo DMAIC, para Análise de Conteúdo. Esta ferramenta mostrou-se de grande utilidade na seleção e estratificação de dados em inquéritos de resposta aberta feitos ao Cliente.

A utilização da ferramenta *lean VSM*, adaptado à gestão de projetos, evidenciando a média de duração das atividades principais e os pontos positivos e negativos fora de intervalos de confiança correspondentes a um determinado grau de confiança, revelou-se também bastante útil para identificar a atividade com maior variabilidade no processo. Esta adaptação poderá ser aplicada em trabalhos futuros no contexto de gestão de projetos, em que as variações de durações de atividades e suas interações sejam particularmente revelantes.

Conclui-se no presente trabalho que através do método DMAIC integrado nos processos da Gestão de Projetos, baseados nas normas do *Project Management Institute* (PMI), poderá obter-se melhorias nos processos permitindo um nível de eficiência superior e aumento a satisfação de clientes.

Em projetos futuramente desenvolvidos relacionando o modelo PMI (Gestão de Projetos) com o modelo DMAIC (*Lean Seis Sigma*) sugere-se uma integração de ferramentas *Lean Seis Sigma* na metodologia PMI de gestão de projetos, como por exemplo, mapeamentos iniciais do processo SIPOC na fase de Iniciação, a integração de medições dos CTQ's do projeto na fase de Planeamento, ou planos de recolha e análise de dados nas fases de Execução e Monitorização.

Referências Bibliográficas

- Adair, C. B., & Murray, B. A. (1996). *Revolução Total dos Processos: Estratégias para maximizar o valor do cliente*. (C. Youssef, Trad.) São Paulo: Nobel.
- Almeida, A. T., & Souza, F. M. (2000). *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Recife: UFPE.
- Altekar, R. V. (2005). *Supply Chain Management: Concepts And Cases* (1ª ed.). New Delhi: Prentice-Hall.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2001). A strategy for survival. *Manufacturing Engineer*, pp. 119-121.
- Bairrão, J. (2010). *Implementação da Metodologia 6 Sigma no Processo de Facturação*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Baptista, S. G., & Cunha, M. B. (20 de Junho de 2007). Estudo de usuários : visão global dos métodos de coleta de dados. *Perspectivas em Ciência da Informação*, Vol. 12, pp. 168-184.
- Bass, I. (2007). *Six Sigma Statistics with Excel and Minitab* (1ª ed.). New York: Mc-Graw-Hill.
- Bicheno, J. (2008). *The Lean Toolbox for Service Systems*. Buckingham: PICSIE Books.
- Breyfogle III, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods* (2ª ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Brook, Q. (2010). *Lean Six Sigma and Minitab: The Complete Toolbox Guide for All Lean Six Sigma Practitioners* (3ª ed.). Opex Resources Ltd.
- Campos, M. S. (2002). Seis Sigma: Presente e futuro. *Congresso SAE Brasil*. São Paulo, Brasil.
- Castro, R. A. (2010). *Six Sigma*. Lisboa.
- De Feo, J. A., & Bar-El, Z. (2002). Creating strategic change more efficiently with a new Design for Six Sigma process. *Journal of Change Management*, Vol. 3, pp. 60-80.
- Emiliani, M. L. (2006). Origins of lean management in America: The role of Connecticut businesses. *Journal of Management History*, Vol. 12, pp. 167-184.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. USA: McGraw-Hill.
- George, M. L., Rowlands, D., & Kastle, B. (2008). *O que é o "Lean Six Sigma"?* (M. P. da Silva, Trad.) Lisboa: Actual Editora.
- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed*. New York: McGraw-Hill.

- Hahn, G. J., Doganaksoy, N., & Hoerl, R. (2000). The Evolution of Six Sigma. *Quality Engineering, Vol. 12*, pp. 317-326.
- Hanna, J. (2007). Bringing 'Lean' Principles to Service Industries. *Harvard Business School*, pp. 1-2.
- Henriques, E., & Peças, P. (2009). *Gestão da Produção*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff Business School. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2008). *Staying Lean: thriving, not just surviving*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre.
- Hutchins, D. (1999). *Just in Time* (2ª ed.). Hampshire: Gower.
- Instituto Nacional de Estatística. (Agosto de 2012). Síntese Económica de Conjuntura. *Instituto Nacional de Estatística*, p. 1.
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Elsevier, Vol. 26*, pp. 708-715.
- Lean Institute Brasil. (1998). *Lean Institute Brasil*. Obtido em 5 de Novembro de 2011, de Lean Institute Brasil: <http://www.lean.org.br/>
- Ledbrook, L. (5 de Abril de 2012). *RACI Matrix Basics – how to use one*. Obtido em 20 de Setembro de 2012, de Project Community: <http://projectcommunityonline.com/raci-matrix-basics-how-to-use-one.html>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principals from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill.
- Lippolt, C. R., & Furmans, K. (2008). Sizing of Heijunka-controlled Production Systems with Unreliable Production Processes. *International Federation for Information Processing - Publications - IFIP, Vol. 257*, pp. 11-20.
- Magnier-Watanabe, R. (2011). Getting ready for kaizen: organizational and knowledge management enablers. *VINE: The journal of information and knowledge management systems, Vol. 41*, pp.428-448.
- Marques, P. A. (2011a). *Módulo 1 - Lean Management*. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade - Curso de Formação Lean Six Sigma.
- Marques, P. A. (2011b). *Módulo 2 - Seis Sigma*. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade - Curso de Formação Lean Six Sigma.
- Marques, P. A. (2011c). *Módulo 4 - DFSS*. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade - Curso de Formação Lean Six Sigma.

- McBride, D. (2004). *Heijunka: Leveling the load*. (E. C. Group, Editor) Obtido em 9 de Março de 2012, de Reliable Plant: <http://www.reliableplant.com/Read/14245/heijunka>
- Mehrjerdi, Y. Z. (2011). Six-Sigma: methodology, tools and its future. *Assembly Automation*, Vol. 31, pp. 79-88.
- Minitab. (2009). *Basic Statistical Tests: Method Chooser*. Minitab, Inc.
- Montgomery, D. C., & Woodall, W. H. (2008). An Overview of Six Sigma. *International Statistical Review*, Vol. 76, pp. 329-346.
- Nickols, F. (2003). *The Shift to Knowledge Work*. Obtido em 23 de Fevereiro de 2012, de Distance Consulting LLC: <http://www.nickols.us/shift.pdf>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity, Inc.
- Ortiz, C. (2010). Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, Vol. 108, pp. 50-51.
- Pallant, J. (2005). *SPSS Survival Manual: A step by step guide to data analysis using SPSS* (2^a Ed. ed.). Sydney: Allen & Unwin.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. New York: McGraw-Hill.
- Pedrosa, A. C., & Gama, S. M. (2004). *Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística*. Porto: Porto Editora.
- Pepper, M., & Spedding, T. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, Vol. 27, pp. 138-155.
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Lisboa: Prefácio.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de Operações: na Indústria e nos Serviços* (2^a ed.). Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Process Quality Associates Inc. (2006). *The Evolution of Six Sigma*. Obtido em 6 de Julho de 2012, de Process Quality Associates Inc.: <http://www.pqa.net/ProdServices/sixsigma/W06002009.html>
- Project Management Institute. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (4^a ed.). Newtown Square: Project Management Institute Inc.
- Puga, R. C., Soler, A. M., Maximiano, A. C., & Wagner, J. A. (2005). Gerenciamento de Projetos Seis Sigma. *V Seminário Internacional de Gestão de Projetos PMI* (pp. pp. 1-8). São Paulo: Brasil Chapter.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook* (2^a ed.). New York: McGraw-Hill.

- Qu, L., Ma, M., & Zhang, G. (2011). Waste Analysis of Lean Service. *2011 International Conference on Management and Service Science (MASS 2011)*, pp. 1-4.
- Rever, H. (2010). Six Sigma Can Help Project Managers Improve Results. *International Institute for Learning, Inc.*, pp. 1-5.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., & Samuel, D. (2006). *Lean Evolution: Lessons from the workplace*. New York: Cambridge University Press.
- Runkler, T. A. (2011). Controlling discrete manufacturing processes: Using kanban and heijunka approaches. *INDIN 2011 : 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics*, pp. 181-186.
- Sarkar, D. (2008). *Lean for Service Organizations and Offices: A holistic approach for achieving operational excellence and improvements*. Milwaukee: ASQ Press.
- Schmidt, S. R., & Launsby, R. G. (1997). *Understanding Industrial Designed Experiments*. Colorado Springs: Air Academy Press & Associates.
- Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management* 26, Vol. 26, pp. 536-554.
- Silva, M. (2009). *Introdução à Gestão de Projectos*. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade.
- Smith, D., & Blakeslee, J. (2002). *Strategic Six Sigma: Best Practices from the Executive Suite*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Sousa, A. (2011). A competitividade, a melhoria da produtividade e a melhoria dos processos através do Lean 6 Sigma. *Revista Fundação*, pp. 8-11.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, Vol. 77, pp. 96-106.
- Staats, B. R., & Upton, D. M. (2011). Lean Knowledge Work. *Harvard Business Review*, Vol. 89, pp. 100-110.
- Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2010). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software. *Journal of Operations Management*, Vol. 29, pp. 376-390.
- Stamatis, D. H. (2004). *Six Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods and Tools*. New York: Productivity Press.
- Taylor, D. L., & Brunt, D. (2001). *Manufacturing operations and supply chain management: the lean approach*. Cengage Learning Emea.
- Toyota Motor Corporation. (1995). *Production System: Toyota Motor Corporation Global Website*. Obtido em 24 de Fevereiro de 2012, de Toyota Motor Corporation Global Website: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/
- Trischler, W. E. (1996). *Understanding and Applying Value-Added Assessment: Eliminating Business Process Waste*. Milwaukee: ASQC Quality Press.

- Truscott, W. (2003). *Six Sigma: Continual Improvement for Businesses*. Butterworth-Heinemann.
- Williams, H., & Gerber, J. (2009). IT Project Management: The Role of Lean. *PMI Virtual Library*, pp. 1-4.
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3^a ed.). Burlington: Morgan Kaufmann.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2^a ed.). New York: Simon & Schuster, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005a). Lean Consumption. *Harvard Business Review*, pp. 58-68.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005b). *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. New York: Simon & Schuster, Inc.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World* (1^a ed.). New York: Macmilan Publishing Company.

Anexos

Anexo I – Componentes da Casa do TPS

Este anexo apresenta com algum desenvolvimento todas as ferramentas e conceitos referentes à casa do TPS, descritos seguidamente:

- 1) **Just-In-Time:** o JIT defende que deve ser produzido apenas o solicitado quando for necessário e na quantidade pedida (Toyota Motor Corporation, 1995). O processo deve ser capaz de responder instantaneamente à procura sem a necessidade de haver *stock* em excesso. Este sistema tem por principal objetivo a eliminação total do *stock* em todas as etapas do processo (Hutchins, 1999).

O sistema de operações JIT envolve as seguintes componentes:

- **Fluxo contínuo:** um fluxo contínuo é definido como um processo uniforme onde os produtos surgem a ritmo cadenciado, de forma regular, linear e com capacidade uniforme de utilização, ao mesmo tempo em que estão sincronizados com as necessidades do cliente interno ou externo (Adair & Murray, 1996). A produção deverá fluir continuamente desde a matéria-prima até o cliente, reduzindo o *lead time* de produção.

O desenvolvimento de um fluxo unitário de peças, é o fator principal na implementação dum fluxo contínuo. Os processos são alinhados fisicamente na sequência que produzirá o que foi solicitado pelo cliente no menor período de tempo (Liker, 2004). Desta forma os *stocks* entre os processos são praticamente nulos, garantido a redução de custos de *stock*, redução da espera e do *lead time*.

- **Takt time:** o fluxo contínuo defende o nivelamento do tempo de ciclo para cada operador, de modo a que cada um trabalhe o mesmo. O tempo de ciclo é definido como o tempo que um operador leva a executar todas as operações a que está alocado.

O JIT defende que o tempo de ciclo deve ser igual ao *takt time*. *Takt* em alemão significa ritmo e caracteriza-se como o tempo de ciclo calculado de acordo com o tempo imposto pelo pedido do cliente. O ritmo do fluxo produtivo terá que aumentar ou diminuir de acordo com a necessidade do consumidor. Caso a procura aumente, o *takt time* será menor e vice-versa (Almeida & Souza, 2000).

Quando se fala em fluxo unitário, esta métrica deve ser mencionada, já que tanto a velocidade produtiva, a capacidade dos equipamentos como o número necessário de operários, são definidos pelo *takt time*. Este tempo serve como método de alerta sempre que há atrasos ou antecipações de cada operador (Liker, 2004).

- **Sistema Pull:** este sistema pode ser definido como “produção na procura” ao contrário do sistema *push* em que a produção é feita para previsões de procura ou para *stock* (Hutchins, 1999). Opõe-se ao *push*, na medida em que, ao invés de “empurrar” o mais possível todo o trabalho para a próxima etapa, o sistema *pull* ou “puxado” defende a orientação da cadeia de acordo com a necessidade do cliente. A informação de produção deve seguir o sentido oposto ao fluxo de materiais, ou seja, do cliente para o fornecedor, eliminando programações de necessidades de produção, que são características do sistema *push* (Almeida & Souza, 2000).

Para funcionar em sistema “puxado”, a utilização dum controlo *kanban* é essencial. Este controlo é um sistema de informação para controlar as quantidades produzidas em todo o processo. As unidades necessárias e as suas quantidades são identificadas num cartão chamado *kanban*, consultado pelo operador do processo anterior, que fica assim autorizado a produzir um novo lote de peças (Altekar, 2005). Este sistema foi criado com o intuito de reduzir custos com o material em processamento e minimizar *stocks* entre os processos (Pinto, 2009).

- 2) **Jidoka:** este conceito tem como principais princípios: a visualização de problemas e o acréscimo de qualidade diretamente no processo de fabricação. A palavra *Jidoka* tem origem japonesa e significa “automação com características humanas”, ou seja, o equipamento ou processo para quando há a ocorrência de um defeito ou erro (Liker, 2004). Consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que detetada alguma anormalidade, tornando o problema visível.

Esta ideologia acrescenta qualidade ao produto, porque o mesmo não passa para o próximo processo da linha de produção se não satisfizer os padrões de qualidade definidos (Toyota Motor Corporation, 1995).

A criação de teares automáticos por Toyoda, como referido no ponto 2.1. Pensamento *Lean* e a sua Evolução, marcou o aparecimento deste conceito.

Quanto aos requisitos mais relevantes na implementação *Jidoka* destacam-se os seguintes:

- Utilização de gestão visual, através de sinais intuitivos que apoiem os operários no *genba*³⁰, como um quadro *andon*, que é usado para fazer o acompanhamento dos processos de trabalho informando os trabalhadores do *status* dos mesmos.
- A distinção entre homem e a máquina, no momento da detecção do defeito até à solução do mesmo, é fundamental para a boa aplicação do *Jidoka*. A criação de automatismos fazendo com que os equipamentos detetem anormalidades, contribuiu para a separação entre a máquina e o operador, permitindo também que este trabalhe em mais de um equipamento.
- Este conceito está associado ao *poka-yoke* que se designa como sistema à prova de erro. Estes dispositivos detetam a causa do defeito na execução da operação (Pinto, 2009).

Na figura I.1 é possível verificar um exemplo de uma linha de produção a funcionar em *Jidoka*, onde os operadores identificam os problemas enviando sinal para o quadro *Andon*. As causas dos problemas são identificadas, aumentando-se a qualidade do produto diretamente na fonte.



Figura I.1 - Linha de produção em *Jidoka*.

Fonte: <http://www.otimaeg.com.br/wp-content/uploads/2011/11/JidokaLinha.png>

Obtido em 9 de Março de 2012

³⁰ Palavra japonesa que significa local de trabalho.

- 3) **Nivelamento da produção (*Heijunka*):** o método *Heijunka* tem por objetivo harmonizar o processo através do estabelecimento de sequências de produção mistas e periódicas. Requer a estimação de ciclos produtivos, através das taxas de entrega esperadas (Runkler, 2011). É feito um nivelamento do sistema de produção através da remoção de variações de volume produtivo, causados por flutuações de encomenda do cliente, com o objetivo de atingir um fluxo constante (Lippolt & Furmans, 2008).

Num sistema produtivo tradicional por encomenda, a produção numa dada sequência de acordo com o fluxo real de pedidos dos clientes, está sujeita a grandes irregularidades. Neste modelo *Heijunka*, é considerado o volume total da procura num dado período, fazendo assim um nivelamento de modo a que diferentes peças sejam fornecidas diariamente (Liker, 2004).

A ilustração apresentada na figura I.2 evidencia dois tipos distintos de produção, em que são fabricados 3 modelos de tratores. Na produção tradicional, o trator com maior procura é produzido no início da semana e os restantes nos dias seguintes, criando-se um excesso de *stock* e pouca flexibilidade às variações das necessidades do consumidor. Pelo contrário, numa produção nivelada, é possível observar que o risco diminui e a flexibilidade aumenta (McBride, 2004).

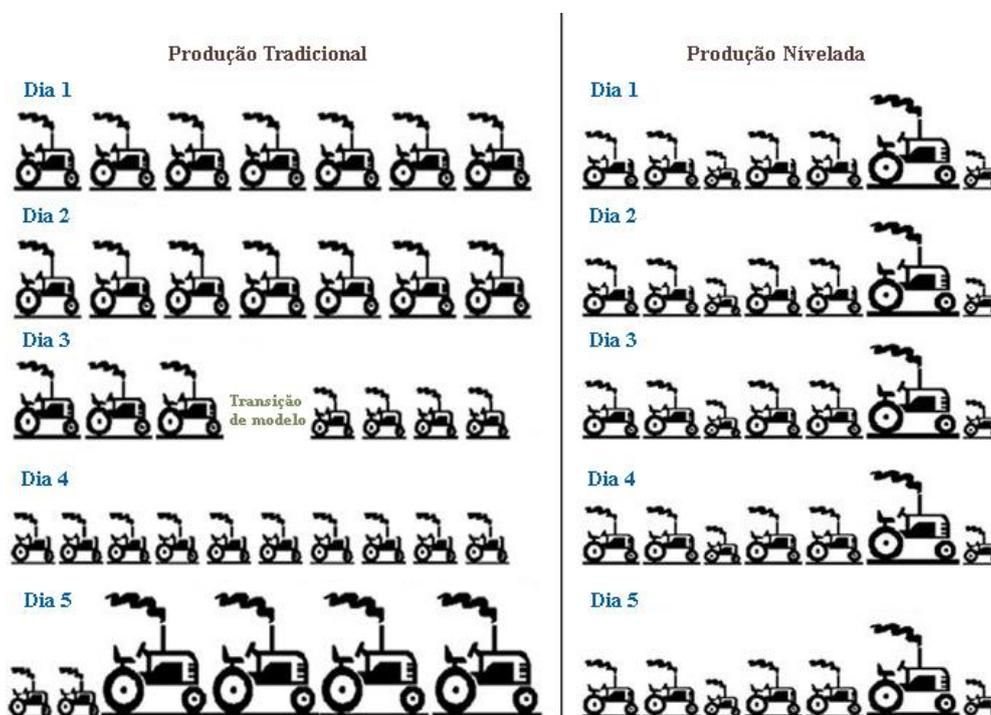


Figura I.2 - Produção tradicional e nivelada.

Fonte: Adaptado de <http://www.reliableplant.com/Read/14245/heijunka>

Obtido em 9 de Março de 2012

- 4) **Melhoria Contínua (*Kaizen*):** o *kaizen* envolve todos os colaboradores numa organização numa focalização na melhoria dos processos (Ortiz, 2010). O primeiro passo para a melhoria é reconhecer o aparecimento de um problema. O *kaizen* salienta a consciencialização da existência dos problemas e fornece pistas para a identificação dos mesmos (Magnier-Watanabe, 2011).

Após esta fase em que são identificados os problemas, inicia-se o processo de resolução destes, e toda a melhoria que é aplicada deverá ser subseqüentemente estandardizada, para ser atingido o próximo nível de melhoria. A essência da filosofia *kaizen* está neste equilíbrio entre melhorias contínuas rotinadas e sugestões de melhorias futuras (Magnier-Watanabe, 2011).

A adoção de equipas com poder de decisão (*empowerment people*) constituídas também por operários menos qualificados, com poder de questionar, parar se algo está a correr mal, decidir e analisar, tem por objetivo permitir a tomada de decisões por aqueles mais afetados pela mudança. Um alto nível de confiança é necessário para tornar o sistema viável a sugestões de melhoria com base em factos e dados reais (Magnier-Watanabe, 2011).

Anexo II – As 7 Formas de Desperdício

Este anexo apresenta os 7 tipos de desperdício *standard* na produção:

- 1) **Excesso de produção:** é considerada a forma de desperdício com maior impacto nas organizações, caracterizando-se como o desperdício resultante de excessos de produção, antes das datas objetivo e em quantidades desnecessárias. Com isto, surgem consequências negativas como uma utilização excessiva de recursos quando não são necessários, um aumento de *stocks*, consumo de recursos energéticos e materiais, antecipação de encomendas de matérias-primas ou perda de flexibilidade no planeamento (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008; Pinto, 2009).
- 2) **Defeitos:** esta forma de perda relaciona-se com a produção de materiais/serviços, que têm de ser retrabalhados ou eliminados (Rich, Bateman, Esain, Massey, & Samuel, 2006). Estes defeitos ou problemas de qualidade do produto ou serviço, podem ser causados, por exemplo, por baixa *performance* de entrega ou erros humanos. A taxa de defeitos num processo pode ser facilmente medida através da frequência de reclamações dos clientes, já que as mesmas têm uma relação diretamente proporcional ao número de defeitos (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008; Pinto, 2009).

Uma consequência comum deste tipo de desperdício é a diminuição da produtividade, causada pelo aumento do número de inspeções necessário para evitar que os defeitos passem para os consumidores. Porém as inspeções não são suficientes para eliminar os defeitos, e surge assim a necessidade de aplicar algumas técnicas para os extinguir, como a implementação de operações *standard*, dispositivos de detecção de erros (*poka-yoke*), garantir qualidade na fase inicial do processo, incentivar o *kaizen* ou automatizar atividades (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008; Pinto, 2009).

- 3) **Stocks desnecessários:** a acumulação de produtos por tempo excessivo é assumidamente uma causa de desperdício numa organização, por resultar em custos de posse de material ou baixo serviço ao cliente.

A deteção de pontos onde há tendência de acumulação de *stocks* é mencionada por Pinto (2009) como um dos melhores métodos de localização de desperdícios. São identificadas pelo mesmo autor, algumas causas para esses picos de níveis de *stock*, descritas abaixo:

- Antecipação da produção (trabalhar em *Just-In-Case* em vez de JIT);
- Velocidades de operação distintas;
- Problemas de qualidade;
- Elevados tempos de mudança de ferramentas.

A adoção duma filosofia *heijunka* e de um sistema *pull*, garantindo um fluxo contínuo, são algumas das soluções propostas para eliminação deste tipo de desperdício (Pinto, 2009).

- 4) **Processamento inapropriado:** este tipo de perda é resultante duma incompatibilidade entre os processos necessários para fazer um produto/serviço e os processos existentes (Rich, Bateman, Esain, Massey, & Samuel, 2006).

Alguns processos são mal estruturados, apresentando um grau de complexidade bastante elevado. Um aumento do número de defeitos pode ser uma consequência disso. Deve haver por isso um investimento na formação e padronização de modo a evitar desperdícios de processo. A eliminação de processos ou substituição destes por outros mais simplificados e eficientes revela-se como uma solução de eliminação de perdas (Pinto, 2009).

- 5) **Transporte:** a movimentação ou transferência de recursos humanos, informação ou bens materiais, resulta em perdas de tempo, esforço e custo (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008).

Os sistemas utilizados para transporte envolvem custos acrescidos, ocupação de espaço, aumento de tempo de fabrico e danos nos materiais. Esta fonte de desperdício deve ser evitada através da redução do trajeto de movimentação, reduzindo ou eliminando assim, consequentemente, *stocks* (Pinto, 2009).

Pinto (2009) sugere metodologias para diminuição desta fonte, como: a alteração de *layouts*, implementando células de fabrico; a aplicação de novos planeamentos operacionais; uma maior flexibilidade operacional e de sistemas de transporte ou a adoção de sistema *pull* e produção fluída.

- 6) **Esperas:** este grupo de desperdícios é classificado como longos períodos de inatividade de operadores, informação ou bens, resultando em aumento de *lead times* (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008).

Segundo Pinto (2009), problemas de *layout*, atrasos com entregas de fornecedores, fluxos obstruídos, grandes lotes de produção ou balanceamento deficiente de capacidade produtiva em relação à procura, são fatores que podem ser assumidos como causas para esperas.

A adoção de um nivelamento de operações (*heijunka*), *layout* diferenciado para cada produto/serviço, mudanças rápidas de ferramentas ou balanceamento dos postos de trabalho são alguns métodos sugeridos para eliminação ou redução das esperas (Pinto, 2009).

- 7) **Movimentações desnecessárias:** todas as movimentações que não acrescentam valor ao processo são consideradas desnecessárias, e não podem ser consideradas trabalho. A velocidade de movimentação pode ter picos altos ou baixos. Pinto (2009) destaca algumas causas para ocorrência destas movimentações excedentes, apontadas de seguida:

- *Layout* de trabalho desapropriado;
- Falta de formação dos operadores;
- Execução de operações isoladas;
- Operações instáveis;
- Desmotivação pessoal;
- Operações isoladas.

Existem formas de evitar estas movimentações desnecessárias, como por exemplo, investir na formação dos colaboradores, implementar um fluxo contínuo ou promover a uniformização das operações (Pinto, 2009).

Anexo III – Inquérito de Satisfação do Cliente

P1. Para o conjunto dos blocos de avaliação que se apresentam, gostaríamos que avaliasse numa escala de 0 a 10 , em que 0 significa “Nada Satisfeito” e 10 “ Muito satisfeito”, os diversos aspetos de satisfação:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NA
1 Desempenho GESTOR DE PROJECTO (GP)												
Facilidade em contactar o GP	<input type="checkbox"/>											
Grau de conhecimento que o GP demonstrou ter relativamente à solução implementada	<input type="checkbox"/>											
Esforço do GP para o manter atualizado sobre o andamento do projeto e pedidos/situações	<input type="checkbox"/>											
Eficácia das reuniões com o GP	<input type="checkbox"/>											
Facilidade com que se expressa/comunica	<input type="checkbox"/>											
Flexibilidade na resolução de situações/problemas	<input type="checkbox"/>											
Rapidez e eficácia na resposta às solicitações	<input type="checkbox"/>											
Cumprimento dos procedimentos definidos	<input type="checkbox"/>											

2 Implementação do PROJECTO

Qualidade da documentação entregue	<input type="checkbox"/>											
Reuniões de acompanhamento do projeto	<input type="checkbox"/>											
Cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução	<input type="checkbox"/>											
Exatidão das atas e de outros documentos de acompanhamento do projeto	<input type="checkbox"/>											
Pontos de situação, no site, relativos ao andamento do projeto	<input type="checkbox"/>											
Gestão de risco do projeto	<input type="checkbox"/>											

3 Avaliação GLOBAL

Gestor de Projeto	<input type="checkbox"/>											
Implementação do projeto	<input type="checkbox"/>											

P2. Na sua opinião, diria que a gestão deste projeto, “Superou”, “Igualou” ou “Ficou aquém” as expectativas que tinha?

	Ficou aquém	Igualou	Superou
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. Tendo em conta a sua experiência com a empresa, neste projeto, quais considera serem as principais áreas que a empresa deveria melhorar em projetos futuros?

--

Anexo IV – Valores de CPI dos Projetos

Tabela IV.1 - Valores de CPI, *Earned Value* e *Actual Cost* dos Projetos.

Projetos	CPI	<i>Earned Value</i> (€)	<i>Actual Cost</i> (€)
1	1,03	4.412,00	4283,495
2	1,00	82.241,95	82241,95
3	0,83	1.095.409,68	1319771
4	1,00	502.499,55	502499,6
5	1,00	256.524,38	256524,4
6	1,00	1.329.955,98	1329956
7	0,99	1.737.356,02	1754905
8	0,99	448.986,64	453521,9
9	0,97	88.135,85	90861,7
10	1,00	647.513,26	647513,3
11	0,62	559.593,77	902570,6
12	0,94	35.788,00	38072,34
13	0,94	49.626,15	52793,78
14	-	-	-
15	1,00	65.405,81	65405,81
16	0,92	52.182,00	56719,57
17	1,01	24.359.415,96	24118234
18	-	-	-
19	0,98	103.154,33	105259,5
20	1,00	159.937,08	159937,1
21	0,56	21.982,00	39253,57
22	1,00	208.912,71	208912,7
23	1,00	1.400,00	1400
24	-	-	-
25	1,00	59.832,00	59832
26	-	-	-
27	0,99	1.012.167,09	1022391
28	0,88	444,00	504,5455
29	0,67	3.876,00	5785,075
30	1,05	56.160,00	53485,71
31	1,00	36.001,37	36001,37
32	1,00	393.872,91	393872,9
33	1,00	1.613.554,34	1613554

Anexo V – Resultados das avaliações às perguntas da Parte P1

Tabela V.2 - Avaliações das perguntas da P1 do Inquérito de Satisfação do Cliente.

		Resposta dos Clientes à parte P1 do Inquérito de Satisfação																										
	Nº	Cliente	2	3	4	7	8	9	10	12	13	15	16	17	19	20	21	22	24	25	27	28	29	30	31	32	33	
Desempenho do Gestor de Projeto (GP)	1.1.	Facilidade em contactar o GP	9	10	10	9	9	10	8	10	4	9	10	10	9	10	10	9	10	10	8	10	10	10	10	10	10	9
	1.2.	Grau de conhecimento que o GP demonstrou ter relativamente à solução implementada	7	10	10	7	8	10	6	10	6	9	9	7	8	10	9	7	10	10	8	10	7	9	8	10	9	
	1.3.	Esforço do GP para o manter atualizado sobre o andamento do projeto e pedidos/situações	5	10	8	5	10	10	7	10	5	10	8	9	9	10	9	9	8	10	8	10	9	10	7	10	9	
	1.4.	Eficácia das reuniões com o GP	7	10	8	4	8	10	8	10	4	9	7	8	9	10	9	7	9	8	7	10	6	10	8	10	8	
	1.5.	Facilidade com que se expressa/comunica	9	10	8	8	10	10	8	10	7	9	10	8	9	9	9	8	9	9	8	8	9	9	7	10	9	
	1.6.	Flexibilidade na resolução de situações/problemas	6	10	10	5	8	10	7	10	5	9	7	7	8	9	10	7	8	9	8	9	8	9	8	10	8	
	1.7.	Rapidez e eficácia na resposta às solicitações	5	10	9	7	9	10	7	10	4	10	8	8	8	9	9	6	9	9	8	9	6	10	8	10	9	
	1.8.	Cumprimento dos procedimentos definidos	8	10	9	10	9	10	7	10	4	9	9	6	8	9	9	8	8	9	7	8	8	10	9	10	9	
Implementação do Projeto	2.1.	Qualidade da documentação entregue	8	4	7	7	9	10	8	10	6	10	6	5	9	8	8	7	7	8	5	7	9	8	7	10	7	
	2.2.	Reuniões de acompanhamento do projeto	9	5	9	5	9	10	8	10	4	10	6	7	9	9	9	6	9	8	7	7	9	9	9	10	8	
	2.3.	Cumprimento das datas chave acordadas para implementação da solução	4	7	9	2	8	10	7	5	2	8	0	3	8	9	9	5	9	8	6	4	7	10	5	10	7	
	2.4.	Exatidão das atas e de outros documentos de acompanhamento do projeto	8	10	9	8	9	10	8	9	4	9	8	6	9	8	9	7	9	8	6	4	8	9	7	10	8	
	2.5.	Pontos de situação, no site, relativos ao andamento do projeto	8	-	8	8	9	10	8	10	2	9	5	9	7	8	-	6	8	7	6	7	8	8	8	10	7	
	2.6.	Gestão de risco do projeto	5	-	6	2	9	10	8	10	4	9	-	2	7	7	8	5	6	9	6	6	8	9	8	10	6	
Avaliação Global	3.1.	Gestor de Projeto	8	6	9	7	10	10	8	10	5	10	8	8	9	10	9	7	8	9	8	8	9	10	8	10	9	
	3.2.	Implementação do projeto	6	10	8	2	9	10	8	5	4	9	3	5	8	7	8	6	9	9	6	6	8	9	8	10	7	

Anexo VI - Método iterativo para questões sobre Implementação do Projeto

- **Iteração 1:**

- O teste de hipóteses de Friedman foi executado no SPSS, dando um resultado de $p\text{-value}=0$, como é possível observar no diagrama da tabela VI.3.

Tabela VI.3 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1 a Q 2.6.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	$p\text{-value}$
2.1	22	7,820	1,500	5	10	7,538	0,282	0,000
2.2	22	8,230	1,631	4	10	7,538	0,692	
2.3	22	6,640	2,555	2	10	7,538	-0,898	
2.4	22	7,860	1,642	4	10	7,538	0,322	
2.5	22	7,770	1,716	2	10	7,538	0,232	
2.6	22	6,910	2,369	2	10	7,538	-0,628	

- Como $p\text{-value}<0,05$, a hipótese nula é rejeitada, ou seja, há fortes evidências estatísticas para considerar que há diferenças significativas entre as avaliações das questões.
- Foi retirada a pergunta que maior diferença $|Média - Média Global|$ apresenta, ou seja, a pergunta 2.3, como está evidenciado na tabela acima.

- **Iteração 2:**

- O teste de hipóteses de Friedman foi executado no SPSS, dando um resultado de $p\text{-value}=0,002$, como é possível observar no diagrama da tabela VI.4.

Tabela VI.4 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.2 e Q 2.4 a Q 2.6.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	p-value
2.1	22	7,820	1,500	5	10	7,718	0,102	0,002
2.2	22	8,230	1,631	4	10	7,718	0,512	
2.4	22	7,860	1,642	4	10	7,718	0,142	
2.5	22	7,770	1,716	2	10	7,718	0,052	
2.6	22	6,910	2,369	2	10	7,718	-0,808	

ii. Como $p\text{-value} < 0,05$, a hipótese nula é rejeitada, ou seja, há fortes evidências estatísticas para considerar que há diferenças significativas entre as avaliações das questões.

iii. Foi retirada a pergunta que maior diferença |Média – Média Global| apresenta, ou seja, a pergunta 2.6, como está evidenciado na tabela acima.

- **Iteração 3:**

i. O teste de hipóteses de Friedman foi executado no SPSS, dando um resultado de $p\text{-value} = 0,026$, como é possível observar no diagrama da tabela VI.5.

Tabela VI.5 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.2, Q 2.4 e Q 2.5.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	p-value
2.1	22	7,820	1,500	5	10	7,920	-0,100	0,026
2.2	22	8,230	1,631	4	10	7,920	0,310	
2.4	22	7,860	1,642	4	10	7,920	-0,060	
2.5	22	7,770	1,716	2	10	7,920	-0,150	

ii. Como $p\text{-value} < 0,05$, a hipótese nula é rejeitada, ou seja, há fortes evidências estatísticas para considerar que há diferenças significativas entre as avaliações das questões.

iii. Foi retirada a pergunta que maior diferença |Média – Média Global| apresenta, ou seja, a pergunta 2.2, como está evidenciado na tabela acima.

- **Iteração 4:**

i. O teste de hipóteses de Friedman foi executado no SPSS, dando um resultado de $p\text{-value}=0,026$, como é possível observar no diagrama da tabela VI.6.

Tabela VI.6 – Resultados sobre implementação do projeto: Q 2.1, Q 2.4 e Q 2.5.

Pergunta (K)	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média Global	Média – Média Global	<i>p-value</i>
2.1	22	7,820	1,500	5	10	7,817	0,003	
2.4	22	7,860	1,642	4	10	7,817	0,043	0,584
2.5	22	7,770	1,716	2	10	7,817	-0,047	

ii. Como $p\text{-value}>0,05$, a hipótese nula não é rejeitada, ou seja, não existem diferenças significativas entre as avaliações médias das questões.

Anexo VII - Respostas dos Clientes à parte P3 do Inquérito de Satisfação

Tabela VII.7 - Resposta dos Clientes à parte P3 do Inquérito de Satisfação.

Resposta dos Clientes à parte P3 do Inquérito de Satisfação	
Cliente 2	-
Cliente 3	-
Cliente 4	-
Cliente 7	Flexibilizar a sua metodologia de gestão de projecto. Assegurar-se que os seus empreiteiros conhecem os objectivos do projecto e estão conscientes das datas de implementação. Não fazer recurso a equipamentos não standard, designadamente os routers TELDAT cujos fabricantes tiveram de desenvolver firmware específico para este projecto, o que é uma limitação de upgrade/evolução futura e aumenta riscos de continuidade da solução
Cliente 8	Maior esforço na área de SLAs.
Cliente 9	-
Cliente 10	-
Cliente 12	Área comercial deveria ser mais precisa nos timings que propõe, assim como deveria haver um acompanhamento mais próximo da equipa técnica, com a finalidade de não existirem divergências no momento de implementação. Maior Facilidade na integração da informação fornecida pelo cliente para adaptação / alteração do programa. Maior facilidade na marcação das reuniões de acompanhamento tendo em vista a disponibilidade do cliente Mais tempo disponível para debater os pormenores nas reuniões de acompanhamento, evitando pressing para aprovação de documentos de avaliação.
Cliente 13	-
Cliente 15	-
Cliente 16	Em nosso entender, o que tem de ser revisto é a metodologia de gestão/implementação dos projectos que a PT impõe e não o desempenho do gestor de projecto, que reconhecemos ter feito um esforço para cumprir com os objectivos. Ambos os projectos que foram implementados para a Galp seguindo a mesma metodologia não correram bem. Há efectivamente uma preocupação em se definir à priori os objectivos e a solução a implementar num documento designado de LLD e que depois dá origem ao plano de projecto. Acontece é que o LLD acaba por ser um documento teórico, desenquadrado da realidade e das dificuldades técnicas que só se vão detectar posteriormente. Adicionalmente, o Cliente não tem capacidade para definir a solução técnica como a PT tem pretendido na elaboração do LLD. Esta definição terá de ser realizada pela PT. O LLD demora muito tempo a ser elaborado, levando a atrasos de meses nos projectos. Finalmente, só com a intervenção da Direcção de Rede da PT se conseguiu superar os múltiplos problemas com que a Galp se deparava, e que mais nenhuma entidade conseguia resolver (extrema lentidão, erros de roteamento, etc.) causando inúmeros impactos no negócio da Galp.
Cliente 17	Maior cuidado nas configurações para estarem de acordo com o Projecto/Laboratório. Melhor qualificação das equipas no terreno de modo a tornar as instalações mais céleres. Maior rapidez nos diagnósticos de problemas. Maior cuidado nas rectificações solicitadas.
Cliente 19	-
Cliente 20	Maior cuidado no levantamento inicial da infra-estrutura do cliente que será alvo do DR Maior adequabilidade da solução DR proposta aos requisitos e infra-estrutura do cliente Apresentação / implementação de soluções testadas Maior e melhor selecção de parceiros implementadores, no caso concreto toda a implementação do solução em produtos symantec apresentou riscos desnecessários e inadequados a uma solução capeada pela PT, na minha opinião, por manifesto facilitismo (incompetência) do parceiro implementador.
Cliente 21	-
Cliente 22	<ul style="list-style-type: none"> • O responsável da Área de Gestão de Projectos da PT foi neste projecto praticamente ausente. Quando presente não causou qualquer empatia. Constituiu, em algumas circunstâncias, um sério obstáculo ao adequado andamento do projecto, seja pela pressão (negativa) colocada sobre o Gestor de Projecto, seja pela inflexibilidade demonstrada. Apenas a competência, disponibilidade e capacidades técnicas do Gestor de Projecto obviaram impactos maiores; • Gestão das expectativas do cliente, nomeadamente no que respeita a prazos da responsabilidade de parceiros da PT; • Gestão de Risco. Tendo em conta a complexidade do projecto, muitas situações de risco poderiam ter sido antecipadas e até evitadas.
Cliente 24	-
Cliente 25	Penso que deviam ter um melhor Conhecimento do negócio do cliente, permitindo uma melhor compreensão de algumas decisões tomadas, que podem ir contra o normal andamento do projecto. Por outro lado e no nosso caso particular, as pessoas da OMG da PT no cliente e que também acompanham o projecto, têm que compreender que nestes casos aparecem no projecto em representação do cliente e não da PT.
Cliente 27	-
Cliente 28	Melhorar a interacção com todos os intervenientes de forma a não afectar negativamente a avaliação.
Cliente 29	Validar / filtrar melhor a informação recebida dos fornecedores em causa antes de os passar para os clientes
Cliente 30	Ter uma maior proximidade da equipa de outsourcing, que assume o projecto a seguir à fase de implementação. Ter uma consciência mais precisa das componentes do projecto a ter em conta já na fase de implementação.
Cliente 31	-
Cliente 32	-
Cliente 33	-

Anexo VIII – Necessidades do Cliente e VOC associados às palavras mais ocorrentes

Tabela VIII.8 - Determinação das necessidades do Cliente e VOC.

Determinação da VOC							
Palavra	Cliente/Clientes/Galp						
Cliente	29	“Validar/filtrar melhor a informação recebida dos fornecedores em causa antes de os passar para os clientes .”	Melhor transmissão da informação dos fornecedores, para o Cliente.			Necessidade do Cliente	
			Melhor gestão de informação			VOC	
Palavra	Projecto/Projectos e Cliente/Clientes/Galp						
Cliente	25	“Penso que deviam ter um melhor Conhecimento do negócio do cliente , permitindo uma melhor compreensão de algumas decisões tomadas, que podem ir contra o normal andamento do projecto . Por outro lado as pessoas da OMG da PT no cliente e que também acompanham o projecto , têm que compreender que nestes casos aparecem no projecto em representação do cliente e não da PT.”	Melhor conhecimento do negócio do Cliente.	Melhor delegação de responsabilidades.		Necessidade do Cliente	
			Melhor conhecimento do negócio do Cliente.	Melhor delegação de responsabilidades.		VOC	
Palavra	Implementação/Implementador/Implementados/Implementar						
Cliente	12	“Área comercial deveria ser mais precisa nos timings que propõe, assim como deveria haver um acompanhamento mais próximo da equipa técnica, com a finalidade de não existirem divergências no momento de implementação .”	Maior precisão nos timings pela equipa técnica.	Maior acompanhamento da equipa técnica.		Necessidade do Cliente	
			Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.	Maior envolvimento das equipas técnicas.		VOC	
Palavra	Maior/Maiores						
Cliente	8	“ Maior esforço na área de SLAs.”	Maior esforço na área de SLAs.			Necessidade do Cliente	
			Melhoria na definição do nível de serviço.			VOC	
Palavra	Projecto/Projectos e Implementação/Implementador/Implementados/Implementar						
Cliente	7	“Flexibilizar a sua metodologia de gestão de projecto . Assegurar-se que os seus empreiteiros conhecem os objectivos do projecto e estão conscientes das datas de implementação . Não fazer recurso a equipamentos não standard, designadamente os routers TELDAT cujos fabricantes tiveram de desenvolver firmware específico para este projecto , o que é uma limitação de upgrade/evolução futura e aumenta riscos de continuidade da solução.”	Maior flexibilidade da metodologia de gestão de projetos.	Equipa técnica consciente das datas do projeto.	Equipa técnica consciente dos objetivos do projeto.	Estandarização dos equipamentos para diminuir riscos da solução.	Necessidade do Cliente
			Melhoria da metodologia de gestão de projetos	Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.	Maior consciencialização dos objetivos do projeto por parte das equipas técnicas.	Utilização de equipamentos <i>standard</i> .	VOC

Tabela VIII.8 - Determinação das necessidades do Cliente e VOC (cont.).

Palavra		Cliente/Clientes/Galp, Implementação/Implementador/Implementados/Implementar e Maior/Maiores					
Cliente	20	<p>“Maior cuidado no levantamento inicial da infra-estrutura do cliente que será alvo do DR. Maior adequabilidade da solução DR proposta aos requisitos e infra-estrutura do cliente. Apresentação / implementação de soluções testadas. Maior e melhor selecção de parceiros implementadores, no caso concreto toda a implementação do solução em produtos symantec apresentou riscos desnecessários e inadequados a uma solução capeada pela PT, na minha opinião, por manifesto facilitismo (incompetência) do parceiro implementador.”</p>	<p>Maior cuidado no levantamento inicial da infra-estrutura do cliente.</p>	<p>Maior adequabilidade da solução aos requisitos e infra-estrutura do cliente.</p>	<p>Apresentação / implementação de soluções testadas.</p>	<p>Melhor seleção das equipas técnicas.</p>	Necessidade do Cliente
			<p>Cuidado no levantamento da infra-estrutura do Cliente.</p>	<p>Melhor definição da solução técnica.</p>	<p>Utilização de já soluções testadas.</p>	<p>Melhor seleção das equipas técnicas.</p>	VOC
Palavra		Projecto/Projectos, Cliente/Clientes/Galp e Implementação/Implementador/Implementados/Implementar					
Cliente	16	<p>“Em nosso entender, o que tem de ser revisto é a metodologia de gestão/implementação dos projectos que a PT impõe e não o desempenho do gestor de projecto, que reconhecemos ter feito um esforço para cumprir com os objectivos. Ambos os projectos que foram implementados para a Galp seguindo a mesma metodologia não correram bem. Há efectivamente uma preocupação em se definir à priori os objectivos e a solução a implementar num documento designado de LLD e que depois dá origem ao plano de projecto.”, “Adicionalmente, o Cliente não tem capacidade para definir a solução técnica como a PT tem pretendido na elaboração do LLD.”, “O LLD demora muito tempo a ser elaborado, levando a atrasos de meses nos projectos. Finalmente só com a intervenção da Direcção de Rede da PT se conseguiu superar os múltiplos problemas com que a Galp se deparava, e que mais nenhuma entidade conseguia resolver (extrema lentidão, erros de roteamento, etc.) causando inúmeros impactos no negócio da Galp.”</p>	<p>Revisão da Metodologia de gestão de projetos.</p>	<p>Evitar atrasos nos projetos, causados pela elaboração do LLD.</p>	<p>Alterar definição de responsabilidades no LLD, na parte de elaboração da solução.</p>	<p>Evitar problemas resultantes na solução implementada.</p>	Necessidade do Cliente
			<p>Melhoria da metodologia de gestão de projetos.</p>	<p>Melhoria do documento LLD.</p>	<p>Melhoria do documento LLD.</p>	<p>Melhor definição da solução técnica.</p>	VOC
Palavra		Projecto/Projectos e Maior/Maiores					
Cliente	17	<p>“Maior cuidado nas configurações para estarem de acordo com o Projecto/Laboratório.”, “Maior rapidez nos diagnósticos de problemas.”, “Maior cuidado nas retificações solicitadas.”</p>	<p>Maior preocupação nas configurações.</p>	<p>Maior celeridade no reconhecimento dos problemas.</p>	<p>Maior cuidado nas retificações solicitadas.</p>		Necessidade do Cliente
			<p>Maior preocupação nas configurações.</p>	<p>Melhor identificação dos problemas.</p>	<p>Melhor solucionamento dos problemas reportados.</p>		VOC
Palavra		Projecto/Projectos, Cliente/Clientes/Galp e Maior/Maiores					

Tabela VIII.8 - Determinação das necessidades do Cliente e VOC (cont.).

Cliente	22	<p>“O responsável da Área de Gestão de Projectos da PT foi neste projecto praticamente ausente. Quando presente não causou qualquer empatia. Constituiu, em algumas circunstâncias, um sério obstáculo ao adequado andamento do projecto, seja pela pressão (negativa) colocada sobre o Gestor de Projecto, seja pela inflexibilidade demonstrada. Apenas a competência, disponibilidade e capacidades técnicas do Gestor de Projecto obviaram impactos maiores. Gestão das expectativas do cliente, nomeadamente no que respeita a prazos da responsabilidade de parceiros da PT.”, “Tendo em conta a complexidade do projecto, muitas situações de risco poderiam ter sido antecipadas e até evitadas.”</p>	Menos ausência do responsável técnico da PT.	Antecipar e/ou evitar situações de risco no projeto.	Cumprimentos dos prazos definidos por parte dos parceiros da PT.	Necessidade do Cliente
			<p>Maior envolvimento das equipas técnicas.</p>	<p>Melhoria na Gestão de Riscos.</p>	<p>Maior consciencialização dos prazos do projeto por parte das equipas técnicas.</p>	VOC
Palavra	Projecto/Projectos, Implementação/Implementador/Implementados/Implementar e Maior/Maiores					
Cliente	30	<p>“Ter uma maior proximidade da equipa de outsourcing, que assume o projecto a seguir à fase de implementação. Ter uma consciência mais precisa das componentes do projecto a ter em conta já na fase de implementação.”</p>	Maior proximidade da equipa de <i>outsourcing</i> .		Consciência mais precisa das componentes do projeto.	Necessidade do Cliente
			<p>Maior presença da equipa de outsourcing.</p>	<p>Maior consciência das componentes do projeto.</p>		VOC
Palavra	Cliente/Cientes/Galp e Maior/Maiores					
Cliente	13	<p>“Maior facilidade na integração da informação fornecida pelo cliente, para alteração do programa. Maior facilidade na marcação das reuniões de acompanhamento tendo em vista a disponibilidade do cliente.”</p>	Melhor integração da informação do cliente.		Mais flexibilidade na marcação das reuniões de acompanhamento.	Necessidade do Cliente
			<p>Melhor gestão de informação.</p>	<p>Flexibilidade na marcação das Reuniões de controlo de progresso.</p>		VOC

Anexo IX – Valores de SPI' finais

Tabela IX.9 - Valores de SPI' finais.

Projetos	SPI' final
1	1,00
2	1,00
3	0,80
4	0,86
5	0,93
6	1,12
7	0,46
8	0,44
9	1,00
10	0,92
11	0,62
12	0,99
13	0,93
14	0,50
15	1,00
16	0,64
17	1,05
18	0,84
19	0,73
20	0,92
21	0,37
22	0,99
23	0,83
24	0,53
25	1,00
26	0,74
27	1,00
28	1,03
29	0,54
30	1,00
31	0,94
32	0,99
33	0,95

Anexo X – Amostras para medição do desempenho atual do processo

Tabela X.10 - Quantificação de não conformidades: Duração do Projeto e Gestão de Riscos.

Projetos	Duração do Projeto			Gestão de Riscos do Projeto			
	Especificação CTQ ₁	Especificação CTQ ₂	Defeito	Especificação CTQ ₃	Especificação CTQ ₄	Especificação CTQ ₅	Defeito
1	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
2	✓	✓	Não	✓	✓	X	Sim
3	✓	X	Sim	✓	✓	X	Sim
4	✓	X	Sim	✓	✓	✓	Não
5	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
6	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
7	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
8	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
9	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
10	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
11	X	✓	Sim	✓	✓	✓	Não
12	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
13	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
14	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
15	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
16	X	✓	Sim	✓	✓	✓	Não
17	✓	X	Sim	✓	✓	✓	Não
18	✓	X	Sim	✓	✓	✓	Não
19	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
20	✓	X	Sim	✓	✓	✓	Não
21	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
22	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
23	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
24	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
25	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
26	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
27	✓	X	Sim	✓	✓	✓	Não
28	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
29	X	X	Sim	✓	✓	✓	Não
30	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
31	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
32	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
33	✓	✓	Não	✓	✓	✓	Não
	Nº de não conformidades		16	Nº de não conformidades			2

Tabela X.11 - Avaliações da amostra de inquéritos da Execução Técnica.

Execução Técnica	
Avaliações	Especificação CTQ ₆
1	1
2	2
3	0
4	0
5	1
6	4
7	7
8	1
9	4
10	1
NA	0
Cientes	21

Anexo XI – Fluxograma do Processo

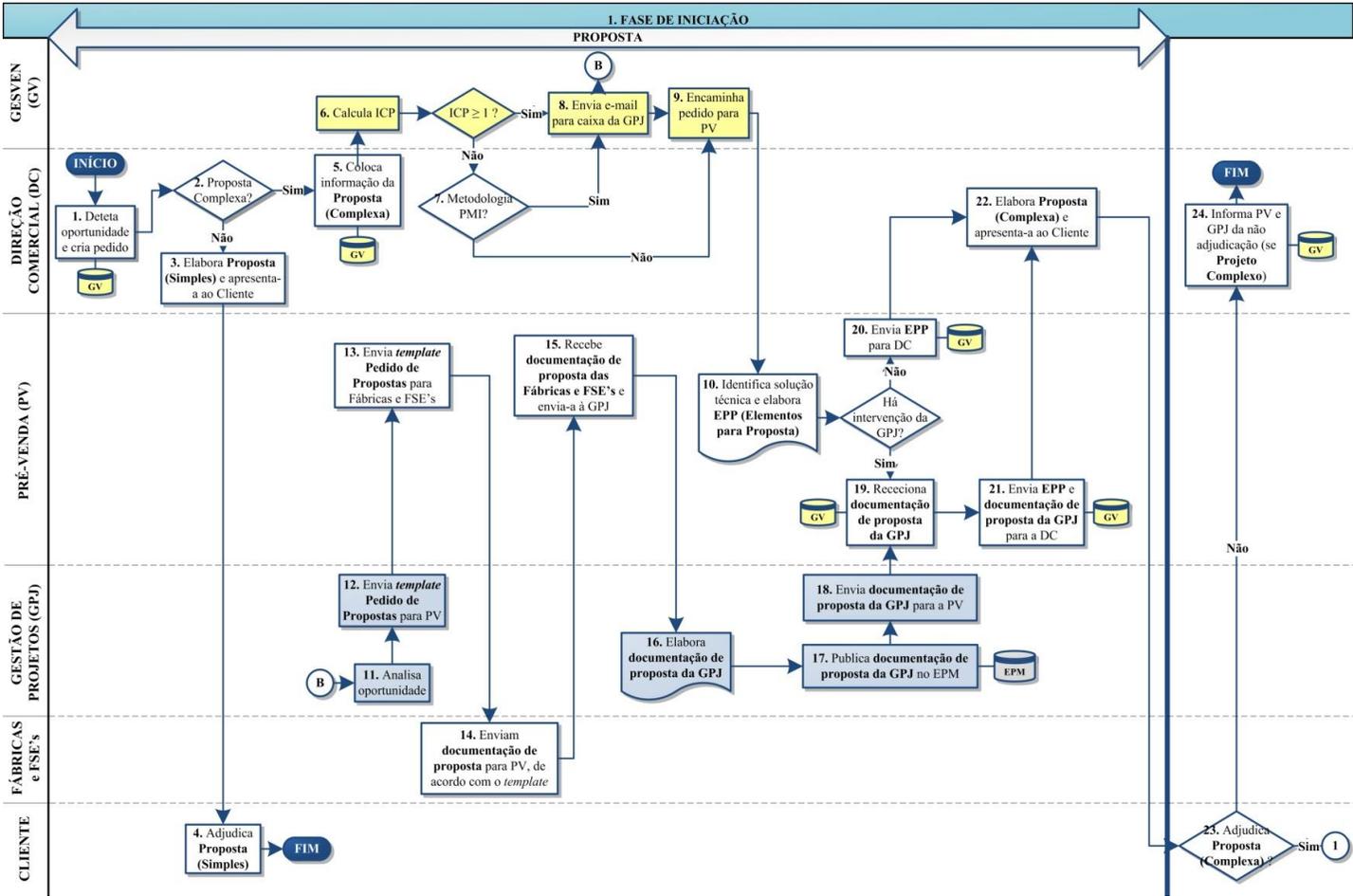


Figura XI.3 – Fluxograma da Fase de Iniciação (Proposta).

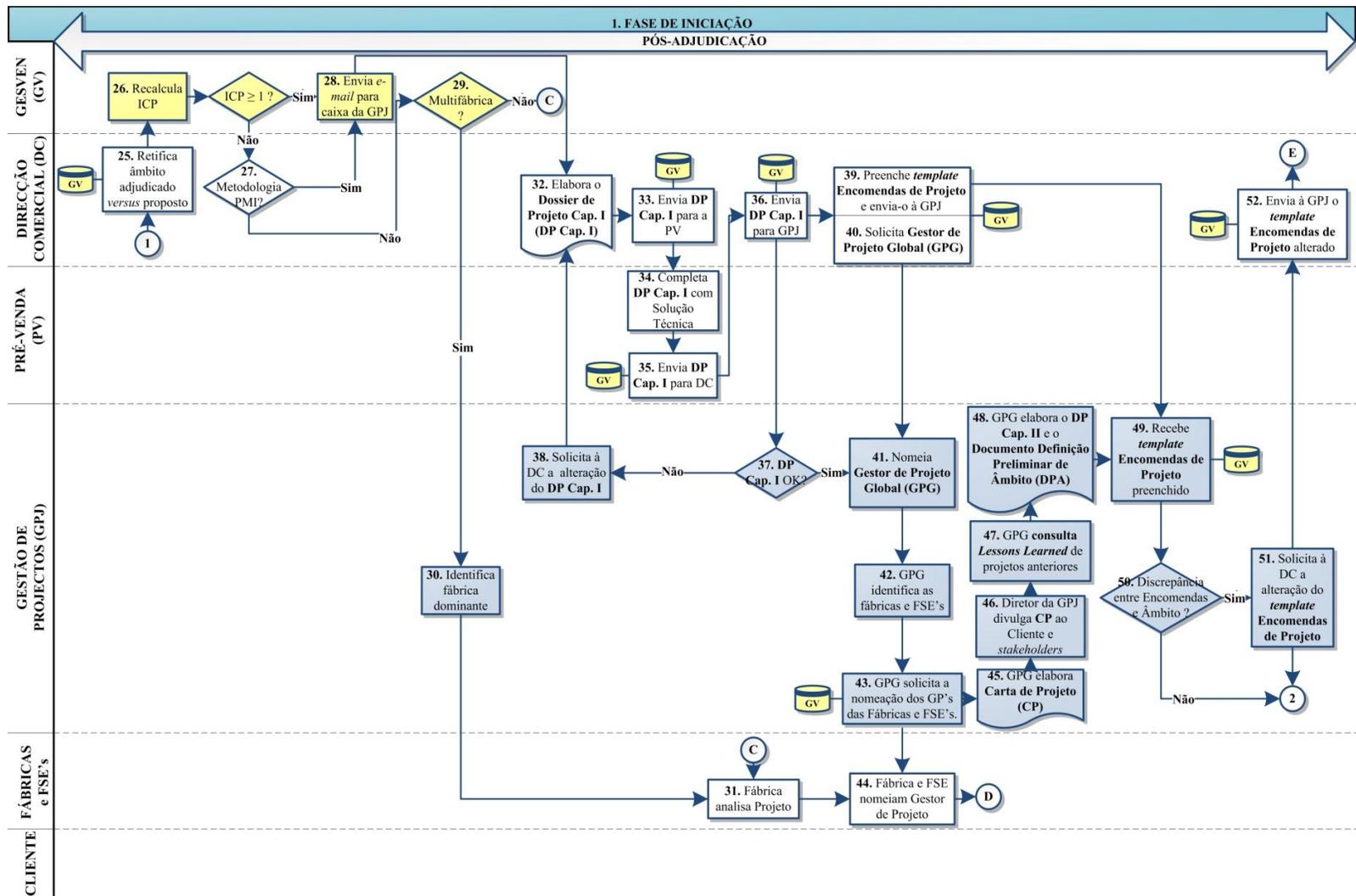


Figura XI.4 - Fluxograma da Fase de Iniciação (Pós-Adjudicação).

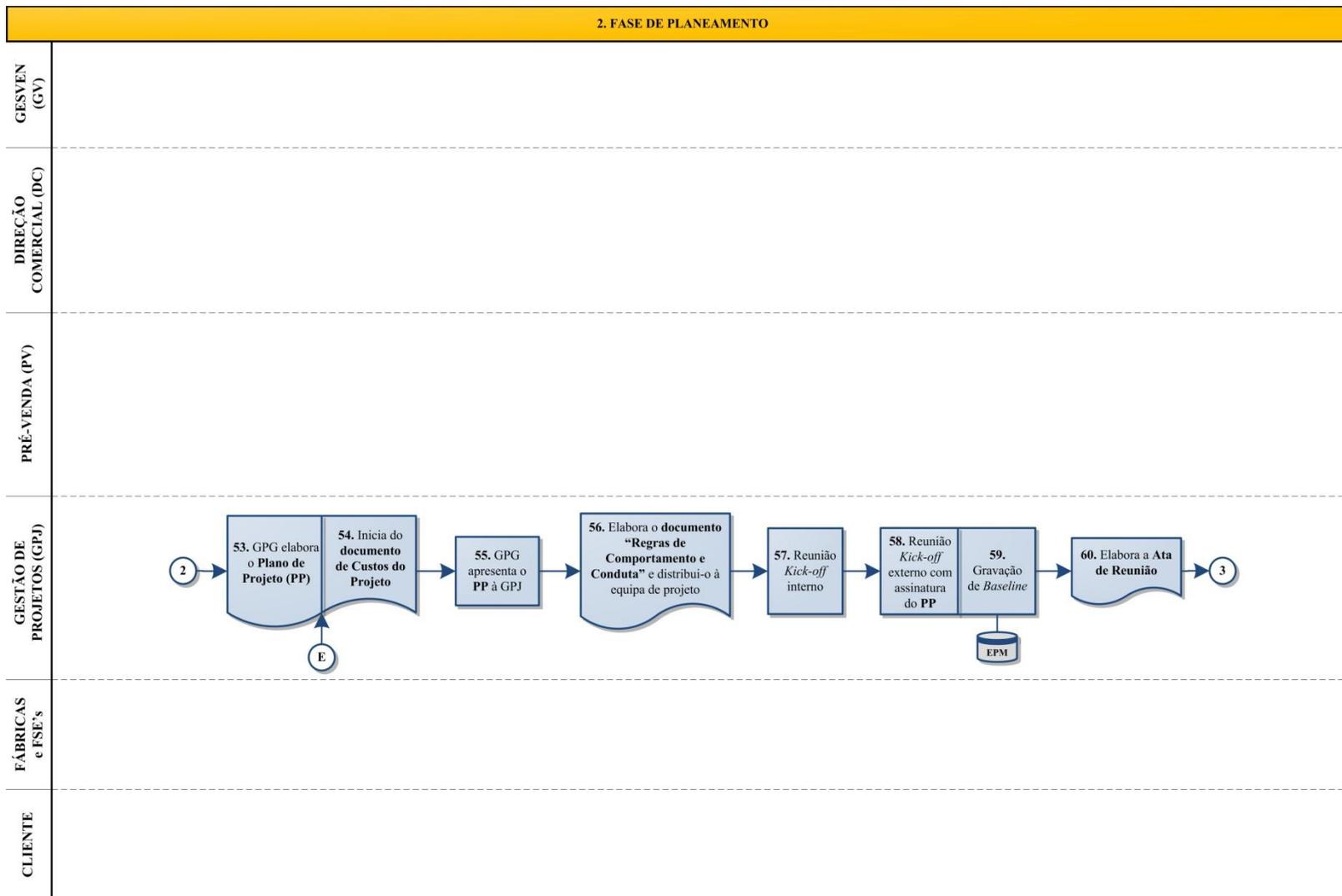


Figura XI.5 - Fluxograma da Fase de Planeamento.

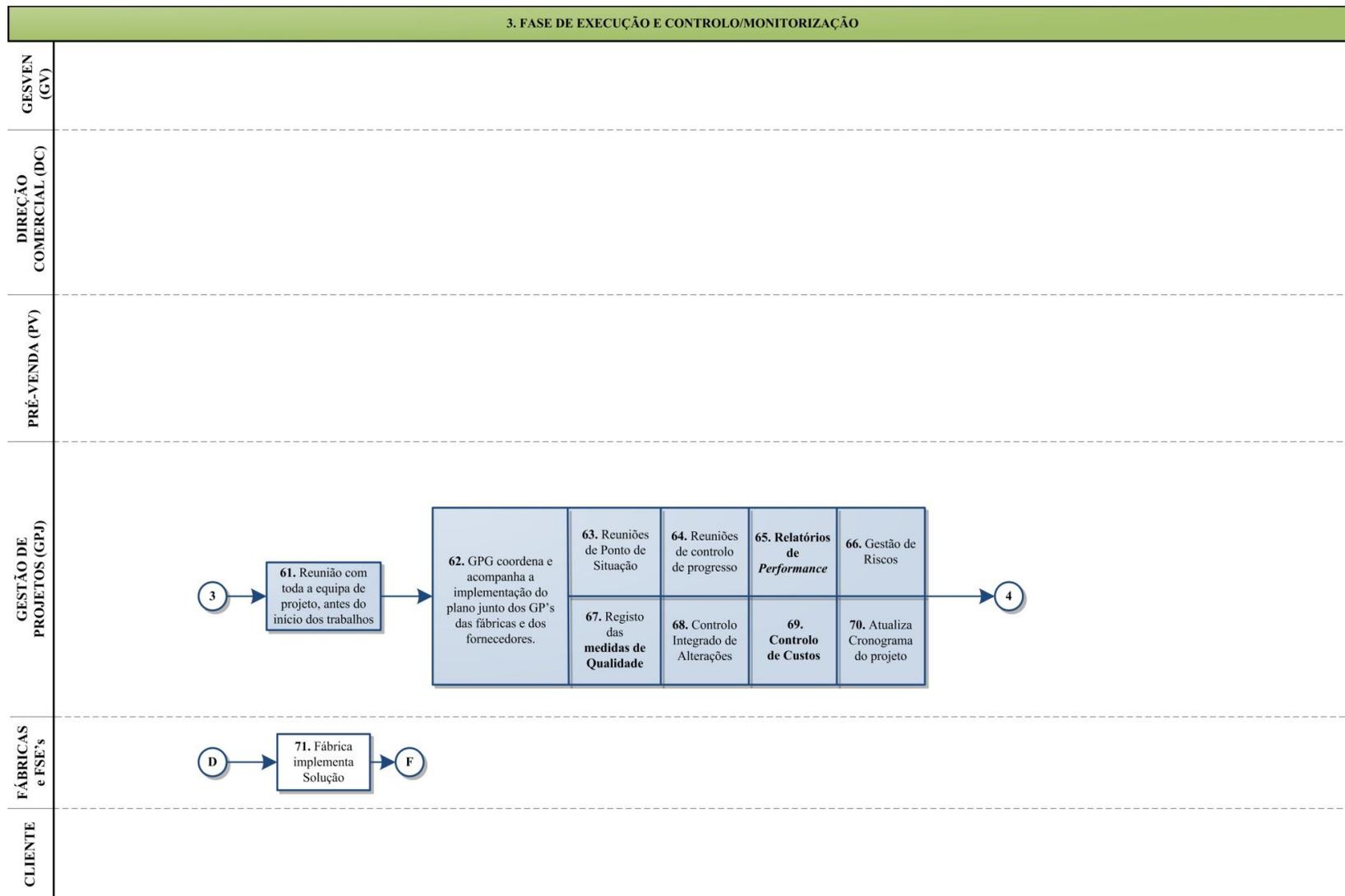


Figura XI.6 - Fluxograma da Fase de Execução e Controlo/Monitorização.

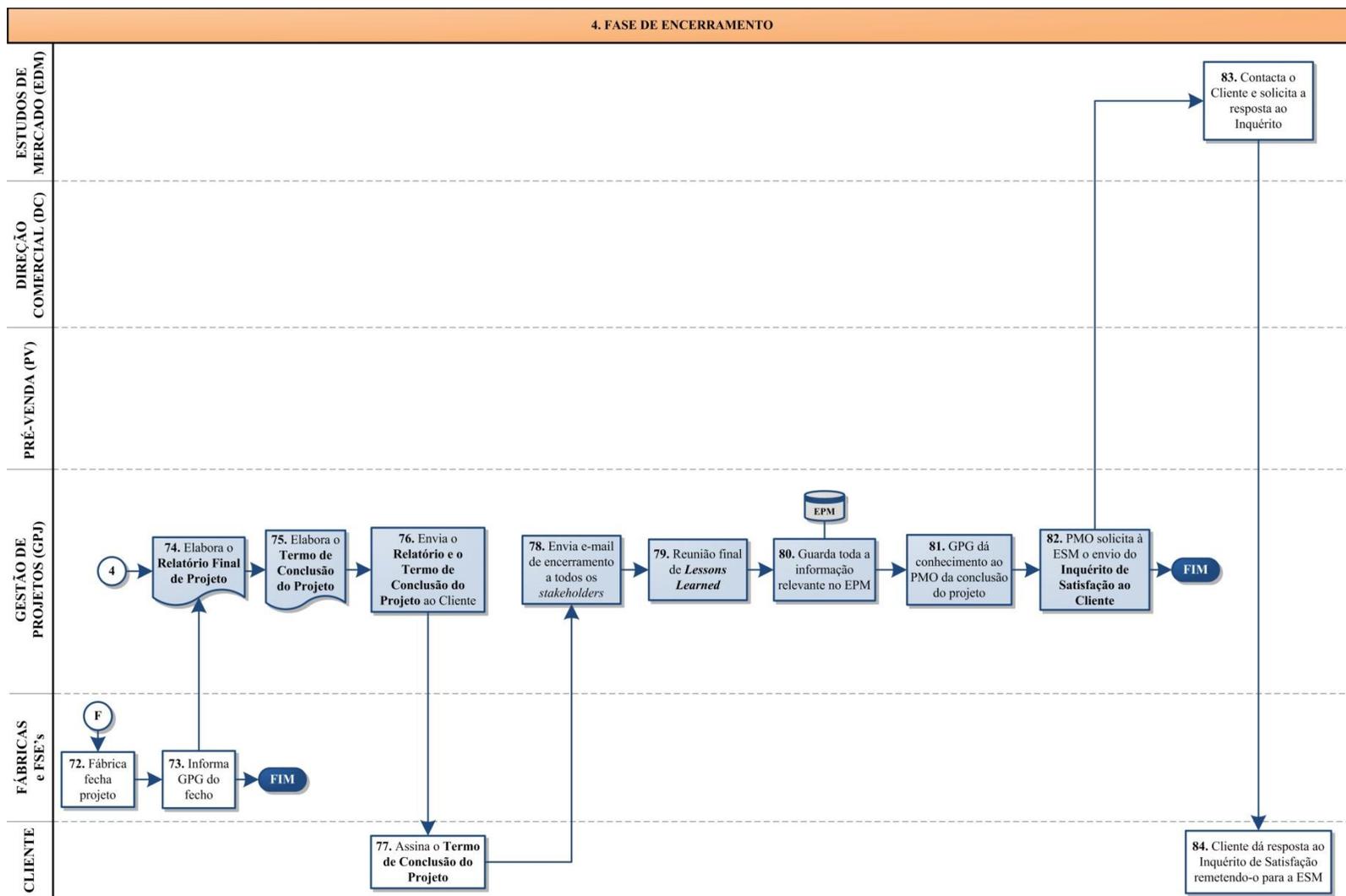


Figura XI.7 - Fluxograma da Fase de Encerramento.

Anexo XII – Durações entre atividades principais

Tabela XII.12 – Durações entre as atividades principais.

Duração entre as atividades principais (dias)												
Atividades	Projetos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a – b		-	231	64	131	79	122	193	26	50	235	-
b – c		-	-	0	120	-	-	-	1	-	-	9
c – d		-	-	11	28	24	-	-	7	-	32	20
d – e		271,88	290,88	180,88	278	122,75	118,89	475	319,79	18,88	167,01	633,88
Atividades	Projetos	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
a – b		86	91	-	57	-	42	-	391	271	42	-
b – c		-	-	-	-	-	-	-	3	-	63	-
c – d		-	-	-	-	1	-	-	3	0	3	-
d – e		71	222,88	567	52	112	403	398	76,5	361	145	277,4
Atividades	Projetos	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
a – b		-	-	176	-	73	-	1369	103	-	-	283
b – c		-	-	-	-	115	-	-	15	-	359	-
c – d		-	-	-	-	18	0	1178	15	39	0	0
d – e		24	225	146	314	244,88	31,13	211,88	136	95	54	78