



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Optimização de Processos na Indústria Farmacêutica mediante a aplicação da metodologia Lean Six Sigma

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Autor

Bruno Miguel Gonçalves Amaral

Orientadores

Professor Doutor José Maria Cirne

Professor Doutor Cristóvão Silva

Júri

Presidente **Professora Doutora Maria Augusta Neto**

Vogais **Professor Doutor Luís Miguel Ferreira**
Professor Doutor Cristóvão Silva

Coimbra, Julho, 2013

“Bear in mind that the wonderful things you learn in your schools are the work of many generations. All this is put in your hands as your inheritance in order that you may receive it, honor it, add to it, and one day faithfully hand it on to your children.”

Albert Einstein

Agradecimentos

Como é prática corrente nesta secção, poderia seguir trâmite mais usual e começar a enumerar todos os agradecimentos segundo uma ordem hierarquizada. Pois bem, dado que pessoalmente não considero um agradecimento como sendo algo necessariamente quantificável, não o vou fazer dessa forma. A ordem pelo qual estes se seguem não constitui qualquer relação de hierarquia. Todas as pessoas aqui enumeradas deram o seu importante contributo.

Um especial obrigado à Bluepharma, representada actualmente pelo seu Presidente Executivo, Dr. Paulo Barradas, pela oportunidade que me foi dada de realizar o indubitável enriquecedor estágio curricular e desenvolver todo o trabalho aqui patente.

Um infindo obrigado à minha família, em especial aos meus pais, pelo infindável apoio, pela compreensão nos momentos em que a boa disposição era parca e sobretudo pela enorme oportunidade que me deram ao permitir a prossecução dos estudos pelo caminho que escolhi, à qual estarei eternamente grato.

Um especial obrigado ao Professor Doutor José Maria Cirne pelo seu enorme contributo e disponibilidade demonstrada no sentido da importantíssima orientação do presente trabalho.

Um grande obrigado ao Professor Doutor Cristóvão Silva, não só por todo o apoio e dedicação do seu escasso tempo à orientação deste trabalho, mas também pelo conhecimento e conselhos transmitidos ao longo dos dois ciclos de aprendizagem por ele coordenados.

Um especial e reforçado obrigado à Dra. Ana Sofia Ferreira, directora do departamento de Planeamento e Gestão da Produção e ao Dr. André Carvalho pela disponibilidade demonstrada ao longo do estágio curricular, pelo espírito desafiante que inculcaram, por todo o apoio, pela transmissão da sua experiência e também importante, a agradável simpatia com que me presentearam sempre que com eles interagi.

Um enorme obrigado à fantástica equipa do departamento de Planeamento e Gestão da Produção com quem estabeleci contacto diário e mais directo, pelo apoio prestado, pelas oportunidades de troca de ideias, pela constante simpatia e profissionalismo

que no global reverteu positivamente num dos factores essenciais para a prossecução deste trabalho: a motivação.

Sendo grande o conjunto de nomes que aqui poderiam estar presentes, deixo no geral um claro obrigado à restante equipa da Bluepharma, com quem tive o prazer de interagir, pela constante cooperação e enorme esforço no sentido de se envolverem nos diversos projectos.

Aos meus colegas de curso, quer da Licenciatura, quer do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra pelo apoio, pelo agradável convívio, pela aprendizagem com eles desenvolvida e pelas amizades construídas e que para sempre haverão de ficar.

Por fim, a todos os meus amigos, por aquilo que está na base do adjetivo **Amigo**, a longa, verdadeira e reconfortante amizade com que tive a sorte de ter sido presenteado ao longo destes anos.

Resumo

Nos dias que correm a indústria é vista como o grande motor de desenvolvimento de qualquer país, contribuindo para a sua produção, emprego, inovação e exportações. Além disso, da mesma forma que a indústria tem um papel importante para a economia dos países, também a economia influencia directa e veemente a indústria. Como se sabe, o ambiente económico actual exige que as indústrias se tornem cada vez mais competitivas, sob pena de não subsistirem. Todo este cenário económico dita que menos recursos estejam disponíveis para as indústrias, o que por sua vez vem imprimir a obrigação destas gerirem melhor os seus recursos.

Esta necessidade das empresas serem competitivas e gerirem melhor os seus recursos, por sua vez, vem despoletar a necessidade de serem mais eficientes e eficazes. Para isso, exige-se às mesmas que percebam minuciosamente todos os seus processos e fluxos produtivos. Cumprindo este requisito, as empresas assumem-se capazes de perspectivar melhorias nos seus processos no sentido de atingir essa eficácia e eficiência.

É neste ponto que assenta a filosofia que serviu de base a esta dissertação, o *Lean Six Sigma*. Dentro desta filosofia, encontra-se a ferramenta que suporta especificamente este projecto, o ciclo DMAIC, com o objectivo de reunir o máximo de propostas de melhoria. Esta dissertação foca-se na aplicação desta ferramenta à Indústria Farmacêutica, especificamente orientada ao problema relativo ao *bottleneck* (estrangulamento) identificado entre as fases de produção relativas ao fim do processo de fabricação e o início do processo de embalamento. Com base na aplicação da ferramenta DMAIC, esta dissertação reporta à apresentação, análise e avaliação de sete propostas de melhoria, que serão analisadas e apresentadas no presente trabalho.

Palavras-chave: Indústria Farmacêutica, *Lean Six Sigma*, DMAIC, Processo de fabricação, Processo de embalamento, *Bottleneck*.

Abstract

Currently, industry is seen as the great booster of development of any country's economy. In general, industry contributes to a country's production, employment, innovation and exports. Moreover, in the same way that industry has an important role in the economy, so the economy has a direct and strong influence on industry. As we know, the current economic environment requires industries to become increasingly competitive, as otherwise they will not be sustainable. This entire economic scenario dictates that fewer resources are available to companies, which therefore necessarily forces companies to manage their resources better.

This need to be competitive, in turn, is placing a further demand on companies, forcing them to be more efficient and effective in what they do. Thus, they are required to thoroughly understand all of their processes and production flows. As part of fulfilling this requirement, they become able to plan improvements in their processes, in order to achieve enhanced effectiveness and efficiency. A well-known philosophy, the Lean Six Sigma, is available in order to help meet these goals. Derived from this philosophy, there is a tool called the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), the main aim of which is to establish a mechanism in order to bring together as many proposals for improvement as possible.

This paper focuses on the application of Lean Six Sigma in the Pharmaceutical Industry and, in particular, on its application to the problem of the bottleneck identified between the end of the manufacturing process stage and the beginning of the packaging process stage. Using the DMAIC cycle, this paper then proceeds to present, analyze and evaluate a set of seven proposals for improvement.

Keywords Pharmaceutical Industry, Lean Six Sigma, DMAIC cycle, Manufacturing Process, Packaging Process, Bottleneck.

Índice

Índice de Figuras	viii
Índice de Gráficos.....	ix
Índice de Tabelas	x
Abreviaturas e Siglas	xi
1. Introdução.....	1
1.1. Âmbito da dissertação e objectivos	2
1.2. Estrutura da Dissertação	3
1.3. Acordo de confidencialidade	4
2. Apresentação da empresa e processos produtivos.....	5
2.1. Localização da empresa	6
2.2. História da Organização.....	6
2.3. Instalações.....	6
2.4. Missão e Visão da Empresa	8
2.5. Estrutura organizacional	8
2.6. Modelo de negócio.....	10
2.7. Caracterização da estrutura interna.....	11
2.7.1. Armazém	11
2.7.2. Fabricação.....	12
2.7.3. Embalamento	14
2.7.4. Manutenção	16
2.7.5. Controlo de Qualidade.....	17
2.7.6. Sistemas de Informação.....	17
3. Lean Six Sigma.....	19
3.1. Lean Thinking.....	20
3.1.1. Resumo histórico	20
3.1.2. O conceito.....	22
3.1.3. As ferramentas.....	26
3.2. Six Sigma.....	27
3.2.1. Resumo histórico	27
3.2.2. O conceito.....	28
3.2.3. A Metodologia.....	29
3.2.4. Fases DMAIC e Ferramentas	32
3.3. Relação entre Lean Thinking e o Six Sigma.....	35
4. Estudo de Caso – Projecto DMAIC.....	38
4.1. Fase <i>Define</i>	38
4.1.1. Definição da Equipa	38
4.1.2. Definição do problema	39
4.1.3. Âmbito do projecto.....	40
4.1.4. Determinação dos objectivos.....	41

4.1.5.	Planeamento do projecto	41
4.1.6.	5 W + H	42
4.1.7.	SIPOC	42
4.1.8.	Project Charter	44
4.2.	Fase <i>Measure</i>	44
4.2.1.	Variáveis a quantificar	44
4.2.2.	Meios para medição	46
4.2.3.	Quantificação do Tempo disponível para processar as encomendas	46
4.2.4.	Quantificação do intervalo de tempo presente entre os processos	47
4.2.5.	Quantificação do processo de embalagem	48
4.2.6.	Quantificação dos tempos de paragem ou tempos não produtivos.....	51
4.2.7.	Quantificação do tempo de setup das linhas de embalagem	52
4.2.8.	Quantificação do desperdício de material	55
4.3.	Fase <i>Analyze</i>	56
4.3.1.	Breve análise às variáveis mensuradas	56
4.3.2.	Brainstorming	58
4.3.3.	Diagrama de <i>Ishikawa</i>	58
4.3.4.	Teste de hipóteses	60
4.3.5.	Regressão linear.....	61
4.4.	Fase <i>Improve</i>	61
4.4.1.	Propostas de melhoria.....	62
4.4.2.	Matriz de priorização	69
4.5.	Fase <i>Control</i>	71
4.5.1.	FMEA	71
5.	Conclusões.....	73
5.1.	Sugestão para trabalhos futuros	73
5.2.	Conclusão e considerações finais.....	74
Bibliografia		76
Referências Bibliográficas.....		76
Bibliografia consultada.....		76
Webgrafia consultada		78
Anexo A – Principais marcos da Bluepharma		79
Anexo B – Organigrama da organização.....		80
Anexo C – Fluxo dos Principais Fluxos Produtivos.....		81
Anexo D – Planeamento do Projecto.....		82
Anexo E – Project charter.....		83
Anexo F – Gráfico 5 - Intervalo de tempo entre o fim da fabricação e o embalagem		84
Anexo G – Gráfico 6 - Tempo do processo de embalagem para diferentes lotes		85
Anexo H – Gráfico 14 – Representação do número de blisters formados		86
Anexo I – Teste de Hipóteses		87
Anexo J – Código da Ferramenta Desenvolvida		88
Anexo K – Layout da Ferramenta Desenvolvida		89

Anexo L – FMEA	90
----------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Principais edifício da Bluepharma (Dianteira e traseira).....	5
Figura 2 – Descrição pormenorizada das instalações da Bluepharma.....	7
Figura 3 – Instalações Bluepharma em Taveiro	8
Figura 4 – Armazém de Matéria-prima primária.....	12
Figura 5 – Sala de Pesagens	13
Figura 6 – Mistura da substância activa com os excipientes.....	13
Figura 7 – Processo de granulação	13
Figura 8 – Contentor de alimentação da mistura para a máquina compressora	14
Figura 9 – Máquina Compressora	14
Figura 10 – Linha de Embalamento	16
Figura 11 - Ilustração do processo de Embalamento.....	16
Figura 12 – Laboratório de Controlo de Qualidade.....	17
Figura 13 – Modelo de uma organização sustentável (fonte B).....	20
Figura 14 – Ciclo do Pensamento Lean (fonte [3])	26
Figura 15 - N° de defeitos por milhão (Breyfogle III, 1999).....	29
Figura 16 – Ciclo PDCA (Shewart, 1939); (Deming W. E., 1990).....	30
Figura 17 – Ciclo DMAIC.....	31
Figura 18 – Organigrama representativo da equipa do projecto	39
Figura 19 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> orientado ao principal problema.....	59
Figura 20 - Matriz de priorização das várias propostas de solução.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentagem de colaboradores por cada departamento.....	9
Gráfico 2 – Evolução do número de colaboradores da Bluepharma.....	10
Gráfico 3 – Encomendas entregues vs. Encomendas não entregues no tempo regular.....	47
Gráfico 4 – Taxa de fabricação vs. Taxa de embalamento.....	47
Gráfico 5 – Intervalo de tempo entre o fim da fabricação e o início do embalamento.....	48
Gráfico 6 – Tempo do processo de embalamento para diferentes lotes.....	49
Gráfico 7 – Variação das várias fases do processo de embalamento (situação 1).....	50
Gráfico 8 – Variação das várias fases do processo de embalamento (situação 2).....	50
Gráfico 9 – Variação das várias fases do processo de embalamento (situação 3).....	51
Gráfico 10 – Duração média dos tempos não produtivos.....	52
Gráfico 11 – Frequência média e relativa das actividades não produtivas.....	52
Gráfico 12 – Tempo de <i>setup</i> para diferentes lotes.....	54
Gráfico 13 – Proporção do Tempo de Setup no Tempo de embalamento.....	54
Gráfico 14 – Número de blisters formados no processo de embalamento.....	55
Gráfico 15 – Relação entre o tempo de processo e o número de blisters defeituosos.....	61
Gráfico 16 – Comparação dos tempos de processo antes e depois da alteração.....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Principais ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	26
Tabela 2 – Resumo dos objectivos de cada fase do ciclo DMAIC	32
Tabela 3 – Tabela comparativa entre o <i>Lean Thinking</i> e o <i>Six Sigma</i>	36
Tabela 4 – Aplicação da ferramenta 5 W + H	42
Tabela 5 - SIPOC.....	43
Tabela 6 – Estatística do número de dias entre os diferentes processos.....	48
Tabela 7 – Estatística do tempo de embalagem.....	49
Tabela 8 – Estatística do tempo de <i>setup</i>	54
Tabela 9 – Estatística dos blisters formados no processo de embalagem	55
Tabela 10 – Soluções/propostas de melhoria para as causas dos problemas.....	62
Tabela 11 – Estatística dos tempos de processo antes e depois da alteração	65
Tabela 12 – Tabela classificativa das demais propostas de melhoria.....	69

ABREVIATURAS E SIGLAS

5 W + H – *Five Whys plus How*

6σ – *Six Sigma*

API – *Active Pharmaceutical Ingredient*

BPM – *Business Process Management*

CEO – *Chief Executive Officer*

CTQ – *Critical To Quality*

DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

DPMO – *Defects per million Opportunities*

ERP – *Enterprise resources planning*

FDA – *Food and Drug Administration*

FMEA – *Failure mode and effect analysis*

ICH – *International Conference on Harmonisation*

INFARMED – *Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento*

INSEAD – *Institut Européen d'Administration des Affaires*

ISO – *International Organization for Standardization*

NP – *Norma Portuguesa*

OSHAS – *Occupational Health & Safety Advisory Services*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PME – *Pequena e Média Empresa*

PPM – *Part per million*

PSA – *Produto Semiacabado*

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Clients*

SMART – *Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

UDE – *Undesirable effect*

VSA – *Value Stream Analysis*

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

É mais que um dado adquirido que na nossa envolvente actual se vive um clima parco em prosperidade. A austeridade advinda de uma crise económica, que se percute não só a nível nacional, mas a nível europeu tem um impacto hercúleo nas demais indústrias. Deste modo é imposto às mesmas o assumir de uma postura proactiva, de melhoria contínua e constante inovação, de modo a responderem de forma positiva a um clima onde o conceito de competitividade atinge um patamar culminante. As empresas têm hoje, mais que outrora, a necessidade de serem competitivas e para isso têm fundamentalmente que ser boas gestoras dos recursos que utilizam para a realização da normalidade dos seus processos e ter um nível de qualidade reconhecido pelos seus clientes, já que são estes que despoletam a sua actividade.

A indústria farmacêutica em Portugal, apesar de ter registado um grande crescimento ao longo da última década, não se encontra imune a este clima mais ríspido que se vem a verificar. Aliás, face às demais indústrias, esta é alvo de uma maior pressão justificada por uma acentuada dedicação de parte da sua actividade a actividades de investigação e desenvolvimento. Estas tarefas, para além de não gerarem retorno financeiro imediato, são tarefas algo dispendiosas e alvo de uma forte regulamentação.

É da premissa subjacente nos anteriores parágrafos que se dá a génese deste projecto, isto é, a Bluepharma Indústria Farmacêutica, S.A., com o desígnio de manter a postura pela qual tem vindo a ser reconhecida no passado mais recente, decidiu deste modo, em paralelo com uma nova análise da cadeia de valor da empresa, a identificação de projectos de melhoria dos seus processos no âmbito e na base do *Lean Six Sigma*, metodologia esta adjacente à complementaridade entre o *Lean Thinking* e o *Six Sigma*.

A repercussão do *Lean Thinking* facilmente se faz notar se se efectuar um recuo histórico aos tempos remotos do final da segunda guerra mundial (entre as décadas de 40 e 50 do século XX), já que se dá conta de anos de uma severidade muito maior no Japão em relação ao que muitos países da Europa se encontram a atravessar no prisma actual. Essa severidade devia-se a motivos inerentes ao facto de ter sido um dos países derrotados na segunda guerra mundial e daí ter resultado uma enorme falta de recursos no

país. A falta de recursos, mais do que nunca, obrigou este país a tentar evoluir e manter o nível de competitividade de outra forma e foi aí que se deu a génese das primeiras ideias que deram origem ao *Lean Thinking*.

Em décadas um pouco mais recentes (meados da década de 90 do século XX) nasce a filosofia que vem conjugar um vasto leque de ferramentas que actuam directamente com o objectivo de aumentar a qualidade do produto final, o *Six Sigma*. A postura de uma empresa na visão tida da parte do cliente é muito importante, já que a mesma depende directamente destes. Muitas empresas têm vindo a reconhecer por experiência própria o importante contributo das ferramentas *Six Sigma* para que a empresa atinja níveis de qualidade que o cliente reconheça, aumentando deste modo os níveis de lealdade e investimento por parte deste.

Com os últimos dois parágrafos dá-se a introdução do conceito que serve de base a este projecto e dissertação, o *Lean Six Sigma*, que se pode denotar como a chave de sucesso para atingir a competitividade que as variáveis ambientais incutem às demais empresas nos dias de hoje. É na sua base que se desenrola todo este projecto orientado à Optimização de processos de fabrico da indústria Farmacêutica Bluepharma.

1.1. Âmbito da dissertação e objectivos

O trabalho aqui presente foi realizado no âmbito da unidade curricular respeitante à Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, unidade esta inserida no plano curricular do 2º Ciclo de formação em Engenharia e Gestão Industrial. O mesmo teve decurso e aplicabilidade prática na empresa Bluepharma Indústria Farmacêutica, S.A., após apresentação da necessidade do projecto.

O principal objectivo deste trabalho consistiu na observação e análise dos processos produtivos da empresa com o intuito de encontrar o máximo de oportunidades de melhoria. Na base da filosofia *Lean Six Sigma*, foi proposto à empresa que esta optimização se desse a partir de uma análise baseada na metodologia DMAIC a um problema concreto que a empresa pretendesse eliminar ou reduzir. A proposta desta metodologia justifica-se com o facto de ser uma metodologia dotada de enorme flexibilidade e capacidade de articulação no alcance da eficiência e eficácia dos processos.

A possibilidade de ser parte integrante de projectos cujo propósito seria a objectivação de melhorias foi a principal fonte de motivação para este trabalho. Com a

competitividade a aumentar, as empresas necessitam de incorporar na sua cultura adjectivos como “eficientes”, “eficazes” ou “flexíveis” e é sem dúvida enriquecedor o facto de poder participar activamente no projecto.

Dentro do macro objectivo que foi anteriormente descrito, muitos outros objectivos se encontram subjacentes à realização deste trabalho, os quais se enumeram:

- Pôr em prática conceitos adquiridos e assimilados ao longo da formação;
- Criar rotinas ambientais características de uma indústria;
- Desenvolver novas competências dentro do escopo da indústria farmacêutica, quer através do conhecimento dos produtos, quer dos processos produtivos e respectivas tecnologias associadas;
- Desenvolver espírito crítico, através da constante necessidade de conjugação de múltiplas variáveis;
- Fomentar a apetência para a Gestão do tempo, através da conciliação dos demais trabalhos propostos pela empresa com o trabalho aqui exposto;
- Preparar e desenvolver a rotina característica de um profissional.

1.2. Estrutura da Dissertação

No que toca à estrutura desta dissertação, no geral pode-se considerar que a mesma apresenta uma divisão tripartida.

A primeira parte da dissertação vem apresentar a empresa, de modo a que se possa ter uma ideia da mesma quanto à sua estrutura e organização, a sua cultura organizacional e o fluxo dos seus processos produtivos, procurando com isto justificar a razão pela qual a empresa partiu para este projecto e dar a conhecer de certo modo os seus processos produtivos, à volta dos quais se encontra este projecto.

A segunda parte incide sobre o estado da arte relativamente à filosofia *Lean Six Sigma*, onde primeiramente se aborda o *Lean Thinking* e os seus ideais e ferramentas. Seguidamente procura-se expor o mesmo estudo para o *Six Sigma* e, no final do presente capítulo, a sua conjugação.

Depois de dado a conhecer os aspectos relacionados com a base do projecto, quer pela apresentação da empresa, quer através da abordagem teórica do *Lean Six Sigma*, segue-se a terceira e última parte que diz respeito à implementação das ferramentas nos

referidos processos da empresa, com o objectivo de se optimizarem os mesmos e de tornar a empresa mais eficiente e eficaz.

1.3. Acordo de confidencialidade

No passado dia 4 de Dezembro do ano de 2012, em coincidência com a data que marcou o início do estágio curricular que está na base deste trabalho, foi assinado entre o autor desta dissertação e a empresa Bluepharma Indústria Farmacêutica, S.A um acordo de confidencialidade cuja finalidade, entre outros pontos, diz respeito ao compromisso de confidencialidade por parte do estagiário relativamente a qualquer informação considerada como confidencial por parte da empresa, durante o período de vigência desse trabalho.

Como resultado do estabelecimento deste acordo alguns dados não se encontram aqui expostos, nomeadamente os dados concernentes a indicadores financeiros, especificidade e características dos produtos, entre outra qualquer informação que seja classificada como confidencial por parte da empresa. Várias acções foram tomadas no sentido de ressaltar sempre a referida confidencialidade. Daqui resulta que são salvaguardados os nomes das pessoas inerentes ao projecto, pelo que sempre que se faz menção à sua pessoa recorre-se a siglas identificativas dos nomes das mesmas. Procura-se dar preferência a gráficos cujos valores são representados sob a forma relativa (sob a forma de percentagem) e não quantitativa.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E PROCESSOS PRODUTIVOS

A Bluepharma Indústria Farmacêutica, S.A. é uma empresa que actua no ramo farmacêutico com sede no concelho de Coimbra, de capital exclusivamente português. Iniciou a sua actividade industrial no dia 28 de Fevereiro do ano de 2001, data esta que foi marcada pela aquisição de uma das unidades da multinacional alemã Bayer, por parte de um grupo de profissionais com um vigoroso *background* ligado ao sector. Na Figura 1 podem-se visualizar as suas principais instalações.



Figura 1 – Principais edifício da Bluepharma (Dianteira e traseira)

A experiência de mais de 30 anos no sector farmacêutico e a visão estratégica orientada para o futuro, em que a inovação e o desenvolvimento se tornam factores-chave na sua actividade, dotam esta empresa de um notório destaque dentro do tecido industrial constituído pelas pequenas e médias empresas do nosso país.

Actualmente esta unidade concentra a sua produção no fabrico autorizado e importação de medicamentos e medicamentos experimentais na forma sólida, mais especificamente as cápsulas duras, os pós e granulados, os semi-sólidos e os comprimidos.

2.1. Localização da empresa

Como já referido, a Bluepharma encontra-se sediada no concelho de Coimbra, mais pormenorizadamente na localidade e freguesia de São Martinho do Bispo. Situa-se a aproximadamente 1 km do Hospital dos Covões e 6 km do Hospital Universidade de Coimbra. A Protecção Civil encontra-se a 6 km e os Bombeiros Voluntários a 4 km.

Estar localizada na cidade de Coimbra assume preponderância e uma enorme vantagem estratégica para a sua actividade, uma vez que actualmente Coimbra é reconhecida pela sua Universidade com mais de 700 anos de história e pelo seu polo de excelência na área das Ciências da Vida. Este facto, para além de permitir o recurso a um maior leque de oferta no que toca ao recrutamento de recursos humanos face às demais empresas, permite ainda estabelecer parcerias com Centros de Investigação de comprovada e reconhecida qualidade presentes na Universidade de Coimbra.

2.2. História da Organização

A criação da Bluepharma reporta ao ano de 2001, embora grande parte das instalações, assim como parte do equipamento e recursos humanos, advêm ainda da multinacional alemã Bayer que se instalou na localidade de São Martinho do Bispo no ano de 1971. Posto isto, torna-se relevante a referência a alguns marcos históricos da empresa, de modo a perceber a actual posição da mesma, assim como a sua postura perante o trâmite futuro. Esses marcos históricos encontram-se expostos no Anexo A, onde se pode verificar toda a evolução da empresa na forma de uma barra cronológica.

2.3. Instalações

As principais instalações da Bluepharma, cuja localização já foi referida anteriormente, dividem-se por quatro edifícios principais geminados, os Edifícios A, B, C e D, perfazendo uma área de construção de 7728 m², como se pode verificar na Figura 2. A sua envolvente é composta pelos acessos, parques de estacionamento e um jardim, perfazendo uma área total de 18700 m².

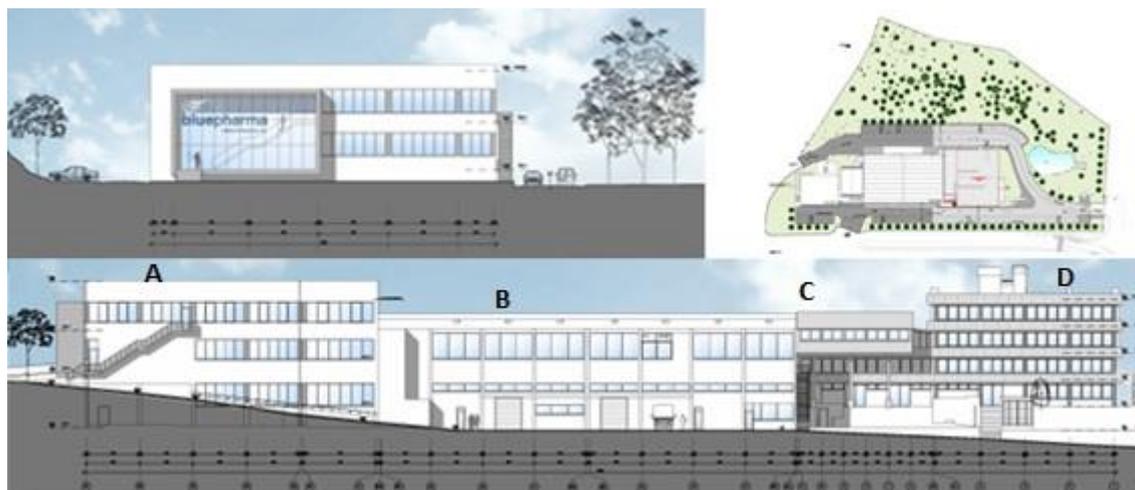


Figura 2 – Descrição pormenorizada das instalações da Bluepharma

O edifício A compreende o sector de Embalamento, uma zona de armazém exclusivamente afecta às matérias-primas de embalagem e os escritórios que acolhem o Conselho de Administração, os Serviços Financeiros, Recursos Humanos, Planeamento e Gestão da Produção, Assuntos Regulamentares, Gestão da Qualidade, Qualidade do Produto & Compliance e o *Business Development*.

O edifício B é composto pelo Sector de Fabricação e Armazém de matéria-prima e produto semiacabado. É ainda incluído neste edifício a sala de amostragem de matéria-prima e a Oficina de Manutenção.

O edifício C compreende Laboratório de Investigação e Desenvolvimento Galénico e Sala de Dissoluções. Funciona ainda como ligação à produção e é nele que são incluídos os vestiários.

Por fim, no edifício D situa-se o Laboratório de Controlo da Qualidade, o Departamento de Sistemas de Informação, a Zona Técnica e a Área Social. É ainda neste edifício que se encontram o laboratório de Microbiologia, a Amostroteca, a Sala de cultura de células e ainda o laboratório de Investigação e Desenvolvimento analítico.

Para além destes quatro edifícios que constituem de grosso modo as principais instalações da empresa, foram inauguradas novas instalações que suportam os serviços administrativos da Bluepharma Genéricos e o armazém de Produto Acabado, cujas instalações se encontram ilustradas na Figura 3. Estas instalações foram inauguradas no dia 15 de Dezembro de 2012 no parque industrial da localidade de Taveiro, Coimbra e a razão da sua construção prendeu-se essencialmente com a necessidade de resposta ao crescente

volume de produção e de vendas da empresa. O espaço tem cerca de 3000 m² cobertos, dentro dos quais 2280 m² são relativos à área para armazenagem.



Figura 3 – Instalações Bluepharma em Taveiro

2.4. Missão e Visão da Empresa

Perante a missão da empresa pode-se verificar, além do claro objectivo da empresa que consiste em assegurar aos clientes a qualidade de todos os produtos fabricados e distribuídos, a constante preocupação com a qualidade de vida das populações: “A nossa missão assenta em disponibilizar produtos farmacêuticos da mais elevada qualidade a preços competitivos, contribuindo deste modo para uma racionalização da despesa no sector de saúde e simultaneamente para a melhoria da qualidade de vida das populações”.

No que diz respeito à visão, esta orienta-se sobretudo ao conceito de melhoria contínua, em que inovação é a palavra-chave: “A Bluepharma é uma empresa farmacêutica que pretende ser referência de excelência a nível nacional e internacional, por assumir integralmente os valores da qualidade, competência e inovação, e motor de desenvolvimento do sector em que se integra”.

2.5. Estrutura organizacional

A Bluepharma é actualmente composta por uma equipa multidisciplinar de profissionais, dividida por vários sectores e departamentos. Esta equipa é composta por

peçoas desde os mais jovens recém-licenciadas, determinados a pôr em prática todo o conhecimento que adquiriram em prol da empresa, a peçoas com mais de 40 anos de serviço na empresa com uma enorme experiência que enaltece a sua qualidade. Deste modo, consegue-se complementar a enorme experiência no sector com o espírito empreendedor e inovador e assim fazer com que a empresa se continue a destacar no sector.

Até ao fim do primeiro trimestre do presente ano de 2013, a empresa contava com 306 colaboradores divididos por vários sectores. No Gráfico 1 pode-se verificar com maior pormenor essa afectação dos colaboradores.

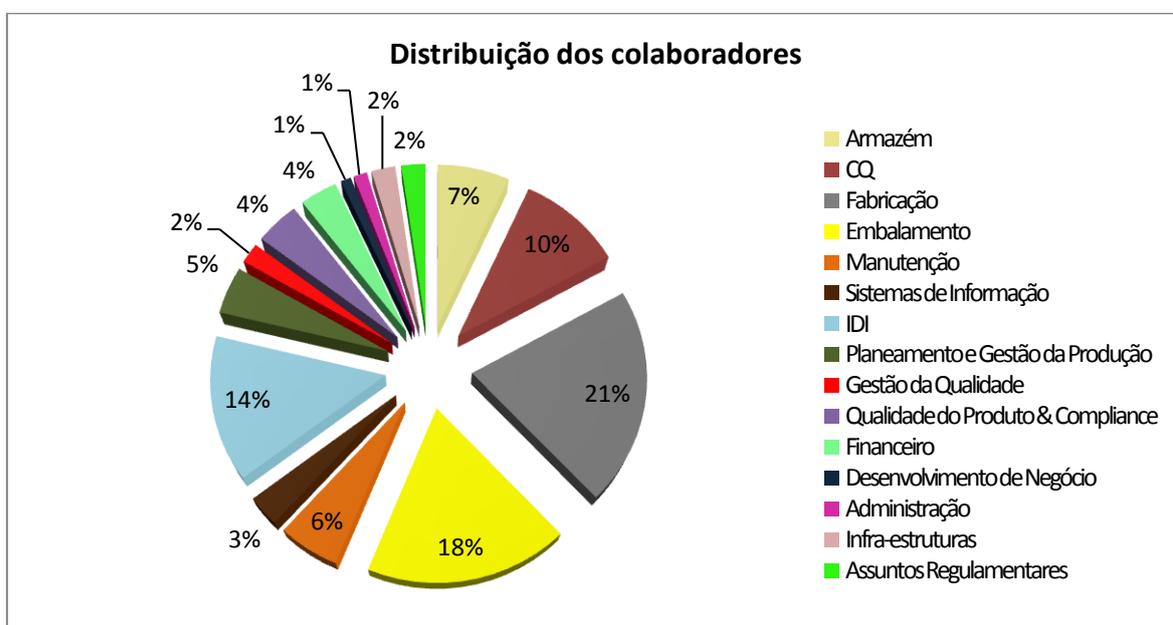


Gráfico 1 – Percentagem de colaboradores por cada departamento

Através da análise do Gráfico 2 pode-se verificar a enorme evolução que ocorreu relativamente ao número de colaboradores da empresa, confirmando o seu largo crescimento e a sua aposta nos recursos humanos altamente qualificados que o país oferece.



Gráfico 2 – Evolução do número de colaboradores da Bluepharma

A administração da empresa conta com uma equipa bastante experiente e com um vasto portfólio e conhecimento no sector farmacêutico, que faz passar na corrente vertical da linha hierárquica a cultura organizacional que nos dias de hoje está enraizada na empresa e faz com que toda a equipa aja de uma forma solidária, coesa e com muito rigor.

O conselho de administração é então composto pelo Presidente Executivo da empresa, o Dr. Paulo Barradas, pela Dra. Maria Isolina Mesquita, vice-presidente e responsável pela coordenação de operações, pelo Professor Dr. Sérgio Simões, também um dos vice-presidentes da empresa e responsável pelo desenvolvimento do produto e negócio da empresa, pelo Dr. Miguel Silvestre e pelo Dr. Miguel Botto.

No Anexo B pode-se verificar de uma forma geral toda a estrutura organizacional da Bluepharma, assim como os respectivos directores de departamento.

2.6. Modelo de negócio

De uma forma generalizada, a Bluepharma apresenta o seu modelo de negócio dividido em cinco áreas de actividade. Essas áreas de actividade são:

- **Investigação e Desenvolvimento:** A Bluepharma dedica e concentra os seus esforços de Investigação em diversas áreas, nomeadamente a nanotecnologia, a oncologia e a biotecnologia, onde em parceria com outras empresas e com centros de I&D nacionais e internacionais desenvolve um conjunto de projectos.

- **Participação em empresas inovadoras:** A Bluepharma participa activamente na cooperação com outras empresas, quer através da criação de spin-offs, quer através do investimento de recursos nas demais. Destacam-se a Technophage, a Luzitin, a Treat U, a Blueclinical, a Biocant Ventures e a BSim2.
- **Licenciamento de tecnologia:** A Bluepharma também se responsabiliza pelo licenciamento de novas tecnologias, assegurando deste modo o uso exclusivo de determinada invenção.
- **Actividades industriais:** A Bluepharma detém processos que compreendem a produção e embalagem de medicamentos, passando pelos necessários requisitos de controlo de qualidade e regulamentares.
- **Comercialização de medicamentos:** A Bluepharma, desde o ano de 2003, através da Bluepharma Genéricos, dedica-se também à comercialização de medicamentos em Portugal e em cerca de 30 outros países.

2.7. Caracterização da estrutura interna

Muito por fruto da notória evolução e desenvolvimento que tem tido ao longo dos últimos anos, a Bluepharma tem sofrido algumas transformações a nível da organização da sua estrutura. Na actualidade, a Bluepharma pode ser dividida em catorze principais departamentos/sectores. A nível operacional a empresa conta com Armazém, sector de Fabricação, Manutenção, Embalamento, Sistemas de Informação, Departamento de Controlo da Qualidade e Investigação e Desenvolvimento. Num nível mais orientado à coordenação dessas operações existem os Departamentos Financeiro, Planeamento e Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Qualidade do Produto & *Compliance*, Assuntos Regulamentares, Desenvolvimento de Negócio e Recursos Humanos. Nos seguintes subcapítulos faz-se referência a seis dos sete sectores operacionais, já que o conhecimento do seu funcionamento se torna relevante para o entendimento do fluxo de processos inerente a este projecto. Este fluxo encontra-se esquematizado no Anexo C.

2.7.1. Armazém

O armazém representa o espaço físico onde a empresa aprovisiona de forma temporária quer a matéria-prima e materiais de embalagem que chegam dos fornecedores,

quer o produto acabado pronto a ser expedido para os clientes. A Bluepharma possui actualmente duas unidades de armazenagem. A primeira, cujo espaço pode ser visualizado na Figura 4, situa-se junto das principais instalações da empresa e está afectada ao armazenamento da matéria-prima utilizada na produção dos medicamentos e a materiais de embalagem utilizados para efectuar o embalamento. A segunda unidade encontra-se na localidade de Taveiro e é orientada para o armazenamento do produto acabado antes do mesmo seguir para expedição, para além de aprovisionar também os medicamentos da Bluepharma Genéricos.



Figura 4 – Armazém de Matéria-prima primária

2.7.2. Fabricação

O sector de Fabricação, muitas vezes com a comum denominação de produção, é a zona na empresa onde se dá a transformação das matérias-primas (excipientes e princípios activos) em produto semiacabado (*bulk*), antes do mesmo ser embalado. As várias fases constituintes da fabricação dependem muito do produto a ser fabricado. Todavia, no caso específico dos comprimidos, a maioria dos produtos começam a ser processados na sala de pesagens, representada na Figura 5, onde a matéria-prima é devidamente pesada. De seguida a mesma passa para a sala de mistura, representada na Figura 6, onde se dá a assemblagem entre os excipientes e o princípio activo. Em alguns casos passa para a granulação húmida ou seca, como se pode verificar na Figura 7, antes de, através de uma conduta vertical, exibida na Figura 8, alimentar o equipamento de compressão, representado na Figura 9, que finalmente processa os comprimidos. No caso

das cápsulas, o processo produtivo é sensivelmente o mesmo até à fase de mistura, dando-se a partir o enchimento de cápsulas por meio de uma máquina encapsuladora.



Figura 5 – Sala de Pesagens



Figura 6 – Mistura da substância activa com os excipientes



Figura 7 – Processo de granulação



Figura 8 – Contentor de alimentação da mistura para a máquina compressora



Figura 9 – Máquina Compressora

2.7.3. Embalamento

É no sector de embalamento que se dá a conversão do produto semiacabado (*bulk*) em produto acabado, que se pode assimilar como sendo a caixa de

comprimidos/cápsulas. O sector de embalagem é composto por várias linhas de embalagem de funcionamento semelhante. Na Figura 10 pode-se visualizar uma dessas linhas. A Figura 11 ilustra de forma intuitiva a primeira parte do processo, até à formação do blister, sendo que a segunda parte é apenas referente à colocação dos blisters e literaturas nas caixas. De uma forma sintética, a primeira parte do processo de embalagem começa com a formação dos alvéolos num rolo de PVC (pontos 1, 2 e 3), onde posteriormente são colocados os comprimidos vindos do mecanismo de alimentação de produto semiacabado (ponto 4). De seguida é colocada uma folha de alumínio sobre o PVC já com os comprimidos nos alvéolos (pontos 5 e 6) e cortado, formando finalmente um blister (pontos 9 e 10). A segunda parte do processo de embalagem começa com a preparação da forma da caixa, inserção da respectiva literatura e a quantidade de blisters característica do produto. Por fim, a caixa é fechada e é nela colocada a etiqueta com o código de barras, formando o produto acabado. No final da linha ainda é cintada uma determinada quantidade característica de caixas de modo a que posteriormente um operador da linha as coloque numa caixa final de maior dimensão, para o produto seguir para expedição.



Figura 10 – Linha de Embalamento

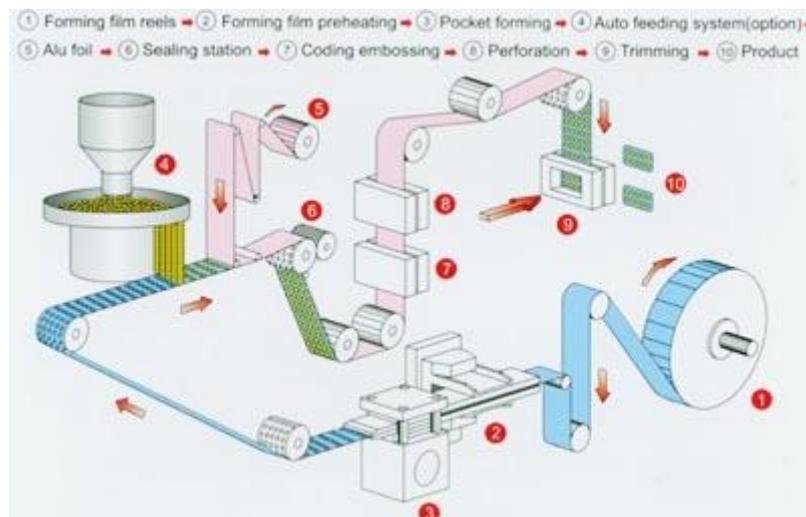


Figura 11 - Ilustração do processo de Embalamento

2.7.4. Manutenção

O sector de manutenção opera entre os sectores de fabricação e embalamento, na medida em que parte do mesmo a responsabilidade de proceder às trocas de ferramenta e conseqüente *setup*, quer das máquinas compressoras (Fabricação), quer das linhas de

embalamento (Embalamento). Esta última tarefa denota relativa relevância, já que a título de exemplo uma mudança de formatos numa linha de embalagem pode levar cerca de 8 horas a ser efectuada. Para além desta tarefa, este departamento está associado às acções de manutenção preventiva e correctiva dos vários equipamentos.

2.7.5. Controlo de Qualidade

O departamento de Controlo de Qualidade, presente na Figura 12, é composto por 3 laboratórios, 2 deles afectos a análises físico-químicas e um terceiro dedicado a análises microbiológicas, todos equipados com equipamentos qualificados de acordo com as exigências da regulamentação vigente nas farmacopeias. Este departamento, como o seu nome leva à dedução, é responsável pelo controlo através de prévia amostragem das matérias-primas e materiais de embalagem que chegam à empresa, do produto semiacabado e ainda do produto acabado. É portanto um sector transversal a todos os outros, na medida em que controla o produto em todas as suas fases de processamento. Todos os processos de análise que aqui decorrem são regulamentados pelo Guia de Boas Práticas de Fabrico, de modo a poder ser atestada a qualidade dos produtos que uma indústria dedicada ao fabrico deste tipo de produtos exige.



Figura 12 – Laboratório de Controlo de Qualidade

2.7.6. Sistemas de Informação

O sector de Informática ou Sistemas de Informação é o departamento responsável por assegurar o acesso e a operacionalidade de todos os sistemas de

informação presentes na empresa. Além da afectação a todo o tipo de manutenção informática da empresa, é o sector responsável pelo módulo *mySAP Business Suite* do sistema ERP da empresa alemã SAP, que é o principal sistema da empresa que rege de uma forma informática todos os fluxos de informação da mesma.

3. LEAN SIX SIGMA

O *Lean Six Sigma* surge de uma conjugação de dois conceitos largamente utilizados no quadro actual da indústria a nível mundial, o *Lean Thinking* e o *Six Sigma*. A sua génese, como será possível verificar nos seguintes subcapítulos, remonta a datas, âmbitos e contornos diferentes. Porém, estes conceitos complementam-se naquele que é o objectivo principal de fornecer ferramentas às empresas com a ambição para atingir o sucesso. Por esta razão se utiliza com muita frequência o conceito único denominado *Lean Six Sigma*, aplicado na resolução dos problemas presentes nas indústrias.

No clima que se vive actualmente, não só a nível nacional mas também a nível internacional, torna-se preponderante por parte de qualquer empresa maximizar a função que correlaciona a competitividade com a produtividade. Directamente ligados a estes dois conceitos estão as noções de eficiência e eficácia. Isto é, só a partir da eficiência e eficácia dos processos que originam produtos ou serviços, se consegue atingir a produtividade e competitividade desejada [1]. Em consequência da anterior relação, está a ligação do *Lean Thinking* e do *Six Sigma* com a eficiência e eficácia, que se pode verificar visualmente na Figura 13. Denote-se que a eficácia é o indicador que nos permite ter conhecimento do cumprimento dos requisitos e necessidades do cliente relativamente a um determinado produto. Já a eficiência diz respeito à quantidade de recursos consumidos no sentido de ser eficaz. Assim, e como se poderá verificar no seguimento deste capítulo, as ferramentas *Six Sigma* actuam segundo o vector da eficácia e qualidade, enquanto as ferramentas *Lean Thinking* se direccionam para a maximização da eficiência pela redução do desperdício.

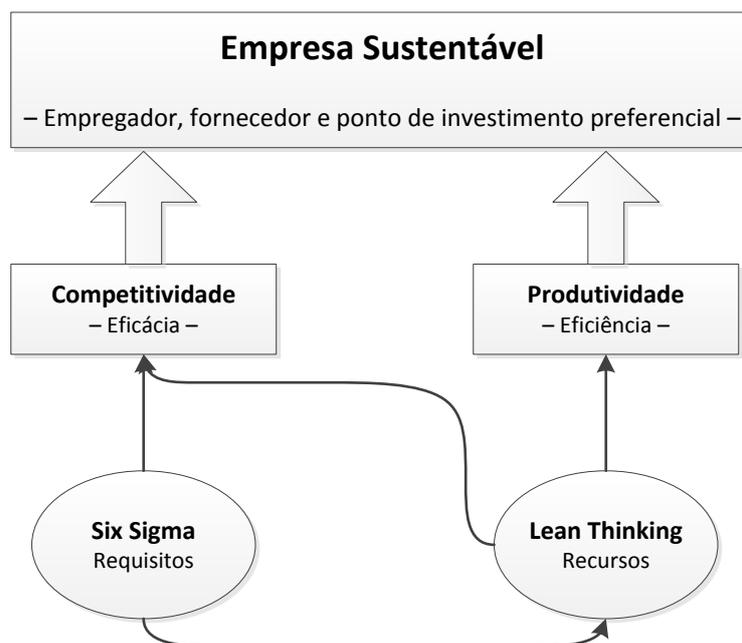


Figura 13 – Modelo de uma organização sustentável [1]

Nos subcapítulos seguintes serão tratados estes dois conceitos separadamente com o objectivo de corroborar a relação directa relação entre a eficácia e eficiência, além da complementaridade para atingir uma forte posição de competitividade e produtividade, justificando deste modo a preponderância no meio industrial actual.

3.1. Lean Thinking

3.1.1. Resumo histórico

Hoje em dia ainda é discutido por muitos especialistas a verdadeira origem do conceito/terminologia do *Lean Thinking*. Consensualmente pensa-se que o conceito foi pela primeira vez abordado por James Womack e Daniel Jones em 1990 naquela que ainda hoje é considerada a principal obra literária directamente relacionada com esta temática, o livro “*The Machine that Changed the World*”. Mais tarde, a terminologia foi consolidada na obra “*Lean Thinking*”, dos mesmos autores.

Se se considerarem os bens e produtos do quotidiano, e um pouco a história da tecnologia, facilmente se verifica que o que se tem acesso nos dias de hoje não nasceu ou foi inventado espontaneamente. Tudo é fruto de um longo caminho de pequenas evoluções e conquistas levadas a cabo por várias gerações. Basta tomar como exemplo um dispositivo

largamente utilizado pela sociedade como o telemóvel, que actualmente possui uma vasta janela de aplicabilidade nas suas funções. No entanto, há aproximadamente duas décadas atrás tinha um tamanho muito superior e apenas enquadrava nas suas funcionalidades comunicar com outro dispositivo semelhante. Daqui se conclui que nada disto seria possível sem a invenção de um mecanismo de armazenamento de energia eléctrica que remonta a gerações mais remotas e, seguindo o mesmo raciocínio, não haveria este último mecanismo se não fosse descoberta a electricidade que temporalmente ainda remonta a gerações anteriores. Isto tudo para referir que o *Lean Thinking*, em analogia com a tecnologia, não nasceu espontaneamente mas, pelo contrário, foi evoluindo segundo uma corrente de pensamentos muito similar ao longo de várias gerações, em consonância com a evolução da indústria.

Já no século XVIII, Benjamin Franklin começou por descrever um conjunto de princípios para regular os desperdícios. No final do século XIX Frank e Lilian Gilbreth levaram a cabo estudos com o objectivo de simplificar e agilizar as tarefas dos trabalhadores com o intuito de aumentar a produtividade. No século XX Frederick Taylor, num trabalho que iria dar azo à linha de pensamento do Taylorismo, introduziu os conceitos de trabalho padronizado e divisão do trabalho que, de grosso modo, consistia em dividir uma determinada tarefa à sua menor unidade, agilizando assim o processo. Ainda no século XX, na década de 20, Henry Ford trouxe ao mundo o conceito revolucionário, as linhas de produção e a produção em massa, que foi sem dúvida um claro um passo chave na história da Gestão da Produção.

Até metade do século XX, como se acabou de verificar, foram muitos os avanços e as ideias que encetaram o *Lean Thinking*. Porém, foi sensivelmente na década de 50 do século XX, com Taichi Ohno, e o então denominado *Toyota Production System*, que se reuniram um conjunto de ideias transformadas mais tarde em ferramentas, que marcaram o grande início do *Lean Thinking*. Foi sensivelmente por esta data que Taichi Ohno e a sua equipa de engenheiros, entre os quais Shingeo Shingo (também reconhecido como precursor desta filosofia), começaram a conceber na Toyota os pensamentos orientados à optimização dos processos produtivos, através da maximização do valor e a minimização do desperdício, tendo deixado até aos dias de hoje o seu legado através de um conjunto de ferramentas que são implementadas mundialmente no mais variado tipo de indústrias.

É ainda importante referir que esta filosofia surgiu numa época austera para país onde foi implementado, o Japão, que tinha acabado de ser derrotado na 2ª guerra mundial, pelo que não tinha o poder económico para evoluir à mesma velocidade que os restantes países. Olhando para um prisma mais actual verificamos que o Japão é um dos países que se destaca em inovação e excelência, quer no sector dos serviços, quer no sector da indústria, pelo que em parte se deduz que a enorme evolução que se veio a verificar se deveu ao enraizamento destas filosofias na sua cultura, colmatando a falta de recursos com a optimização dos mesmos. Um segundo passo marcante para a consciencialização do sucesso desta filosofia foi o facto de os Estados Unidos terem passado por uma situação análoga, na crise do petróleo em 1973 e com isto se ter rendido à implementação das ferramentas oriundas deste pensamento [4].

Com isto, ao longo dos últimos 45 anos pode-se dizer que existiram dois grupos de mudanças marcantes: o grande desenvolvimento dos sistemas de informação, automação e robótica e as transformações relativas a novas filosofias e métodos de gestão. Foi com base na consciencialização do efeito do segundo grupo por parte das indústrias que esta filosofia tem na actualidade o prestígio e a abrangência com que é distinguida.

3.1.2. O conceito

O conceito *Lean Thinking* tem evoluído muito ao longo dos últimos 60 anos no que diz respeito à sua terminologia e abrangência. Como referido inicialmente surgiu com a denominação *Toyota Production System*. A montante do *Lean Thinking* surgiram ainda mais tarde termos como o *Lean Manufacturing*, os *Lean Services* [1]. No entanto, todos estes conceitos têm por base a mesma ideia, isto é, qualquer terminologia *Lean* aponta para dois termos importantíssimos, o valor e o desperdício. Segundo Taichi Ohno, *Lean* é: “Uma filosofia de produção, que reduz o prazo entre a encomenda e a expedição, através da eliminação sistemática de desperdícios (actividades sem valor acrescentado)”. Posto isto, torna-se importante a correcta definição dos conceitos de valor e desperdício.

3.1.2.1. O Valor

Segundo Womack e Jones (1996), o ponto de partida crítico para um pensamento *Lean* é o valor. O valor é aquilo que só o cliente pode avaliar. Por definição, determinada tarefa ou processo numa indústria é considerada uma tarefa de valor acrescentado se o cliente considerar essa actividade importante, ou seja, se ele está

disposto a pagar por ela. Um exemplo simples seria o caso de um automóvel passar pelo processo de pintura, em que o cliente paga pelo carro pintado (valor acrescentado). Por outro lado, se o automóvel que vem do processo de fabrico antecedente teve que percorrer 500 metros dentro do *layout* fabril para chegar ao sector de pintura, o cliente não dá importância a esse pormenor, uma vez que o que ele quer é o automóvel pintado e, portanto, essa tarefa de movimentação é desperdício.

3.1.2.2. O Desperdício

O conceito de desperdício, que é oriundo da palavra japonesa *Muda*, refere-se a todas as tarefas que não estão associadas à criação de valor, aos olhos do cliente [1]. Segundo Womack e Jones (1996), o desperdício (*Muda*) é qualquer actividade humana que consome recursos mas não cria valor. Existem 7 fontes principais de desperdício:

- **Excesso de produção ou sobreprodução:** Acontece quando se produz o que não é necessário, ou seja, algo que o cliente não pediu. Haverá recursos ocupados, que podiam estar afectos à produção de outros produtos e não estão. Muitas indústrias produzem em demasia uma determinada família de produtos sob a justificação do elevado tempo de *setup*, não obstante de ser sempre um risco produzir aquilo que o cliente ainda não pediu sob pena de o produto não ser vendido, além da alocação desnecessária de recursos.
- **Tempos de espera:** Todo o produto ou serviço à espera de algo com impacto no tempo de ciclo da organização é considerado desperdício. Os elementos afectos a este desperdício podem ser materiais, equipamentos, pessoas ou informação. Dentro das principais causas para este tipo de desperdício estão, por exemplo, as avarias de um determinado equipamento.
- **Transporte:** É considerado transporte todo o movimento de bens e pessoas entre dois pontos, através de um determinado meio/mecanismo de transporte. Pelo motivo de não resultar na transformação física de um produto, o transporte é considerado desperdício.
- **Processamento desnecessário:** Processamentos desnecessários são aqueles que não são valorizados pelo cliente, quando este último não paga pelo mesmo. As principais causas estão relacionadas com a fraca concepção do produto ou a não

conformidade com as especificações de qualidade, obrigando o produto a ter que ser por vezes reprocessado.

- **Defeitos:** Sempre que um determinado produto apresenta um defeito existem duas alternativas, ou o mesmo é reprocessado ou então é transformado em sucata. O custo associado ao reprocessamento ou o custo do processamento do produto que não chega ao cliente não é suportado pelo mesmo, pelo que se detecta aqui mais uma fonte de desperdício.
- **Stock:** Quando se verifica armazenamento em excesso de matérias-primas, produtos semiacabados ou produtos acabados, a entidade armazenadora incorre em custos de armazenamento, transporte, além de possíveis perdas de produtos por deterioração. A geração de *stocks* excessivos não acrescenta valor ao produto, qualquer que seja a sua fase de produção e, portanto, é considerada como desperdício.
- **Movimentos desnecessários:** Qualquer movimento é considerado como um subproduto do desperdício transporte, já que o mesmo implica movimento. No entanto, o movimento implica deslocamento, não sendo necessariamente transporte já que este está mais associado a movimentos humanos. Uma vez mais o cliente não irá pagar mais por um produto por sofrer movimentos desnecessários resultantes da disposição não otimizada dos materiais e equipamentos.

Desde que Taichi Ohno surgiu com o TPS até aos dias de hoje, muitas foram as pessoas que deixaram o seu contributo, introduzindo novos conceitos associados ao *Lean Thinking*. Advindo deste facto, foram também identificadas outras fontes de desperdício, além de estas que foram aqui apresentadas, como por exemplo o inventário ou a criatividade não utilizada. No entanto, optou-se pela não abordagem dos mesmos devido ao facto de estas apresentarem um enfoque mais contextualizado.

3.1.2.3. Correlação entre valor e desperdício

Depois de apresentadas as principais fontes de desperdício e se ter definido o conceito de valor, uma forma de apurar que actividades são consideradas como desperdício e não acrescentam valor ao cliente é, segundo Womack e Jones (1996), colocar-se a seguinte questão: “Se pudéssemos proporcionar o valor resultante deste processo, sem este passo, o cliente daria pela sua falta?”. Caso a resposta seja negativa existem duas situações:

- **MUDA tipo 1:** Passo/actividade que não acrescenta valor mas é indispensável para a realização do processo. A solução é começar a encontrar forma de a eliminar.
- **MUDA tipo 2:** Passo/actividade que não acrescenta valor e não é indispensável para a realização do processo. A solução é eliminar este passo imediatamente.

Por último e numa espécie de resumo, é preponderante referir os cinco princípios desta filosofia, sugeridos uma vez mais por Womack and Jones (1996), que no seu todo resultam num importante ciclo representado na Figura 14, que serve como um *roadmap* na implementação do *Lean Thinking* numa dada organização. Os cinco princípios [3] são:

1. Definir Valor – Como já foi referido, é importantíssimo definir o que é valor dentro das várias actividades integrantes de um processo produtivo, isto é, saber distinguir aquelas que o cliente valoriza e aquelas que não são valorizadas;

2. Definir a cadeia de valor – Este segundo princípio procura estudar todo o ciclo de vida produtivo de determinado produto de modo a identificar todas as actividades resultantes do mesmo e assim proceder à identificação e definição da sua cadeia de valor que se estende desde o fornecedor ao cliente;

3. Optimizar o fluxo – Um dos pressupostos mais enraizados nas organizações prende-se com a crença que a maximização do desempenho global do sistema se consegue pela maximização do desempenho a nível departamental, o que é falso. Depois de a cadeia de valor estar definida, segue-se esta fase que consiste no rearranjo da cadeia, de modo a que todas as actividades estejam coordenadas de tal forma a que se maximize a função relativa ao valor e se minimize a função relativa ao desperdício;

4. Sistema Pull – Sempre que possível procura-se implementar esta lógica *pull*, onde se procura que seja o cliente a efectuar a demanda dos produtos e deste modo assegura-se que a empresa não esteja a produzir produtos que não tem a certeza se irá vender. Caso contrário contrai sempre o risco de todas as fases de produção incorrerem num dos 7 desperdícios, o processamento desnecessário;

5. Perfeição – A perfeição é o quinto e último princípio deste ciclo resumido do *Lean Thinking*. A Perfeição refere-se ao uso sistemático dos quatro princípios anteriores de uma forma integrada, sustentável, numa perspectiva de melhoria contínua, ou seja, resulta da consumação da ideia que se efectuou a agilização de um determinado processo e

a partir desse momento segue uma fase de assimilação por parte da cultura da organização das mudanças implementadas.

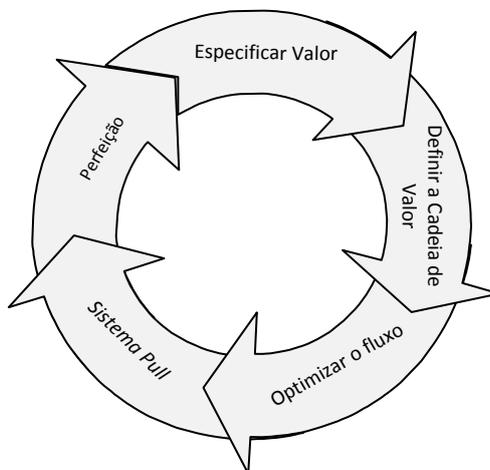


Figura 14 – Ciclo do Pensamento Lean (fonte [3])

3.1.3. As ferramentas

Ao longo de todas estas décadas, desde a implementação do TPS por Taichi Ohno ao conceito enraizado do *Lean Thinking*, toda esta ideologia à volta dos conceitos de valor e desperdício têm despoletado a criação de várias ferramentas com aplicabilidade concreta, mas que no seu todo apontam segundo o vector de maximização da produtividade, flexibilidade e agilização dos processos produtivos. Ao conjunto destas ferramentas está associado o conceito de *Lean Manufacturing*. Na Tabela 1 faz-se uma abordagem às principais ferramentas.

Tabela 1 – Principais ferramentas *Lean Manufacturing*

Ferramenta	Descrição
VSM/VSA	Ferramenta que permite visualização de toda a cadeia de valor e, em consequência, a fácil detecção de grande parte dos desperdícios num determinado processo ou conjunto de processos
5S	Ferramenta de arrumação, que constitui um guia de boas práticas para ter um posto de trabalho limpo e organizado de modo a maximizar as condições para a realização de um bom trabalho e reduzir o desperdício
TPM	Ferramenta orientada no sentido de incentivar o operador a ter atenção a pequenas operações de manutenção, de modo a que a condição normal do funcionamento dos equipamentos seja assegurada
Poka-Yoke	Ferramenta orientada à criação de sistemas à prova de erros
SMED	Ferramenta utilizada para a diminuição dos tempos de <i>setup</i>

3.2. Six Sigma

3.2.1. Resumo histórico

O *Six Sigma* teve a sua génese na empresa Motorola, no ano de 1987, com o objectivo de fazer com que a empresa fosse capaz de concorrer com empresas estrangeiras, que nessa data se encontravam à frente no mercado com produtos melhores e a mais baixo custo e ainda devido a problemas associados a muitas reclamações dos clientes no período de garantia [4]. A esta génese ficou associado o nome de Bob Galvin, CEO da Motorola, e do engenheiro Mikel Harry, quando este último começou a analisar as variações nos resultados dos procedimentos internos da empresa e chegou à conclusão que, ao ter conhecimento dessas variações, era possível melhorar os sistemas de trabalho. Já nessa época muitos outros sistemas de qualidade eram desenvolvidos. No entanto, o sistema sugerido por Harry era diferente, apontando para a mudança dos procedimentos de modo a que a performance geral pudesse mudar permanentemente.

Foi então no ano de 1988 que a empresa recebeu o prémio *Malcolm Baldrige*, ficando esta ocorrência reconhecida com o acontecimento que despoletou a grande adesão por parte de outras indústrias.

Imediatamente depois da Motorola ter implementado o *Six Sigma* e o sucesso ter sido reconhecido, várias indústrias seguiram as mesmas pisadas e adoptaram esta metodologia. Fala-se de empresas como a AlliedSignal, a Texas Instruments, a Sony, a Kodak e a General Electric. Reunindo o consenso entre vários autores, pode-se assumir que o segundo passo preponderante no progresso desta metodologia foi alcançado no ano de 1995, quando a General Electric decidiu implementar o *Six Sigma* em toda a organização, através da iniciativa do CEO Jack Welch, que liderava a companhia aquando dessa implementação. Como resultado desta reforma, muitas divisões e departamentos registaram melhorias impressionantes a nível de qualidade, que se vieram a reflectir a nível financeiro em 430 milhões de dólares nos primeiros dois anos e 1000 milhões de dólares no ano de 1999 [5].

Ao longo das recentes décadas, a metodologia *Six Sigma* tem sido adoptada e posta em prática por várias empresas dado o reconhecido sucesso da mesma [6]. Para além desta principal razão, a conjuntura económica envolvente dos últimos anos contribuiu

também para que as empresas tivessem que inovar e manter uma postura pró-ativa no sentido de aumentar a sua eficácia e com isso a competitividade.

3.2.2. O conceito

A letra sigma (σ) é a décima oitava letra do alfabeto grego, que reporta ao século VIII antes de Cristo. Ao longo de toda a história as letras deste alfabeto estiveram sempre ligadas a vários conceitos dentro de vastas áreas de conhecimento. A letra sigma, em geral, encontrou-se sempre associada a um determinado desvio ou variação, sendo a sua associação à estatística a mais reconhecida, onde é utilizada para representar o desvio padrão. É adjacente a esta razão que o *Six Sigma* está associado ao conceito de variação. Na vida nada é constante, tudo varia por pouco que seja, ou no tempo, ou no espaço, ou até em ambos [1]. Tome-se exemplo óbvio das condições meteorológicas, em que por muito que se tenha dois dias solarengos de Verão, existe a forte probabilidade de variáveis como a temperatura e humidade variarem esses dois dias.

Desde a criação do conceito na Motorola até aos dias de hoje, cada vez mais empresas têm adoptado esta metodologia, à medida que as mesmas se apercebem que tal como D. Schulenbergum (Consultor *Six Sigma*), «o cliente não sente médias, sente variações». Repare-se no seguinte exemplo: “Um cliente comum de um supermercado foi cinco vezes às compras. Dessas cinco vezes, na primeira demorou 4 minutos, na seguinte 15 minutos, 8 noutra, 2 noutra e, finalmente demorou 6 minutos em espera na fila para poder ser atendido. A média dos tempos de espera deste cliente é 7 minutos, mas em nenhuma das vezes que o mesmo esteve à espera demorou 7 minutos.” É então através deste exemplo que se assume a preponderância dos desvios e variações para a satisfação de determinado cliente, pois se utopicamente este cliente tiver planeado o seu dia para a média de 7 minutos à espera e nesse dia demorasse 15 minutos o seu nível de descontentamento iria com certeza aumentar. Assim o *Six Sigma* procura, através do seu método e ferramentas, diminuir ao máximo as variações de um determinado processo [1].

O *Six Sigma* é visto de dois prismas, ainda que indissociáveis: o prisma estatístico e o prisma de negócios. Do ponto de vista estatístico, para um processo centrado e seguindo uma distribuição normal, como representado na Figura 15, 6σ significa 0,002 defeitos por milhão (PPM) ou uma percentagem de produtos conformes na ordem dos

99,9999998%, onde a letra do alfabeto grega σ é utilizada para identificar a variabilidade sobre a média do processo (Breyfogle III, 1999).

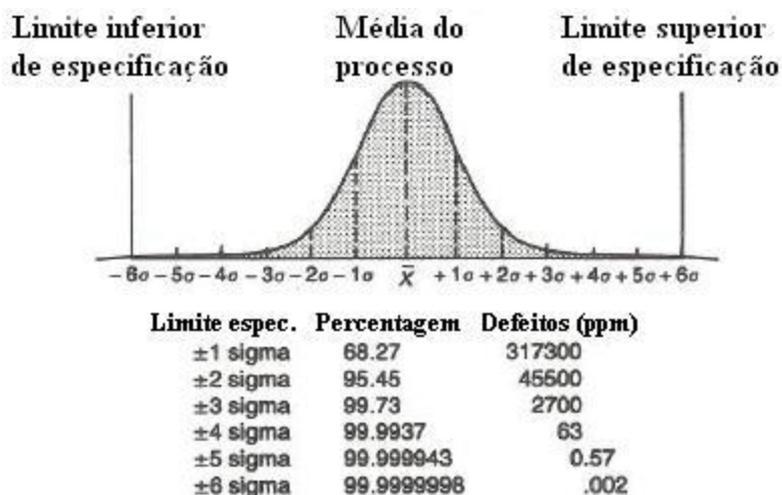


Figura 15 - Nº de defeitos por milhão (Breyfogle III, 1999)

Do ponto de vista dos negócios, o *Six Sigma* é definido como uma estratégia usada para melhorar a rentabilidade do negócio, aumentar a eficácia e a eficiência de todas as operações para ir ao encontro ou exceder as necessidades e expectativas dos clientes (J. Antony & R.B. Coronado, 2001).

Em resumo, o *Six Sigma* foi desenvolvido para se tornar numa metodologia de nível mundial que permite alcançar a perfeição virtualmente em tudo. Trata-se de uma metodologia simples, implementada rigorosamente e liderada apaixonadamente. Gerou resultados e permitiu poupar milhões de dólares em várias empresas de todo o mundo. Portanto pode-se definir o *Six Sigma* como uma metodologia que tem como objectivo alcançar excelência e os objectivos de negócio. Pode ser concebido como uma estratégia para melhorar imediatamente a rentabilidade da empresa ao reduzir os desperdícios, conseguir um crescimento sustentável das receitas e criar uma cultura de continuamente tentar alcançar um desempenho de nível mundial através da reengenharia de processos [7].

3.2.3. A Metodologia

O *Six sigma* é constituído por dois principais métodos sob os quais se procura delinear os projectos cujo objectivo aponta para a redução dos defeitos e variações e ao aumento dos níveis de qualidade. Essas duas ferramentas são o ciclo DMAIC e o ciclo PDCA.

O ciclo PDCA reporta a épocas ainda anteriores à génese do *Six Sigma*, nomeadamente ao ano de 1950, quando William E. Deming publicou e aplicou o método, que desde essa referência cronológica ficou conhecido como o ciclo de *Deming*. É um método bastante popular, em que segundo vários autores, se acredita que foi a origem da metodologia DMAIC. Esquemáticamente, as várias fases desta metodologia definem-se da seguinte forma, esquematizada na Figura 16:

- **Plan (Planear):** Estabelecer objectivos e procedimentos;
- **Do (Executar):** Implementar o processo;
- **Check (Verificar):** Controlar, medir e avaliar os processos em questão;
- **Act (Actuar):** actuar de acordo com a avaliação, determinar novos planos de acção e implementar acções de melhoria.

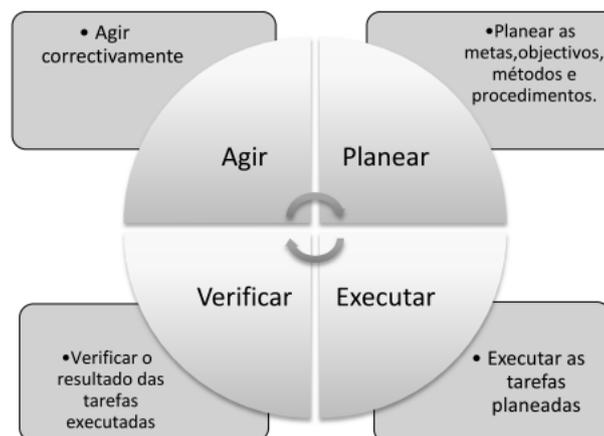


Figura 16 – Ciclo PDCA (Shewart, 1939 & Deming W. E., 1990)

O segundo método do *Six Sigma*, sendo por muitos autores considerada a chave de ouro e a base operacional de todos os projectos é a ferramenta DMAIC. DMAIC assenta na base de um ciclo fechado de cinco fases, que no seu todo delineiam a condução de um projecto sempre com o intuito de melhorar a qualidade e reduzir a variabilidade de um determinado problema. Assim, DMAIC é um conceito constituído pelas iniciais dos termos *Define, Measure, Analyze, Improve e Control*, que traduzido para português resulta nas fases: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Segundo Kwak (2006), o DMAIC é um ciclo fechado, esquematizado na Figura 17, que procura eliminar as etapas não produtivas, focar-se em novas medições e aplicar tecnologia para uma melhoria contínua. Adveio da ferramenta primordial MAIC, que foi pela primeira vez implementada na

Motorola no ano de 1950, em que o conceito é similar ao actual, sendo apenas ausente nessa época a fase *Define*. Mais tarde conclui-se a necessidade e preponderância da fase de definição do problema em questão devido ao facto de muitas organizações pecarem pelo excesso de ambição em resolver todos os problemas recorrendo ao *Six Sigma*, não se focando num problema específico de modo a que o mesmo fosse resolvido de uma forma mais eficaz, em detrimento da tentativa frustrada de resolver uma série de problemas.

Nos subcapítulos associados à referência das ferramentas inerentes a este tipo de projectos serão abordadas todas as fases constituintes deste ciclo de uma forma detalhada. No entanto, numa espécie de resumo, pode-se consultar a Tabela 2, com o resumo do ciclo por objectivos. Resumidamente, o modelo DMAIC, pode ser descrito da seguinte forma [5]:

- **Define (Definir):** Definição dos objectivos da actividade a melhorar. É a etapa do projecto onde o grupo define o motivo pelo qual o projecto deve ser levado adiante;
- **Measure (Medir):** Medição do sistema existente. Serve para dar a visão de como está o processo e indicar pontos de oportunidade de melhoria;
- **Analyze (Analisar):** Análise do sistema medido. É a etapa onde se analisa o processo actual com base nas medições realizadas;
- **Improve (Melhorar):** Melhoria do sistema. Diversas ferramentas são utilizadas nesta fase com a finalidade de aproveitar os pontos de oportunidade de melhoria detectados e assim, tornar o processo mais eficiente;
- **Control (Controlar):** Controlo do novo sistema, esta etapa permite que o DMAIC seja visto como um ciclo, o que torna possível a sua continuidade, uma vez que ao alcançar esta fase a melhoria do processo já está instalada.

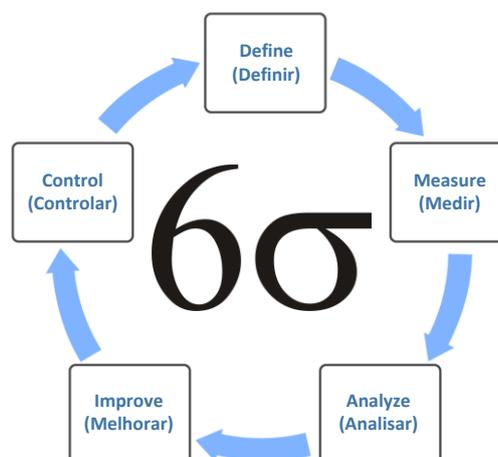


Figura 17 – Ciclo DMAIC

Tabela 2 – Resumo dos objectivos de cada fase do ciclo DMAIC

Fase	Objectivo
<i>Define</i>	Identificar o problema; Estabelecer metas. Definir requisitos;
<i>Measure</i>	Validar problema; Medir passos-chave/entradas. Redefinir objectivos;
<i>Analyze</i>	Desenvolver hipóteses; Validar hipóteses. Identificar as causas-raiz;
<i>Improve</i>	Desenvolver soluções; Padronizar e meça resultados. Testar soluções;
<i>Control</i>	Estabelecer medidas-padrão; Corrigir quando necessário.

3.2.4. Fases DMAIC e Ferramentas

Quer se opte por um projecto *Six Sigma* mediante o recurso à metodologia PDCA ou ao ciclo DMAIC, em cada uma das fases da referida metodologia é característico o uso de várias ferramentas específicas. Aqui será feita referência às principais ferramentas utilizadas no ciclo DMAIC. A maioria destas ferramentas não partilham a sua génese com o *Six Sigma*, dado que a mesma se deu em momentos e contextos distintos, além do facto de o recurso a estas ferramentas se verificar em mais projectos fora do âmbito *Lean Six Sigma*. Contudo, faz-se aqui referência às ferramentas que são usualmente utilizadas neste tipo de projectos, assim como à respectiva fase do ciclo DMAIC em que servem como recurso [7].

3.2.4.1. Fase *Define* e principais ferramentas

Antes do *Six Sigma* ter sido adoptado na *General Electric*, esta fase não existia e a metodologia era apenas conhecida por MAIC. Porém, é extremamente relevante ter um problema bem definido num determinado projecto de modo a que as equipas não corram o risco de divagar, com ânsia de procurar resolver uma série de problemas, acabando por se verificar a não resolução perfeita de todos.

Assim, a fase *Define* é a primeira fase da metodologia DMAIC e, tal como o seu nome indica, consiste em definir o âmbito do projecto e os objectivos traduzidos em requisitos e expectativas dos clientes e dos processos. Deste modo, os objectivos desta fase são (Pande et al, 2000):

- **Definir o problema;**
- **Definir a equipa do projecto;**

- **Definir o âmbito e as fronteiras do projecto;**
- **Determinar os objectivos;**
- **Definir o planeamento do projecto;**

Existem diversas ferramentas que auxiliam esta fase de definição. A aplicação das mesmas restringe-se sempre de acordo com o contexto de aplicação e o projecto em si. Segundo Abdolshah (2009) e Mehrjerdi (2011), é aconselhável e considera-se adequado que qualquer projecto *Six Sigma* recorra às ferramentas relativas ao *Project Charter*, documento este que oficializa e compromete o início do projecto, o SIPOC, de modo a conhecer as restrições dos processos e o CTQ, de modo a reconhecer as expectativas do cliente.

3.2.4.2. Fase *Measure* e principais ferramentas

Measure é a segunda fase do ciclo DMAIC e prende-se com a medição da performance actual do produto, serviço ou processo. Não tem qualquer sentido ter a intenção de melhorar um determinado processo, se não se tiver qualquer informação sobre o seu estado actual, pois nem sequer se teria qualquer indicador comparativo que permitisse aferir sobre o alcance ou não da melhoria no final do projecto.

Tal como na anterior fase do ciclo DMAIC, várias ferramentas servem de auxílio à mensuração dos vários indicadores, dentro das quais se destaca o recurso a histogramas, diagramas de *Pareto*, entre as demais ferramentas estatísticas como a média e os desvios-padrão.

3.2.4.3. Fase *Analyze* e principais ferramentas

Depois de definido o problema e mensurados os respectivos indicadores, segue-se a fase mais importante em termos técnicos, a fase *Analyze*. Após a identificação e priorização das variáveis de entrada inseridas no âmbito do projecto, pretende-se ter um forte entendimento do funcionamento das coisas, a partir da formulação de perguntas pertinentes [1]. É à volta desta premissa que assenta este conceito, ou seja, a fase de análise consiste num “debruçar” da equipa constituinte do projecto sobre como resolver os problemas identificados. Segundo George (2004), a finalidade da etapa *Analyze* é utilizar as informações e dados colectados na fase *Measure* para chegar às fontes de desperdícios.

De entre as várias ferramentas que auxiliam esta fase pode-se destacar o importantíssimo Diagrama de *Ishikawa* ou também denominado Diagrama de Causa-Efeito

por ser uma ferramenta de preponderante utilidade nesta fase. Os 5 *W's*, os testes de hipóteses e as regressões lineares são também outras ferramentas bastante utilizadas nesta fase.

3.2.4.4. Fase *Improve* e principais ferramentas

Seguindo a mesma lógica de um ciclo fechado que é o ciclo DMAIC, depois de analisados os pontos críticos onde actuar na fase *Analyze*, segue-se a fase que no senso comum se define de “mãos à obra”, isto é, procura-se determinar medidas concretas e implementá-las de modo a poder inferir acerca do seu retorno para a empresa. Em analogia, pode-se aqui referir que são necessárias características de um mágico e de um guerreiro. “O mágico cria soluções e inova, já o guerreiro faz as acções descritas no papel passarem a realidade” [1].

Em suma, a definição desta fase assenta na consideração das causas encontradas na fase *Analyze* para a posterior selecção e objectivação de soluções para eliminar as mesmas. As questões chave desta fase prendem-se com [1]:

- Desenvolver potenciais soluções para fixar os problemas e prevenir a sua recorrência;
- Medir o impacto de cada potencial solução usando a matriz critério de decisão;
- Determinar os recursos (tempo, esforço, capital) necessários para a implementação das soluções;
- Avaliar os riscos associados às potenciais soluções;
- Implementar as acções planeadas;
- Validar as melhorias através de testes piloto;
- Reavaliar o impacto das potenciais soluções escolhidas.

Esta fase tem a particularidade de ser uma fase que, embora possua ferramentas características, não apresenta limite no recurso e alocação de ferramentas. Esta afirmação é justificada com o facto de esta fase ser de implementação de melhorias e existir uma grande panóplia de ferramentas orientadas para a melhoria. É também aqui que se denota um importante ponto de ligação entre a metodologia *Six Sigma* e o *Lean Thinking*, pois são vários os casos em que se recorre a ferramentas resultantes do *Lean Thinking*, como por exemplo o SMED ou o TPM. De qualquer forma, das ferramentas mais características desta fase referem-se os *Brainstormings* e a análise custo-benefício, no sentido de priorizar as soluções encontradas.

3.2.4.5. Fase *Control* e principais ferramentas

A última fase do ciclo DMAIC denomina-se por *Control* e com ela pretende-se garantir os ganhos alcançados na fase anterior, de modo a que os mesmos sejam mantidos no futuro e enraizados naquela que pode ser considerada a cultura de processos da empresa. Pretende-se que as variáveis de entrada mais críticas estejam fechadas e insensíveis à acção humana e outros factores de perturbação.

De modo a garantir o sucesso desta fase, alguns procedimentos chave devem ser considerados (Jiju Antony, 2006):

- Desenvolver acções correctivas para sustentar as melhorias ao nível do desempenho do processo;
- Desenvolver novos *standards* e procedimentos para assegurar ganhos a longo prazo;
- Documentar os novos métodos;
- Implementar planos de controlo do processo e determinar a capacidade do processo;
- Verificar os benefícios e poupanças do projecto;
- Fechar o projecto, finalizar a documentação e partilhar as lições aprendidas com o projecto;
- Publicar os resultados internamente ou externamente e reconhecer a contribuição dos membros da equipa.

Por fim, alerta-se para o facto que não existe consenso quanto às ferramentas características desta fase. No entanto, existem duas ferramentas cuja referência deve ser feita para a melhor compreensão do auxílio que as demais têm para com a fase *Control*. Trata-se da ferramenta FMEA, utilizada no sentido de antecipar possíveis falhas das propostas de melhoria, e do modelo 4P (*Prepare, Perform, Perfect e Progress*), que actua no sentido estruturar os procedimentos necessários para garantir que os ganhos são realmente alcançados e mantidos.

3.3. Relação entre Lean Thinking e o Six Sigma

Quando uma empresa adopta uma postura de melhoria e reengenharia de processos, analisando o historial de implementações, a tendência é as empresas apresentarem uma escolha disjunta entre a filosofia *Lean Thinking* e a metodologia *Six*

Sigma, isto é, ou adoptam uma filosofia ou outra. No entanto, começa-se a cada vez mais a verificar que as empresas estão a optar pela fusão das duas linhas de pensamento, o *Lean Six Sigma*. A combinação destas duas filosofias pode-se dizer inevitável, já que quer o *Lean Thinking*, quer o *Six Sigma*, partilham objectivos e princípios muito importantes e, apesar de adoptarem estratégias diferentes, denotam uma enorme complementaridade com benefícios acrescidos relativamente às organizações adoptantes de cada uma das metodologias separadamente.

Analisando a Tabela 3, pode-se aferir rapidamente acerca da distinção entre ambas as filosofias em alguns aspectos. Todavia, se se estreitar a análise por observação cada um dos pontos, chega-se à conclusão da sua semelhança e da complementaridade das duas linhas de pensamento.

Tabela 3 – Tabela comparativa entre o *Lean Thinking* e o *Six Sigma*

	Lean Thinking	Six Sigma
História	Década de 1950 (com antecedentes desde o início do século XX)	Década de 1980
Estratégia	Eliminar o desperdício e criar valor	Reduzir variabilidade dos processos
Enfoque	Cadeia de valor da organização	Todos os processos da organização
Objectivos	Aumentar os lucros e construir uma vantagem competitiva dinâmica, através do aumento da eficiência dos processos	Aumentar a satisfação do cliente, competitividade e consequentemente os lucros, através do aumento da eficácia dos processos
Exemplos de Métodos de implementação	VSA, Kaizen, SMED, entre muitos outros	DMAIC, ferramentas estatísticas e ferramentas oriundas do <i>Lean Thinking</i>

Como se pôde verificar, estratégia do *Lean Thinking* é orientada para a eliminação do desperdício e criação de valor, enquanto a estratégia do *Six Sigma* está orientada para a redução da variabilidade dos processos. Pela associação de que os defeitos estão associados às variações dos processos e os mesmos por sua vez, são desperdícios, uma vez que levam a reprocessamentos, entre outros tipos de desperdício, rapidamente se conclui acerca da desta complementaridade. De certo modo, o *Six Sigma* ao eliminar a variabilidade dos processos através de projectos mais localizados vem em auxílio do *Lean Thinking* na identificação e eliminação dos desperdícios provenientes dessas variações.

Relativamente ao enfoque, se por um lado o *Lean Thinking* recai sobre a análise da totalidade da cadeia de valor, o *Six Sigma* recai sobre todos os processos mas separadamente, em que as iniciativas de melhoria são implementadas independentemente.

Quanto aos objectivos, como já foi referido no início do capítulo 3, embora o *Lean Thinking* aponte para um aumento dos lucros com a melhoria da eficiência dos processos e o *Six Sigma* aponte para a melhoria de lucros com o aumento da eficácia dos processos, volta-se novamente a aferir que a eficiência e eficácia são dois pontos-chave para o alcance de uma maior competitividade e consequente aumento dos lucros, pelo que uma vez mais se denota a complementaridade das duas filosofias.

Por último, e no que diz respeito aos métodos utilizados na implementação das filosofias, denota-se mais uma vez a sua indissociabilidade, dado que dentro das ferramentas do *Six Sigma* são muitas vezes utilizadas as ferramentas do *Lean Manufacturing*, mais especificamente na fase *Improve* que é quando se pretende arrancar com os projectos concretos de melhoria.

Com isto se conclui que a utilização das duas metodologias e das suas ferramentas em conjunto amplifica os benefícios de ambas. A junção das duas num sistema unificado assume especial importância, pois só através do *Lean Six Sigma* uma determinada empresa tem ao seu dispor o conjunto de ferramentas necessárias para garantir melhorias em campos como a satisfação do cliente, a redução de custos, o aumento da rapidez do processo e aumento da qualidade. Todos estes campos são factores importantíssimos no alcance do nível competitividade que a actual envolvente ambiental exige.

4. ESTUDO DE CASO – PROJECTO DMAIC

Depois de feita a devida introdução da Bluepharma Indústria, S. A. e de apresentados todos os aspectos inerentes à filosofia que se encontra na base do projecto e que motivaram este trabalho, eis que então se apresenta o estudo de caso. Este capítulo tem por base a ilustração da aplicação da filosofia *Lean Six Sigma* no sentido de otimizar processos de fabrico na indústria farmacêutica, nomeada e especificamente pela aplicação da metodologia DMAIC no sentido de diminuir o estrangulamento identificado entre o fim do processo de fabricação e o início do processo de embalagem, como se terá oportunidade de verificar.

Este capítulo vem então relatar faseada e sequencialmente a implementação deste ciclo muito característico da filosofia *Lean Six Sigma*, aliando-se ao compromisso de acarretar resultados positivos no sentido de se obter melhorias nos demais processos. Optou-se por uma estrutura pentapartida na divisão dos próximos subcapítulos, de modo a estes serem coincidentes com as cinco fases do ciclo DMAIC.

4.1. Fase Define

Esta fase, tal como o seu nome assim indica, é representativa da definição de todos os pontos iniciais que assumem especial preponderância na correcta prossecução do projecto DMAIC. É aqui que se define o problema ao qual o projecto é orientado, a equipa, os objectivos, o âmbito e o planeamento do mesmo no sentido de este não se perder no tempo. Seguidamente, cada um dos subcapítulos irá tratar todos estes pontos, complementados ainda pelo recurso a ferramentas que ajudam na definição.

4.1.1. Definição da Equipa

O primeiro passo a ser dado aquando de decisão efectiva de arrancar com um projecto *Lean Six Sigma*, sobre a base da metodologia DMAIC, é a definição da equipa de trabalho. Qualquer projecto que não seja dotado dos devidos recursos preconiza imediatamente para a sua inexequibilidade. No caso de se verificar uma falta de apoio activo na gestão de topo ou administração, personificada pelo *Champion*, a baixa coesão de

uma equipa tornar-se-ia provavelmente na razão óbvia para a falha no cumprimento dos objectivos do projecto. A equipa que então é apresentada sob a forma de um organigrama na Figura 18, reflecte uma escolha em que um dos factores mais preponderantes foi a multidisciplinaridade. Este factor assume especial preponderância na medida em que, como o processo sob o qual recai a análise é um processo que se correlaciona com vários departamentos, é crucial que aquando da análise das demais variáveis haja uma pessoa conhecedora na perfeição das variáveis com que interactiva diariamente no seu sector. Outro factor importante é a escolha de pessoas com mais experiência e qualificações à frente do projecto, já que não colocar as melhores à frente do projecto é enviar uma mensagem que o *Lean Six Sigma* não é importante [1].

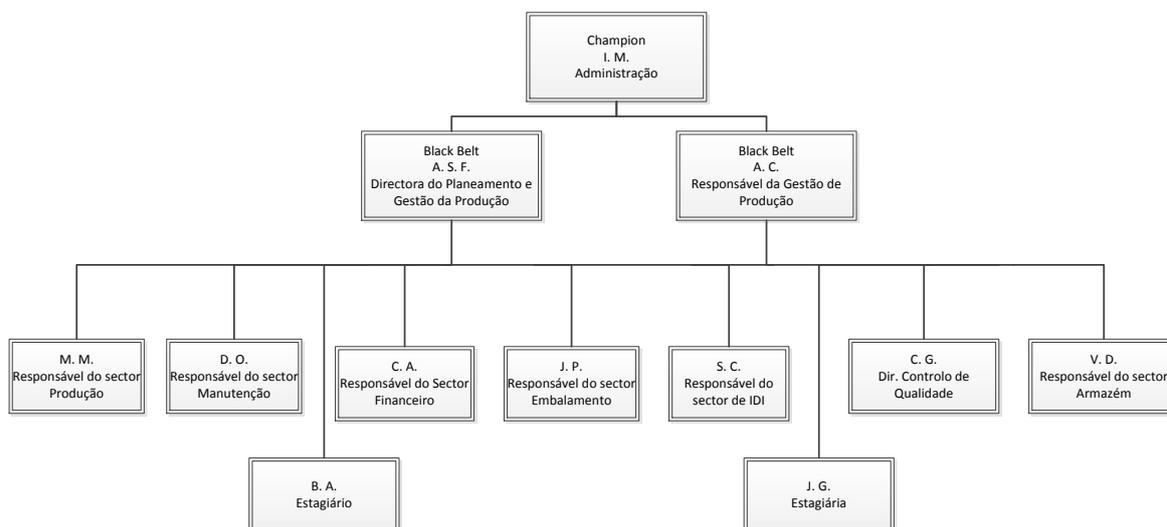


Figura 18 – Organigrama representativo da equipa do projecto

4.1.2. Definição do problema

Nos tempos em que a empresa se encontrava a dar os primeiros passos para se afirmar no mercado, a sua capacidade estava ajustada a produções não muito elevadas. Este facto ditava com que nessa altura o paradigma e filosofia de todos os processos produtivos assentasse na filosofia *Just in Time*, em que o que fabricavam estaria imediatamente disponível para servir de *input* na segunda fase da Produção do fármaco, o embalamento. Deste modo existia uma fácil gestão das encomendas e de toda a produção, uma vez que a mesma funcionava em uníssono.

Embora o paradigma actual da empresa passe por uma orientação JIT, já que o PSA está sempre processado antes de ser embalado, não existe essa anterior sincronia.

Actualmente, de forma figurativa quase que se podia dizer que, em termos da totalidade dos processos aliados à produção, a empresa poderia ser subdividida em duas fábricas, uma dedicada à fabricação e outra dedicada ao processo de embalagem. Isto deve-se ao facto de actualmente existir uma maior capacidade na fabricação relativamente ao embalagem. Esta diferença de capacidade não está associada aos recursos físicos disponíveis para a execução do processo, mas sim ao facto de o processo de embalagem ser um processo muito mais moroso relativamente ao processo de fabricação, pois no fundo o embalagem funciona na base de linhas de montagem com tempos de *setup* associados e rigorosas limpezas de produtos para produtos.

Com o anterior parágrafo se conclui acerca de existência de um estrangulamento, ou na linguagem mais técnica um *bottleneck*, entre as duas fases do processo produtivo. No geral, após a recepção e tratamento das encomendas existe um prévio planeamento da produção de modo a que se possam atender às mesmas dentro do prazo estabelecido com os clientes. O que acontece é que até ao processo de compressão (fim da primeira fase de todo o processo produtivo, subentendida por fabricação), o planeamento é seguido eficazmente, estando o produto semiacabado pronto a ser embalado dentro do respectivo prazo. No entanto, dada a menor capacidade do processo de embalagem, ter-se-á que armazenar algum produto semiacabado em armazém até existir oportunidade para o mesmo ser embalado, fazendo com que consequentemente haja atrasos nas entregas das encomendas, o que poderá gerar insatisfação nos clientes.

Em suma, do que foi referido até aqui, o principal problema sob o qual esta metodologia se debruça é a presença do referido estrangulamento entre as fases produtivas decorrente da falta de capacidade do processo de embalagem face ao processo a montante. É sobre este problema que com o apoio da metodologia DMAIC a equipa se compromete a chegar a propostas que de certa forma melhorem a capacidade do processo de embalagem e reduzam o *bottleneck* entre as duas fases produtivas.

4.1.3. Âmbito do projecto

O âmbito do projecto estende a sua janela de actuação apenas ao processo produtivo relativo ao embalagem. Pela sua íntima dependência com os demais processos decorrentes na empresa a análise das variáveis pode implicar com outros âmbitos. Todavia

fica aqui claro que o processo de embalamento é aquele ao qual o projecto DMAIC é orientado.

4.1.4. Determinação dos objectivos

A determinação de objectivos num projecto DMAIC assume especial preponderância devido ao facto de ser esta a principal motivação da equipa no sentido de apresentar resultados. Se por um lado o mesmo tem que mostrar ambição, por outro lado o seu excesso pode levar ao fracasso desse projecto. Deste modo, para o estabelecimento do mesmo decidiu-se seguir o acrónimo SMART, ou seja, este objectivo terá que ser específico, mensurável, atingível, relevante e definido no tempo. Só respeitando todos estes parâmetros os objectivos poderão reencaminhar o projecto para o sucesso.

Posto isto, estabeleceu-se como objectivo principal identificar o máximo de propostas que actuem no sentido de melhorar a capacidade e a taxa de produção do processo de embalamento. Como consequência deste principal objectivo, e atendendo ao facto de o mesmo ter que ser específico e mensurável, procura-se diminuir os atrasos na resposta às encomendas em 25%.

4.1.5. Planeamento do projecto

Dada a complexidade e extensão deste tipo de projectos é recomendável que o mesmo parta do pressuposto de uma implementação e análise faseada. Usufruidando do facto de a metodologia DMAIC ser composta por cinco fases distintas mas ao mesmo tempo indissociáveis e sequenciais, foi decidido dividir o projecto em cinco etapas, para as quais foi dado um intervalo de tempo para a sua maturação.

Posto isto, o projecto DMAIC teve o seu início oficial no dia 22 de Abril do ano de 2013, para o qual foi definida a extensão de aproximadamente dois meses, e concretamente 8 semanas, com o término marcado para o dia 14 de Junho. Na generalidade dos casos em que é aplicada esta metodologia, a duração dos projectos é mais extensa do que esta aqui presente. Porém, é importantíssimo referir o facto de que a data referida anteriormente apenas marca o início oficial do projecto, uma vez que antes disso muitas variáveis foram mensuradas e algumas ideias foram desenvolvidas e discutidas previamente pelo que se espera que, com a aplicação desta metodologia, essas ideias sejam maturadas e resultem em melhorias concretas do problema em questão.

Assim, como se pode facilmente visualizar no gráfico de Gantt presente no Anexo D, ficou calendarizada com recurso ao *MS – Project 2010* a duração de uma semana para a fase *Define*, duas semanas para a fase *Measure*, duas semanas para a fase *Analyze*, duas semanas para a fase *Improve* e uma semana para a fase *Control*.

4.1.6. 5 W + H

Esta ferramenta foi extremamente útil no auxílio à correcta definição do problema que despoletou o projecto. Segue-se a sua aplicação na Tabela 4.

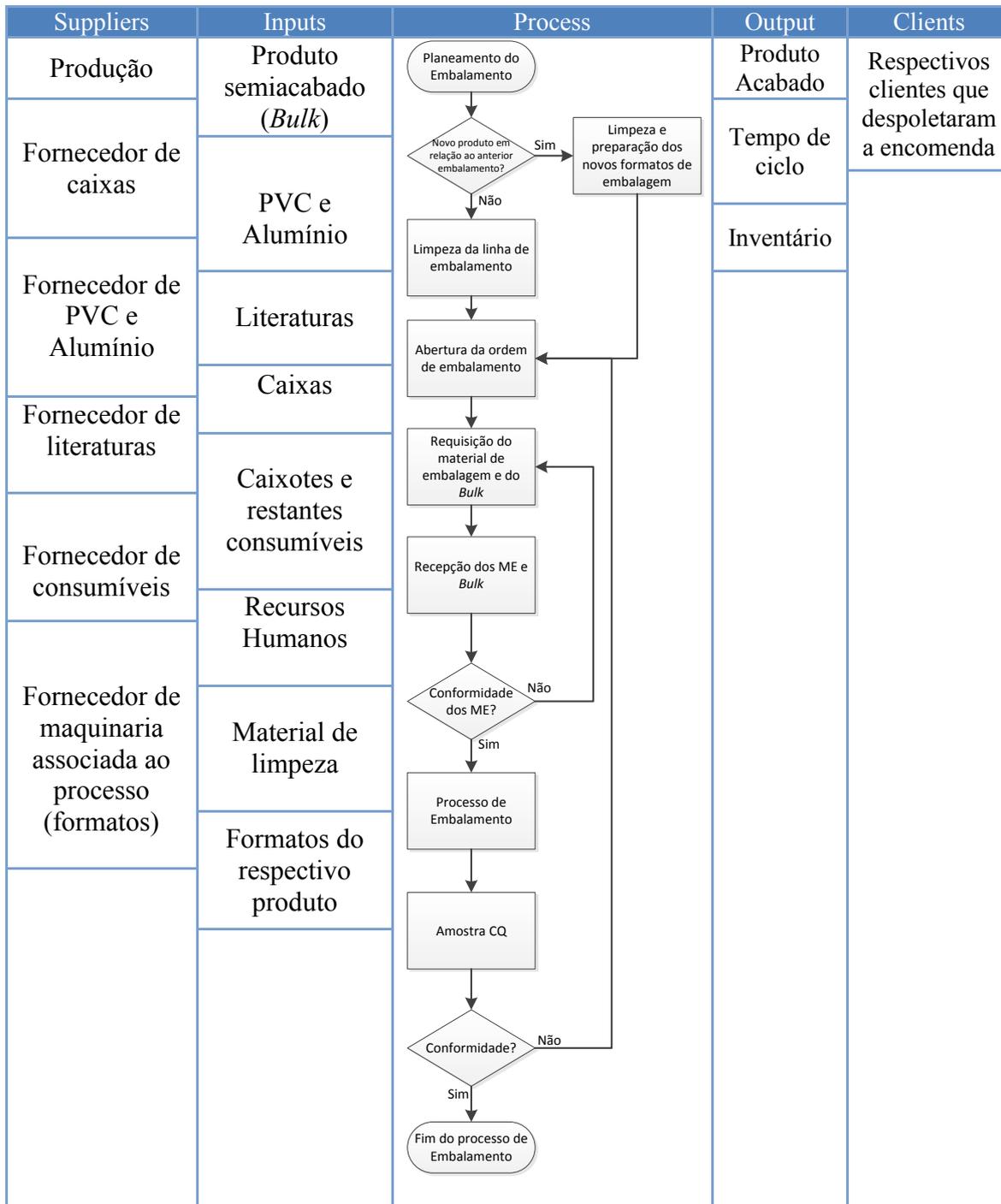
Tabela 4 – Aplicação da ferramenta 5 W + H

What? (O quê?)	Existência de estrangulamento fruto taxa produtiva do processo de embalamento ser inferior ao processo a montante.
Who? (Quem?)	A secção de Embalamento de fármacos na forma sólida.
Where? (Onde?)	Na Bluepharma, Indústria Farmacêutica, S. A.
When? (Quando?)	De Abril a Junho de 2013
How? (Como?)	Através da implementação de um projecto com base na metodologia DMAIC, intimamente associado à filosofia <i>Lean Six Sigma</i> .

4.1.7. SIPOC

Esta ferramenta resume-se à estruturação de um fluxograma simplificado, esquematizando e englobando todas as partes inerentes ao processo em análise, determinando as suas fronteiras e discriminando todas as suas entradas e saídas. Pode-se verificar a aplicação da mesma na Tabela 5 - SIPOC.

Tabela 5 - SIPOC



Após a aplicação desta ferramenta foi possível ter uma visão macro do processo sob o qual recai a atenção no projecto definido anteriormente. Para além disso, tornou-se uma importante ajuda na identificação e confirmação da adequabilidade da

equipa de projecto para a análise dos pontos anteriormente listados. Depois da aplicação da ferramenta todos se encontravam alinhados com o processo em análise.

4.1.8. Project Charter

Todas as definições e ferramentas até a este ponto expostas são fundamentais para um correcto início de um projecto DMAIC, que culmina com a assinatura do *Project Charter*. Este documento resume todos os pressupostos aqui presentes e marca o início oficial do projecto. Dado que se trata de um documento independente, o mesmo pode ser consultado no Anexo E.

4.2. Fase Measure

Como é possível verificar no Anexo D foi definido um intervalo de tempo de duas semanas para a correcta prossecução desta fase. Muitas das variáveis medidas são variáveis cuja medição foi efectuada por observação do processo e cronometragem do mesmo, o que seria passível de concluir que duas semanas não seriam suficientes para essa medição. Embora esta conclusão seja verídica, deve-se referir como também já foi feito na anterior fase e aqui se reforça, antes do arranque do projecto DMAIC muitas medições foram efectuadas, que depois de filtradas, foram aqui expostas.

De importância também acrescida é de notar que muitas destas medições são apresentadas com valores relativos dado o acordo de confidencialidade que foi estabelecido no início do estágio curricular que deu origem a este trabalho. Trata-se uma indústria muito regulamentada e competitiva, pelo que é constante a preocupação da confidencialidade dos dados relativos a esta indústria.

4.2.1. Variáveis a quantificar

O primeiro passo a ser tomado nesta fase do ciclo DMAIC é a determinação das variáveis cuja relevância justifica a sua medição e posterior análise. Procede-se então à enumeração das variáveis a quantificar:

1. Quantificação do tempo disponível para atender às encomendas ao longo do Processo: Como ponto de partida decidiu-se procurar representar estatisticamente o número de encomendas que a empresa teve durante um determinado

período de tempo, discriminando a quantidade de encomendas com atraso na resposta. Com isto, procura-se de certo modo mostrar a necessidade e urgência deste projecto;

2. Quantificação do intervalo de tempo presente entre o fim da fabricação e o início do processo de embalamento: Dado o comprometimento deste projecto com o objectivo de diminuir o estrangulamento de toda a sequência produtiva presente entre o fim da fabricação (processo final de compressão ou enchimento de cápsulas) e o início do processo de embalamento, é necessário ter conhecimento do estado actual deste tipo de variável;

3. Quantificação do processo de embalamento: Já que é o processo de embalamento que não permite o perfeito fluxo de todas as fases de produção previamente planeado e conseqüentemente o cumprimento regular das encomendas, assume especial preponderância a quantificação em termos de tempo do processo de embalamento, já que qualquer melhoria com plausível implementação teria impacto no cumprimento dos referidos objectivos;

4. Quantificação do tempo de *setup* das linhas de embalamento: O tempo associado à mudança de formatos nas linhas de embalamento é muito elevado. Sempre que se muda de produto no processo de embalamento, tem que se efectuar a devida limpeza das peças associadas, desmontar as peças responsáveis pelos anteriores formatos e montar as novas ferramentas. Tudo isto leva o seu tempo e, segundo o *Lean Thinking* é desperdício, pelo que também é importante quantifica-lo, de modo a permitir uma análise conducente a possíveis melhorias;

5. Quantificação dos tempos de paragem ou tempos não produtivos: Tudo o que foi dito no ponto anterior quanto aos tempos de *setup* ainda mais se aplica aos tempos de paragem. Os tempos em que o produto se encontra à espera são tempos que em nada se acrescenta valor ao produto, desperdício que deve ser diminuído ou eliminado. Deste princípio resulta a importância desta quantificação;

6. Quantificação do desperdício de material: Não estando directamente ligada e correlacionada com os objectivos definidos, esta quantificação pode de uma forma indirecta resultar em melhorias. Imagine-se a hipotética situação em que por excesso de desperdício se tem que parar o processo para pedir mais material. Na prática a probabilidade disso acontecer é remota. Todavia, convém ter este indicador para hipotéticas discussões na fase que a esta sucede.

4.2.2. Meios para medição

Todos os dados que no seguimento deste subcapítulo se apresentam são provenientes de vários tipos de fontes. Usufruindo do facto de a empresa registar os dados relativos aos processos em vários tipos de bases de dados e inventários, as medições foram então conseguidas pelos seguintes meios:

- Monitorização dos processos com recurso a cronómetro;
- Tratamento de dados dos registos de fabricação e embalagem;
- Tratamento de dados dos diários de máquina;
- Tratamento de dados dos relatórios das máquinas de embalamento;
- Recolha e tratamento de informação do módulo *mySAP Business*.

4.2.3. Quantificação do tempo disponível para processar as encomendas

Nesta fase do projecto, é de consciência geral que o foco principal de qualquer projecto *Lean Six Sigma* é o cliente. Nunca é demais repetir que é este que define valor para um determinado produto e com isto, o vector que aponta para a satisfação do mesmo tem que ser maximizado. Como já foi referido anteriormente, existem diversas variáveis adjacentes a este conceito de valor tido pelo cliente e uma delas é este ter o produto no tempo exacto em que estava acordado recebe-lo.

Assim se tornou relevante a quantificação desta métrica no sentido de justificar a necessidade do projecto, já que se acredita que este *bottleneck* tem este efeito a montante. Neste momento a empresa compromete-se a entregar as encomendas num determinado intervalo de tempo, não referido por motivos que se prendem uma vez mais com a confidencialidade dos dados da mesma. Foram tratados estatisticamente dados relativos a uma amostra de um determinado número de encomendas que a empresa tinha finalizado no presente ano de 2013. Pode-se verificar no Gráfico 3 a percentagem das encomendas que foram entregues dentro desse intervalo de tempo de compromisso da empresa com os clientes.

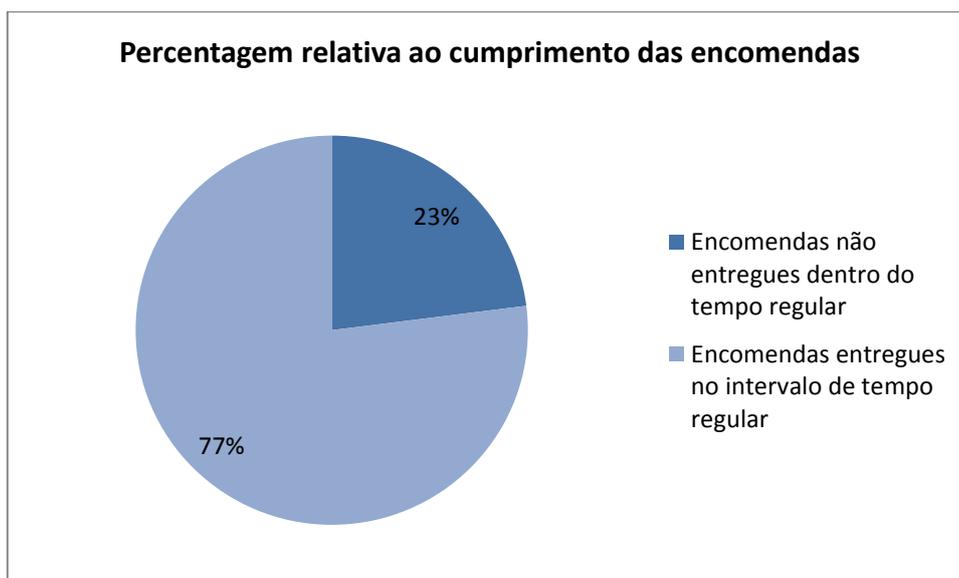


Gráfico 3 – Encomendas entregues vs. Encomendas não entregues no tempo regular

4.2.4. Quantificação do intervalo de tempo presente entre os processos

Depois de definida a necessidade do projecto no anterior ponto, é necessário justificar o problema escolhido, assim como dos objectivos propostos na fase *Define*.

O Gráfico 4 mostra a evolução, em termos de comprimidos fabricados e embalados, do processo de fabricação e do processo de embalagem desde o mês de Janeiro do ano de 2012 até ao mês de Abril do presente ano de 2013.

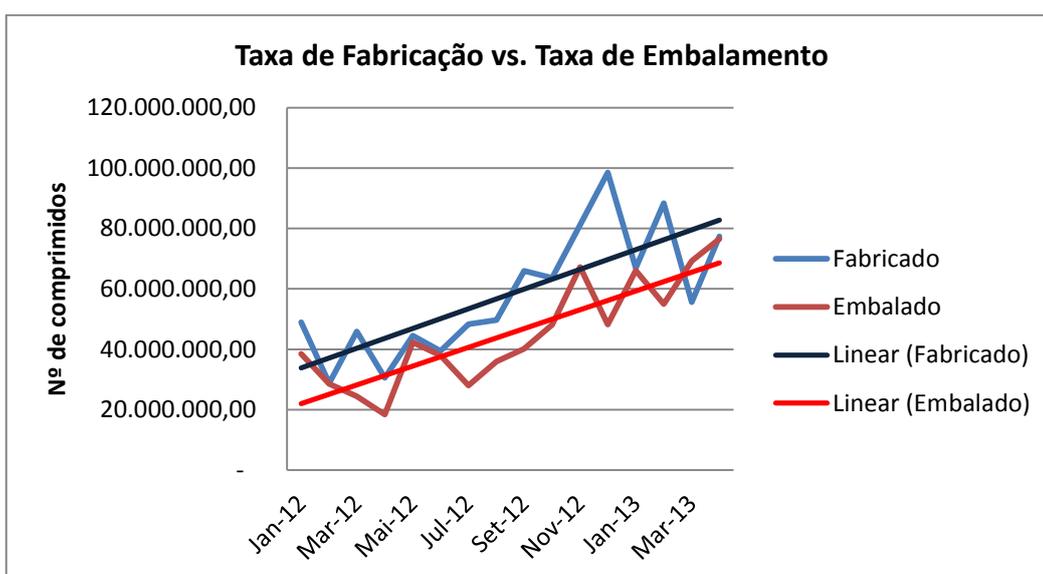


Gráfico 4 – Taxa de fabricação vs. Taxa de embalagem

No Gráfico 5, presente em maior escala no Anexo F, pode-se visualizar de uma forma quantificada o número de dias que ocorrem entre o final de fabricação de um lote de um produto e o início do embalamento do mesmo produto, para uma amostra de 100 lotes referentes ao ano de 2013 e retirados aleatoriamente. A linha de tendência é referente à média entre cada dois períodos, de modo a se ter sensibilidade da variação deste intervalo.

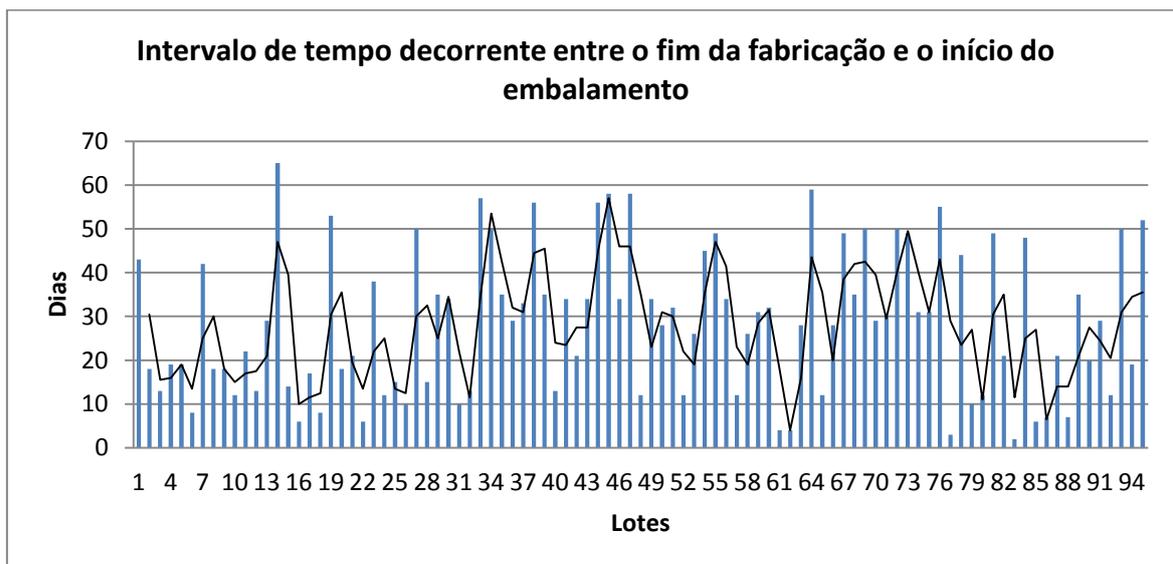


Gráfico 5 – Intervalo de tempo entre o fim da fabricação e o início do embalamento

A Tabela 6 vem de certo modo resumir a informação que o anterior gráfico traduz através da representação da média, máximo e mínimo do número de dias que ocorre entre o fim da fabricação e o início do embalamento para a mesma amostra de 100 lotes.

Tabela 6 – Estatística do número de dias entre os diferentes processos

Média	27,4 dias
Mínimo	2 dias
Máximo	65 dias

4.2.5. Quantificação do processo de embalamento

Depois de justificadas a necessidade do projecto e seus objectivos, segue-se agora a apresentação das métricas mais específicas do processo onde se pode intervir, de modo a cumprir os objectivos estabelecidos. O Gráfico 6, de que se apresenta a uma maior escala no Anexo G, reporta à variação do tempo do processo para a amostra de 100 lotes que foi recolhida e apresentada anteriormente. Como se pode verificar, é um processo bastante oscilatório devido ao facto de depender directamente do produto a ser embalado,

das respectivas quantidades a embalar em função da encomenda (parâmetro muito variável) e, para além disso, cada produto tem as suas características próprias com influência directa no processo de embalagem.

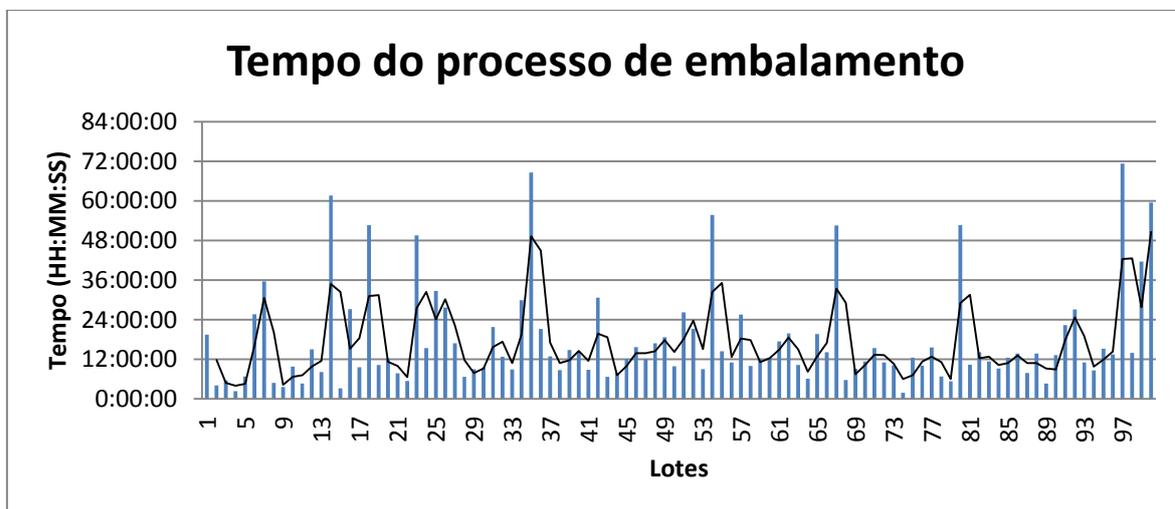


Gráfico 6 – Tempo do processo de embalagem para diferentes lotes

Uma vez mais para melhor compreensão desta métrica apresenta-se a Tabela 7 representativa da média, mínimo e máximo relativos ao tempo de embalagem.

Tabela 7 – Estatística do tempo de embalagem

Média (HH:MM:SS)	17:34:02
Mínimo (HH:MM:SS)	01:53:00
Máximo (HH:MM:SS)	71:15:00

Com base na análise nos diários de máquina são de seguida apresentados os gráficos, com a duração das várias tarefas referentes à mesma linha de embalagem e ao mesmo tipo de produto embalado. Com isto, pretende-se demonstrar a variabilidade das várias tarefas, apelando à conclusão que não existe um processo de embalagem que se repita na sequência de tarefas e do tempo associado às mesmas.

No Gráfico 7 pode-se verificar, quer a sequência das várias tarefas associadas ao embalagem, quer o tempo que as mesmas tendem a demorar. No total este processo de embalagem levou 15:25:00 a decorrer.

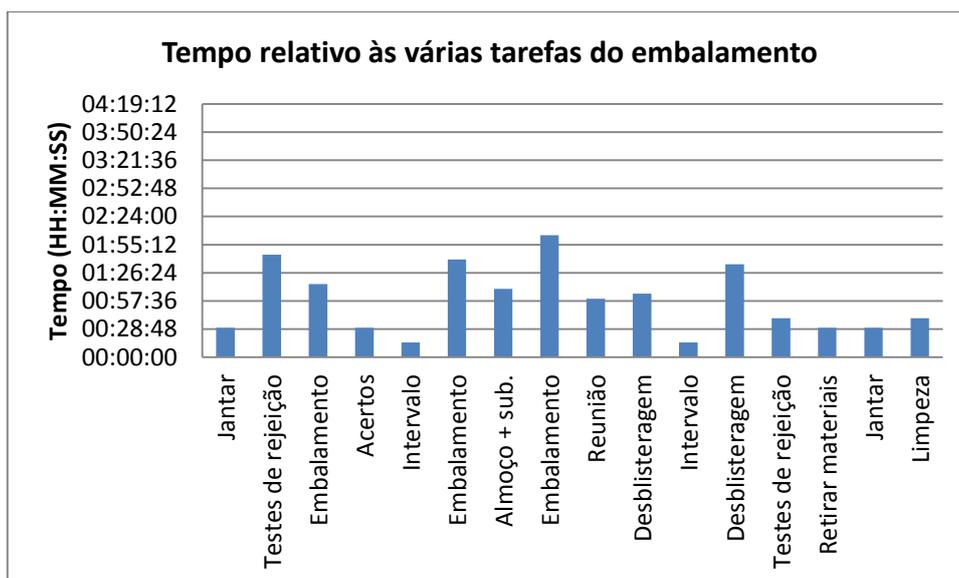


Gráfico 7 – Variação das várias fases do processo de embalagem (situação 1)

Já no Gráfico 8 é possível verificar que o processo é semelhante ao anterior. Contudo, consegue-se verificar que houve muita necessidade de ajustes na linha. No final do mesmo teve que se recorrer à desblisteragem dos blisters rejeitados pela máquina e embalagem semiautomática (alimentação das caixas manualmente), pelo que o processo no seu total chegou às 18:50:00.

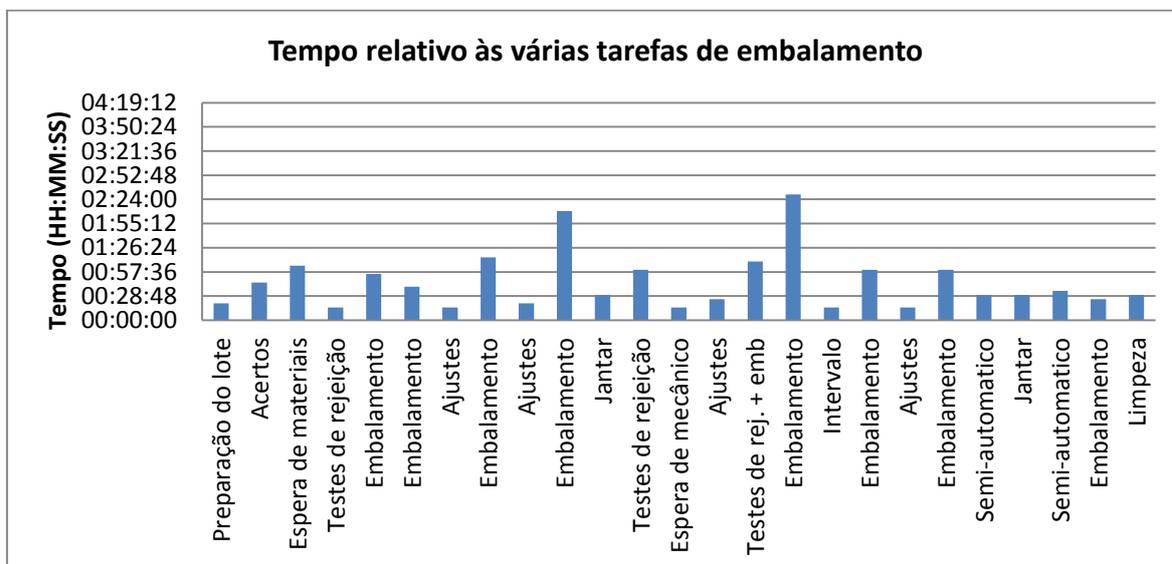


Gráfico 8 – Variação das várias fases do processo de embalagem (situação 2)

O Gráfico 9 representa o pior caso por duas razões: em primeiro lugar houve um erro humano a meio do processo, que por sua vez levou à necessidade de repetir parte

do mesmo em modo semiautomático, em segundo lugar e mais importante, este retrata o tempo de *setup* associado a uma mudança do primário da linha de embalagem, que é sempre uma actividade mais demorada. Neste caso, o processo levou 28:10:00 a ser concluído.

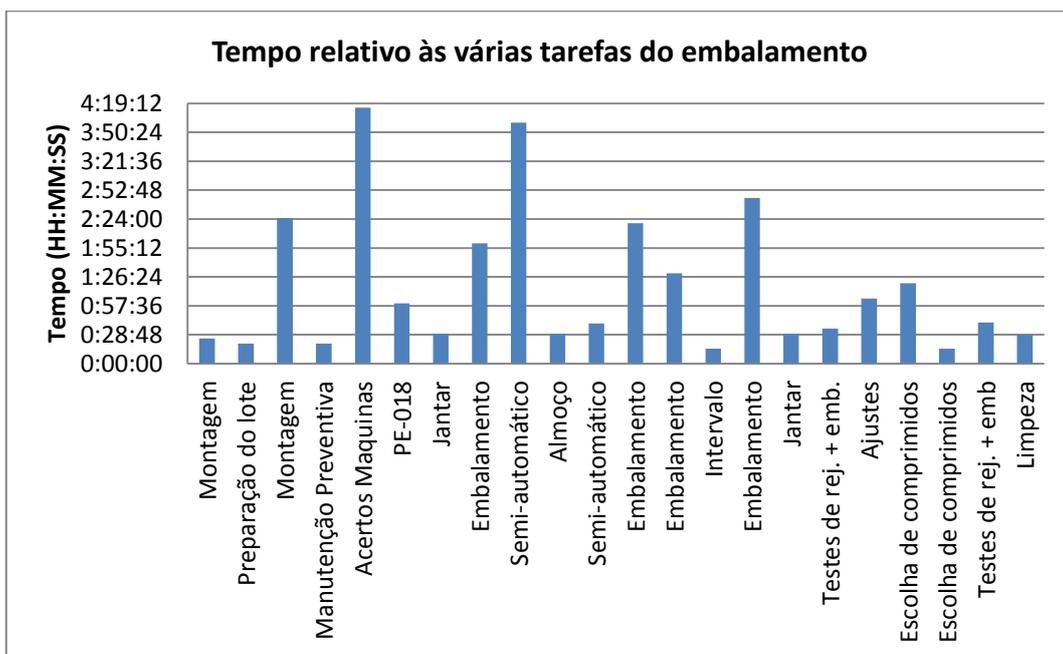


Gráfico 9 – Variação das várias fases do processo de embalagem (situação 3)

4.2.6. Quantificação dos tempos de paragem ou tempos não produtivos

Outra variável cuja análise assume especial preponderância dentro do pensamento *Lean* é a quantificação dos tempos de paragem ou tempos não produtivos, já que fazem parte dos 7 tipos de desperdício que assumem urgência em ser eliminados. Posto isto, foram analisados os diários de máquina das diferentes linhas de embalagem, dos quais se obtiveram 15 embalamentos diferentes, com a discriminação das várias actividades envolvidas no mesmo.

Assim primeiramente recorreu-se à discriminação das actividades não produtivas, assim como à sua média durante esses embalamentos, estando as mesmas representadas no Gráfico 10.



Gráfico 10 – Duração média dos tempos não produtivos

Da anterior discriminação das actividades não produtivas, com base na mesma amostra pode-se visualizar no Gráfico 11 a média da frequência relativa das mesmas durante os 15 embalamentos.

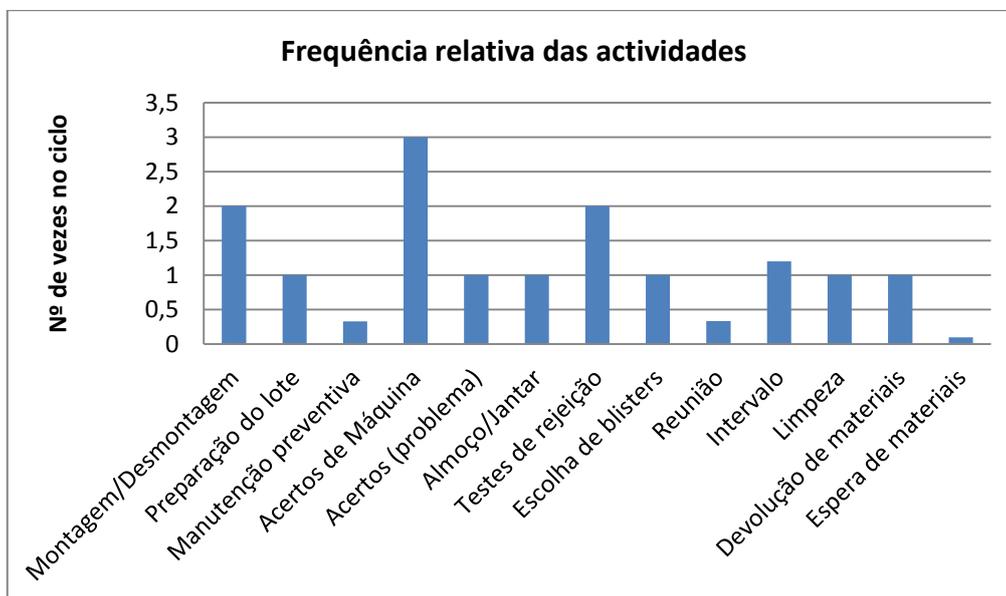


Gráfico 11 – Frequência média e relativa das actividades não produtivas

4.2.7. Quantificação do tempo de setup das linhas de embalagem

No ponto anterior foram expostos, para a amostra indicada, todos os tempos associados à não produtividade, dentro dos quais se apresentaram os tempos associados às

tarefas de montagem e desmontagem. Cada produto possui diferentes variáveis, desde a alimentação (por geometria distinta dos vários tipos de comprimidos), à colocação dos blisters e literaturas dentro da caixa, passando pela formação dos alvéolos dos vários blisters, a geometria e apresentação dos vários constituintes deste processo é diferente. Dada esta particularidade, cria-se a necessidade de alterar os vários formatos de um produto para outro, para além da necessidade de limpeza especial das linhas de embalamento despoletada pela elevada regulamentação característica destas indústrias. Estas tarefas representam uma assinalável quantidade do tempo associado a um ciclo de embalamento e representam tempo não produtivo. No ponto anterior apenas foi quantificado este ponto para embalamentos dentro de campanha, sendo fora de campanha que se nota a sua maior influência.

Entenda-se por embalamento em campanha de um determinado produto o embalamento consecutivo de diferentes lotes do mesmo produto, variando o cliente e/ou as dosagens. Deste facto advém que apenas se têm que alterar parcialmente os formatos de embalagem, sem a necessidade de troca total da linha de embalamento. Todos estes factos têm influência directa no processo de montagem/desmontagem e conseqüentemente no tempo de *setup*, já que muitas vezes, e como foi o caso nos dados analisados, apenas são necessárias mudanças nos formatos secundários das máquinas, por exemplo quando se dá apenas a troca de caixas, advinda do facto de terem um diferente número de comprimidos.

Quando se efectua uma troca de produtos (produtos totalmente diferentes) na linha de embalamento tem que se efectuar uma troca de formatos total, já que a alimentação dos comprimidos é diferente e os materiais de embalagem (PVC, Alumínio, Literaturas e caixas) também são. Este facto faz com que o tempo de preparação da linha de embalamento ou tempo de *setup* seja mais elevado, pelo que assume preponderância a sua evidência e análise.

Posto isto, no Gráfico 12, para uma amostra de 35 lotes, pode-se observar a variação dos mesmos em função dos diferentes lotes a embalar.

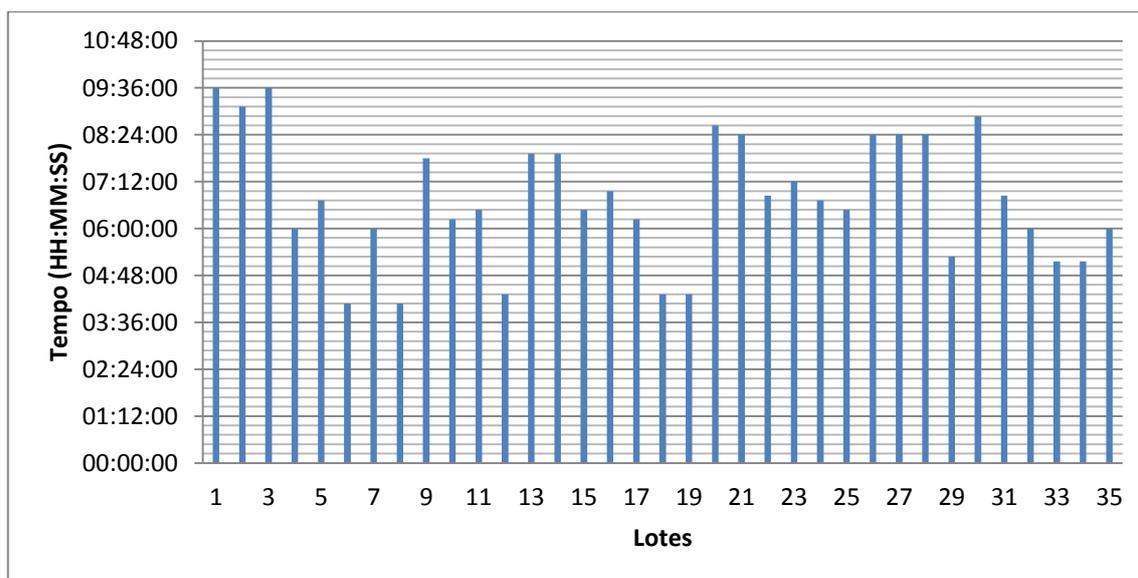


Gráfico 12 – Tempo de *setup* para diferentes lotes

Uma vez mais, na Tabela 8 pode-se verificar o mínimo, máximo e média destes tempos de *setup*.

Tabela 8 – Estatística do tempo de *setup*

Média (HH:MM:SS)	06:46:17
Mínimo (HH:MM:SS)	04:04:48
Máximo (HH:MM:SS)	09:36:00

Por fim, recorrendo à média do tempo de embalagem e do tempo de *setup*, no Gráfico 13 pode-se verificar a proporção destas tarefas no tempo total associado ao processo de embalagem (Montagem e embalagem).

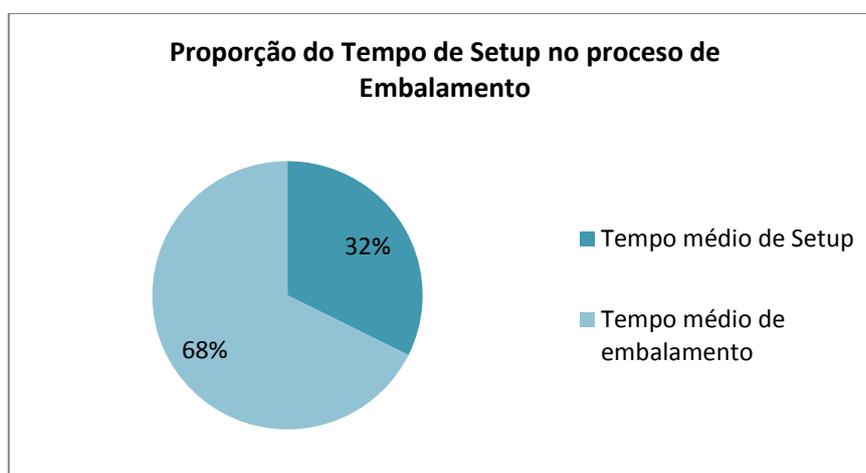


Gráfico 13 – Proporção do Tempo de Setup no Tempo de embalagem

4.2.8. Quantificação do desperdício de material

No que toca ao desperdício de material, é do senso comum que toda e qualquer tarefa que não é correctamente feita de início, leva a que se consuma tempo no seu reprocesso, reportando uma vez mais aos 7 tipos de desperdício identificados pelo *Lean Thinking*. Assim procedeu-se à recolha de uma amostra de 35 lotes de produtos dos registos informáticos finais das linhas de embalagem de modo a poder quantificar este desperdício.

No Gráfico 14, presente também no Anexo H, pode-se verificar o número total de blisters, de blisters correctamente formados (“blisters bons”) e blisters mal formados (“blisters defeituosos”).

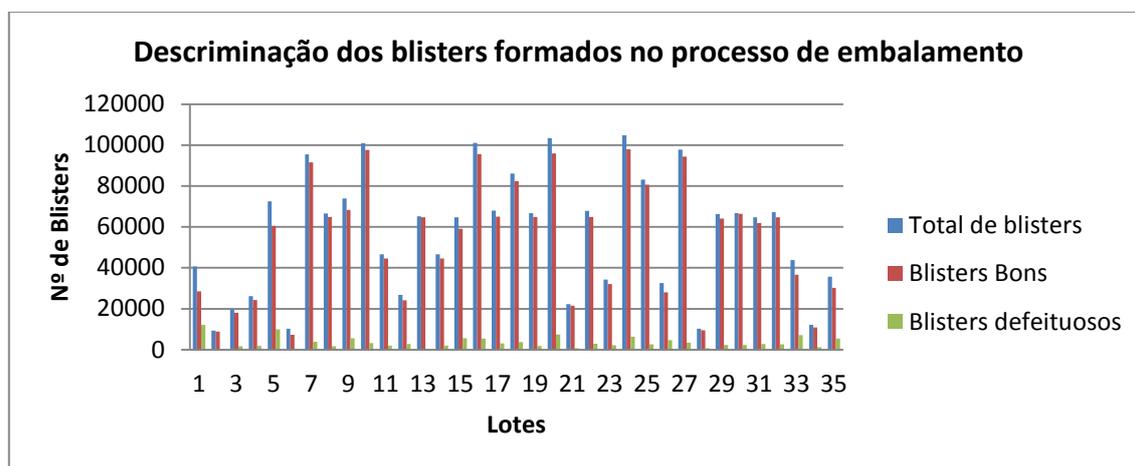


Gráfico 14 – Número de blisters formados no processo de embalagem

De modo a que esta métrica se torne mais perceptível apresenta-se na Tabela 9 a média, o mínimo e o máximo relativos ao número total de blisters, blisters bons e blisters defeituosos.

Tabela 9 – Estatística dos blisters formados no processo de embalagem

	Total de blisters	Blisters bons	% de Blisters bons	Blisters defeituosos	% de Blisters defeituosos
Média	57147	53560	92.3%	3492	7.7%
Mínimo	9356	7314	70.3%	362	0.7%
Máximo	104833	97910	99.3%	12060	29.7%

4.3. Fase *Analyze*

Eis que se segue a terceira fase da sequência do ciclo DMAIC, a fase *Analyze*. Em termos técnicos, esta é a fase mais importante pois é aquela em que, tal como o seu nome indica, se procede à análise das variáveis mensuradas na anterior fase. Nesta fase, a filosofia *Lean Six Sigma* objectiva o reconhecimento das variáveis de *input* que produzem um impacto assinalável na performance do processo. Em congruência com esta premissa vem a necessidade de entender perfeitamente o funcionamento das coisas, desafiando pressupostos e descurando todos os defeitos e as suas causas adjacentes, para que *a posteriori* se chegue a soluções e propostas de melhoria.

Em suma, é na base do que foi descrito anteriormente que este subcapítulo se centra, procurando analisar todas as variáveis de modo a poder classificar e hierarquizar aquelas sob as quais é possível actuar e concertar propostas de melhoria para o processo. Numa primeira fase procede-se ao estudo das variáveis mensuradas na fase *Measure*, seguindo-se de uma análise mais objectiva através das várias ferramentas já referidas.

4.3.1. Breve análise às variáveis mensuradas

Das seis variáveis que foram objecto de mensuração na anterior fase do ciclo DMAIC segue-se uma breve análise de modo a retirar numa primeira aproximação as principais ilações desse estudo.

4.3.1.1. Análise da quantificação do Tempo disponível para atender às encomendas ao longo do Processo

Como já anteriormente referido, a quantificação desta variável foi apenas efectuada de modo a servir como meio de justificação do problema indicado na fase *Define*. É tido como dado adquirido que uma das causas da não entrega de 23% das encomendas no tempo definido para tal se deve, entre outros factores, ao *bottleneck* identificado entre o fim do processo de fabricação e o início do processo de embalagem. No fundo pode-se dizer que o problema definido é a causa principal da não entrega de parte das encomendas atempadamente, que é o factor preponderante da insatisfação dos clientes.

4.3.1.2. Análise da quantificação do intervalo de tempo presente entre o fim da fabricação e o início do processo de embalagem

A mensuração desta variável vem de certa forma apresentar uma fundamentação quantitativa ao problema que foi definido. Do Gráfico 4 advém a ilação que a taxa de embalagem, como seria de esperar, se encontra maioritariamente abaixo da taxa de fabricação, sendo que o reverso verificado para o mês de Março e Abril se deve ao binómio quebra na fabricação por falta de demanda e à constante máxima ocupação da capacidade produtiva do embalagem. É importante ainda referir que uma parte do *bulk* (PSA) é expedida sem passar pelo processo de embalagem.

Como foi possível verificar, em média, os lotes encontram-se 27 dias em armazenamento, a aguardar pela oportunidade de serem embalados, o que tem influência directa no atraso das encomendas e, em consequência disso, na satisfação dos clientes. Além das causas que serão abordadas e estão expostas no diagrama de *Ishikawa*, acresce ainda neste ponto o facto de contribuir para este valor o desfasamento do tempo de *setup* entre a fabricação e o embalagem, sendo maior neste último, além dos esforços que se fazem no sentido de se aproveitar os formatos presentes na linha num determinado momento para se embalearem produtos da mesma família e assim poupar tempo de *setup*.

4.3.1.3. Análise da quantificação do processo de embalagem, tempos não produtivos e tempos de *setup*

Da mensuração destas 3 variáveis resulta a conclusão que este processo é bastante complexo, moroso e susceptível de grandes variações. Como se pôde verificar pelos Gráficos 7, 8 e 9, é muito difícil repetir a sequência de tarefas do embalagem de um lote para outro dado que as várias variáveis associadas ao mesmo variam, não só devido a erros e imprevistos transversais ao processo, mas a tarefas não constituintes do processo que remotamente têm que ser realizadas, como o exemplo da manutenção preventiva e das reuniões.

Conclui-se também acerca do facto de o processo de embalagem ser susceptível, em grande medida, de tempos não produtivos, de entre os quais o tempo de *setup* se destaca claramente dentro de esses tempos. Pode-se verificar também, pela análise do Gráfico 10, o tempo associado ao *setup* das máquinas discriminado pelas tarefas constituintes.

4.3.1.4. Análise da quantificação do desperdício de material

No que toca ao desperdício de material pôde-se verificar que esta variável ainda representa um impacto assinalável. A quantidade de blisters rejeitados situa-se na ordem dos 8%, facto este que vem a demonstrar influência directa na duração do processo de embalamento, que por sua vez tem o seu efeito no *bottleneck*.

4.3.2. Brainstorming

A primeira ferramenta ou metodologia a que se recorreu nesta fase foi o *brainstorming*, utilizada para gerar ideias sobre as causas que afectam o principal problema, tendo em conta neste caso as variáveis já mensuradas.

Relembrando o que foi anteriormente referido, o desenvolvimento desta fase contou com a importante coadjuvação do evento VSA realizado, em que toda a equipa esteve envolvida e várias ideias foram discutidas. Dada a vasta experiência da equipa e a transversalidade da mesma procurou-se obter uma visão mais holística do problema já que, embora este seja característico do sector de embalamento, depende directa e indirectamente de outros sectores. Por outro lado, embora o âmbito deste evento aponte para uma perspectiva macro, já que se estava a analisar a cadeia de valor da empresa, surgiram e ressaltaram várias ideias que, depois de filtradas, serviram parcialmente de base à determinação das causas para o problema identificado neste projecto.

Ao longo das várias reuniões o decurso desta ferramenta assentou em várias dinâmicas bastante características. A título de exemplo, uma delas consistiu na divisão da equipa em pequenos grupos, sempre com elementos que assegurassem a diversidade de sectores, em que o objectivo dos mesmos era a geração de ideias que perspectivassem a determinação das causas para as *UDE's* identificadas e construção dos diagramas de *Ishikawa*. Depois desta evidência, prosseguiu-se uma discussão com o objectivo de validar e complementar os mesmos. Foi daqui então que resultaram parte dos dados para a construção do diagrama de *Ishikawa* que dizem respeito ao projecto DMAIC e de seguida se apresentam.

4.3.3. Diagrama de Ishikawa

Com o principal problema definido, correctamente identificado, e depois de feita uma breve análise às variáveis relacionadas com o mesmo, segue-se a apresentação da

ferramenta extremamente útil na identificação das causas relativamente ao problema em questão, os Diagrama de *Ishikawa*. O diagrama presente na Figura 19 faz referência à identificação das causas relativas ao principal problema do *bottleneck* entre o final do processo de fabricação e início do processo de embalagem.

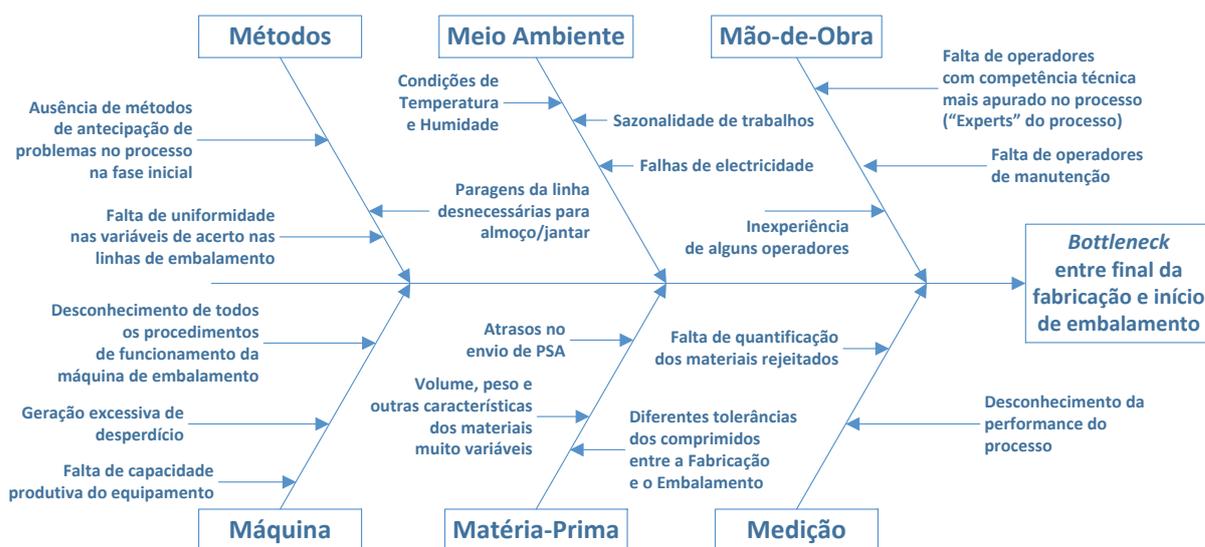


Figura 19 – Diagrama de *Ishikawa* orientado ao principal problema

Como se pode verificar na Figura 19, verificam-se dezassete principais causas, divididas nos seis grupos característicos destes diagramas, que se encontram na adjacência do problema em questão.

Destas dezassete causas, embora com fontes distintas algumas delas correlacionam-se entre si, como por exemplo o “desconhecimento de todos os procedimentos da máquina de embalagem por parte dos operadores” e a “falta de operadores de manutenção” ou a “falta de operadores com competência técnica mas apurada no processo”. Além disso, as causas não representam o mesmo nível de impacto. Daqui decorre a selecção de sete principais causas, que após reflexão se chegou à conclusão que representavam um maior impacto no efeito em questão. São elas:

- **Falta de uniformidade nas variáveis de acerto;**
- **Paragem desnecessárias das linhas de embalagem para almoço/jantar;**
- **Falta de capacidade produtiva com o número actual de equipamentos;**
- **Atraso no envio do produto semiacabado (PSA) para o sector de embalagem;**

- **Desconhecimento da performance do processo por parte dos operadores de embalamento;**
- **Tolerâncias diferentes dos comprimidos entre o fim do processo de fabricação e o início do processo de embalamento;**
- **Produção excessiva de desperdício.**

4.3.4. Teste de hipóteses

O teste de hipóteses é uma ferramenta estatística fulcral para confirmar a suspeita relativa à existência de diferenças assinaláveis entre duas determinadas hipóteses. Este é um método estatístico para avaliar se um determinado valor (hipótese) está ou não contido dentro de um certo intervalo de confiança.

A realização deste teste recaiu sobre o estudo da variável conducente às paragens da linha de embalamento para almoço/jantar. Posto isto, definiu-se μ_1 como sendo o tempo médio para o embalamento com as usuais paragens para almoço/jantar e μ_2 o tempo médio do processo de embalamento sem essas paragens. A hipótese nula (H_0) remete deste modo para a premissa que o tempo do processo é o mesmo com e sem paragem para o almoço/jantar, enquanto que a hipótese alternativa (H_2) aponta para uma alteração ou diferença entre os tempos de embalamento face à introdução do que foi já referido na rotina do processo.

$$\begin{aligned}H_0: & \mu_1 = \mu_2; \\H_2: & \mu_1 \neq \mu_2\end{aligned}$$

Posto isto, o teste de hipóteses foi conduzido para uma amostra de 15 intervalos de tempo para o processo de embalamento de apenas um produto específico (dado que o mesmo apresenta variações significativas mediante o produto em questão), isto é, foram recolhidos dos dados já atrás apresentados 15 intervalos de tempo com o processo de embalamento a decorrer, com as paragens para almoço/jantar, e de seguida, após novo conjunto de testes, recolheu-se uma amostra de mais 15 intervalos de tempo para a duração do processo de embalamento sem paragens para almoço/jantar. Estipulou-se que o teste de hipóteses seria conduzido com um nível de significância de 5%. Recorrendo então às ferramentas do *Microsoft Office Excel 2010*, nomeadamente à função “TESTE.T” chegou-se ao *p-value* de 4,87%, um valor inferior ao nível de significância estipulado. No Anexo I pode-se verificar a folha de cálculo utilizada para a realização deste teste de hipóteses.

4.3.5. Regressão linear

Uma das ferramentas mais úteis no sentido de se tirarem conclusões relativamente à relação entre dados de entrada de uma variável e o resultado à saída é a análise de regressão linear, obtida através de gráficos de dispersão. Neste caso particular procurou-se relacionar o tempo de embalagem para 45 amostras de um determinado produto (variável de saída) com a quantidade de desperdício que o mesmo gera (variável de entrada), isto é, o número de blisters que são rejeitados. Mais uma vez com recurso às ferramentas do *Microsoft Office Excel 2010*, chegou-se ao Gráfico 15. A esse gráfico adicionou-se uma linha de tendência linear e chegou-se ao coeficiente de correlação de 0.7065, querendo isto dizer que 70,65% da variação do tempo de embalagem se encontra relacionada com o desperdício efectuado.

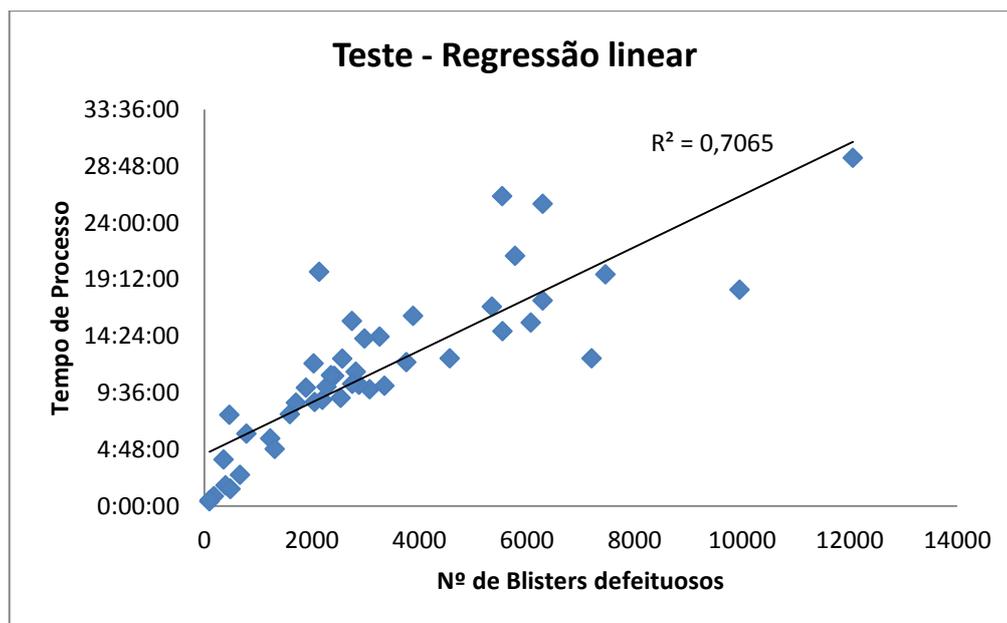


Gráfico 15 – Relação entre o tempo de processo e o número de blisters defeituosos

4.4. Fase *Improve*

Na fase *Improve* procura-se desenvolver e criar um meio de implementação de soluções, ou possíveis soluções, para o problema inicialmente definido com base em todo o trabalho que até esta fase foi desenvolvido. Em particular, esta fase reúne forças e sinergias no sentido de tentar eliminar ou reduzir as causas adjacentes ao problema em questão e com isto atingir os objectivos que foram definidos na fase *Define*.

A estrutura deste capítulo assenta na apresentação de possíveis soluções para eliminar ou reduzir as causas contíguas ao problema, na sequência da qual se procede a uma análise das mesmas individualmente. Por fim, recorre-se a uma matriz de priorização das soluções de modo a hierarquizar as mesmas.

4.4.1. Propostas de melhoria

Uma vez mais tirando partido e usufruindo dos brainstormings, algumas ideias e propostas foram discutidas dentro do âmbito deste projecto. Na Tabela 10 são apresentadas soluções ou propostas de melhoria para cada causa do problema.

Tabela 10 – Soluções/propostas de melhoria para as causas dos problemas

Nº da causa	Causa	Proposta
1	Falta de uniformidade nas variáveis associadas ao subprocesso de acerto das linhas de embalagem	Elaboração de um manual/guia de implementação das variáveis de acerto estandardizadas para todos os produtos ou para aqueles mais vezes embalados
2	Paragem do processo de embalagem para almoço/jantar	Alteração na rotina de trabalho, criando turnos para almoço/jantar, garantindo sempre a presença mínima de dois operadores por linha
3	Falta de capacidade produtiva com o número actual das linhas de embalagem	Aquisição de uma nova linha de embalagem
4	Atraso no envio de PSA do armazém para o sector de embalagem	Implementação de um sistema de comunicação/alertas para que estes sectores articulem bem as trocas de informação
5	Desconhecimento da performance do processo por parte dos operadores do sector de embalagem	Criação de uma ferramenta visual que permita aos operadores ter conhecimento da informação relativa à performance do processo de embalagem
6	Tolerâncias diferentes nas propriedades dos comprimidos entre os sectores de fabricação e embalagem	Estudo regulamentar da possibilidade de alterar essas tolerâncias na fase de fabricação; Adquirir formatos de alimentação das linhas de embalagem em concordância com as tolerâncias de fabricação.
7	Produção excessiva de desperdício	Estudo da possibilidade de aquisição de novos materiais

4.4.1.1. Elaboração de um manual/guia de implementação das variáveis de acerto estandardizadas para todos os produtos ou para os mais vezes embalados

Como se pôde verificar na fase *Measure* e *Analyze*, a frequência e o tempo relativo ao subprocesso de realização de acertos nas linhas de embalamento são relativamente significativos. Subentende-se a realização destes acertos como o ajustamento das demais variáveis características das máquinas presentes nas linhas. A título de exemplo, a leitura do código de barras do produto só é feita se o leitor estiver ajustado na posição correcta do mesmo na caixa. Outros exemplos referem-se à geometria das caixas para a correcta colocação dos blisters, à posição da marcação do lote e da validade do produto nos blisters, entre outros. Algumas destas variáveis seguem um guia para o correcto acerto. Contudo, grande parte delas não segue esse guia e os operadores recorrem à experiência que têm na realização destes acertos ou à lógica de tentativa-erro até conseguirem obter o correcto acerto das variáveis. Isto, para além de consumir algum tempo, como é facilmente perceptível, gera também muito desperdício e com o crescimento que a empresa atravessou não se pode exigir níveis de experiência idênticos entre todos os operadores.

A ideia deste manual passaria por algo não muito complicado, tendo apenas presente todas as variáveis e especificações dos acertos esquematizadas mediante o tipo de produto a embalar. Deste modo, este subprocesso de definição das variáveis de acerto na linha de embalamento seria mais simplificado e levaria menos tempo a ser efectuado, além da conseqüente geração de menos desperdício.

Em alternativa a esta proposta seria a disponibilização desta informação informaticamente numa base de dados, muito embora, analisando o binómio impacto e aplicabilidade, o manual seria melhor aceite já que é de simples consulta e não exigiria uma frequência tão elevada de posteriores formações no sentido de capacitar os operadores a consultar essa base de dados.

4.4.1.2. Alteração na rotina de trabalho, criando turnos para almoço/jantar

Como referido anteriormente, a paragem do processo de embalamento para os operadores almoçarem/jantarem leva a que no mínimo as linhas se encontrem 30 minutos paradas por cada ciclo de embalamento. Para além desses 30 minutos, perdem-se em média

mais 15 minutos para proceder a testes de rejeição, testes estes que são impostos por regulamentação sempre que o equipamento pára por um intervalo de tempo igual ou superior a 30 minutos. Somando a mínima frequência de um intervalo com a duração de 15 minutos no ciclo de embalamento, no total é aproximadamente 1 hora perdida. Para embalamentos cuja duração ultrapasse as 12 horas a probabilidade de se ter um período extra de almoço e jantar, com a adição dos 2 intervalos, é maior e neste caso extremo seriam perdidas 2 horas em que a linha estava completamente parada.

A proposta de melhoria passaria neste sentido pela alteração no método e rotina de trabalho dos operadores relativamente ao que se encontra estipulado de momento. A empresa tem cinco linhas de embalamento, cada linha de embalamento é composta por três operadores que neste momento têm um horário fixo com a duração de 30 minutos para almoçar ou jantar, usado pelos 15 operadores (3 operadores por cada linha) de uma só vez à hora estipulada. A solução neste caso passaria por haver 3 períodos de 30 minutos para almoço/jantar, aos quais recorreriam 5 operadores (um operador por cada linha) de cada vez. Com isto cada linha teria no mínimo 2 operadores responsáveis e eliminar-se-ia o facto de a mesma ter que parar completamente. Será de fácil aferição que os operadores teriam um pico de trabalho durante esse período de tempo, pois a estipulação de três operadores por linha de embalamento deve-se à real necessidade desse número de operadores. Contudo, esse pico de trabalho apenas teria efeito em cada operador por uma hora, sendo que após a implementação desta medida, em posteriores afinações, se poderia chegar à conclusão que nesse período de tempo a linha poderia estar em funcionamento a uma menor velocidade, por exemplo.

Teoricamente, lembrando a média de 15:40:00 para o processo de embalamento, pode-se facilmente concluir que com a implementação desta proposta de melhoria, uma vez que por ciclo de embalamento se pouparia no mínimo 1 hora, em 16 lotes de embalamento poder-se-ia poupar tempo suficiente para o embalamento de mais um lote. Dado que por mês se embalam em média 107 lotes (dados relativos aos primeiros 4 meses de 2013), por extrapolação e defeito, por ano produzir-se-ia o valor estimado de 1280 lotes, e com isto poder-se-ia chegar a uma poupança de aproximadamente 80 lotes. Significa isto que apenas com a implementação desta medida se poderia chegar a uma redução do *bottleneck* em 80 lotes num ano.

Na prática, realizou-se um teste piloto o qual, para uma amostra de 15 embalamentos com e sem a proposta de melhoria implementada, se chegou aos seguintes resultados presentes no Gráfico 16 e na Tabela 11. Este teste consistiu na selecção aleatória de uma amostra da duração de 15 lotes do mesmo produto em que o processo de embalagem se desse em condições normais e de seguida coleccionou-se igualmente uma amostra para a duração do processo para o mesmo número de 15 lotes. Posteriormente a essa recolha, procedeu-se a uma ordenação dos dados de modo a que se pudesse comparar as duas situações dentro de uma escala semelhante, isto é, comparar a menor duração do processo sem implementação da proposta com a menor duração do processo com a implementação da proposta.

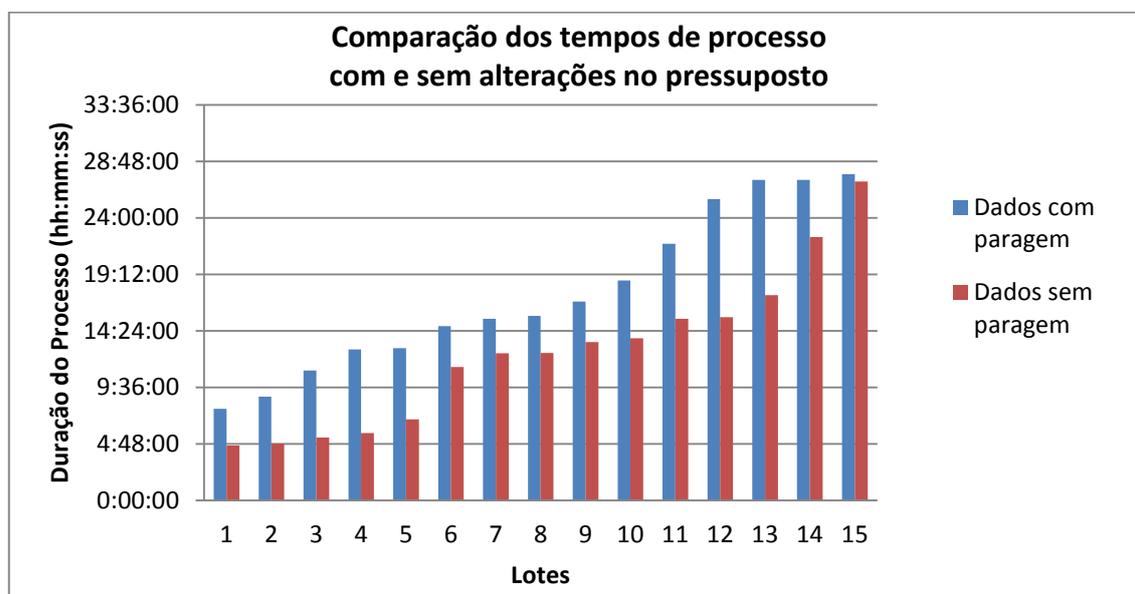


Gráfico 16 – Comparação dos tempos de processo antes e depois da alteração

Tabela 11 – Estatística dos tempos de processo antes e depois da alteração

	Sem alteração	Com alteração
Média (HH:MM:SS)	17:37:20	12:35:16
Mínimo (HH:MM:SS)	7:47:00	04:40:00
Máximo (HH:MM:SS)	27:42:00	27:05:00

Como se pode verificar e seria de esperar, todos os tempos do processo de embalagem depois da alteração no método e rotina de trabalho são menores relativamente aos tempos para o processo de embalagem antes da alteração. O mesmo se verifica quanto à média, mínimo e máximo dos mesmos.

Atendendo ao valor da média, a melhoria perspectiva um ganho de sensivelmente 5 horas, contrapondo o valor máximo teórico de 2 horas anteriormente referido. Este facto explica-se mais uma vez pela grande variabilidade deste tipo de processo e pelo teste ter sido apenas efectuado para 15 amostras. Todavia, se verificarmos para a maioria dos lotes no Gráfico 16, não se verificam ganhos muito superiores ao intervalo de tempo entre uma e duas horas.

Por fim, remetendo ao teste de hipóteses que foi realizado na fase *Analyze*, em que o *p-value* resultou num valor inferior relativamente ao nível de significância, pode-se mais fundamentadamente concluir acerca das reais melhorias que esta medida acarreta.

4.4.1.3. Aquisição de uma nova linha de embalagem

É certo que todo e qualquer processo se torna mais capaz através da afinação das demais variáveis que têm influência directa na eficiência e eficácia dos mesmos, que é do que fundamentalmente se trata neste trabalho. Todavia, a forma mais simples de ganhar capacidade num determinado processo, quando não existem constrangimentos a nível financeiro e de *layout*, é a aquisição de mais equipamentos. Em estudos realizados previamente chegou-se à conclusão que com o sector de fabricação e o sector de embalagem a funcionar em “*full production*” a forma mais imediata de eliminar totalmente o *bottleneck*, e fazer com que a empresa trabalhasse a 100% segundo a filosofia JIT, partiria necessariamente pela aquisição de uma nova linha de embalagem.

Essa aquisição encontra-se em estudo por parte de outros órgãos da empresa uma vez que, como qualquer aquisição de equipamentos neste tipo de indústrias, a mesma se procede de uma forma morosa dada a necessidade de certificação e de submissão a toda regulamentação, características da aquisição de equipamentos por parte das indústrias farmacêuticas.

4.4.1.4. Implementação de um sistema de comunicação/alertas

Durante o período de observação do processo de embalagem e recolha de indicadores para este projecto foram algumas as vezes a que se assistiu uma vez mais a paragens desnecessárias da linha de embalagem, desta vez devido ao facto de a requisição do produto semiacabado ser atendida tardiamente. Esta causa, embora contribua para o *bottleneck*, é também no fundo uma causa da existência do mesmo, já que se a taxa de embalagem fosse equivalente à taxa de fabricação, não se teria que armazenar produto

semiacabado. A causa por trás desta proposta de melhoria prende-se directamente com o facto de os pedidos de produto semiacabado ainda se efectuarem de forma informal, com recurso a um telefonema ou a um *e-mail*, o que faz com que esse pedido muitas vezes não seja recebido correcta e atempadamente pelo armazém.

A proposta de solução passaria pela implementação de um sistema de comunicação ou de alertas de modo a que estes sectores pudessem comunicar de uma forma mais eficaz e, como consequência disso, o produto semiacabado estivesse disponível nas linhas atempadamente. Aproveitando o facto de a empresa proceder à troca e fluxo de informação através do sistema de informação *mySAP Business Suite*, a criação de um novo módulo que permitisse processar pedidos do sector de embalagem para o armazém seria a solução à primeira vista com uma maior probabilidade de exequibilidade.

É de relevância assinalável referir aqui que esta proposta se encontra em discussão num dos projectos resultantes do evento VSA, dado que este problema relativo à deficiente comunicação e carência de alertas entre os demais sectores e departamentos da empresa afecta a mesma num âmbito geral. Esta causa será de certo modo resolvida com o recurso à aquisição de um módulo SAP dedicado ao BPM (*Business Process Management*), vulgarmente conhecido como *software de Workflow*, que não é mais que um software que permite a comunicação em tempo real e a extensão de alertas nessa troca de informações, isto para além de permitir ver intuitiva e visualmente o estado do processo em determinado momento.

4.4.1.5. Criação de uma ferramenta visual que permita aos operadores do processo de embalagem ter conhecimento da informação

Esta causa está associada com o facto de os operadores não terem conhecimento em tempo real da performance do processo de embalagem. Além de não saberem quantas caixas o equipamento já processou, muitas vezes existem trocas de turnos a meio do processo de embalagem e os operadores não têm noção em que estágio o processo se encontra. Este facto, entre outros, tem principal influência em dois prismas. O primeiro tem a ver com impossibilidade de quantificar a performance do processo em tempo real e dá-se o exemplo de, ocorrendo uma mudança de turno, não se poder proceder a uma reafecção dos operadores, colocando operadores mais experientes numa linha que nesse momento esteja a ser mais problemática. Do ponto vista motivacional, o facto de não ter indicadores impede a criação de incentivos à boa performance dos operadores.

Para esta causa a proposta de solução passou pelo desenvolvimento de uma aplicação visual que permitisse aos operadores saber em tempo real a evolução do processo em termos de quantidades até aí efectuadas e o tempo que em média se espera para o processo. A aplicação ainda se encontra no estado de protótipo pelo que só se aplica a um determinado tipo de produto, dado que está associada a uma base de dados relativa aos tempos de embalagem e esta ainda não está completa.

A ferramenta/aplicação propriamente dita contempla um *layout* efectuado com recurso à ferramenta *Microsoft Office Excel 2010*, em paralelo com uma interface do programa compilado em linguagem de programação *Python 2.6*, no que permite a gravação num ficheiro em formato *.xls* de todos os *inputs* inseridos. Esta ferramenta é composta por campos que são apenas editáveis nas células de *input*, com os restantes campos devidamente bloqueados. O *layout* pode ser consultado no Anexo K e o código responsável pela interface está presente no Anexo J.

4.4.1.6. Estudo regulamentar da possibilidade de alterar as tolerâncias na fase de fabricação/Adquirir novos formatos de alimentação das linhas de embalagem

Neste caso, a causa em questão prende-se com o facto de alguns comprimidos se partirem na alimentação do equipamento das linhas de embalagem em consequência dos formatos de alimentação terem diferentes especificações para os comprimidos, como é o caso das propriedades (dureza, entre outros) com que os mesmos são fabricados.

No sentido de minimizar esta causa existem duas propostas disjuntas, pois a solução parte pela alteração das especificações a jusante ou a montante. A jusante tem a particularidade de ter que se enfrentar toda uma burocracia a nível regulamentar para que as especificações de fabricação sejam alteradas, sem garantia que isso se confirme. A montante requer um investimento algo avultado na aquisição dos formatos de alimentação.

4.4.1.7. Estudar a possibilidade de aquisição de novos materiais que produzam menos desperdício

Como se pôde verificar na fase *Measure*, em média 7,8% dos blisters processados são defeituosos além do desperdício não quantificado advindo do corte destes. Este facto, além de ter influência directa no tempo do processo de embalagem, faz-se reflectir financeiramente dado que os materiais desperdiçados são materiais dispendiosos. Muitas das vezes este desperdício prende-se com razões adjacentes a erros ocorridos a

meio do processo e ao excesso de acertos que foram referidos mas, além disso, o equipamento rejeita algum material por este ser mal formado fruto do material em questão.

Uma vez mais advindo do evento VSA que foi realizado, encontra-se neste momento em acção um projecto que contempla o estudo da troca de algumas matérias-primas secundárias, especificamente no que toca a PVC's, quer por razões de qualidade quer por razões económicas já que, sendo o material menos dispendioso, o desperdício que ele acarreta reflecte-se menos a nível financeiro.

Para além desta medida, o desperdício é atenuado com o sucesso das outras propostas atrás aludidas, pois otimizando a parametrização das variáveis de acerto estar-se-á a reduzir substancialmente a geração de desperdício.

4.4.2. Matriz de priorização

Depois de apresentadas todas as propostas de melhoria, segue-se uma fase em que, com recurso a uma matriz de priorização, em que se efectua a sua hierarquização. O funcionamento desta ferramenta assenta na classificação das propostas de solução numa escala de 1 a 10 (em que 1 é muito baixo e 10 muito elevado). Os campos dizem respeito ao impacto que essa solução acarretaria no sentido de minoração ou eliminação do problema em questão e ao esforço, que engloba desde um escopo financeiro a comportamental. Encontra-se presente na Tabela 12 essa referida classificação.

Tabela 12 - Tabela classificativa das demais propostas de melhoria

	Proposta de solução	Impacto	Esforço
1	Adopção de um manual/guia de implementação das variáveis de acerto standardizadas	8	7
2	Alteração na rotina de trabalho, criando turnos para almoço/jantar	9	3
3	Aquisição de uma nova linha de embalagem	9	10
4	Implementação de um sistema de comunicação/alertas para que os sectores articulem bem as trocas de informação e consequentemente as trocas físicas	8	8
5	Criação de uma ferramenta visual que lhes permita ter conhecimento dessa informação	5	2
6	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo regulamentar da possibilidade de alterar essas tolerâncias na fase de fabricação; • Aquisição de novos formatos de alimentação das linhas de embalagem em concordância com as tolerâncias da fabricação. 	7	9
7	Estudo da possibilidade de aquisição de novos materiais	7	5

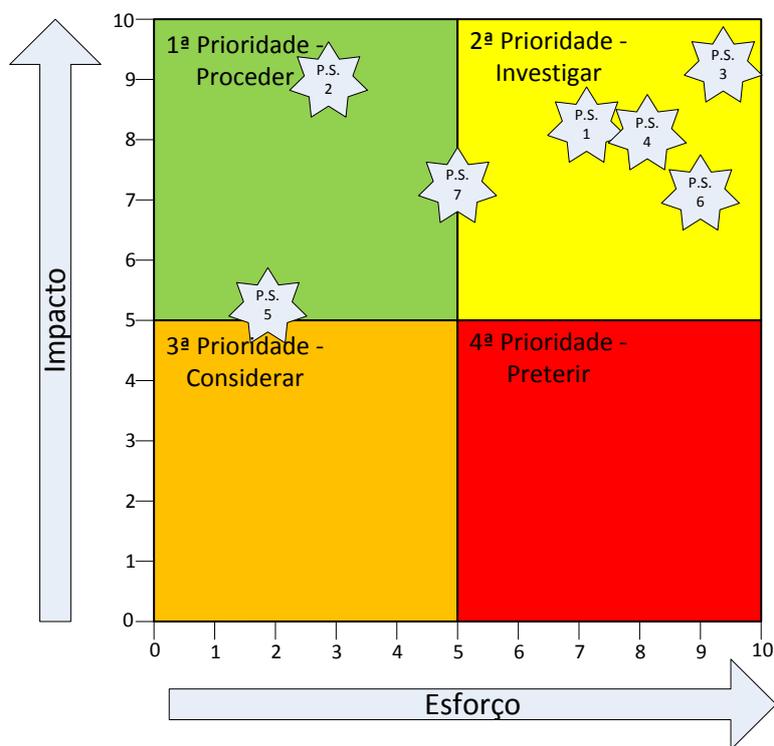


Figura 20 - Matriz de priorização das várias propostas de solução

Com base na implementação desta ferramenta chegou-se então a uma hierarquia das propostas de solução anteriormente apresentadas. Como se pode verificar na Figura 20, as propostas de solução 2, 7 e 5 são propostas para implementar imediatamente, já que as mesmas representam um forte impacto e um baixo nível de esforço no sentido de colocar as mesmas em acção.

Dentro deste grupo, especial atenção para as propostas nº5 e nº7. No caso particular da proposta nº5, embora represente um baixo nível de esforço, o impacto na atenuação do problema não é muito claro e daí estar a roçar a fronteira entre o campo da 1ª e 3ª prioridade. A proposta de solução nº7 também se situa na fronteira entre os campos de 1ª e 2ª prioridade, dado que o esforço para a implementar atinge um nível médio. As restantes propostas de solução assumem também preponderância na sua adopção e implementação, dispendo-se no quadrante de 2ª prioridade fruto das mesmas terem um grande impacto na eliminação do problema, ainda que representem um nível de esforço representável para a sua implementação.

4.5. Fase Control

Por último chega a quinta e última fase do ciclo DMAIC, a fase *Control*. Esta fase vem imprimir o compromisso e a garantia da correcta implementação das anteriores propostas, para além de fazer com que os ganhos alcançados com sejam mantidos no futuro de modo a que a rotina não coaja no sentido de voltarem a cometer os mesmos erros. Nesse sentido, esta fase divide-se em dois períodos, o primeiro servindo com uma espécie de antecipação às possíveis falhas das propostas de melhoria e o segundo relativamente à condução monotória das melhorias.

Neste projecto, dado o facto de não existir sincronia entre o *deadline* do presente trabalho e todo o projecto, faz com que as propostas de melhoria se encontram sob a forma de projectos e planos de acção, não fazendo ainda parte da rotina e cultura organizacional da empresa nenhuma dessas medidas. Como anteriormente referido, apenas foi efectuada uma bateria de testes no sentido de testar as possíveis melhorias em algumas das medidas. Daqui resulta que esta fase apenas se encontra aqui exposta sob o molde do primeiro período, procurando antecipar as possíveis falhas e consequentemente os seus modos na sua implementação. Neste trâmite, procura-se analisar todas as propostas de melhoria com recurso à ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), procurando com isto antecipar e eliminar todas as possíveis causas de falha das propostas, assim como os efeitos indesejáveis que as mesmas poderiam acarretar.

4.5.1. FMEA

A FMEA é uma ferramenta bastante profícua que permite identificar e prevenir possíveis problemas ou falhas, pelo que a ela se recorreu de modo a poder antecipar possíveis problemas no momento de implementação das propostas de solução para o problema identificado.

Posto isto, para cada uma das propostas de melhoria foram então referidos entre um e dois principais modos de falha associados à sua implementação para que no final se pudessem hierarquizar as propostas de melhoria a afectar maior dedicação no sentido da correcta implementação. No Anexo L pode-se verificar a tabela representativa da FMEA realizada para as sete propostas de melhoria.

Da análise efectuada à FMEA, em particular da métrica que define o risco e a sua prioridade, o NPR (Nível Prioritário de Risco), chegámos à seguinte hierarquia de risco no que toca à potencialidade de falhas:

1. **Proposta de melhoria nº 3** – Funcionamento do novo equipamento diferente dos demais;
2. **Proposta de melhoria nº 6** – Burocracia e demora no processo sem a certeza de feedback positivo na possibilidade de alteração das tolerâncias de fabricação para o comprimido;
3. **Proposta de melhoria nº 6** – Forte investimento na aquisição de novos formatos;
4. **Proposta de melhoria nº 5** – Dificuldade em assimilar na rotina dos envolvidos o uso da ferramenta;
5. **Proposta de melhoria nº 7** – Necessidade de negociação com os clientes para aprovação da alteração dos materiais;
6. **Proposta de melhoria nº 1** – Erro na consulta dos manuais/Guias;
7. **Proposta de melhoria nº 2** – Resistência à mudança por parte dos operadores de embalagem;
8. **Proposta de melhoria nº 2** – Excesso de trabalho durante o período estipulado;
9. **Proposta de melhoria nº 1** – Não consulta dos manuais por parte dos operadores;
10. **Proposta de melhoria nº 3** – Necessidade de mais operadores com mais experiência;
11. **Proposta de melhoria nº 4** – Dificuldade em assimilar o uso do sistema na rotina dos envolvidos.

Daqui resulta a recomendação de um maior estado de alerta e atenção quanto à execução das propostas de melhoria números 3, 6 e 5 pois são aquelas que reúnem um maior Número de Prioridade de Risco.

No seguimento da mesma apreciação, pode-se facilmente verificar no Anexo L que dos potenciais modos de falha e os respectivos efeitos e causas, os controlos de processo que ocorrem com maior frequência prendem-se com a necessidade de formação dos vários colaboradores. Esta última ilação reúne comum coerência, já que todo e qualquer projecto de melhoria que perspetive alterações a rotinas de trabalho e pressupostos com um suporte temporal significativo, requer um especial acompanhamento dos demais intervenientes e a sua devida formação tendo em conta os novos pressupostos.

5. CONCLUSÕES

Este último capítulo é afecto à alusão das principais conclusões e considerações finais que resultaram no seguimento e desfecho do projecto, assim como à referência de sugestões para trabalhos futuros.

Citando uma famosa frase de Benjamin Franklin,: “Sem progresso e um crescimento contínuo, palavras como melhoria, realização e sucesso não têm qualquer sentido”, vem de certo modo salientar-se que a busca incessante pela melhoria contínua é muitas das vezes o factor que dita a diferença entre a subsistência e crescimento de determinada empresa e a decadência de outras. Com esta premissa justifica-se o subcapítulo seguinte relativo à sugestão de possíveis trabalhos futuros.

Relativamente às conclusões e considerações finais propriamente ditas, é feita aqui menção às ilações relativas a todo o trajecto desenvolvido ao longo do estágio curricular que se encontra na base de todo o projecto exposto sob a forma desta dissertação, desde os proveitos adjacentes ao contacto com o ambiente industrial até à aplicação das várias ferramentas confinantes à filosofia *Lean Six Sigma* e as melhorias e propostas que da mesma resultaram.

5.1. Sugestão para trabalhos futuros

Como pode ser alvo de consciência, a filosofia *Lean Six Sigma* apresenta uma panóplia de ferramentas direccionadas para a perspectivação de melhorias nos vários processos aos quais estas são aplicadas. A selecção destas ferramentas depende directamente do que se pretende e do contexto de aplicação, como se pôde observar na aplicação das mesmas. Caso o espaço temporal fosse mais alargado mais subprojectos ou propostas de solução poderiam decorrer num sentido mais amplo deste recurso.

Com o que foi dito, seria pertinente, e fica aqui registada, a sugestão para a aplicação da metodologia SMED nas linhas de embalamento no que toca às trocas de ferramenta e formatos. Foi passível de verificação a fatia bastante representativa do tempos associados ao tempo de *setup* no capítulo 4.2.7. Com base no estado da arte seria bastante

adequado a aplicação da referida metodologia no sentido de reduzir este tempo, que aos olhos do *Lean* se insere uma vez mais nos 7 tipos de desperdício.

5.2. Conclusão e considerações finais

Após a realização deste trabalho várias conclusões podem ser retiradas face aos objectivos que foram delineados inicialmente no capítulo 1.1.

Do ponto de vista pessoal, o estágio curricular e todo este trabalho aqui tratado foi bastante enriquecedor. Efectivamente, veio a verificar-se o desenvolvimento de novas rotinas de trabalho, a aquisição de conhecimentos diversificados e *soft skills* cujo tirocínio apenas seria possível num contacto directo com uma indústria.

No que toca à filosofia que sustenta todo este trabalho conclui-se a veracidade do mote que foi inicialmente exposto quanto ao *Lean Six Sigma*. Fomentado pela sua implementação bem-sucedida no caso prático que aqui foi analisado, pode-se concluir que realmente se trata de uma filosofia conducente ao êxito no sentido de se obter melhorias nos demais processos à qual é aplicada. Sendo o pressuposto do *Lean Thinking* orientado à redução do desperdício e aumento da eficiência do processo e o pressuposto do *Six Sigma* orientado à redução dos defeitos e aumento da qualidade, pode-se concluir que a sua complementaridade se ajusta perfeitamente à resolução de problemas. Se se tiver em linha de conta as sete propostas de melhoria expostas no capítulo 4.4.1, facilmente se chega à conclusão que as mesmas se direccionam para a redução dos defeitos e desperdícios e perspectivam o aumento de eficiência e qualidade.

Relativamente à ferramenta DMAIC, a ilação que se tira aponta consistentemente para a extrema utilidade da mesma. É uma ferramenta de simples aplicação que, graças ao seu método sistematizado e sequencial, permite a correcta leitura e abordagem a um determinado problema, numa linha de raciocínio muito semelhante ao paradigma de abordagem a um problema característico de um engenheiro, que consiste em dividir o problema principal em outros mais pequenos e orientar a sua resolução de uma forma sistemática e sequencial. Como foi possível ter presente neste caso, o principal problema também foi abordado por várias fases distintas e ao mesmo tempo indissociáveis, que com as ferramentas adjacentes às mesmas permitiram que o problema se transformasse

em pequenos problemas em que a possível solução de cada um contribuiria para a solução principal.

Por fim, no que toca à aplicabilidade da filosofia ao caso prático aqui estudado, conclui-se acerca do sucesso da mesma. Embora apenas tenha havido margem para se proceder a testes de algumas propostas de melhoria pelas razões já referidas, e em consequência disso não se conseguir fazer o balanço no sentido de se ter noção se o objectivo inicial foi cumprido, acredita-se que no caso de todas as propostas de melhoria serem adoptadas, a empresa conseguirá certamente diminuir o *bottleneck* verificado entre o final do processo de fabricação e o início do processo de embalagem. Como consequência disso prevê-se a diminuição na percentagem de 25% nos atrasos das encomendas, o que relativamente à amostra atrás referida significaria a inexistência de atrasos.

Em suma, o seguimento de todo o trabalho desenvolvido no âmbito do estágio curricular, e a consequente redacção da presente dissertação, veio assinalar um claro enriquecimento e desenvolvimento de capacidades que vêm de certo modo colmatar a formação de qualquer Engenheiro e Gestor Industrial. Todos os objectivos inicialmente delineados foram cumpridos, quer a nível curricular, quer a nível profissional, pelo que esta experiência finda com um saldo bastante positivo.

BIBLIOGRAFIA

Referências Bibliográficas

- [1] Anselmo de Castro, R. (2012); “Lean Six Sigma para qualquer negócio”; IST Press, Lisboa
- [2] Womack J. & Jones D.T. (1996), “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”, Simon and Schuster, New York
- [3] Pinto, J.P. (2008), Pensar Lean – “Novos desafios para a liderança e Gestão”; Comunidade Lean Thinking
- [4] Eckes, G. (2003), “Six Sigma for Everyone”, John Wiley & Sons, New Jersey
- [5] Pyzdeck, T., (2003) “The Six Sigma handbook”, McGraw-Hill
- [6] Coronado, R. B., & Antony, J. (2001), “Critical Success Factors for the Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organisations” The TQM Magazine
- [7] Gupta, P. & Sri, A. (2012), “Seis Sigma virtualmente sem estatística”, Vida Económica

Bibliografia consultada

- Abdolshah, M., Ismail, Y., Yussuff, R. M. & Hong, T. S. (2009), “Overcoming the Challenges of implementing Six Sigma in Service Industries”, 2009 International Conference on Information Management and Engineering
- Barduren, A. (2007), “Lean Manufacturing Basics”, Acedido a 7 de Março de 2013 em: <http://www.leanmanufacturingconcepts.com>
- Breyfogle III, F. W. (1999), “Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods”, John Wiley & Sons, New Jersey
- Declaração Ambiental Bluepharma Indústria Farmacêutica, S.A. (2010), Acedido a 17 de Fevereiro de 2013 em:

https://www.bluepharma.pt/files/dablph_2010.pdf

Deming, W. E. (1990), “Qualidade: A revolução da Administração”, Saraiva, Rio de Janeiro

Eudralex – The rules Governing Medicinal Products in the European Union (2008):
“Chapter 1 – Quality Management”, Acedido a 4 de Janeiro de 2013 em:
http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/pdfs-en/2008_02_14_gmp-part1-chapter1_q9_en.pdf

Eudralex – The rules Governing Medicinal Products in the European Union (2008):
“Chapter 5 – Production”, Acedido a 5 de Janeiro de 2013 em:
<http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/pdfs-en/cap5en.pdf>

Ferreira, L. M. D. F., Silva, C. & Herdeiro, C. M., “Melhoria de um Processo Logístico de Reabastecimento Interno Recorrendo à Metodologia DMAIC”

Harvey D., (2004), “Lean, Agile”, Paper for Workshop: The software Value Stream”

Keller, P. (2011), “Six Sigma Demystified”, McGraw-Hill, New York

Kwak, Y., & Anbari, F. (2006), “Benefits, obstacles, and future of Six Sigma approach”, Technovation

Mehrjerdi, Y. Z. (2011), ”Six-Sigma: Methodology , Tools and its Future” Department of Industrial Engineering of Yazd University, Iran

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”, McGraw-Hill, New York

Pinto J. P. (2010), “Gestão de Operações”, LIDEL – Edições Técnicas

Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C. & Choo, A. S. (2008), “Six Sigma: Definition and Underlying Theory”, Journal of Operations Management

Guimarães, I. F., Ribeiro, P. G. & Silva, N. F. (2006), “Projeto lean seis sigma e a sua relevância na redução de perdas na produção de enzima em uma empresa de produção farmacêutica”, XIII SIMPEP, São Paulo

Urdhwareshe, H (2004), “Critical Factors for successful Six Sigma Implementation”,

NCQM Journal

Wilson, M. P. (1999), “Seis Sigma: Compreendendo o Conceito, as implicações e os desafios. Quality Mark”, Rio de Janeiro

Womack J., Jones D.T. & Roos, D. (1996), “The Machine that Changed the World”, Free Press, New York

Webgrafia consultada

www.bluepharma.pt (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

www.pharmaportugal.com (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

<http://www.rcmpharma.com/actualidade/industria-farmaceutica/09-03-12/bluepharma-abre-empresa-em-mocambique> (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

<http://www.rcmpharma.com/actualidade/industria-farmaceutica/27-06-11/farmaceuticas-portuguesas-apostam-no-exterior> (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

http://www.anf.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=1420 (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

http://www.bayer.pt/ebbsc/cms/pt/Bayer_Portugal/A_empresa/Historia_da_Bayer_em_Portugal.html (Acedido a 12 de Fevereiro de 2013)

<http://www.executivedigest.pt/2012/11/22/bluepharma-receber-premio-pme-inovacao-cotec/> (Acedido a 16 de Fevereiro de 2013)

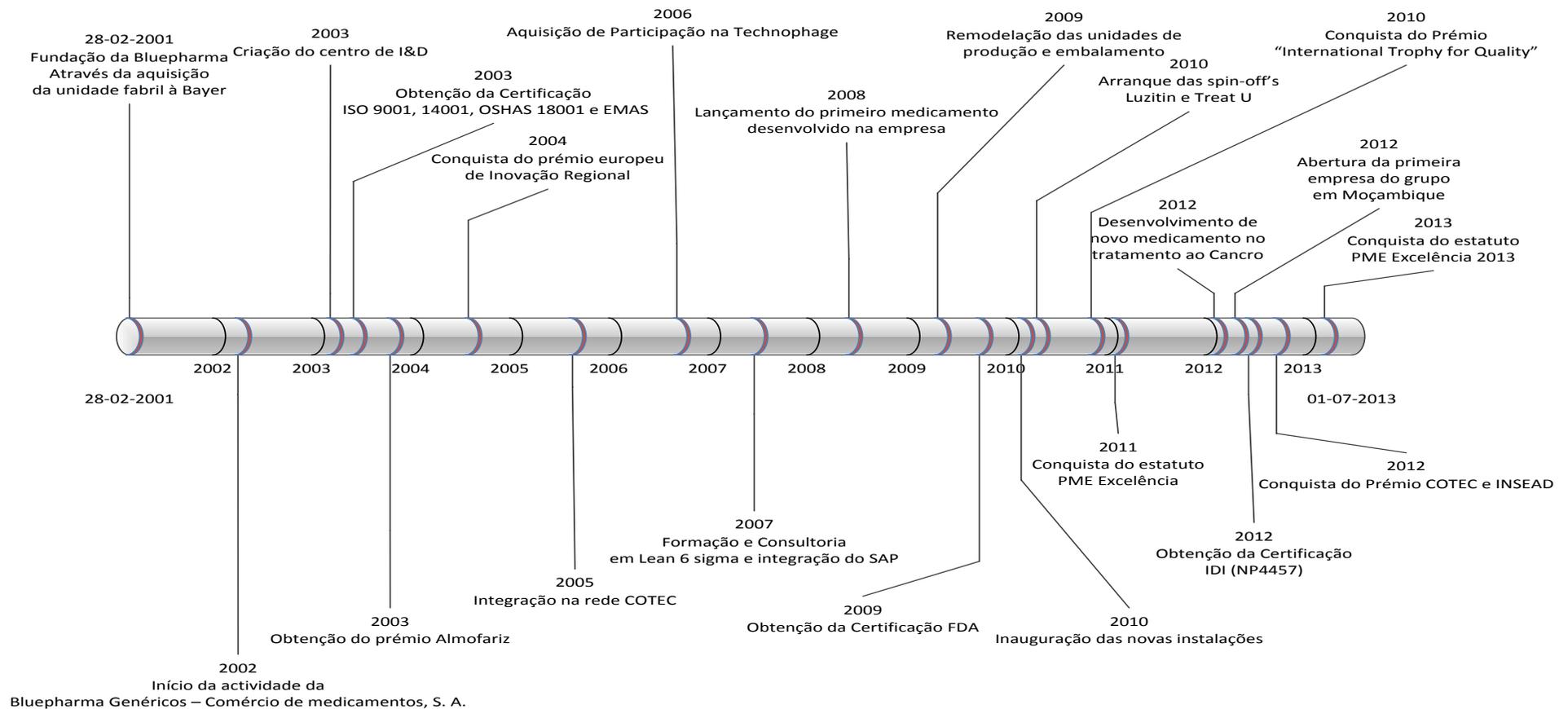
<http://www.quererarriscar.com/content.php?489-Farmac%EAutica-Bluepharma-%E9-a-mais-empreedora-em-Portugal> (Acedido a 16 de Fevereiro de 2013)

http://www.cotecportugal.pt/index.php?id=236&option=com_content&task=view (Acedido a 17 de Fevereiro de 2013)

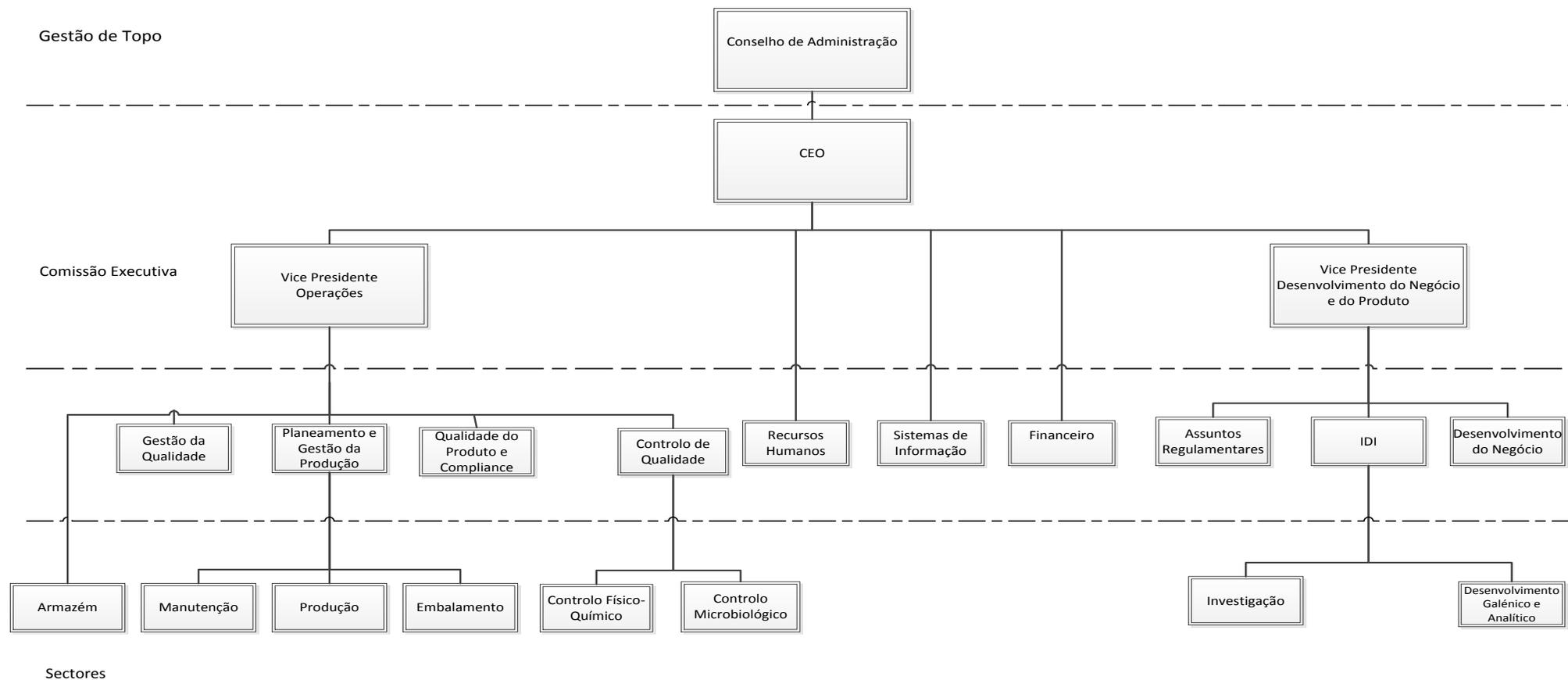
<http://www.sap.com/portugal/about/customers/ss/bluepharma.epx> (Acedido a 17 de Fevereiro de 2013)

<http://www.kwangdah.com/images/blister-packing-series/kdb120-blister-packaging-machines-01.jpg> (Acedido a 15 de Maio de 2013)

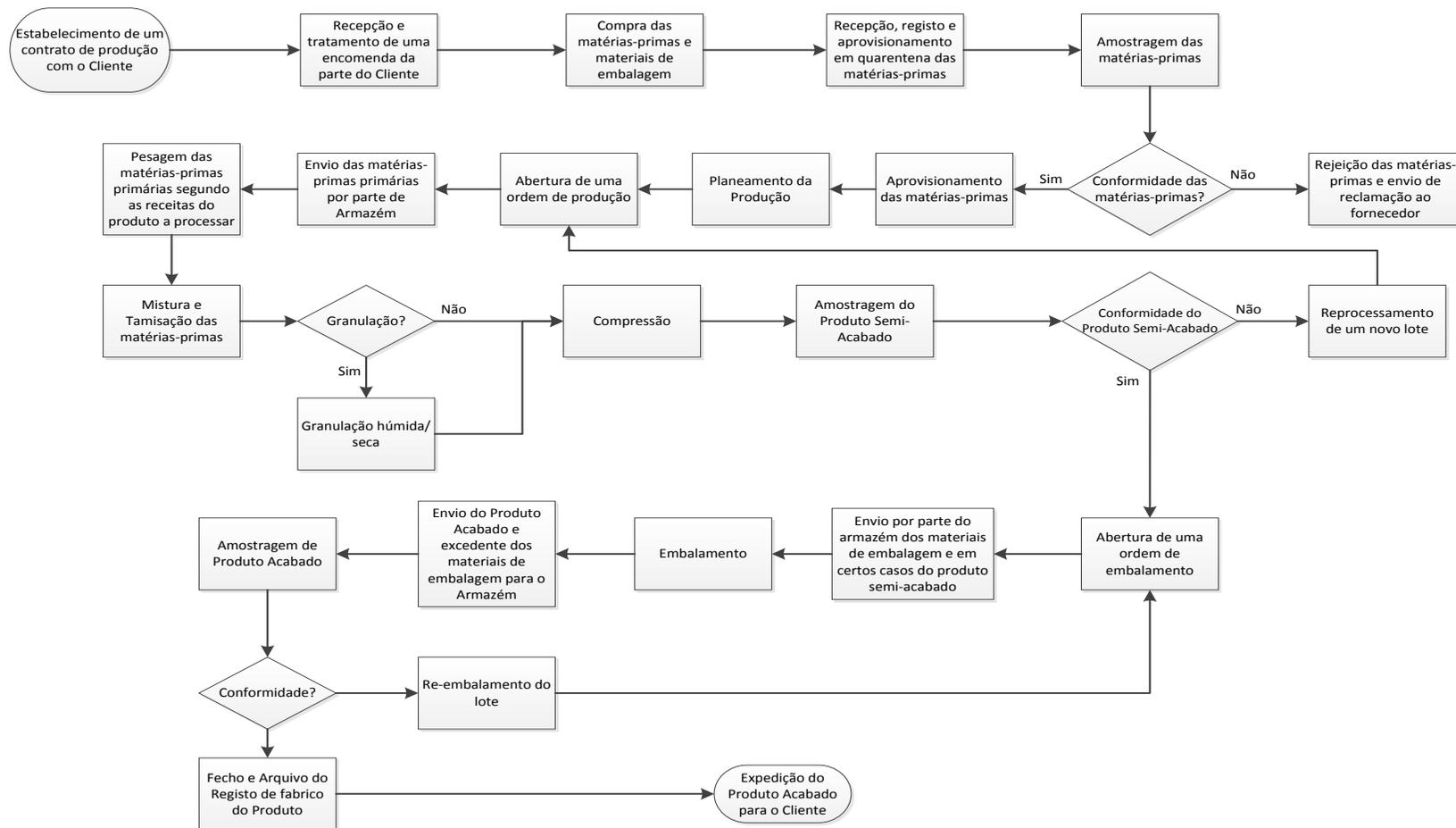
ANEXO A – PRINCIPAIS MARCOS DA BLUEPHARMA



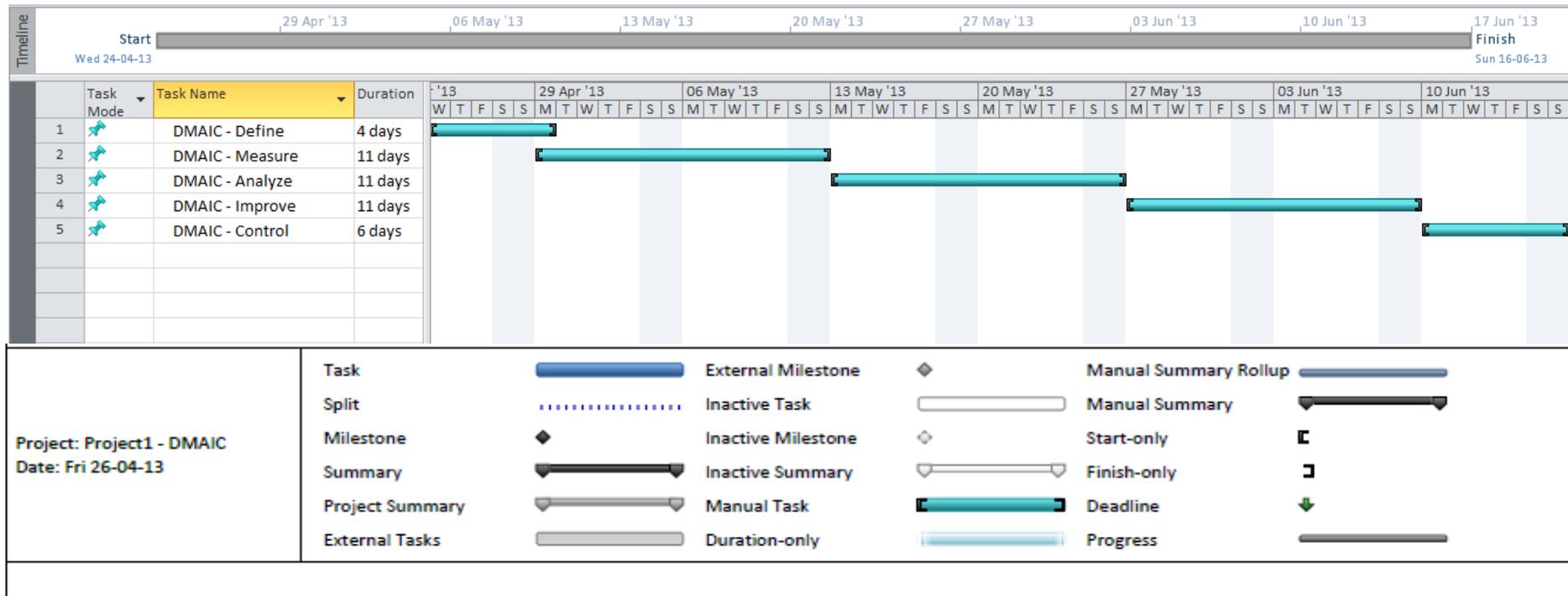
ANEXO B – ORGANIGRAMA DA ORGANIZAÇÃO



ANEXO C – FLUXO DOS PRINCIPAIS FLUXOS PRODUTIVOS



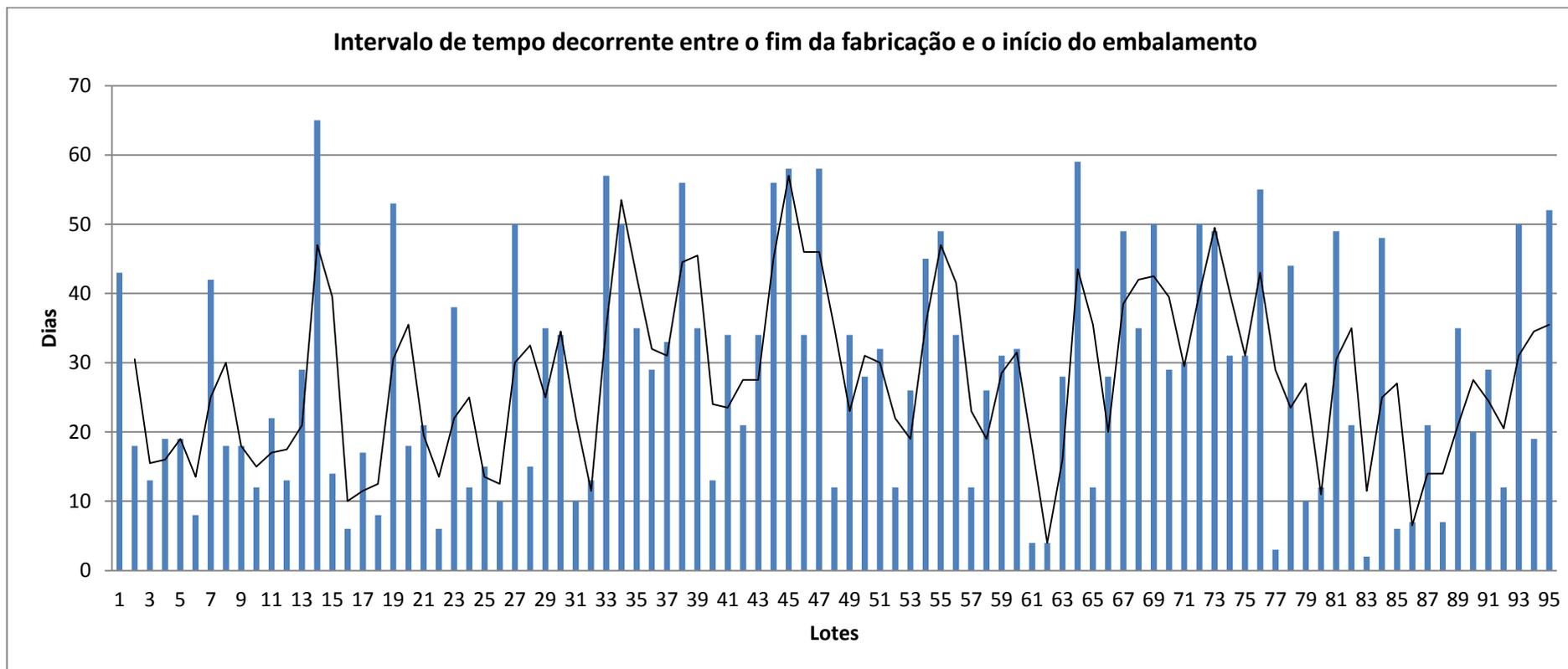
ANEXO D – PLANEAMENTO DO PROJECTO



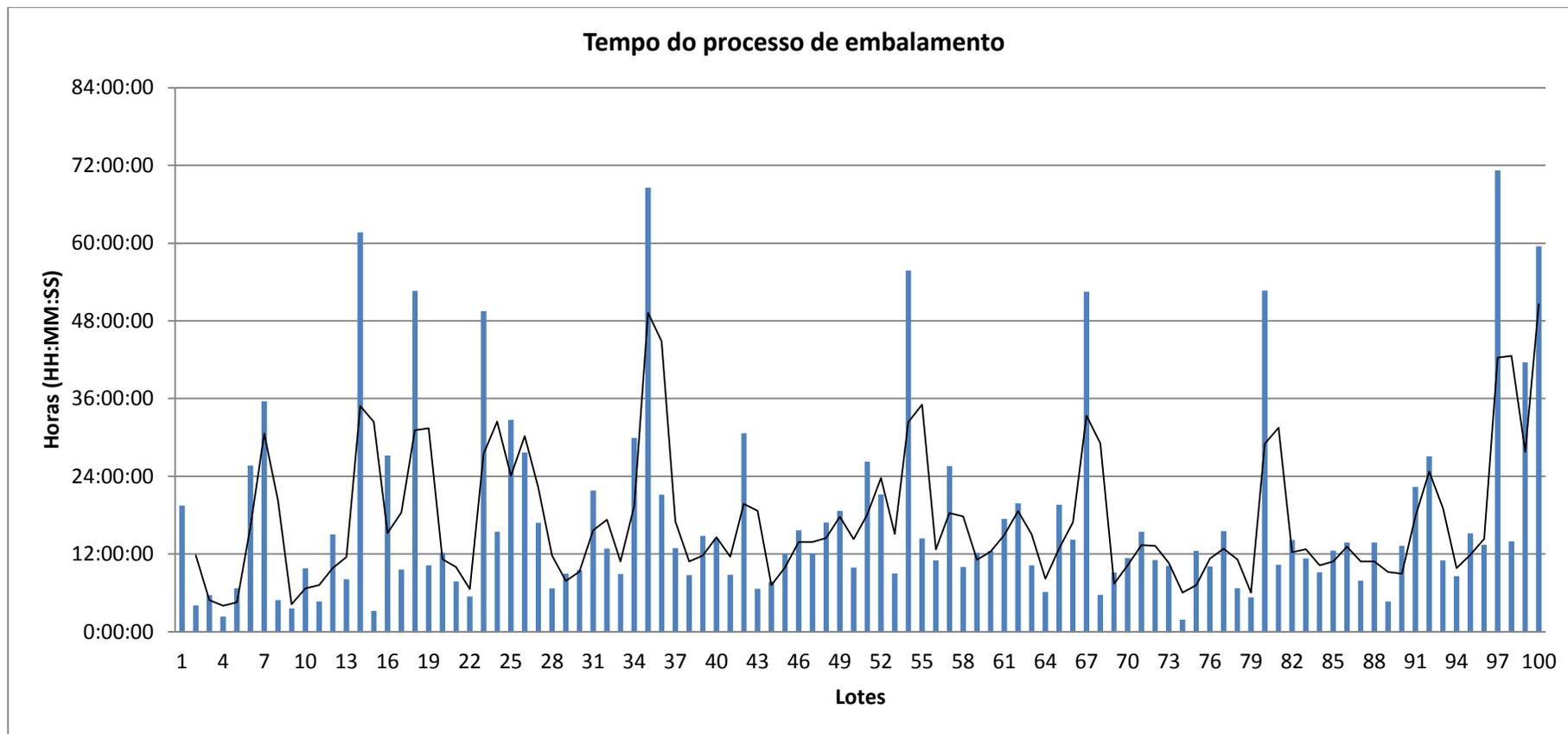
ANEXO E – PROJECT CHARTER

<p>Resumo de projecto: <i>Bottleneck</i> entre o final da Fabricação e o início do Embalamento</p>	<p>Tipo de evento: [Redacted]</p> <p>DMAIC</p>																				
<p>Definição do problema: Estrangulamento presente entre o final do processo de fabricação e início do processo de embalamento resultante de uma maior capacidade no sector de Fabricação em relação ao sector de Embalamento</p>	<p>Data do projecto: [Redacted]</p> <p>Abril 2013 - Junho 2013</p>																				
<p>Objectivos: 1. identificar o máximo de propostas de melhoria que actuem no sentido de melhorar a capacidade e taxa de produção do embalamento; 2. Reduzir o atraso nas respostas a encomendas em 25%.</p>	<p>Champion: [Redacted]</p> <p>I. M.</p>																				
<p>Resultados 1. Concretizar propostas de melhoria; 2. Criar projectos e planos de Acção.</p>	<p>Chefe da equipa: [Redacted]</p> <p>A. S. F.</p>																				
<p>Informação relevante no âmbito do projecto:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Início do processo após melhoria:</td> <td>[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>Último processo a ser avaliado:</td> <td>[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>Política a ser alterada:</td> <td>[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>Equipamento necessário:</td> <td>[Redacted]</td> </tr> </table>	Início do processo após melhoria:	[Redacted]	Último processo a ser avaliado:	[Redacted]	Política a ser alterada:	[Redacted]	Equipamento necessário:	[Redacted]	<p>Responsável L6S: [Redacted]</p> <p>A. C.</p>												
Início do processo após melhoria:	[Redacted]																				
Último processo a ser avaliado:	[Redacted]																				
Política a ser alterada:	[Redacted]																				
Equipamento necessário:	[Redacted]																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Membros da equipa:</th> <th>Dept:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S. C.</td> <td>IDI</td> </tr> <tr> <td>J. P.</td> <td>Emb.</td> </tr> <tr> <td>D. O.</td> <td>Manut.</td> </tr> <tr> <td>C. G.</td> <td>C. Q.</td> </tr> <tr> <td>C. A.</td> <td>Finan.</td> </tr> <tr> <td>M.M.</td> <td>Fabr.</td> </tr> <tr> <td>V. D.</td> <td>Arm.</td> </tr> <tr> <td>B. A.</td> <td>Estag.</td> </tr> <tr> <td>J. G.</td> <td>Estag.</td> </tr> </tbody> </table>	Membros da equipa:	Dept:	S. C.	IDI	J. P.	Emb.	D. O.	Manut.	C. G.	C. Q.	C. A.	Finan.	M.M.	Fabr.	V. D.	Arm.	B. A.	Estag.	J. G.	Estag.
Membros da equipa:	Dept:																				
S. C.	IDI																				
J. P.	Emb.																				
D. O.	Manut.																				
C. G.	C. Q.																				
C. A.	Finan.																				
M.M.	Fabr.																				
V. D.	Arm.																				
B. A.	Estag.																				
J. G.	Estag.																				
	<p>Patrocinador: I. M.</p> <p>Título: Vice-Presidente/ Dir.</p> <p>Assinatura:</p>																				

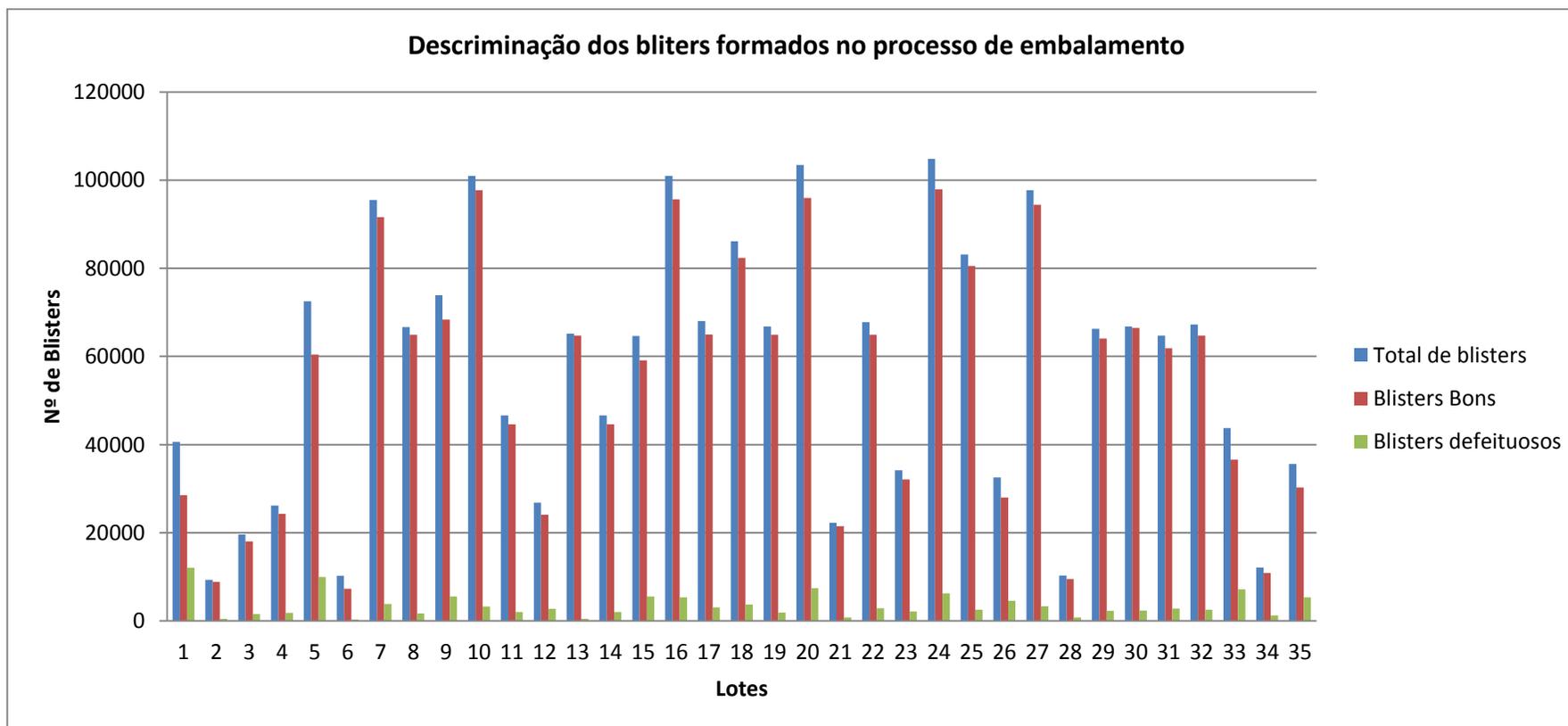
ANEXO F – GRÁFICO 5 - INTERVALO DE TEMPO ENTRE O FIM DA FABRICAÇÃO E O EMBALAMENTO



ANEXO G – GRÁFICO 6 - TEMPO DO PROCESSO DE EMBALAMENTO PARA DIFERENTES LOTES



ANEXO H – GRÁFICO 14 – REPRESENTAÇÃO DO NÚMERO DE BLISTERS FORMADOS



ANEXO I – TESTE DE HIPÓTESES

Amostra	Tempo 1	Tempo 2
1	27:13:00	17:25:00
2	27:13:00	5:43:00
3	7:47:00	15:26:00
4	15:26:00	12:30:00
5	27:42:00	15:33:00
6	21:48:00	5:20:00
7	12:49:00	4:49:00
8	12:56:00	11:20:00
9	14:48:00	6:53:00
10	25:36:00	12:31:00
11	8:48:00	13:46:00
12	11:01:00	4:40:00
13	15:40:00	22:21:00
14	16:53:00	27:05:00
15	18:40:00	13:27:00
Média	17:37:20	12:35:16

	valor	Percentagem
Nível de Significância	0,05	5,00%
<i>p-value</i>	0,0487	4,87%

ANEXO J – CÓDIGO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

```
import xlwt
from datetime import date, time, datetime
from xlrd import open_workbook, xldate_as_tuple
from xlwt import easyxf, Style, Workbook, Font, XFStyle
from xlutils.copy import copy
from datetime import date, time

def le_ficheiro(nome_fich):
    fr=open(nome_fich,"r")
    a=fr.read()
    b=a[-1]
    fr.close()
    return b

def cria_ficheiro(file_name):
    fw=open(file_name,"w")
    rn="1"
    fw.write(rn)
    fw.close()
    return 1

def escreve_ficheiro(nome_fich,lc):
    fw=open(nome_fich,"a")
    d=str(lc)
    fw.write("\n" + d)
    fw.close()
    return 1

def importa_excel(ordem):
    lista=list()
    rb = open_workbook('Teste_Piloto.xls',formatting_info=True)
    rs = rb.sheet_by_index(2)
    dia=rs.cell(3,3).value
    lista.append(dia)
    hora_in=rs.cell(5,3).value
    lista.append(hora_in)
    hora_f=rs.cell(6,3).value
    lista.append(hora_f)
    tempo=rs.cell(7,3).value
    lista.append(tempo)
    num_mat=rs.cell(9,3).value
    lista.append(num_mat)
    order=rs.cell(11,3).value
    lista.append(order)
    lote=rs.cell(13,3).value
    lista.append(lote)
    num_cx_emb=rs.cell(15,3).value
    lista.append(num_cx_emb)
    cxs_prod=rs.cell(18,3).value
    lista.append(cxs_prod)
    cxs_rem=rs.cell(20,3).value
    lista.append(cxs_rem)
    tempo_rem=rs.cell(22,3).value
    lista.append(tempo_rem)
    return lista

def preenche_historico(L,ind):
    if ind==1:
        wb=Workbook()
        sheet1=wb.add_sheet('Historico')
        ws=wb.get_sheet(0)
        style1 = easyxf('pattern: pattern solid, fore_colour gray25','font: Bold True;'+'borders: left thick, right thick, top thick, bottom thick')
        sheet1.write(0,0,'Dia do Processo (DD-MM-AAAA)',style1)
        sheet1.col(0).width=8000
        sheet1.write(0,1,'Hora inicio (HH:MM:SS)',style1)
        sheet1.col(1).width=8000
        sheet1.write(0,2,'Hora fim (HH:MM:SS)',style1)
        sheet1.col(2).width=8000
        sheet1.write(0,3,'Tempo trabalhado',style1)
        sheet1.col(3).width=8000
        sheet1.write(0,4,'Num. material',style1)
        sheet1.col(4).width=8000
        sheet1.write(0,5,'Ordem',style1)
        sheet1.col(5).width=8000
        sheet1.write(0,6,'Lote',style1)
        sheet1.col(6).width=8000
        sheet1.write(0,7,'Num. caixas a embalar',style1)
        sheet1.col(7).width=8000
        sheet1.write(0,8,'Caixas produzidas',style1)
        sheet1.col(8).width=8000
        sheet1.write(0,9,'Caixas que faltam produzir',style1)
        sheet1.col(9).width=8000
        sheet1.write(0,10,'Tempo que falta para concluir (horas)',style1)
        sheet1.col(10).width=10000
        style=xlwt.XFStyle()
        style.num_format_str="DD-MM-YYYY"
        sheet1.write(ind,0,L[0],style)
        style.num_format_str="HH:MM:SS"
        sheet1.write(ind,1,L[1],style)
        sheet1.write(ind,2,L[2],style)
        sheet1.write(ind,3,L[3],style)
        sheet1.write(ind,4,L[4],style)
        sheet1.write(ind,5,L[5],style)
        sheet1.write(ind,6,L[6],style)
        sheet1.write(ind,7,L[7],style)
        sheet1.write(ind,8,L[8],style)
        sheet1.write(ind,9,L[9],style)
        sheet1.write(ind,10,L[10],style)
        wb.save('output_teste_piloto.xls')
    if ind>1:
        rb=open_workbook('output_teste_piloto.xls',formatting_info=True)
        wb = copy(rb2)
        rs2=wb.get_sheet(0)
        style=xlwt.XFStyle()
        style.num_format_str="DD-MM-YYYY"
        rs2.write(ind,0,L[0],style)
        style.num_format_str="HH:MM:SS"
        rs2.write(ind,1,L[1],style)
        rs2.write(ind,2,L[2],style)
        rs2.write(ind,3,L[3],style)
        rs2.write(ind,4,L[4],style)
        rs2.write(ind,5,L[5],style)
        rs2.write(ind,6,L[6],style)
        rs2.write(ind,7,L[7],style)
        rs2.write(ind,8,L[8],style)
        rs2.write(ind,9,L[9],style)
        rs2.write(ind,10,L[10],style)
        wb.save('output_teste_piloto.xls')
        return 1

def main():
    a=raw_input("Trata-se de um novo lote?\nSe Sim prima S e Enter.\nCaso contrario prima N e Enter.\n")
    if a=="n" or a=="N":
        od=int(1e_ficheiro("ordem.txt"))
        LLista=importa_excel(od)
        preenche_historico(LLista,od)
        escreve_ficheiro("ordem.txt",od+1)
        break
    elif a=="s" or a=="S":
        od=1
        cria_ficheiro("ordem.txt")
        LLista=importa_excel(od)
        preenche_historico(LLista,od)
        escreve_ficheiro("ordem.txt",od+1)
        break
    else:
        print "Opcao errada!"
        continue
    return 1

main()
```

ANEXO K – LAYOUT DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

Monotorização do Processo de Embalamento	
Dia do Processo (DD-MM-AAAA)	05-03-2013
Hora início (HH:MM:SS)	09:00:00
Hora fim (HH:MM:SS)	14:00:00
Tempo trabalhado	05:00:00
Nº material	81545600
Nº caixas a embalar	11.111,00
Caixas produzidas	8.000,00
Caixas que faltam produzir	3.111,00
Tempo que falta para concluir (horas)	03:24:15
Observações:	

ANEXO L – FMEA

Nº da P. S.	Proposta de Melhoria	Modo de Falha Potencial	Efeito Potencial	G	Causa Potencial	O	Controlos do Processo habituais	D	NPR
1	Elaboração de um manual/guia de implementação das variáveis de acerto estandardizadas para todos os produtos ou os produtos mais vezes embalados	Não consulta do manual por parte dos operadores	Os manuais caem em esquecimento e volta-se à mesma rotina causal	10	Auto-reconhecimento de experiência suficiente nesta parametrização por parte dos operadores	3	Formação dos operadores no sentido de incentivar à consulta dos manuais	3	90
		Erro na consulta dos manuais	Acertos incorrectos	9	Excesso de inventário e produtos muito idênticos indutores de erros	5	Correcta organização complementada com formação de consulta	6	270
2	Alteração na rotina de trabalho, criando turnos para almoço/jantar	Resistência à mudança por parte dos operadores	Quebra de produtividade por protesto às alterações	8	Rotina de trabalho já bastante enraizada	6	Envolver os operadores no projecto explicando-lhes as vantagens	4	192
		Excesso de trabalho durante esse período	Sobrecarga nos operadores	8	Nº de operadores por linha temporariamente reduzido	10	Redução da velocidade das linhas de embalagem	2	160
3	Aquisição de uma nova linha de embalagem	Necessidade de mais operadores com experiência	Necessidade de formação dos mesmos	4	Nº actual de operadores insuficiente	10	Recrutamento e formação prévia de mais operadores	2	80
		Funcionamento do novo equipamento diferente dos demais	Necessidade de uma aposta faseada e mais afinca dos operadores	9	Novo equipamento mais recente e com diferente <i>software</i> dos demais	9	Formação sequencial e descendente acerca das boas práticas e funcionamento do novo equipamento	6	486
4	Implementação de um sistema de comunicação/alertas	Dificuldade em assimilar na rotina dos envolvidos o uso do sistema	Preferência do sistema	7	Rotina instaurada anteriormente	10	Criar um mecanismo de bloqueio que fizesse com que o PSA tivesse que ser pedido pelo sistema	1	70
5	Criação de uma ferramenta visual que lhes permita ter conhecimento dessa informação	Dificuldade em assimilar na rotina dos envolvidos o uso da ferramenta	Preferência da ferramenta	7	Rotina instaurada anteriormente	10	Incentivar ao uso da ferramenta	5	350
6	Estudo regulamentar da possibilidade de alterar as tolerâncias	Burocracia e demora do processo sem certeza de um feedback positivo	Rejeição da alteração	10	Estrutura regulamentar não o permite	8	Assegurar que as propriedades dos fármacos se mantêm	6	480
6	Adquirir formatos de alimentação das linhas de embalagem em concordância com as tolerâncias da fabricação	Forte investimento nesse sentido	Não compra ou compra parcial dos formatos	8	Preço elevado dos formatos	9	Estudo financeiro sob os ganhos que se conseguiriam obter com aquisição dos formatos	6	432
7	Estudar a possibilidade de aquisição de novos materiais que gerem menos desperdício	Necessidade de negociação com os clientes para aprovação da alteração dos materiais	Feedback não positivo da totalidade	9	Receio de alterações negativas a nível de Marketing por parte do cliente final	7	Apresentação de estudo que ateste a não alteração das propriedades do fármaco e ainda a nível de Marketing final	5	315