



Melhoria de processos na fábrica da Science4you

Daniel Gonçalo Martins Afonso

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Amílcar José Martins Arantes

Júri

Presidente: Prof^ª. Ana Sofia Mascarenhas Proença Parente da Costa

Orientador: Prof. Amílcar José Martins Arantes

Arguente: Prof^ª. Maria Isabel Craveiro Pedro

Novembro de 2017

Resumo

Numa economia cada vez mais competitiva, com clientes exigentes e competidores bem preparados, as empresas vêem-se na necessidade de melhorar os seus processos. É quase imperativo produzir mais rápido, com melhor qualidade e com o menor custo possível.

A Science4you é uma empresa portuguesa produtora de brinquedos, que pretende aumentar a eficiência dos seus processos, de forma a criar mais valor para o cliente. É de grande importância ter o produto que o cliente deseja, quando ele deseja e a um preço que o mesmo esteja disposto a pagar. Como tal, pretende-se criar um plano de melhoria contínua que permita responder a esta necessidade, aumentando a eficiência e flexibilidade do processo produtivo.

O plano de melhoria é baseado na cultura Lean e integra várias metodologias e ferramentas de forma a utilizar a Cultura no seu máximo potencial.

A implementação do plano de melhoria permite tornar o processo produtivo mais eficiente e flexível, aumentando a satisfação dos trabalhadores e diminuindo tempos e custos. É possível produzir mais quantidade com menor custo, mantendo a equipa motivada e conseqüentemente produtiva. Esta implementação capacita ainda mais a Science4you para se valorizar perante os seus clientes e concorrentes, contribuindo para o aumento do seu lucro, com a diminuição de custos e aumento do potencial produtivo.

É de salientar a coesão e robustez que as várias metodologias e ferramentas Lean apresentam ao serem aplicadas em conjunto, complementando-se. Esta perspetiva holística da cultura Lean aliada a uma gestão e implementação correta permite estender e aumentar a longo-prazo os impactos positivos do plano.

Palavras-chave: Cultura Lean, Indústria dos Brinquedos, Processo Produtivo, Eficiência e Flexibilidade.

Abstract

The competition in the economy is growing, the customers are rigorous, and the competition is strong. The companies need to improve its processes. It is almost mandatory to produce faster, with better quality for the best cost.

Science4you is a Portuguese company that produces toys. The company needs to raise the efficiency of its processes, to create more value to the client. It is vital to produce the product that client need, when he need and with a price that he is willing to pay. The objective of this Dissertation is to create a plan of continuous improvement to make the productive process more efficient and flexible.

The improvement plan is based in the Lean culture and integrates various methodologies and tools to seize the maximum potential of the Culture.

The implementation of the improvement plan allows the production teams to make the process more efficient and flexible, increasing the workers satisfaction and decreasing the production times and costs. It makes possible to produce more quantity with less cost, maintaining the team's happiness and productiveness. The implementation allows Science4you to increase the value for the client and the profit because of the costs reduction and the increase of the production potential.

It is important to refer the cohesion and robustness of the various Lean methodologies and tools working together. This holistic perspective about the Lean culture allows the extending and increasing of the positive impacts of the plan in long-term.

Key Words: Lean Culture, Toys Industry, Productive Process, Efficiency, and Flexibility.

Agradecimentos

Pretendo nesta secção, agradecer a todos que, direta ou indiretamente me ajudaram e tornaram possível a elaboração desta Dissertação de Mestrado. Desta forma deixo algumas palavras, poucas, mas com sentido de profundo e reconhecido agradecimento:

Ao meu orientador de Dissertação, o Professor Amílcar José Martins Arantes pela sua disponibilidade e contributo;

Aos responsáveis da Science4you, que me permitiram estudar a empresa e se mostraram sempre disponíveis para tudo aquilo de que necessitei;

Aos meus pais, Manuel Afonso e Paula Afonso, por me acompanharem e auxiliarem em todos os momentos;

Ao meu irmão, David Afonso, pelo seu interesse e apoio constante;

À minha namorada, Raquel Monteiro, pelo apoio incondicional;

A todos os meus amigos, por estarem sempre a meu lado;

Por fim, agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram nesta caminhada.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Listas de Tabelas	vii
Listas de Figuras	viii
Listas de Abreviaturas	ix
1- Introdução	1
1.1- Contextualização do Problema	1
1.2- Objetivos da Dissertação	1
1.3- Metodologia da Dissertação.....	2
1.4- Estrutura da Dissertação.....	2
2- Caso em Estudo	5
2.1- Introdução	5
2.2- Indústria dos Brinquedos	5
2.3- Science4you.....	8
2.4- Caracterização do Produto	9
2.5- Processo Produtivo	11
2.5.1- Introdução	11
2.5.2- Produção primária.....	13
2.5.3- Produção de corantes	13
2.5.4- Enchimento de líquidos.....	14
2.5.5- Produção intermédia	14
2.5.6- Produção final	14
2.6- Caracterização do Problema	15
2.7- Conclusão do Capítulo.....	15
3- Revisão de Literatura	17
3.1- Introdução	17
3.2- Início da Cultura Lean: Produção Lean e Conceitos Básicos.....	17
3.3- Cultura Lean: Pensamento Lean	18
3.4- Cultura Lean: Metodologias Lean	20
3.4.1- Kaizen	20

3.4.2- Just-in-Time (JIT).....	21
3.4.3- Jidoka.....	21
3.5- Cultura Lean: Ferramentas Lean.....	22
3.5.1- Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM).....	22
3.5.2- Normalização.....	23
3.5.3- Kanban.....	23
3.5.4- CincoS (5S).....	24
3.5.5- Gestão visual.....	25
3.5.6- Nivelamento da produção.....	26
3.5.7- SMED.....	26
3.5.8- Five whys.....	28
3.5.9- Poka-Yoke.....	28
3.6- Conclusão do Capítulo.....	28
4- Plano de melhoria.....	31
4.1- Introdução.....	31
4.2- Situação Atual do Processo Produtivo.....	33
4.2.1- Produção primária.....	35
4.2.2 -Produção de corantes.....	38
4.2.3- Enchimento de Líquidos.....	39
4.2.4- Produção intermédia.....	41
4.2.5- Produção final.....	43
4.3- Oportunidades de Melhoria: Problemas e suas Causas.....	45
4.4- Propostas de Melhoria.....	46
4.4.1- Envolvimento de toda a equipa no processo de melhoria.....	46
4.4.2- Normalização e gestão visual.....	46
4.4.3- Aplicação de kanban à produção primária, produção intermédia e produção final.....	47
4.4.4- Melhor organização dos IMP e IPVF.....	47
4.4.5- Escolha eficiente dos lotes produtivos.....	49
4.4.6- Melhoria na gestão da produção de corantes.....	51
4.4.7- Redução de tempos de setup na produção primária.....	52
4.5- Implementação e Controlo de Resultados.....	54

4.6- Conclusão do Capítulo.....	54
5- Conclusões	57
Bibliografia.....	58

Listas de Tabelas

Tabela 1 - Volumes de vendas (em M€) e crescimento percentual referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016 (fonte: Science4you)	8
Tabela 2 - Tempos de processamento por lotes na etiquetagem de frascos (fonte: Science4you)	49
Tabela 3 - Tempos de processamento por lotes na produção intermédia de cuvetes (fonte: Science4you)	50
Tabela 4 - Tempos de processamento por lotes na etiquetagem de sacos (fonte: Science4you).....	50
Tabela 5 - Diferenças de produção anual usando lotes ótimos ou não ótimos.....	51

Listas de Figuras

Figura 1 - Volumes de vendas anuais da indústria dos brinquedos de 2007 até 2015 em milhares de milhões de dólares americanos.....	6
Figura 2 - Volumes de vendas de 2016 (em milhões de dólares americanos) das cinco maiores companhias produtoras de brinquedos	7
Figura 3 - Comparação do volume de vendas (2015) da indústria dos brinquedos portuguesa com os volumes de vendas de alguns dos principais sectores da indústria nacional.....	7
Figura 4 - Exemplo de manual e conteúdo do kit (fonte: Science4you).....	10
Figura 5 - Organização interna da Science4you (fonte: Science4you).....	11
Figura 6 - Esquema representante do processo produtivo	13
Figura 7 - Exemplo de PVF fabricado na fase produtiva de enchimento de líquidos (fonte: Science4you).....	14
Figura 8 - Exemplo de Produto Final (fonte: Science4you).....	15
Figura 9 - Os CincoS (Gapp et al., 2008).....	24
Figura 10 - Cruzamento da bibliografia lida com as várias metodologias e ferramentas Lean abordadas: Kaizen, JIT e Jidoka; VSM, Normalização, Kanban, CincoS, Gestão Visual, Nivelamento da produção, SMED, Five Whys e Poka- Yoke.....	29
Figura 11 - Modelo de Implementação Lean.....	32
Figura 12 - VSM simplificado do processo produtivo (os triângulos representam inventário).....	34
Figura 13 - Lista de materiais acondicionados na produção primária e indicação do tipo de acondicionamento (fonte: Science4you).....	36
Figura 14 - Esquema representativo do processo de produção primária	37
Figura 15 - Representação da fase de produção primária (fonte: Science4you).....	37
Figura 16 – Esquema representativo do processo de produção de corantes.....	38
Figura 17 - Listagem dos líquidos que são processados na fase de enchimento de líquidos (fonte: Science4you).....	39
Figura 18 - Esquema representativo do processo de enchimento de líquidos	40
Figura 19 - Representação do layout da zona de enchimento de frascos (fonte: Science4you).....	41
Figura 20 - Listagem de conteúdos operados na produção intermédia (fonte: Science4you).....	41
Figura 21 - Esquema representativo do processo de produção intermédia	42
Figura 22 - Representação do layout da fase de produção intermédia (fonte: Science4you).....	43
Figura 23 - Esquema representativo do processo da produção final.....	44
Figura 24 - Layout da produção final (fonte: Science4you).....	44
Figura 25 - Aplicação do método dos cinco porquês	45
Figura 26 - Representação das zonas de acumulação de stock na produção intermédia	48
Figura 27 - Representação das zonas de acumulação de stock na produção final	48
Figura 28 - Layout dos acessos à zona de produção primária (fonte: Science4you).....	53

Listas de Abreviaturas

IMT – Inventário de Matéria-Prima

IPVF – Inventário de Produto em Vias de Fabrico

JIT – Just-in-Time

MP – Matéria-Prima

PF – Produto Final

PME – Pequena ou Média Empresa

PVF – Produto em Vias de Fabrico

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

1- Introdução

Neste primeiro capítulo é apresentada a dissertação. Esta apresentação divide-se em quatro partes: 1.1) a contextualização do problema a ser estudado, 1.2) os objetivos da dissertação, 1.3) a metodologia usada para atingir os objetivos e 1.4) a estrutura da dissertação, por capítulos.

1.1- Contextualização do Problema

A indústria está em constante desenvolvimento e mudança, sendo que na atualidade a produção em massa propriamente dita, tem vindo a ser adaptada gradualmente à produção Lean. Com clientes cada vez mais exigentes e concorrentes cada vez mais preparados é essencial ser o mais eficiente possível, produzindo mais com menos.

Para uma melhor explicitação do parágrafo anterior é importante caracterizar duas estratégias de produção, a Push – Make to Stock e a Pull – Make to Order. A primeira foca-se na ótica da produção e caracteriza-se pela produção em massa de lotes fixos (Womack et al., 1990). A segunda foca-se na ótica do cliente e representa-se pela produção guiada pela procura, pelos pedidos dos clientes. A estratégia Pull está intimamente ligada à cultura Lean e tem vindo a ganhar muitos adeptos, sobretudo nas empresas industriais (Womack et al., 1990).

A cultura Lean apresenta-se como uma solução para a melhoria da eficiência dos processos industriais, pondo em prática três metodologias que traduzem bem o conceito Lean: 1) Kaizen, que representa a melhoria contínua ao longo do tempo, a procura pela perfeição 2) Just-in-Time, que se caracteriza pela produção reativa aos pedidos do cliente e 3) Jidoka que representa a antecipação e correção automática de erros. Estas metodologias permitem a redução de desperdícios e um melhor aproveitamentos dos recursos.

A Science4you enquadra-se perfeitamente neste cenário com clientes exigentes e concorrência muito forte, como tal, apresenta grande necessidade de aumentar a eficiência e flexibilidade dos seus processos, de forma a poder criar mais valor para o cliente.

1.2- Objetivos da Dissertação

O principal objetivo da dissertação de mestrado é a elaboração de um plano de melhoria duradouro que permita aumentar a eficiência e flexibilidade do processo produtivo da fábrica da Science4you.

Com o objetivo principal em vista, são enumerados objetivos estratégico-táticos e operacionais, que são essenciais para o alcance do principal objetivo:

1. Objetivos estratégico-táticos:
 - a. Compreensão da indústria dos brinquedos;
 - b. Compreensão da empresa, seus produtos e processos;
 - c. Compreensão da cultura Lean;
2. Objetivos operacionais:
 - a. Aumento da satisfação das equipas de produção;
 - b. Redução de custos;
 - c. Redução de tempos de produção;

1.3- Metodologia da Dissertação

Neste subcapítulo é apresentada a metodologia a ser usada na elaboração da Dissertação. As diferentes fases da metodologia são:

1. Caracterização do problema a ser estudado – nesta fase pretende-se conhecer o processo produtivo e o seu enquadramento na empresa, face ao mercado onde está inserido;
2. Elaboração de revisão de literatura – nesta fase pretende-se obter uma contextualização histórica da cultura Lean na sua vertente teórico-prática, bem como conhecer as suas metodologias e ferramentas;
3. Recolha de dados referentes ao processo produtivo;
4. Análise dos dados recolhidos com ênfase à procura por problemas de eficiência e de falta de flexibilidade, bem como as suas causas;
5. Produção de propostas de melhoria;
6. Implementação e análise dos seus resultados;
7. Trabalho futuro de forma a garantir a manutenção da melhoria contínua.

1.4- Estrutura da Dissertação

A estrutura da Dissertação divide-se em cinco capítulos:

- Capítulo 1 – Contextualização do problema, enumeração dos objetivos da Dissertação e apresentação da metodologia a ser usada;
- Capítulo 2 – Caso em estudo – caracterização da indústria dos brinquedos, apresentação da empresa e seus produtos e explicitação do processo produtivo a ser melhorado;

- Capítulo 3 – Revisão de literatura sobre a cultura Lean;
- Capítulo 4 – Criação e implementação de plano de melhoria – recolha de dados, análise de dados, criação de proposta de melhoria, implementação, controlo e trabalho futuro;
- Capítulo 5 – Conclusões

2- Caso em Estudo

2.1- Introdução

Neste capítulo é apresentado o caso em estudo. Inicialmente 2.2) é contextualizado e caracterizado o mercado, sendo em seguida 2.3) apresentada a empresa e 2.4) os seus produtos. Finalmente 2.5) é explicitado o processo produtivo a melhorar e 2.6) são caracterizadas de forma sumária, as melhorias pretendidas.

2.2- Indústria dos Brinquedos

A indústria dos brinquedos dedica-se à produção de produtos de lazer principalmente direcionados aos mais jovens. É um sector da indústria muito próprio pois fabrica o entretenimento dos mais novos, desempenhando um papel relevante no desenvolvimento dos mesmos. Como tal, é fundamental realçar a dimensão social deste sector e destacar a responsabilidade social de todos os intervenientes.

É uma indústria muito desafiante que implica uma gestão muito complexa e a aposta em processos eficientes e flexíveis, essencialmente por três motivos: 1) a exigência muito elevada do cliente, 2) os picos de procura no Natal e no Verão que conferem sazonalidade à procura e 3) os elevados padrões e normas de segurança a serem aplicados aos brinquedos. Aliado a estes três pontos, o sector da indústria dos brinquedos tem vindo a sofrer alterações graduais nas últimas décadas:

1. O aumento da utilização da estratégia Pull, face à estratégia Push – Com a utilização crescente das metodologias Lean (como a Just-in-Time) em grande parte dos setores da indústria, a estratégia Pull tem vindo a ganhar terreno sobre a estratégia Push (Womack et al., 1990);
2. O crescimento dos ideais ecológicos – Os ideais ecológicos ganham cada vez mais força na indústria por três motivos: 1) competitividade, pois os clientes valorizam as questões ambientais, 2) obrigações legais, sendo que a legislação vai cada vez mais ao encontro das questões ambientais e 3) responsabilidade ecológica que provem da responsabilidade social do individuo (Bansal et al., 2000);
3. O aumento muito significativo do uso lúdico de aparelhos digitais como os computadores, os telemóveis e as consolas, por parte dos mais jovens – As crianças começam cada vez mais cedo a usar estes aparelhos, acabando assim por brincarem cada vez menos com os brinquedos tradicionais, tornando estes aparelhos digitais produtos substitutos do brinquedo

(Hjarvard, 2004). Este facto causa uma grande necessidade de adaptação por parte da indústria dos brinquedos;

4. O crescimento da ideia de que os brinquedos são peça importante no crescimento e desenvolvimento das crianças – Pais e Professores acreditam cada vez mais na importância do papel dos brinquedos no desenvolvimento e aprendizagem dos mais novos (Vygotski, 1991), sendo esta uma tendência muito positiva para a indústria, pois aumenta o valor do produto para o cliente.

Todo os anos esta indústria move milhares de milhões de Euros. Na figura 1, retirada do site statista.com, é possível visualizar os volumes de vendas anuais da indústria dos brinquedos:

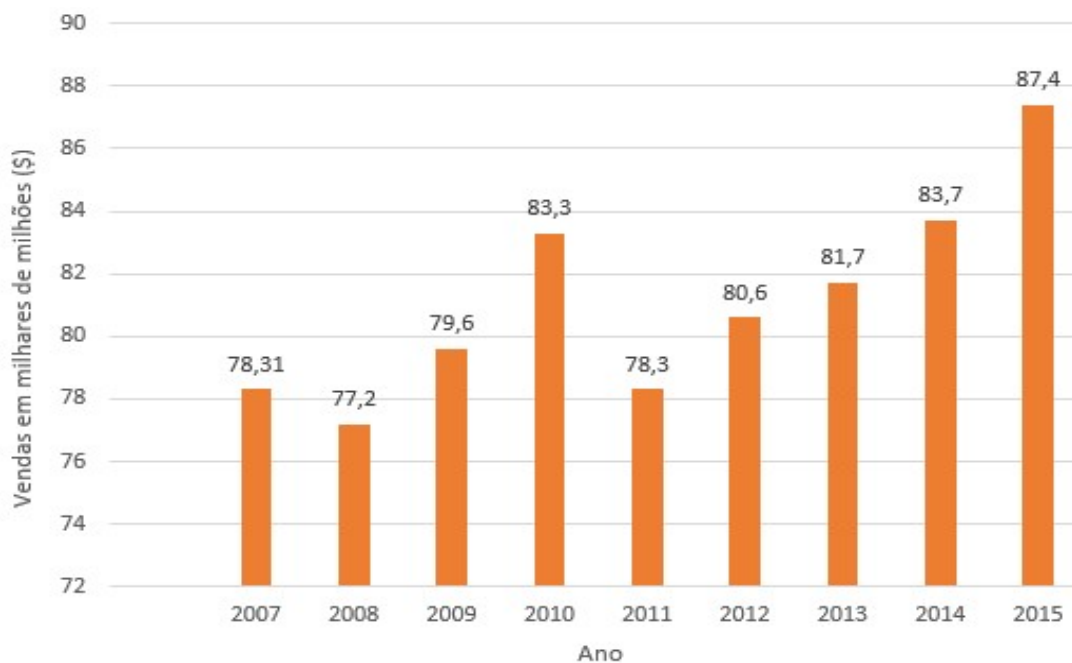


Figura 1 - Volumes de vendas anuais da indústria dos brinquedos de 2007 até 2015 em milhares de milhões de dólares americanos

Na figura apresentada é também possível verificar um ténue crescimento do volume de vendas de 2007 para 2015.

Em 2016 as cinco maiores companhias a representar esta indústria eram: Mattel, Lego, Namco Bandai, Hasbro e JAKKS Pacific. A figura 2, retirada do site statista.com, apresenta o volume de vendas destas companhias nesse mesmo ano:

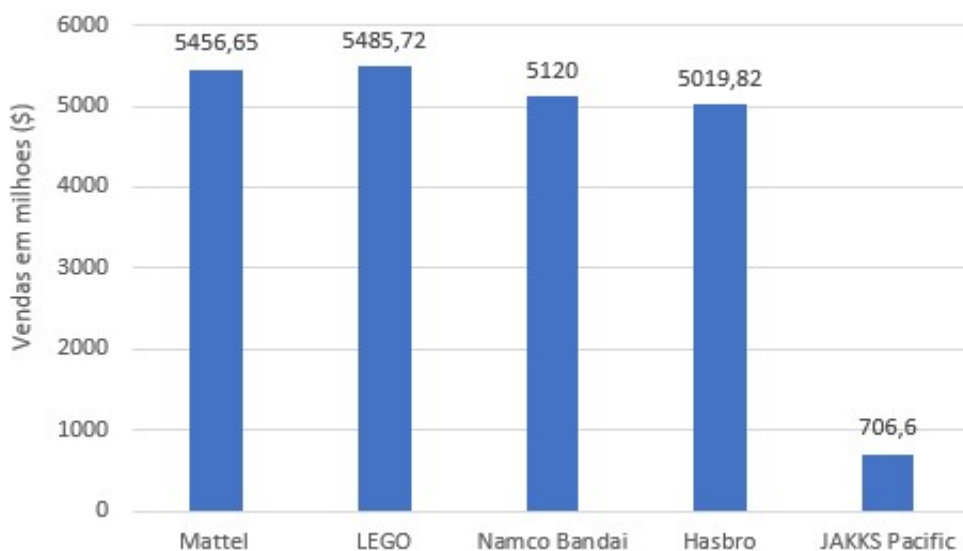


Figura 2 - Volumes de vendas de 2016 (em milhões de dólares americanos) das cinco maiores companhias produtoras de brinquedos

A mesma figura mostra quatro companhias com volumes de vendas muito semelhantes e uma quinta que apresenta um valor claramente mais baixo. Este facto indicia um domínio deste mercado por parte das quatro maiores companhias: Mattel, Lego, Namco Bandai e Hasbro.

Em Portugal, a indústria dos brinquedos ainda tem pouca representação. A figura 3, retirada do site ine.pt, mostra isso mesmo, explicitando a diferença entre o volume de vendas da indústria dos brinquedos no país e os volumes de vendas de alguns dos setores da indústria com maior representação em Portugal:

Tipo de produto (Por CAE Rev. 3)	Produtos produzidos na indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual (1)	Produtos vendidos na indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual (1)	Produtos vendidos (€) da indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual (1)
	Localização geográfica	Localização geográfica	Localização geográfica
	Portugal	Portugal	Portugal
	Período de referência dos dados	Período de referência dos dados	Período de referência dos dados
	2015	2015	2015
	-	-	€
Produção de azeite	x	x	355 872 405
Indústria do vinho	x	x	1 332 706 928
Fabricação de calçado	x	x	1 836 668 251
Indústria da cortiça	x	x	1 359 222 445
Fabricação de jogos e de brinquedos	x	x	3 086 835

Produtos produzidos na indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual - INE, Inquérito anual à produção industrial
Produtos vendidos na indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual - INE, Inquérito anual à produção industrial
Produtos vendidos (€) da indústria por Tipo de produto (Por CAE Rev. 3); Anual - INE, Inquérito anual à produção industrial
Nota(s):
(1) A partir de 2012 o IAPI tem melhoria de cobertura e novo processo de apuramento, motivos pelos quais os dados não são diretamente comparáveis com anos anteriores. Os dados do IAPI de 2012 foram revistos em Novembro de 2014.

Figura 3 - Comparação do volume de vendas (2015) da indústria dos brinquedos portuguesa com os volumes de vendas de alguns dos principais sectores da indústria nacional

A figura 3 permite realçar a diferença entre o volume de vendas da indústria dos brinquedos nacional e os volumes de vendas de alguns sectores industriais de grande representação em Portugal, como a indústria do azeite, do vinho, do calçado e da cortiça. As diferenças são de grande ordem, sendo mesmo superiores ao milhar de milhão no caso do vinho, calçado e cortiça.

O grande desafio desta indústria reside na criação de um sistema produtivo que fabrique o que o cliente deseja, de forma rápida, com qualidade e com o menor custo possível. Assim poderá oferecer ao cliente um produto de qualidade, exatamente o desejado, de forma rápida e com um preço que o comprador esteja disposto a pagar.

2.3- Science4you

As informações contidas neste capítulo e nos dois seguintes (2.4 e 2.5) foram obtidas através de visitas à fábrica e ao site da empresa – brinquedos.science4you.pt.

A Science4you é uma empresa portuguesa que se dedica ao desenvolvimento, produção e comercialização de brinquedos educativos, bem como a projetos de formação como: festas de aniversários temáticas, campos de férias, cursos de formação e animação científica. São produzidos e vendidos mais de quinhentos brinquedos educativos diferentes sendo estes produtos dedicados ao lazer e à aprendizagem dos mais novos. A relação entre o lazer e a aprendizagem está bem espelhada na missão da empresa: melhorar os níveis de educação da sociedade através do desenvolvimento de brinquedos e jogos que permitam às crianças aprender enquanto brincam.

A empresa foi fundada em Janeiro de 2008 por Miguel Pina Martins tendo iniciado as suas vendas em Portugal em Outubro desse mesmo ano. Um ano mais tarde iniciou as suas vendas além-fronteiras, tendo começado a vender para Espanha. A expansão para fora do continente começou em 2010 sendo que neste ano começaram as vendas para Angola e Brasil. Houve necessidade de expandir a administração para fora de Portugal, tendo sido abertos escritórios em Madrid, Espanha (2011) e em Londres, Reino Unido (2013). Destacam-se também outros dois marcos muito importantes: em 2014 o início de vendas para território norte americano e em 2016 para território chinês. A tabela 1 apresenta os volumes de vendas dos anos de 2014, 2015 e 2016 bem como o crescimento percentual registado.

Tabela 1 - Volumes de vendas (em M€) e crescimento percentual referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016 (fonte: Science4you)

Ano	Volume de Vendas (M€)	Crescimento (%)
2014	6	N/A
2015	11	83%
2016	16	45%

É possível verificar o crescimento estonteante que a empresa vem apresentando ao longo do tempo sendo espectável a continuação deste comportamento.

Neste momento a Science4you apresenta-se como o único fabricante de brinquedos portugueses, sendo o terceiro maior da Península Ibérica. Os maiores concorrentes no sector dos brinquedos educativos, tendo em conta as quotas de mercado em território português são: Clementoni, 4M, Imaginarium e Educa Borrás. É também importante referir a Hasbro, Lego e Mattel, que apesar de não se enquadrarem no sector dos brinquedos educativos têm uma quota muito significativa no mercado português dos brinquedos.

Durante o período entre a sua fundação e a atualidade, a empresa foi premiada com os mais diversos prémios, sendo os de mais destaque: Produto do Ano (em 2015 e 2016, na categoria dos brinquedos didáticos), IberToy2015 e Condecoração de Presidência da República (Ordem de Mérito Empresarial em 2015).

Este sucesso da Science4you pode ser explicado pelo conceito inovador dos produtos a serem vendidos: o brinquedo educativo que permite ao mais novos divertirem-se enquanto aprendem e a abrangência dos produtos vendidos que apresentam muita diversidade incorporando praticamente todas as áreas de conhecimento. É também relevante referir a importância dos valores da empresa na correta e eficaz realização do modelo de negócios, podendo esses valores ser observados no trabalho diário na fábrica: excelência, empenho e eficiência.

2.4- Caracterização do Produto

Como já foi referido neste projeto a Science4you produz e comercializa mais de quinhentos brinquedos educativos diferentes.

Esses brinquedos podem ser divididos pelas seguintes categorias:

- Ciência
- Ecologia
- Trabalhos manuais
- Construções
- Brinquedos para bebés
- Jogos, puzzles e quizzes
- Dinossauros
- Animais
- Livros
- Brinquedos tech

Os brinquedos das diversas categorias apresentam várias formas e disposições, sendo que uma parte muito considerável se apresenta como um kit. Como tal, o estudo incide sobre estes brinquedos em kit e seus processos produtivos. Na ótica da produção os kits têm na sua constituição:

1. Caixa

2. Manual de instruções
3. Conteúdo:
 - a. Conteúdo sólido não reagente (pipetas, peças, etc);
 - b. Reagentes líquidos;
 - c. Reagentes sólidos.

Na figura 4 é possível visualizar um exemplo de manual e conteúdos, neste caso constituintes do kit “A ciência dos cristais”.



Figura 4 - Exemplo de manual e conteúdo do kit (fonte: Science4you)

2.5- Processo Produtivo

2.5.1- Introdução

A Science4you organiza-se internamente em departamentos, como representado na figura 5.

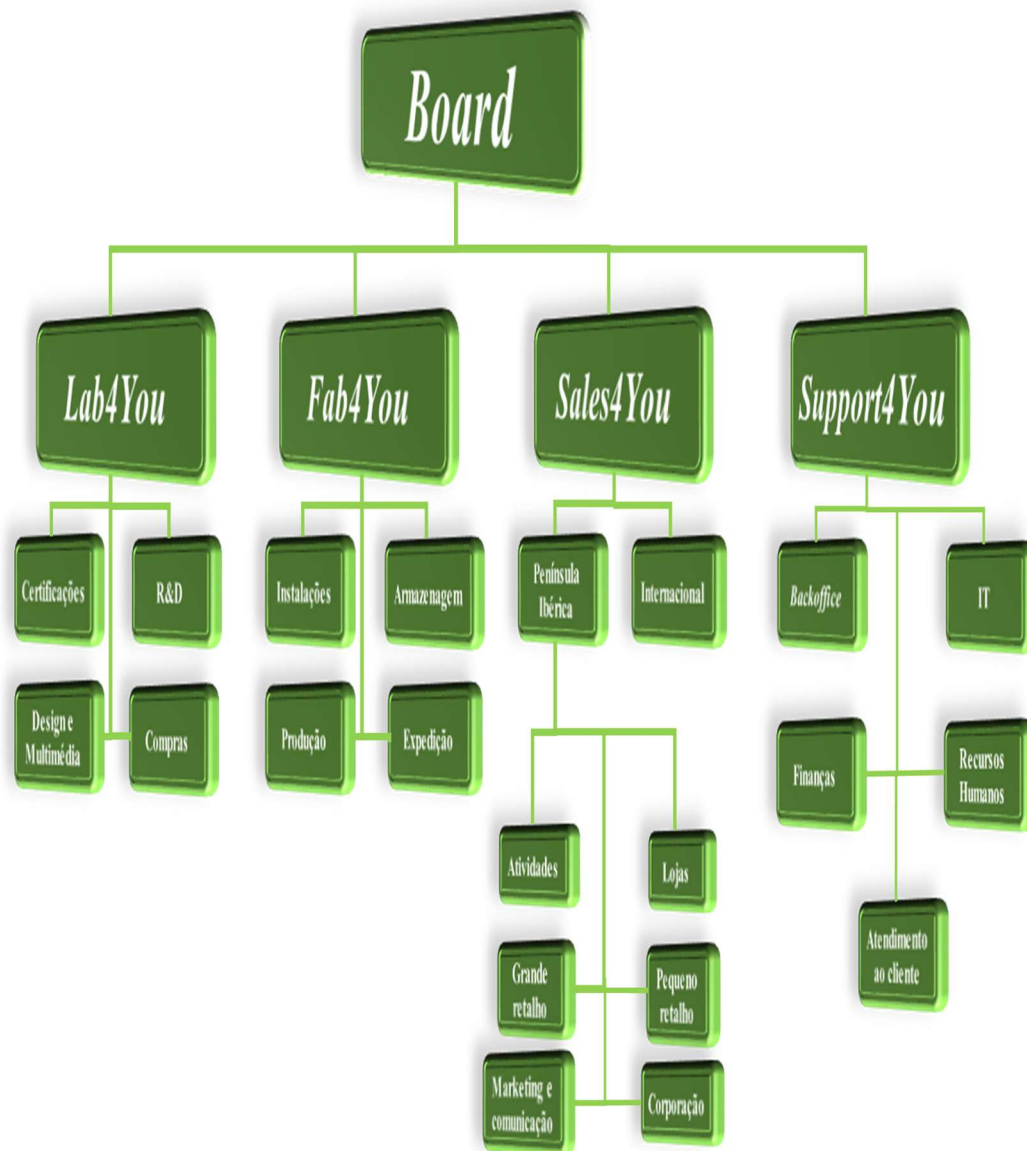


Figura 5 - Organização interna da Science4you (fonte: Science4you)

Como é possível verificar na figura 5 a empresa encontra-se dividida em quatro departamentos principais, cujos responsáveis respondem hierarquicamente à Board. Esses quatro departamentos e suas responsabilidades enunciam-se:

- Lab4you:

- Certificações
- R&D
- Design e Multimédia
- Compras
- **Fab4you:**
 - Instalações
 - Armazenagem
 - **Produção**
 - Expedição
- Sales4you:
 - Península Ibérica:
 - Atividades
 - Grande retalho
 - Pequeno retalho
 - Marketing e comunicação
 - Lojas
 - Corporação
 - Internacional
- Support4you:
 - BackOffice
 - Finanças
 - Atendimento ao cliente
 - IT
 - Recursos humanos

Sendo que o objetivo desta Dissertação é a melhoria do processo produtivo, o estudo incide apenas na produção que se insere no departamento Fab4you.

O processo produtivo da fábrica situada no MARL, permite a produção dos kits de brinquedos e conta com cinco fases produtivas principais: produção primária, produção de corantes, enchimento de líquidos, produção intermédia e produção final.

A figura 6 apresenta um esquema do processo de produção:

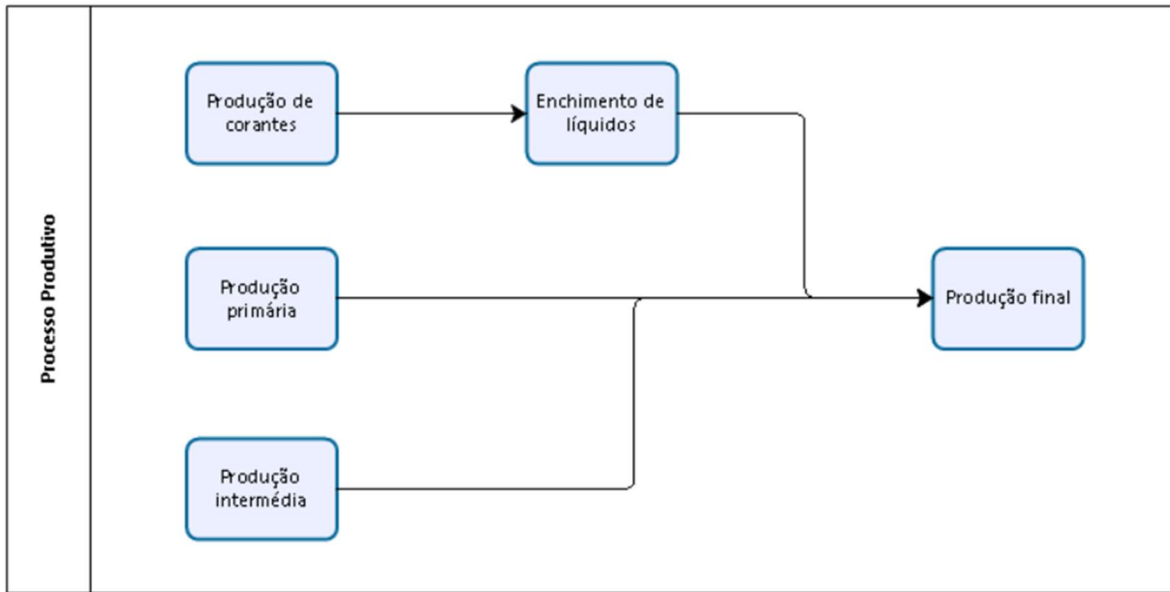


Figura 6 - Esquema representante do processo produtivo

A produção de um kit não passa necessariamente por todas estas fases produtivas e apresenta uma grande diversidade quer nos produtos fabricados, quer na forma de os fabricar. Nos seguintes subcapítulos as cinco fases do processo produtivo são apresentadas de forma sucinta, oferecendo ao leitor uma visão resumida e simplista do processo.

2.5.2- Produção primária

Nesta fase produtiva todos os reagentes sólidos são colocados em recipientes por operadores manuais. Em seguida os recipientes são etiquetados e embalados em conjunto de acordo com as especificações dos kits a serem produzidos. O enchimento dos recipientes ocorre em sala retangular, em mesas de trabalho e a etiquetagem e embalagem são efetuadas por máquina.

2.5.3- Produção de corantes

Nesta fase do processo produtivo são produzidos os corantes alimentares. Os corantes são produzidos por operadores manuais, tendo ao seu dispor todo o material laboratorial necessário, num laboratório estreado em 2017. Esta nova área de trabalho veio substituir um pequeno laboratório e permitir o aumento: da eficiência na produção dos corantes alimentares, da sua qualidade e da satisfação dos trabalhadores envolvidos no processo.

2.5.4- Enchimento de líquidos

Esta etapa do processo corresponde ao enchimento de frascos com os líquidos necessários aos kits. O enchimento ocorre, à semelhança da produção de corantes no laboratório, sendo efetuado com o auxílio de duas máquinas de enchimento de frascos.

A figura 7 representa um exemplo de PVF fabricado nesta fase do processo produtivo.



Figura 7 - Exemplo de PVF fabricado na fase produtiva de enchimento de líquidos (fonte: Science4you)

2.5.5- Produção intermédia

Nesta parte do processo produtivo os conteúdos sólidos não reagentes são colocados em recipientes. A produção intermédia ocorre em duas linhas rolantes: na primeira os objetos são agrupados em cuvetes e na segunda em sacos zip lock. Os operadores trabalham nas laterais da linha rolante, tendo cada um deles um objeto específico para colocar nas cuvetes ou sacos. O objeto que cada um tem de colocar varia de acordo com lote a ser produzido.

2.5.6- Produção final

Na produção final todos os componentes do kit são juntos: caixa, manual e conteúdos (conteúdos sólidos não reagentes, reagentes sólidos e reagentes líquidos). Por fim o kit é embalado e etiquetado e o produto final está pronto a ser vendido. A produção final conta com duas linhas de produção semelhantes, sendo que a disposição dos trabalhadores é similar à utilizada na produção intermédia (trabalhadores dispostos nas laterais das linhas).

A figura 8 representa um produto final pronto a ser vendido, o kit “ Mini Laboratório de Cristais”.



Figura 8 - Exemplo de Produto Final (fonte: Science4you)

2.6- Caraterização do Problema

Numa economia cada vez mais competitiva, é vital ter processos eficientes e flexíveis para se produzir um produto competitivo, quer em termos de qualidade, quer em termos de preço, indo ao encontro das necessidades do cliente.

A Science4you está enquadrada neste contexto e além disso apresenta três características que tornam a intervenção ainda mais necessária e desafiante: 1) elevado crescimento em volume e área de vendas que conduz a uma procura complexa, diferente em cada país (países de vários continentes), 2) grande diversidade dos produtos a serem vendidos e 3) capacidade da fábrica inferior ao ideal, sendo que o crescimento vai acentuando cada vez mais esta característica.

Tendo em conta esta situação é imperativo melhorar o processo produtivo da fábrica da Science4you, aumentando a sua eficiência e flexibilidade.

2.7- Conclusão do Capítulo

A Science4you que se dedica à produção e comercialização de brinquedos didáticos insere-se numa economia com clientes exigentes e concorrentes fortes, como tal é essencial ter processos eficientes e flexíveis que permitam ir ao encontro das expectativas e necessidades dos clientes.

O estudo incide sobre o processo produtivo dos brinquedos em kit que se apresenta dividido em cinco partes: produção primária, produção de corantes, enchimento de líquidos, produção intermédia e produção final. Este estudo tem por objetivo a criação de um plano de melhoria para o processo produtivo.

Como ponte para o capítulo 4, onde uma análise detalhada do processo produtivo e a criação do plano de melhoria ocorre, é possível destacar à priori três pontos com potencial de melhoria: tempos de produção elevados na fase produção de corantes, tempos de setup elevados na produção primária e alguma “desorganização” nos inventários dos PVFs e MP.

3- Revisão de Literatura

3.1- Introdução

Tendo em conta que o objetivo principal deste projeto assenta na melhoria contínua de um processo de produção industrial, faz todo o sentido que a cultura usada seja Lean. Como tal, este capítulo começa com a apresentação da história e conceitos base da cultura Lean, seguida pela explicitação do pensamento Lean. Posteriormente são identificadas e explicadas algumas metodologias e ferramentas Lean. Finalmente é feita uma reflexão sobre os benefícios e limitações do Lean.

3.2- Início da Cultura Lean: Produção Lean e Conceitos Básicos

No final da primeira metade do século XX o Japão atravessava tempos difíceis, muito por influência da Segunda Guerra Mundial. A sua indústria automóvel tinha índices de produtividade baixíssimos em contraste com a indústria automóvel americana que vivia tempos áureos (um trabalhador americano produzia nove vezes mais que um trabalhador japonês) (Ohno, 1988).

Devido a esta situação, Eiji Toyoda, um brilhante engenheiro sobrinho de Kiichiro (presidente da Toyota Motor Company, que viria a alterar o nome da companhia para Toyota Motor Company), viajou para uma fábrica Ford em Detroit, EUA. Aí passou cerca de três meses a analisar e estudar o que tornava aquela fábrica mais produtiva que as fábricas japonesas, a descobrir quais eram os segredos do Fordismo (Womack et al., 1990). É importante ter em consideração, que copiar o processo Fordista, que se baseava na produção em massa com lotes produtivos de grandes dimensões não seria o indicado para o Japão, que apresentava uma procura muito mais baixa (Ohno, 1988).

De volta ao Japão, Eiji Toyoda e o seu colega de trabalho neste projeto, Taiichi Ohno, tinham o desafio de adaptar a produção em massa americana à realidade japonesa. O resultado foi o Toyota Production System, que representa aquilo a que chamamos Produção Lean, sendo a base da Cultura Lean (Womack et al., 1990).

O TPS assenta em dois pilares principais: o Just-in-Time (abordado no capítulo 3.4.2) e o Jidoka (abordado no capítulo 3.4.3) (Ohno, 1988; Marchwinski et al., 2008). As suas principais características são enumeradas por Sutherland et al. (2007): 1) Redução de desperdício, 2) foco no processo, 3) Ghenchi Genbutsu, referente à importância da observação e estudo no Gemba ("in loco"), 4) Kaizen (melhoria contínua) e 5) respeito mútuo entre todos os intervenientes.

Este sistema produtivo permitiu o crescimento da produtividade, com o aumento da eficiência. Permitiu produzir o mesmo em menos tempo e diminuiu a percentagem de peças defeituosas produzidas (Ohno, 1988).

Para finalizar a apresentação do Toyota Production System, a base da cultura Lean, é importante referir os três Ms e os sete Mudras.

O objetivo deste sistema é a melhoria contínua do processo produtivo, portanto possivelmente na sua implementação será necessário lidar com três situações adversas: 1) mura, 2) muri e 3) muda. (Marchwinski et al., 2008).

1. Mura representa uma variação sistemática e considerável da utilização da capacidade instalada, podendo em situações limite, haver momentos em que apenas uma pequena fração da capacidade é usada e outros em que a capacidade não é suficiente. A resolução prende-se com uma melhor organização do processo, de forma a criar um fluxo de trabalho razoavelmente constante (relação com o nivelamento da produção a ser abordado no capítulo 3.5.6).
2. Muri representa situações em que a capacidade não é suficiente. A solução mais simples é reorganizar o processo de forma diferente, ou em último recurso, aumentar a capacidade.
3. Muda representa a não utilização da capacidade existente, representa o desperdício, sendo este o ponto onde a cultura Lean mais se foca. Existem sete tipos de desperdício (Melton, 2005; Ohno, 1988):
 - a. Sobreprodução – Produção superior à necessária, sendo considerado o pior, pois cria todos os outros;
 - b. Espera – Desperdício de tempo;
 - c. Transporte – Deslocação de materiais ou ferramentas sem necessidade;
 - d. Sobre processamento – Procedimentos não necessários ou tidos em exagero;
 - e. Inventário – Manutenção de inventários superiores ao necessário (inclui todos os tipos de inventário);
 - f. Movimento – Deslocações desnecessárias dos trabalhadores (por exemplo, ferramentas longe do local de trabalho);
 - g. Defeitos – Erros de fabrico que originem peças defeituosas.

3.3- Cultura Lean: Pensamento Lean

Devido ao grande sucesso que a Toyota obteve com o TPS muitas outras empresas tentaram replica-lo, não obtendo no entanto semelhante êxito. Muitos autores, principalmente no Ocidente pensavam que este insucesso poderia estar relacionado com as diferenças culturais entre o Japão e o Ocidente. Na verdade, esta não poderia ser por si só a razão do insucesso por duas razões: 1) a Toyota tinha fábricas no Ocidente a funcionar com sucesso segundo os padrões TPS e 2) outras empresas japonesas como a Honda e a Nissan, apresentavam dificuldades em implementar o sistema com

sucesso (Spear et al., 1999). Os mesmos autores elaboraram um estudo em que concluem que o problema não reside na diferença de culturas, mas sim no não cumprimento de quatro regras que traduzem o sucesso do TPS: 1) todo o processo de trabalho deve ser bem especificado em conteúdo, sequência, tempo e resultado pretendido, 2) todos os contatos e relações entre os fornecedores e os clientes devem ser diretos e sem ambiguidades nas comunicações, 3) o percurso de cada produto e serviço deve ser simples e direto e 4) qualquer melhoria, deve ser feita à luz do método científico, sempre com a orientação de um professor e tendo sempre em consideração a opinião dos operadores. Este conjunto de normas são nada mais que guias para obter um pensamento correto que permita a integração de tudo e que é feito, por todos os que participam na execução, de forma a criar um sistema, não estático, mas semirrígido e moldável ao longo do tempo, com o objetivo de melhorar continuamente.

Num marco muito importante no que é a literatura sobre o Pensamento Lean, Womack e Jones (1996) caracterizam-no como um processo de cinco passos: 1) identificação do valor específico percebido pelos clientes, por família de produtos, 2) estudo da cadeia de valor com foco na eliminação das atividades que não criam valor (quando possível), 3) criação de um processo que permita um fluxo o mais eficiente possível, de forma a encurtar a distância entre a matéria prima e o cliente, 4) implementação do sistema Pull, onde a produção é delimitada e controlada pela procura, portanto pelo cliente e 5) a implementação de melhoria contínua sempre com o objetivo de atingir a perfeição.

Mais tarde em 2007, os mesmos autores fizeram uma revisão (in Marchwinski et al., 2008) a este conceito e caracterizam-no desta vez usando três palavras chave: 1) Propósito, 2) Processo e 3) Pessoas.

1. O propósito de uma empresa que pretende ter sucesso aplicando Lean terá de ser sempre a compreensão do valor específico percebido pelo cliente, de forma a encontrar uma solução eficiente ao nível dos custos que permita ir de encontro às necessidades e expectativas do cliente.
2. As decisões em relação ao processo devem sempre ter por base o propósito. Um processo ideal deve ser:
 - a. Valorizável – Cria valor para o cliente;
 - b. Capaz – Produz um bom resultado sempre;
 - c. Disponível – Está disponível a ser operado sempre que necessário;
 - d. Adequado – Tem a capacidade de manter um fluxo contínuo;
 - e. Flexível – Permite a produção de vários produtos diferentes de forma eficiente (lidar com a variabilidade do produto vendido).

Além destas características o processo produtivo deve respeitar os conceitos de: fluxo, pull e nivelamento:

- I. Fluxo - o bem ou serviço percorrem as várias etapas do processo sem paragens;

- II. Pull - o ritmo do processo é guiado pela procura, do fim para o início;
 - III. Nivelamento - o processo deve produzir os diferentes produtos vendidos nas quantidades e ritmos corretos para responder às necessidades do cliente.
3. Devem existir responsáveis que têm por objetivo envolver todos os intervenientes de forma a contribuírem para a elaboração de uma cadeia de valor melhor e cada vez mais próxima do cliente. Para o fazer de forma eficaz é necessário:
- a. Criação de uma estratégia;
 - b. Elaboração de estudos frequentes de forma a melhorar continuamente os processos;
 - c. Normalização do trabalho e da gestão.

3.4- Cultura Lean: Metodologias Lean

Neste subcapítulo serão abordadas três metodologias Lean: Kaizen, Jidoka e JIT (Just in Time). Estas metodologias são adequadas para a resolução do problema em questão: a JIT permite o aumento da eficiência e da flexibilidade do processo, a Jidoka proporciona uma maior eficácia na produção e a Kaizen permite a melhoria contínua do processo.

3.4.1- Kaizen

Kaizen é um termo japonês que pode ser traduzido por melhoria contínua (Bessant et al., 2001). Esta metodologia pode ser descrita pela melhoria contínua da cadeia de valor ou processo individual de modo a criar valor e a eliminar desperdício (Marchwinski et al., 2008). Numa obra, os autores Brunet e New (2003) compilam três características principais do Kaizen: 1) o carácter contínuo da metodologia tendo por objetivo a perfeição, 2) o carácter incremental, isto é, as alterações são aplicadas gradualmente ao longo do tempo e 3) a necessidade de participação por parte de todos os intervenientes no processo, aumentando a satisfação dos trabalhadores (por se sentirem incluídos e terem um papel na tomada de decisão) e a sua produtividade.

Uma intervenção Kaizen começa normalmente por um workshop Kaizen (Melton, 2005). Os workshops Kaizen são meetings (que em média duram cinco dias) de: peritos, consultores, operadores e gestores de linha. Nestes meetings são realizadas diversas tarefas: 1) apresentação da metodologia aos trabalhadores da empresa a ser intervencionada, 2) análise do Gemba por parte de todos os intervenientes de forma a serem encontrados pontos de melhoria e 3) proposta e teste de alterações para posterior validação (Marchwinski et al., 2008).

Melton (2005) caracteriza sucintamente o modo de implementar a metodologia Kaizen: 1) execução de workshop Kaizen, 2) recolha de dados, 3) análise dos dados, 4) desenho do plano de

ação e 5) implementação do plano de ação. É importante referir que os passos 2), 3), 4) e 5) pode ocorrer total ou parcialmente durante o passo 1).

Griffiths (1998) em Bateman e David (2002), afirma que esta metodologia permite uma melhoria na ordem dos 41% na produtividade dos trabalhadores e na ordem dos 25% no tempo de ciclo de produção (tempo decorrido desde o início até ao fim da produção de uma peça).

3.4.2- Just-in-Time (JIT)

A metodologia Just-in-time assenta no princípio de se produzir e entregar apenas o que é preciso, quando é preciso e na quantidade necessária (Marchwinski et al., 2008). É importante referir que numa perspetiva idealista um sistema baseado em JIT teria apenas uma unidade de inventário em cada fase, a unidade a ser produzida. Assim que essa unidade fosse produzida, passaria à etapa seguinte, dando entrada a uma nova. No entanto, na realidade isso é impossível devido ao carácter estocástico da procura e dos tempos de processamento (Baykoç et al., 1998).

O JIT quando foi implementado pela primeira vez na Toyota, veio em resposta aos seguintes problemas: 1) a diversidade de produtos a serem procurados pelo cliente, 2) forte concorrência por parte das outras companhias do ramo 3) preços em queda, 4) tecnologia em rápido crescimento, 5) elevado custo do capital e 6) a necessidade de envolvimento por parte dos trabalhadores (Dennis, 2002). Os pontos 1), 2), 4) e 6) continuam a acontecer na atualidade, sendo por isso esta metodologia cada vez mais usada pelas empresas.

Para uma implementação correta desta metodologia é necessário: 1. minimização de inventário ao longo da cadeia de valor, 2. aplicação da ferramenta kanban (que irá ser descrita no subcapítulo 3.5) e 3. envolvimento e participação por parte dos trabalhadores (Brox et al., 2002).

Fullerton et al., (2003) apresentam um estudo estatístico, tendo em conta dados recolhidos de 253 empresas americanas de produção industrial, cujos resultados mostram uma relação positiva entre a implementação da metodologia JIT e melhores resultados financeiros.

3.4.3- Jidoka

Jidoka é um termo de origem chinesa, que foi definido pela Toyota como "Automation with a human mind". O objetivo desta metodologia é a criação de processos produtivos onde não ocorra a produção de produtos defeituosos. Para a sua implementação são necessários trabalhadores capazes e maquinaria que detete erros, respondendo de forma positiva aos mesmos. (Dennis, 2002).

O conceito de Jidoka começou com Sakichi Toyoda, quando no início do século XX criou um mecanismo que parava a produção quando ocorria algum erro, evitando a produção de peças defeituosas (Marchwinski et al., 2008).

Atualmente o conceito de Jidoka evoluiu, o desejado já não é parar a linha de produção na ocorrência de um erro, mas sim a detecção e correção do erro (ou outra medida que permita a não sistematização do erro) sem a paragem do processo produtivo (Marchwinski et al., 2008).

3.5- Cultura Lean: Ferramentas Lean

Neste subcapítulo são apresentadas nove ferramentas Lean: VSM, Normalização, Kanban, CincoS, Gestão visual, Nivelamento da Produção, SMED, Five whys e Poka-yoke. Para a aplicação prática das metodologias abordadas no subcapítulo anterior (3.4) são necessárias ferramentas, sendo estas nove adequadas para a melhoria contínua do processo produtivo devido à possibilidade de serem integradas e usadas em conjunto.

3.5.1- Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM)

Um Value Stream Map é um diagrama que apresenta o fluxo de um produto ou família de produtos e a informação relacionada com o mesmo, ao longo do conjunto de processos da cadeia de valor. (Rother e Shook, 1999).

De acordo com Rahani e Al-Ashraf (2012) a aplicação desta ferramenta a um produto passa por três etapas: 1) Representação dos processos atuais com a criação de um mapa da situação atual da cadeia de valor, 2) Detecção de desperdícios a partir do mapa produzido no ponto 1 e elaboração de um mapa de situação futura, que deve espelhar as alterações que devem ser feitas para eliminar ou mitigar os desperdícios detetados e 3) Manutenção e aplicação do Kaizen (práticas de melhoria contínua) ao processo.

Esta ferramenta apresenta uma panóplia de vantagens, enumeradas de seguida (Rother e Shook, 1999):

1. Compilação num só esquema de todos os processos da cadeia de valor de um produto;
2. Visualização dos desperdícios e suas causas;
3. Criação de uma linguagem universal para o processo de produção industrial;
4. Auxílio na tomada de decisão;
5. Base sólida para o início da implementação do Lean;
6. Observação da relação entre o fluxo de material e de informação.

3.5.2- Normalização

A normalização é uma ferramenta estrutural na metodologia Lean e consiste na criação de normas de procedimento ou por outras palavras, imagens claras das condições desejáveis (Dennis, 2002). Segundo o mesmo autor as normas devem ser simples, claras e facilmente visualizáveis.

Marchwinski et al., (2008) descreve três elementos chave no processo de normalização: 1) controlo do tempo de takt de forma a criar um ritmo de produção suficiente para responder eficazmente à procura, 2) descrição precisa da sequência de tarefas a ser executadas ao longo do processo e 3) controlo do IPVF de forma a haver sempre o inventário necessário para que o processo produtivo possa decorrer sem paragens.

Dennis (2002) destaca a importância da participação dos operadores na criação das normas. Esta participação permite a criação de normas mais eficazes e aumenta o grau de integração dos operadores, conduzindo a uma maior produtividade.

As principais vantagens da normalização são de acordo com Dennis (2002):

1. Estabilidade do processo. O processo pode ser repetido inúmeras vezes sempre com os mesmos padrões de: qualidade, custo, produtividade, lead time, segurança e ambientais;
2. Delimitação precisa do início e fim de cada processo, permitindo assim um melhor controlo sobre a produção;
3. Preservação do know-how, pois o processo é descrito passo por passo em normas. Permite uma mais fácil partilha de conhecimentos, dos trabalhadores mais experientes para os aprendizes;
4. Detecção e resolução de problemas facilitada, pela identificação de desvios ao padrão.
5. Envolvimento dos operadores na criação e melhoria das normas, aumentando a satisfação e a produtividade.
6. Permite o Kaizen (melhoria contínua) uma vez que as normas constituem um ponto de partida para a melhoria, funcionando como termo de comparação;
7. Facilitação do treino dos trabalhadores, pelo facto do trabalho ser todo esquematizado passo por passo.

3.5.3- Kanban

O kanban é uma ferramenta visual usada para implementar a produção JIT. Normalmente é representada por um cartão retangular e tem por função autorizar o levantamento ou produção de produtos. Este cartão contém também outras informações sobre os produtos como por exemplo: fornecedor, cliente, local de armazenamento e o modo de transporte. Com o avanço tecnológico o sistema kanban tem vindo a mudar de aspeto gradualmente, do tradicional cartão para o kanban digital,

implementado usando software apropriado. Esta evolução é muito positiva, pois com a integração informática, a informação relevante do kanban pode ser difundida de forma muito mais rápida e eficaz (Dennis, 2002).

O sistema kanban permite aumentar muito a eficiência e eficácia da cadeia de valor, aumentando a produtividade e reduzindo os desperdícios inerentes à produção (Rahman et al., 2013). Segundo o mesmo autor esta ferramenta tem sido aplicada com muito sucesso nas grandes empresas, no entanto é muitas das vezes inviável em PMEs.

Segundo Naufal et al. (2012) esta ferramenta aplica-se segundo um método de três etapas: 1) recolha de parâmetros relevantes, 2) cálculo da quantidade de kanban necessária e 3) estabelecimento da estratégia Pull.

Um exemplo de implementação com sucesso do sistema kanban é dado por Naufal et al. (2012), que estudou os resultados da implementação do sistema numa empresa malaia do ramo automóvel. Foi conseguida uma redução do lead time na ordem dos 40%, do IPVF em cerca de 23% e do inventário de produto acabado em aproximadamente 29%.

3.5.4- CincoS (5S)

De acordo com Michalska e Szewieczek (2007) este método tem como objetivo a melhoria contínua do local de trabalho eliminando desperdícios e criando um ambiente mais produtivo.

Segundo os mesmos autores e Gapp et al. (2008), esta ferramenta coloca-se em prática tomando cinco ações de forma ordenada. Essas ações enumeram-se, em japonês: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Na figura 9 estas ações são descritas:

	Cinco S	Descrição
Organização	Seiri - Triagem	Separar o que cria valor, daquilo que é dispensável e cria desperdício.
	Seiton - Arrumação	Classificar o que já foi triado de acordo com a frequência com que se utiliza.
Limpeza (de desperdício)	Seiso - Limpeza	Limpar e organizar o local de trabalho.
	Seiketsu - Normalização	Garantir que as ações tomadas na etapa de limpeza não serão perdidas ao longo do tempo, criando normas a serem cumpridas.
Disciplina	Shitsuke - Disciplina	A par com a normalização, enraizar em todos os intervenientes a cultura da melhoria contínua e do perfeccionismo, criando um ambiente de respeito pelas normas (passíveis de serem melhoradas).

Figura 9 - Os CincoS (Gapp et al., 2008)

Bayo Moriones et al. (2010) estudaram algumas particularidades da implementação deste método em processos produtivos. Os dados para este estudo foram recolhidos empiricamente através de questionários feitos a gestores e operadores (vários níveis hierárquicos) tendo chegado às seguintes conclusões (entre outras): 1) é mais comum a implementação do método 5S em fábricas de maior dimensão, 2) a implementação de CincoS é mais provável em empresas multinacionais que em nacionais e 3) empresas que têm por habito incluir os operadores em processos de melhoria contínua são mais propensas à utilização do método CincoS.

Algumas das vantagens provenientes da utilização deste método são enumeradas por Rahman et al. (2010) tendo em conta um estudo feito à implementação de CincoS a duas unidades fabris japoneses, localizadas na Malásia: 1) melhorias ao nível da limpeza (não unicamente limpeza propriamente dita, mas principalmente no sentido da redução de desperdício), 2) aumento dos índices de saúde no trabalho, 3) melhoria da segurança no trabalho e 4) melhorias do ponto de vista ambiental. É importante realçar o destaque dado pelo autor ao carácter holístico destas conclusões – valorização da integração dos vários processos.

Em algumas obras, como por exemplo de Gapp et al. (2008), a ferramenta SeisS (6S) é citada. Esta ferramenta representa a CincoS com o acréscimo de um sexto S, de segurança.

3.5.5- Gestão visual

Esta ferramenta pode ser descrita como a colocação de informação relevante para os intervenientes nos processos de forma a esta ser percebida numa simples “olhadela”. A informação deve ser exposta de forma simples, sugestiva e que chame à atenção visualmente, podendo o seu conteúdo ser relacionado por exemplo com: ferramentas, explicações de atividade e indicadores de performance do sistema de produção (Marchwinski et al., 2008).

Um exemplo pertinente da implementação desta ferramenta é o andon que têm um papel fundamental na metodologia Jidoka (Marchwinski et al., 2008). Segundo o mesmo autor (Marchwinski et al., 2008), um andon é uma luz com duas intensidades, ligada ou desligada. Esta luz pode ser usada intensivamente como indicador de praticamente todo o tipo de informações sobre o processo com a simplicidade de um sim- luz ligada ou não- luz desligada. Um exemplo da sua aplicação na metodologia Jidoka pode ser a sua utilização para identificar um determinado erro, acendendo a luz quando o mesmo ocorre.

Os autores Parry e Turner apresentaram em 2006 três casos de estudo relacionados com a implementação desta ferramenta em três companhias do sector aeroespacial (Rolls Royce, Airbus UK e Weston Aerospace). Todos eles demonstraram que este método permite aumentar o controlo sobre o sistema por parte de todos os intervenientes pelo facto de minimizar a quantidade de erros e diminuir as suas consequências quando ocorrem.

Apesar destes aspetos positivos os mesmos autores consideram que esta ferramenta ainda é muito subestimada por algumas empresas.

3.5.6- Nivelamento da produção

Esta ferramenta serve essencialmente para responder de forma mais eficiente e eficaz à procura por uma grande diversidade de produtos (variabilidade dos produtos vendidos). Nesses casos é necessário produzir vários produtos diferentes num determinado período de tempo. Esta ferramenta consiste na criação de padrões de produção onde os diferentes produtos são produzidos em quantidades específicas (de acordo com a procura de cada um), ciclicamente (Dennis, 2002).

Segundo o mesmo autor, quando corretamente aplicada, o *Heijunka* (palavra japonesa para esta ferramenta) permite: 1) redução do lead time, 2) redução da quantidade de inventários, quer de produto acabado, quer de PVF e 3) redução da pressão psicológica sobre os operadores (menos entregas em cima da hora e atrasadas).

Esta ferramenta foi aplicada na BMW e revelou-se um grande sucesso, permitindo atingir valores de utilização da capacidade entre 95 e 99% (Hüttmeir et al., 2009).

3.5.7- SMED

Este método traduz-se na minimização dos tempos de setup. Regra geral, considera-se que o objetivo mínimo desta ferramenta será obter um tempo de setup inferior a 10 minutos (Marchwinski et al., 2008).

Mileham et al. (1999) enumeram um conjunto de regras a aplicar nas operações de setup, de forma a minimizar ao máximo as suas durações:

- Redução de massa
 - Usar menor quantidade de materiais;
 - Usar materiais leves.
- Simplificação
 - Reduzir o número de mecanismos;
 - Reduzir ao máximo a quantidade de mecanismos a ser retirados;
 - Optar por métodos de acoplamento de mecanismos de mais fácil desmontagem;
 - Reduzir a quantidade de trabalho e ferramentas necessárias;
 - Tentar utilizar ferramentas com várias funções em vez de uma específica para cada função;
 - Simplificar os processos de controle.
- Uniformização

- Dimensões semelhantes em mecanismos semelhantes;
- Parafusos de segurança com dimensões semelhantes;
- Utilizar o mesmo tipo de motores elétricos.
- Segurança
 - Preferir menor quantidade de fixadores mais resistentes, a maior quantidade com menos resistência;
 - Eliminar o uso de grampos manuais;
 - Uso de mecanismos de girar $\frac{1}{4}$.
- Localização e Ajustes
 - Eliminar ajustes mecânicos nas máquinas;
 - Criar mecanismos de ajuste e monitorização inteligentes;
 - Eliminar o uso de espaçadores e calços;
 - Fornecer uma posição de ponto morto (neutra aos vários setups).
- Manuseio
 - Eliminar a necessidade ou facilitar a limpeza/higienização;
 - Eliminar o manuseamento de objetos quentes;
 - Eliminar o manuseamento de objetos inadequados;
 - Garantir o acesso a energia para execução das tarefas;
 - Criação de comandos para manuseamento e controlo à distância;
 - Garantir a facilidade de deslocamento das ferramentas para a zona onde ocorre a operação de setup;
 - Garantir bons acessos.

Costa et al. (2013) apresentam uma forma reformulada e muito completa de aplicar o SMED, que é representada pelas seguintes nove etapas: 1) observação inicial, 2) diálogo com o operador, 3) gravação da operação em formato vídeo, 4) esquematização da sequência de passos da operação, 5) representação dos movimentos do operador durante o processo (diagrama de spaghetti), 6) distinção entre o setup interno (tarefas da operação setup que só podem ser colocadas em prática quando o processo de produção está parado) do externo (estas tarefas podem ser feitas a qualquer momento), 7) conversão do setup interno em externo, 8) redução do setup interno e externo e 9) análise de resultados. É importante referir que na etapa 8) é fundamental o foco no setup interno para diminuir o tempo de paragem da produção.

Os mesmos autores aplicaram a sua metodologia SMED a uma prensa mecânica de uma empresa de produção de elevadores. Nesta prensa ocorriam três operações de setup, sendo que a duração das mesmas foi melhorada de valores a rondar os 20 minutos, para valores inferiores a 10 minutos.

3.5.8- Five whys

Este método tem como objetivo encontrar causas raiz de problemas, em vez de encontrar apenas sintomas (Melton, 2005).

A sua aplicação resume-se a cinco iterações semelhantes utilizando a questão “porquê?”. Primeiro encontra-se a causa do problema (o sintoma) sendo em seguida encontrada a causa da causa do problema e assim sucessivamente. No final da quinta interação ter-se-á a causa primeira do problema (Marchwinski et al., 2008; Ohno, 1988 in Womack et al., 1990).

3.5.9- Poka-Yoke

Poka-yoke significa prevenção do erro. Esta ferramenta tem por base a implementação de dispositivos de baixo custo com a finalidade de: detetar situações anormais (possíveis erros) antes de acontecerem ou parar a linha produtiva quando elas acontecem. Nos dias de hoje esta ferramenta é usada maioritariamente na primeira forma (Dennis, 2002; Marchwinski et al., 2008).

O grande objetivo desta ferramenta é a diminuição da quantidade de peças defeituosas e desperdícios daí inerentes. No caso dos Poka-yoke que permitem a deteção do erro antes dele ocorrer, os objetivos serão, além do anterior, a manutenção da fluidez e do ritmo do processo produtivo (Dennis, 2002).

Mech et al. (2015) estudaram a implementação desta ferramenta numa máquina de perfuração. O resultado foi um sistema que não produz elementos defeituosos, eliminando os desperdícios inerentes ao retrabalho e aumentando assim a produtividade.

3.6- Conclusão do Capítulo

Para a elaboração desta revisão de literatura foram lidas várias obras. Essas obras permitiram obter um conhecimento claro sobre a cultura Lean em todas as suas vertentes. A correta implementação de Lean é conseguida através da aplicação de metodologias e ferramentas tendo sempre em consideração o pensamento Lean. Devido à importância dessas metodologias e ferramentas, na figura 10 é elaborado o cruzamento das obras lidas com as metodologias e ferramentas abordadas nas mesmas:

Ano	Autores	Kaizen	JIT	Jidoka	VSM	Normalização	Kanban	5S	GV	NP	SMED	Five Whys	Poka-Yoke
1988	Ohno	X	X	X		X	X						X
1998	Baykoç et al.		X				X						
1999	Mileham et al.										X		
2001	Bessant et al.	X											
2001	Brunet et al.	X											
2003	Fullerton et al.		X				X						
2003	Rother et al.	X			X								
2005	Melton	X			X		X	X				X	
2006	Parry et al.								X				
2006	Bateman et al.	X											
2007	Michalska et al.							X					
2007	Sutherland et al.	X										X	
2008	Gapp et al.	X						X					
2009	Hüttmeir et al.									X			
2010	Bayo et al.							X					
2010	Rahman et al.							X					
2012	Rahani et al.				X								
2012	Naufal et al.		X				X						
2013	Costa et al.					X		X	X		X		
2013	Rahman et al.						X						
2014	Brox et al.		X										
2015	Mech et al.			X									X

Figura 10 - Cruzamento da bibliografia lida com as várias metodologias e ferramentas Lean abordadas: Kaizen, JIT e Jidoka; VSM, Normalização, Kanban, CincoS, Gestão Visual, Nivelamento da produção, SMED, Five Whys e Poka- Yoke

Nestas obras é possível verificar a utilidade e os bons resultados que se podem obter com as metodologias e ferramentas Lean. É importante também referir as mais valias de integrar várias metodologias e ferramentas para a resolução de problemas.

Apesar dos inúmeros pontos positivos, o Lean também apresenta limitações. Essas limitações são enumeradas por Hines et al. (2004):

1. Foco no ambiente de produção industrial, sendo a sua aplicação fora desse meio um pouco desvalorizada;
2. A componente humana é por vezes um pouco deixada de lado, sendo a produtividade e a eficiência exageradamente valorizadas em relação à satisfação, saúde e realização dos trabalhadores por vezes sobrecarregados por trabalho e executando tarefas muito rotineiras. Williams et al. (1992) em Hines et al. (2004) sugere até que a produção Lean constitui exploração dos trabalhadores;
3. Foco exagerado em torno da aplicação de ferramentas práticas de Lean, em vez de destaque aos elementos estratégicos, relacionados com o Pensamento Lean, conduzindo muitas vezes ao insucesso;

4. Apesar da Cultura Lean apresentar ferramentas para lidar com a variabilidade da procura, as suas bases fundam-se na indústria automóvel, uma indústria que apresentava procuras relativamente fixas e previsíveis. Cusumano (1994) sugere a dificuldade do uso do kanban, ferramenta chave na metodologia just-in-time, nos casos de elevada diversidade de produtos.

Analisados os prós e os contras da cultura Lean conclui-se que o Lean se adequa ao caso em estudo, a melhoria contínua de um processo produtivo industrial.

4- Plano de melhoria

4.1- Introdução

Para a aplicação da cultura Lean no processo produtivo da Science4you foi criada uma metodologia que consiste na integração das três metodologias e nove ferramentas abordadas na revisão de literatura. Enumerando: 1) Kaizen, 2) JIT, 3) Jidoka, 1. VSM, 2. Normalização, 3. Kanban, 4. CincoS, 5. Gestão Visual, 6. Nivelamento da produção, 7. SMED, 8. Five Whys e 9. Poka-Yoke. Esta integração foi motivada pela leitura de duas obras:

1. Bhasin e Burcher (2005) afirmam que uma das causas para o insucesso de muitas implementações de Lean reside no facto de não aplicaram cinco ou mais ferramentas técnicas.
2. Sundar et al. (2014), realça a importância da integração e implementação em simultâneo de vários elementos Lean, aplicados seguindo uma sequência correta.

A metodologia criada, é representada na figura 11 e tem por base a descrição de Melton (2005) do Pensamento Lean. Melton descreve o Pensamento Lean em cinco passos: 1) recolha de dados, 2) análise de dados, 3) proposta de mudança, 4) implementação da proposta e 5) Controlo de resultados.

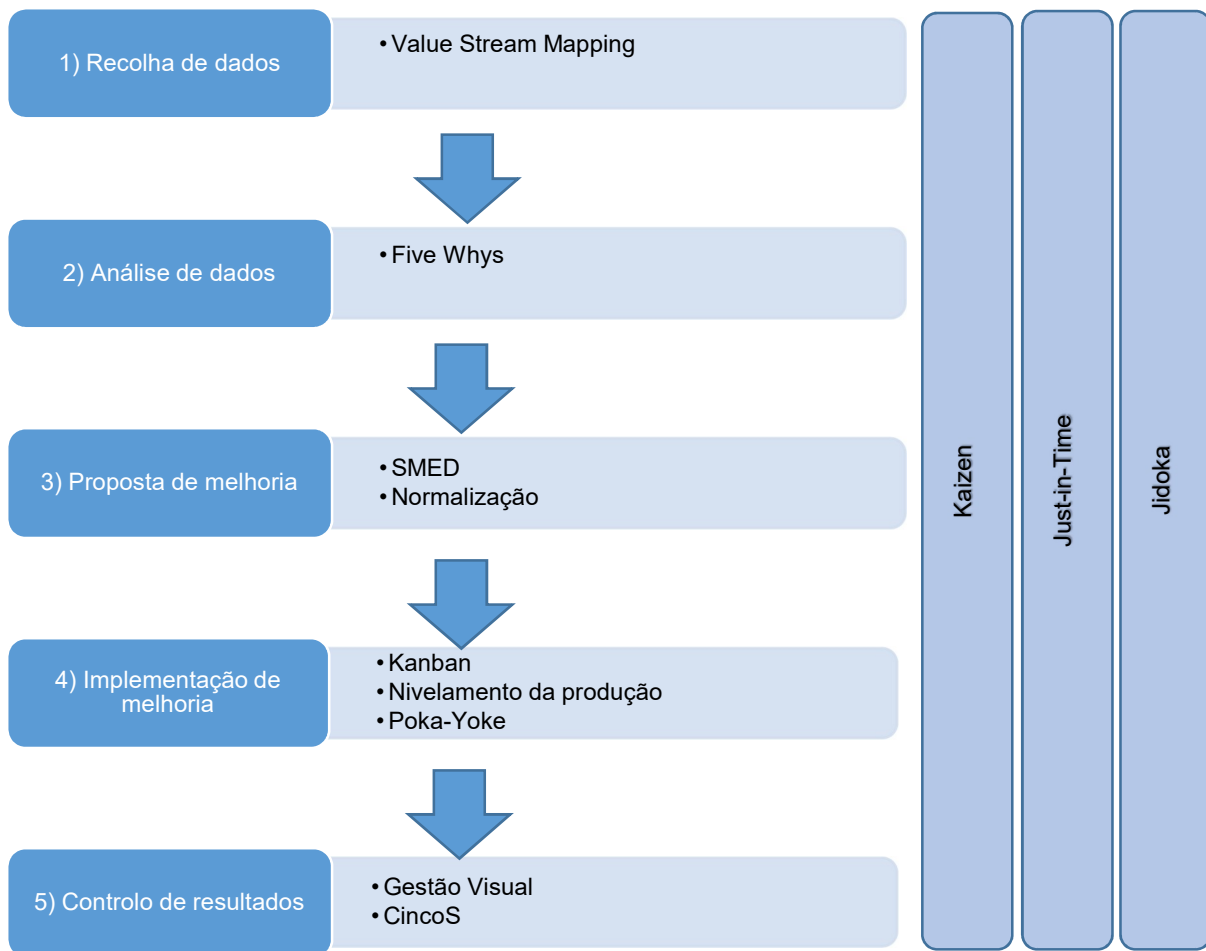


Figura 11 - Modelo de Implementação Lean

A 1) recolha de dados começa com a pesquisa e caracterização exaustiva dos processos que decorrem na cadeia de valor, para serem introduzidos e esquematizados num VSM. A partir do VSM é possível encontrar os desperdícios. Durante a análise de dados 2) os desperdícios são analisados podendo ser usado o método dos cinco porquês para serem encontradas as causas raiz. Na proposta de melhoria 3), tendo como ponto de partida os dois pontos anteriores, cria-se um plano de melhoria usando duas ferramentas, a normalização, para aumento da eficiência dos processos e manutenção das melhorias ao longo do tempo e o SMED, para tornar as operações de setup mais rápidas. Uma vez produzido o plano de melhoria, é necessário implementar, 4) neste ponto, ferramentas como o kanban, o nivelamento da produção e o poka-yoke são muito importantes para uma implementação eficaz das alterações, nos processos. Por fim, o controlo de resultados 5) apresenta o carácter progressivo e duradouro de uma implementação lean. O controlo de resultados e a resposta em conformidade com os mesmos, permitem criar um sistema de melhoria contínua. Para conseguir esta melhoria contínua podem ser usadas ferramentas como a gestão visual e a cincoS (a ferramenta 5S tem a particularidade de ser transversal a todos os pontos da metodologia, sendo colocada no ponto 5 devido ao seu quinto

S, representativo da disciplina). As três metodologias, Kaizen, Just-in-Time e Jidoka, são transversais e influenciam todas as fases do processo de implementação Lean.

É importante referir que as ferramentas que constam em cada uma das fases da metodologias não se cingem às mesmas, podendo ser usadas e ter influência noutras fases. A atribuição da ferramenta ao passo da metodologia foi baseada no passo em que a ferramenta tem mais influência e utilização.

Seguindo a metodologia apresentada pela figura 11, este capítulo é organizado da seguinte forma:

- Recolha de dados e análise detalhada do processo produtivo;
- Análise das causas raízes de problemas do processo produtivo;
- Propostas de melhoria e implementação integrada das mesmas;
- Trabalho futuro.

4.2- Situação Atual do Processo Produtivo

A recolha dos dados presentes neste capítulo advém de: reuniões com o responsável pela eficiência das operações e várias visitas ao gemba. Nessas reuniões e visitas foi possível recolher informação sobre:

- O layout do processo produtivo;
- Os constituintes humanos e não-humanos do processo produtivo;
- A interação entre os vários constituintes do processo;
- O fluxo de material e informação ao longo do processo produtivo;
- A quantificação de tempos e custos das várias atividades;
- Pontos com potencial de melhoria;

A figura 12 representa o Value Stream Mapping do processo produtivo:

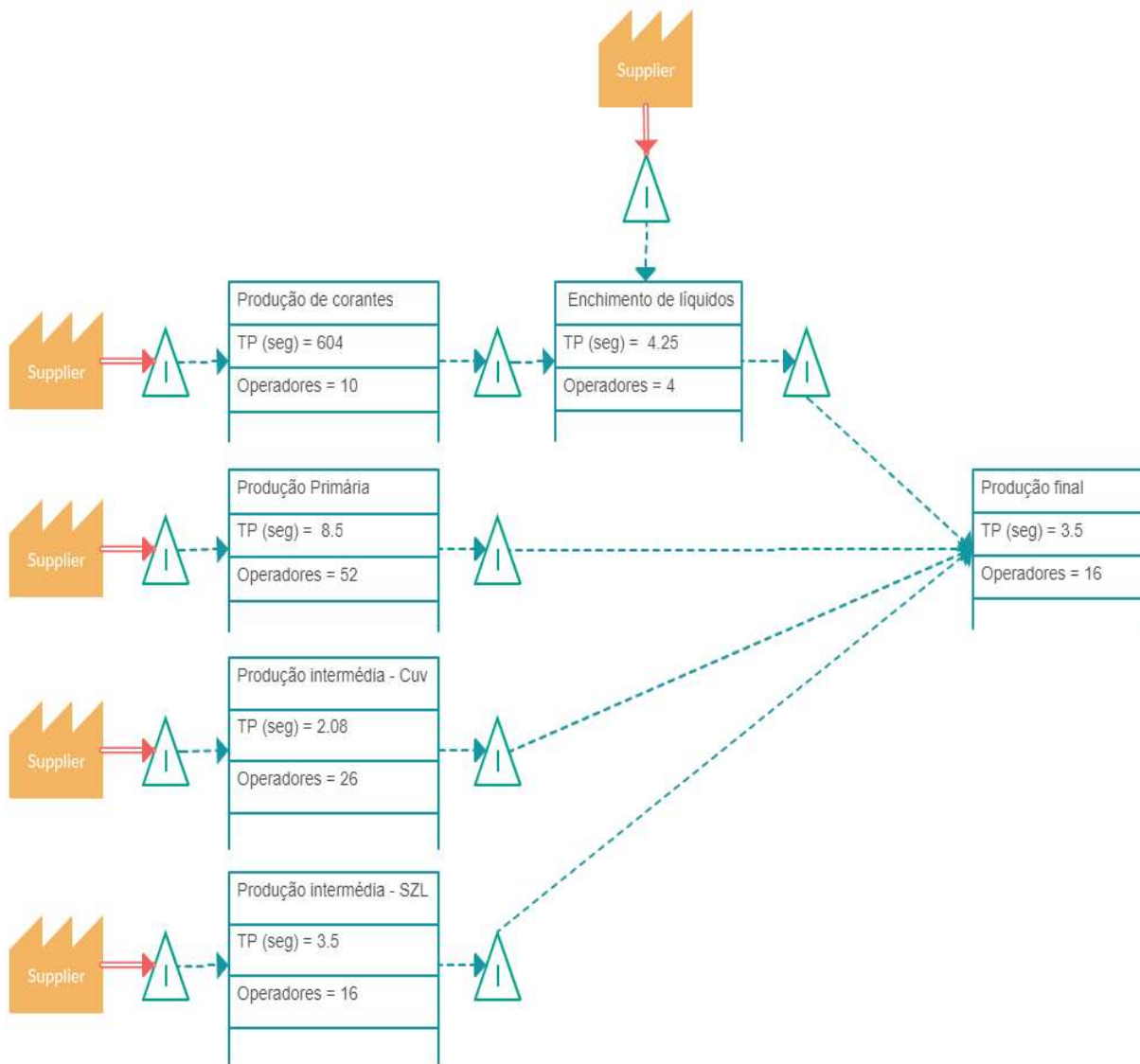


Figura 12 - VSM simplificado do processo produtivo (os triângulos representam inventário)

Este VSM simplificado permite visualizar todo o processo produtivo interligado, bem como os seus tempos de processamento e o número médio de trabalhador alocados a cada fase. É importante referir que nem todos os produtos fabricados na fábrica passam por todas as fases representadas no esquema. As possibilidades de combinações de fases, tendo em conta o tipo de produto são:

- Produto que contenha corantes alimentares, líquidos e reagentes passa por todas as fases;
- Produto que não contenha corantes alimentares, não carece da fase de produção de corantes;
- Produto sem líquidos na constituição do seu kit, não necessita tanto da fase de enchimento de líquidos como da produção de corantes;
- Produto sem reagentes não necessita da fase de produção primária;

- Outros produtos podem não necessitar de dois dos elementos ou até mesmo dos três (corantes alimentares, líquidos e reagentes).

Antes de se avançar na análise é importante expor algumas considerações iniciais:

- A análise que consta neste capítulo incide sobre o fabrico de produtos que contêm estes 3 elementos (corantes alimentares, líquidos e reagentes) por duas razões:
 - Parte considerável das vendas incide sobre estes produtos;
 - Uma vez que abrange todo o processo produtivo permite a criação de uma solução que possibilita uma mais fácil integração de processos para a obtenção de melhores resultados.
- Devido à imensa variabilidade dos materiais a serem produzidos e também devido ao facto de os tempos de processamento não terem grande desvio padrão entre os diferentes produtos, consideraram-se médias para a obtenção dos valores dos tempos de processamento;
- O mesmo sistema de média é utilizado para os custos de handling, sendo o valor a considerar de 0.06€ (seis cêntimos) por linha de produção, por operador e por minuto;
- Todas as fases produtivas apresentam dois operadores de controle de qualidade, um no início das fases, outro na conclusão.

O fluxo de materiais ao longo da cadeia produtiva começa com quatro processos que podem ocorrer em simultâneo: a produção de corantes, a produção primária, a produção intermédia de cuvets e a produção intermédia de sacos zip lock. O processo de enchimento de líquidos inicia-se de duas formas: ou 1) pelo enchimento de frascos com os corantes alimentares provenientes do processo de produção de corantes, ou 2) pelo enchimento de frascos com outros líquidos. Por fim, os materiais produzidos são juntos e o produto final fica assim completo na produção final.

Pela análise do VSM é possível concluir que o tempo de processamento de um produto que abarque todos os processos é: $\max(604;8.5;2.08;3.5)+4.25+3.5 = 611.75$ segundos.

4.2.1- Produção primária

Nesta etapa do processo os reagentes sólidos, previamente comprados a fornecedores, são colocados em recipientes apropriados e etiquetados. Normalmente os recipientes usados são sacos e frascos. A figura 13 ilustra os materiais que aqui são colocados em recipientes bem como o recipiente adequado para cada um deles.

Enchimento em frasco												
Designação	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3		Tipo 4		Tipo 5		Tipo 6	
	g	ml	g	ml	g	ml	g	ml	g	ml	g	ml
Bicarbonato de Sódio	10	5	15	8	20	10	30	15	50	25		
Ácido cítrico	10	10	15	15	20	20	30	30	18	18	5	5
Alúmen de Potássio	70	101	80	115	100	144	10	14	40	58		
Amido Miho	50	100	100	200	500	1000	25	50				
Cera de Abelha	2	3	5	8	10	17						
Gesso	20	26	40	52	60	78	70	91	100	130	120	156
Sulfato de Magnésio	20	14	25	18								
Corante batons laranja	3											
Corante batons Rosa	3		2									
Corante velas amarelo	3											
Corante velas azul												
Corante velas Rosa	3											
Cera de Carnaúba	2	3	5	8	10	19						
Alginato de Sódio	2	4	4	8								
Goma de Guar	4	6	6	9	10	15						
Sulfato de Cobre	15	15										
Sulfato de Amônio Ferroso	5	5										
Carbonato de Sódio	10	15	12	17								
Coalho microbiano	3	2	6g	4								
Pó de Ferro	3	1										
Pó de tornesol	1	1										
Ágar-ágar	2											
Ferrocianeto de Potássio	4	4										
Cloreto de Cálcio	5	5	9	11								
Sal marinho	12	13	30	33	50	55	100	110				
Pó de grafite	7											
Enchimento em saco												
Feijão Verde	7g											
Parafina	50g	85ml	100g	170	350g	595	400g	680				
Agrião	3g	4	5g	6								
Coentros	4g	10										
Relva	3g	9	6g	15								
Salsa	5g	8										
Gravilha	60g		120g									
Carvão ativado	10g		20g									
Areia	50g		100g									

Figura 13 - Lista de materiais acondicionados na produção primária e indicação do tipo de acondicionamento (fonte: Science4you)

Esta fase do processo produtivo ocorre numa sala que contém diversas mesas, bancadas e uma máquina de etiquetagem e embalagem em saco zip lock.

A figura número 14 traduz resumidamente o processo, dividindo-o em quatro partes: 1) abastecimento de trabalho, 2) colocação dos reagentes nos recipientes, 3) agrupamento dos recipientes em sacos zip lock e 4) etiquetagem.

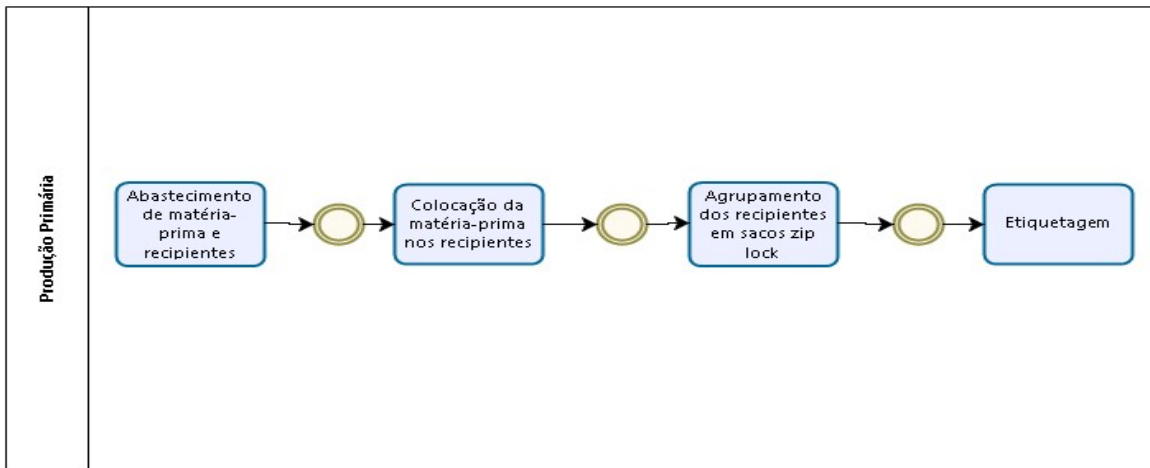


Figura 14 - Esquema representativo do processo de produção primária

- 1) O abastecimento ocorre pelo corredor representado a amarelo na figura 15 , sendo que os materiais passam do corredor amarelo para as mesas de produção através das “entradas de mesa”. Para a execução desta tarefa estão alocados dois trabalhadores.
- 2) Utilizando apenas duas ferramentas: funis e colheres de medidas, os operadores colocam os reagentes em frascos ou sacos. Existem doze mesas de produção, tendo cada uma delas quatro trabalhadores (exceto uma que tem apenas dois). Contas feitas, esta fase produtiva tem a operar 46 operadores.
- 3) e 4). O agrupamento e etiquetagem dos recipientes já com conteúdo é executado por máquina operada por quatro trabalhadores.



Figura 15 - Representação da fase de produção primária (fonte: Science4you)

Na figura 15 é também possível perceber que as matérias primas vêm em caixas que são colocadas ao lado do trabalhador, na mesa de produção. É também possível reparar que algum stock de matéria-prima, bem como caixas de tamanho mais reduzidos são mantidos na sala da produção primária, para garantir mais flexibilidade e rapidez ao processo de transporte dos materiais para dentro e fora do processo.

É importante referir que os recipientes com os reagentes, tanto podem ir diretamente para a produção final, como podem ser encaixotados e colocados em stock durante algum tempo.

4.2.2 -Produção de corantes

Nesta fase do processo produtivo são produzidos corantes alimentares a partir de matérias-primas previamente compradas a fornecedor. A produção de corantes é executada num laboratório situado no interior da fábrica e que conta com a colaboração de em média catorze operadores. Este valor pode oscilar de acordo com a procura.

A figura 16 demonstra aquele que é o processo de produção de corantes e que se divide em três fases:

- Processamento pré processo químico onde a matéria-prima é preparada para o processo químico;
- O processo químico que ocorre em meio adequado e não tem intervenção humana direta;
- O processamento pós processo químico que prepara os corantes para poderem ser colocados em frascos na próxima fase do processo, o enchimento de líquidos.

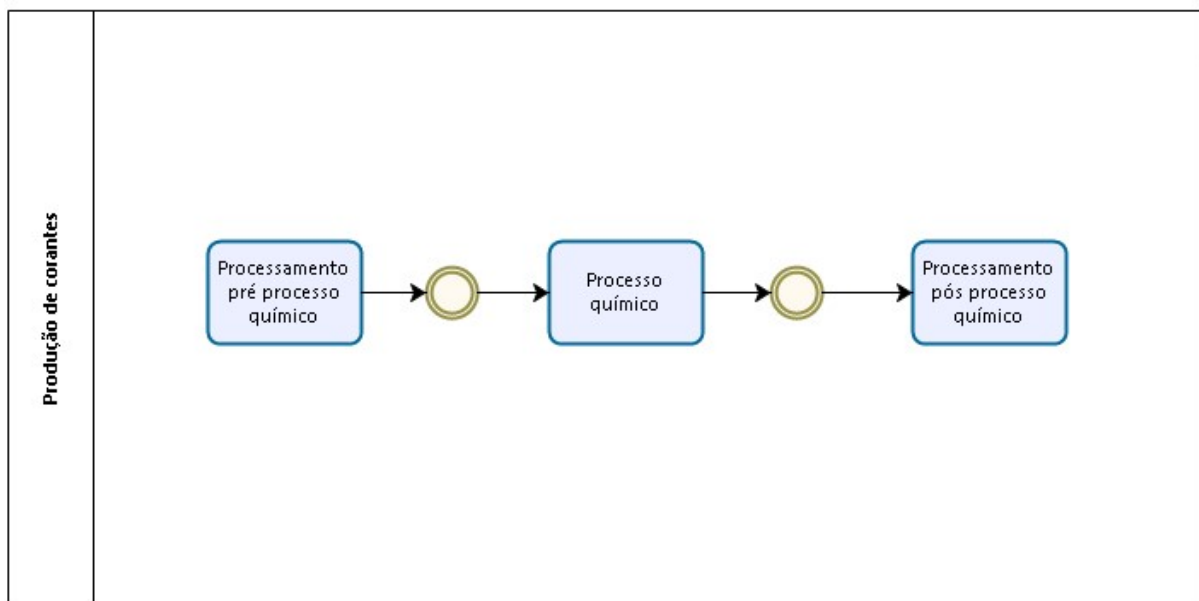


Figura 16 – Esquema representativo do processo de produção de corantes

4.2.3- Enchimento de líquidos

Nesta fase da produção, os líquidos são devidamente colocados em frascos e etiquetados em laboratório apropriado. A figura 17 enumera os líquidos que são colocados em frascos, bem como as suas volumetrias.

Enchimento de Líquidos (em frasco)										
Glicerina (80%)		5ml	10ml	20ml						
Fragrância de Baunilha		3ml	5ml							
Fragrância de Limão		5ml								
Fragrância de Maça		3ml	5ml							
Fragrância de Pêsego		5ml								
Fragrância de Morango		3ml	5ml							
Fragrância de ananás		3ml	5ml							
Fragrância de Tangerina		3ml	5ml							
Fragrância baby calm		3ml	5ml							
Base de espuma		3ml	5ml	15ml						
Base de limpeza		10ml	20ml	40ml	100ml					
Base espessante		5ml	10ml	25ml	80ml					
Base condicionadora		10ml								
Corantes cosméticos		3ml	5ml	10ml						
Corantes alimentares		3ml	5ml	10ml						
Base suavizante		5ml	10ml	30ml						
Silicato de Sódio		35ml								
Óleo de Rícínio		10ml	25ml	70ml						
frasco âmbar - Tintura de Iodo		5ml								
Trietanolamina		5ml								
Permanganato de Potássio		15ml								
Iodeto de Potássio		10ml								
Azul de Metileno		10ml								

Figura 17 - Listagem dos líquidos que são processados na fase de enchimento de líquidos (fonte: Science4you)

A figura 18 ilustra o processo de enchimento de líquidos:

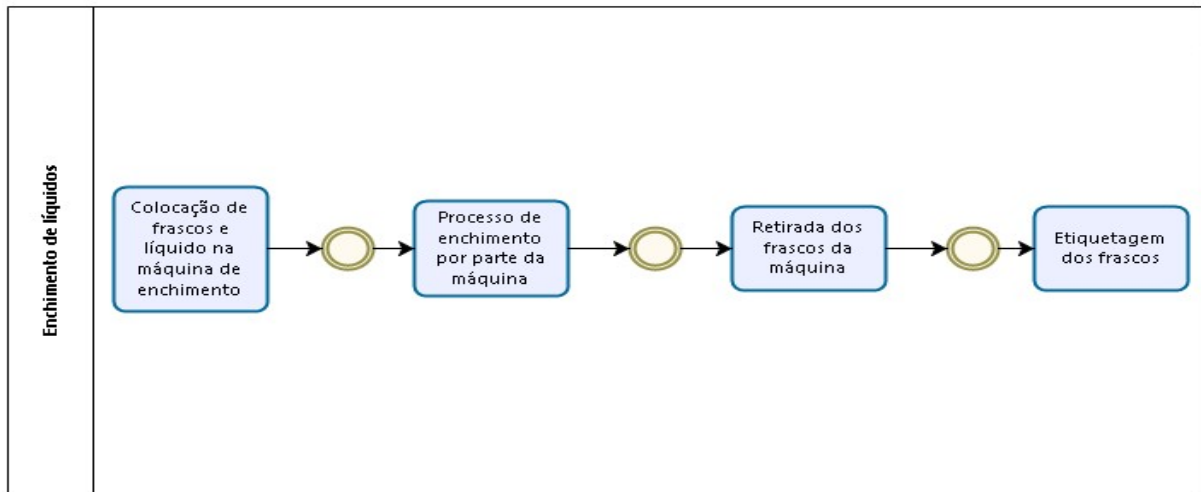


Figura 18 - Esquema representativo do processo de enchimento de líquidos

O processo é dividido em quatro fases:

- Colocação dos frascos na máquina de enchimento. Existem duas máquinas de enchimento e uma zona em que se mantem algum stock de frascos para agilizar o processo. Tanto a zona das máquinas como a dos frascos se encontram expostas na figura 19;
- Processo de enchimento executado pela máquina, sendo necessário para operar a mesma, um trabalhador. As máquinas podem funcionar em simultâneo, sendo necessário um trabalhador por máquina.
- Retirada dos frascos da máquina, executada por um trabalhador (não é o mesmo trabalhador que executa a tarefa anterior, sendo necessários dois trabalhadores por máquina de enchimento);
- Etiquetagem dos frascos.

A figura 19 permite visualizar o layout da zona onde esta fase produtiva se processa:

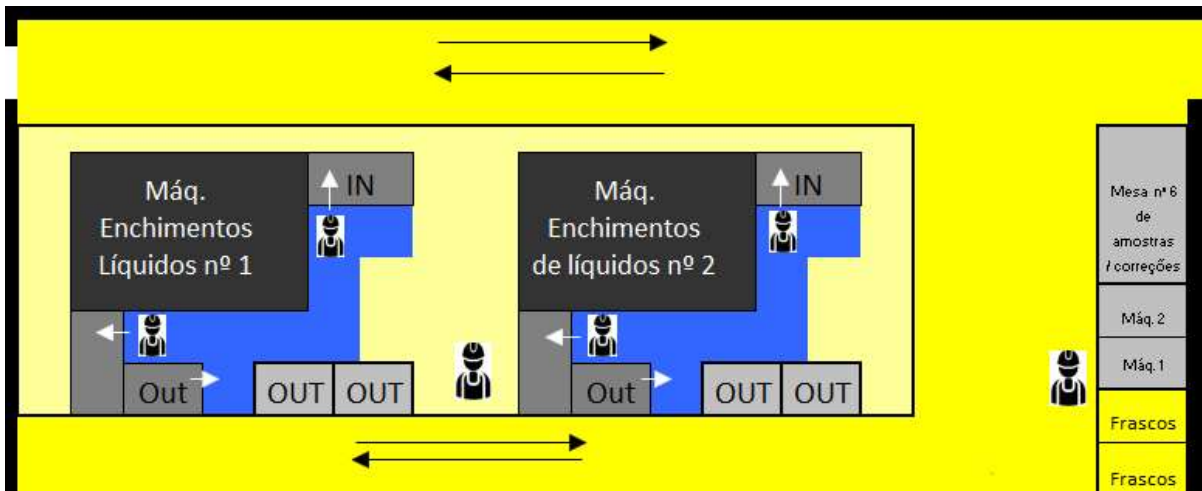


Figura 19 - Representação do layout da zona de enchimento de frascos (fonte: Science4you)

É importante referir que os frascos tanto podem ir diretamente para a produção final, como podem ser encaixotados e colocados em stock durante algum tempo.

4.2.4- Produção intermédia

Nesta fase do processo produtivo são agrupados todos os materiais sólidos não reagentes que pertencem aos kits. Estes materiais, encomendados a fornecedores são enumerados na figura 20:

Palhinha	Frasco de 15ml
Tampas de copo de plástico 25ml	Funil
Frasco de 120ml	Tubo de ensaio de plástico
Frasco de 30ml	Espátula de madeira
Frasco de 60ml	Vareta de madeira
Tampa para caixa de 200ml	Caixa de Petri
Berlinde	Tampa child proof vermelha
Tampa de plástico p/tubos de ensaio	Tubo transparente 30cm
Saco zip lock (4x6)	Espátula de plástico
Saco zip lock (7x10)	Caixa de plástico 200ml
Saco zip lock (12x18cm)	Pipeta de Pasteur
Saco zip lock (16x22cm)	Seringa (20ml)
Cuvete interior 285x182x45mm)	Copo de plástico pequeno c/medida
Cuvete interior 196x165x45mm)	Copo de plástico grande 100ml
Luvas latex (Tamanho S)	Balões
Fita de cetim (30cm)	Clips
Saco plástico grande (25x35cm)	Plasticina verde (10g)
Conteúdo pavio 25cm	Plasticina laranja (10g)
Conteúdo pavio 50cm	Plasticina azul (10g)
Conteúdo pavio 100cm	Plasticina vermelha (10g)

Figura 20 - Listagem de conteúdos operados na produção intermédia (fonte: Science4you)

Os materiais listados na figura 20 são colocados em: 1) cuvetes ou 2) sacos zip lock. A colocação dos materiais ocorre em dois tapetes rolantes, um para 1) e outro para 2). A figura 21 expõe estes dois processos da produção intermédia que podem ocorrer em simultâneo:

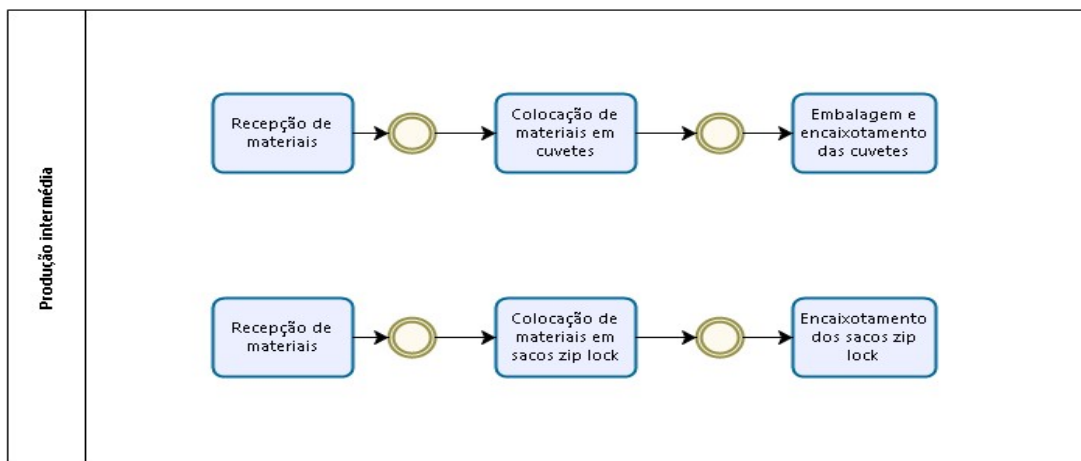


Figura 21 - Esquema representativo do processo de produção intermédia

Os dois processos são idênticos, apenas diferem no objeto de acondicionamento, na linha usada e na forma de serem armazenados. O processo divide-se em três partes e o mesmo é descrito com auxílio da figura 22 onde as várias zonas relevantes desta fase são identificadas por números:

- Receção dos materiais e:
 - Colocação das cuvetes na linha identificada como 10 (tapete de produção de cuvetes);
 - Colocação dos sacos zip lock na linha identificada como 12 (tapete de produção de sacos zip lock).
- Colocação dos materiais em cuvetes ou sacos zip lock, consoante a linha. Esta tarefa é executada por 22 trabalhadores na linha 10 e 16 trabalhadores na linha 12;
- Embalagem e(ou) encaixotamento (estas atividades são executadas por quatro operadores):
 - As cuvetes são embaladas por máquina plastificadora em 24 e encaixotamento em 25.
 - Os sacos zip lock são encaixotados à saída da sua linha (12). Os sacos zip lock não são embalados.

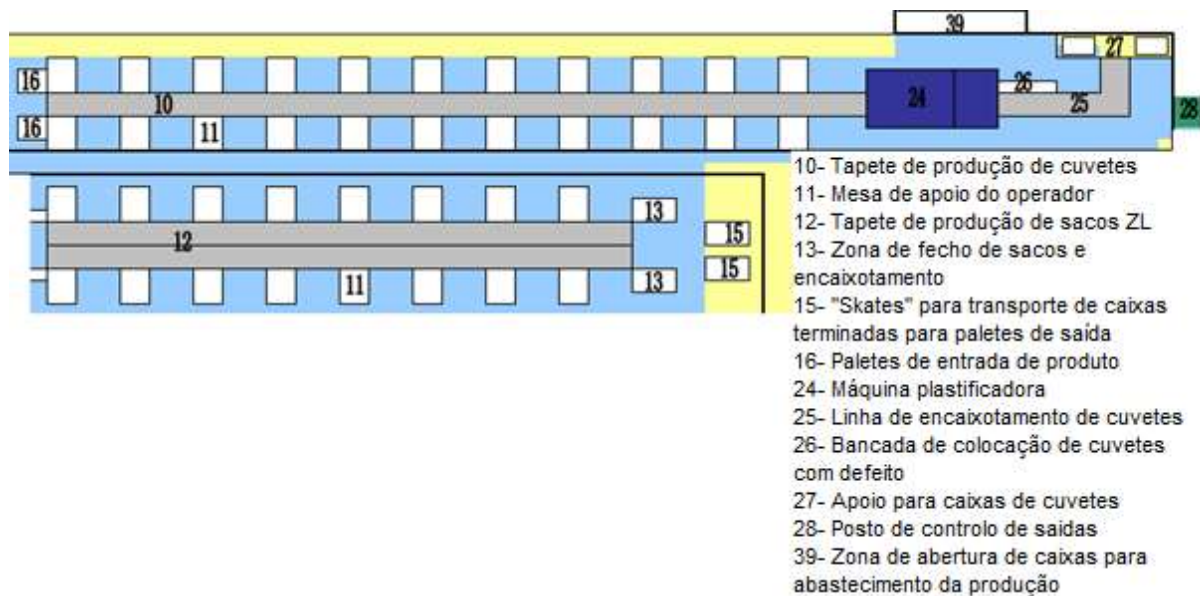


Figura 22 - Representação do layout da fase de produção intermédia (fonte: Science4you)

É importante referir que as caixas tanto podem ir diretamente para a produção final, como permanecer em stock durante algum tempo.

4.2.5- Produção final

Nesta fase do processo produtivo todos os elementos do kit provenientes de todas as outras fases do processo de produção (bem como artigos, como o manual de instruções, que são obtidos através de fornecedores), são agrupados na caixa final de venda. Este processo ocorre em duas linhas independentes, o que permite a produção final de dois kits diferentes em simultâneo.

Na figura 23 é possível visualizar o processo de produção final:

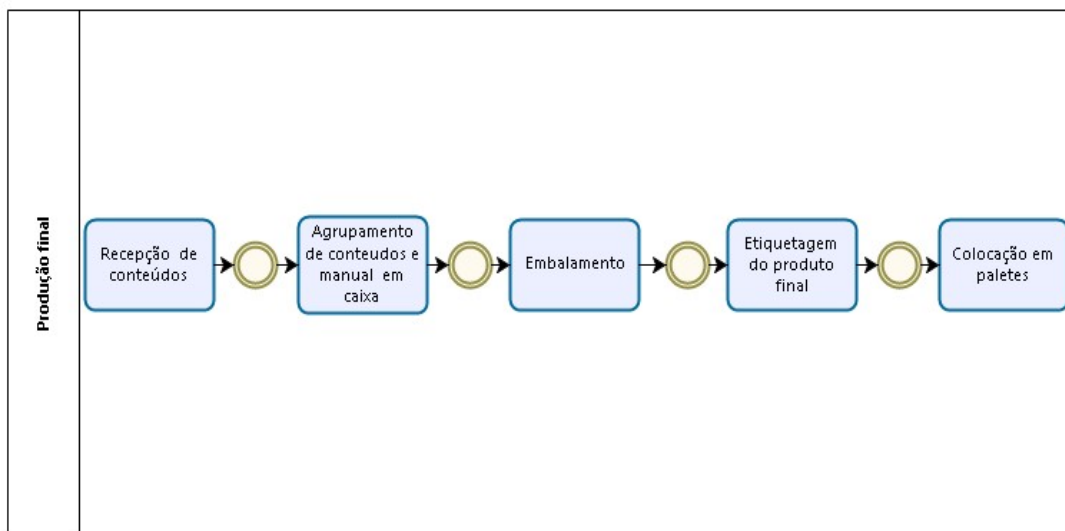


Figura 23 - Esquema representativo do processo da produção final

O processo pode ser descrito sequencialmente por (a figura 24 ilustra toda a fase de produção final e permite uma melhor compreensão do processo):

- Recepção de conteúdos na zona “IN” representada na figura;
- Agrupamento dos vários elementos do kit em caixa apropriada para posterior venda – Esta tarefa tem lugar nos tapetes rolantes PF01 e PF02;
- Embalagem – O embalamento é feito com o auxílio das máquinas de embalagem PF01 e PF02;
- Controlo de qualidade final representado a roxo na figura;
- Etiquetagem e encaixotamento – são executadas por máquina etiquetadora e pela máquina CX’s, responsável pelo encaixotamento;
- Colocação em paletes – As várias caixas já etiquetadas e enbaladas são colocadas em paletes para serem armazenadas ou expedidas.

Neste processo operam em média 16 pessoas, variando de acordo com a procura.

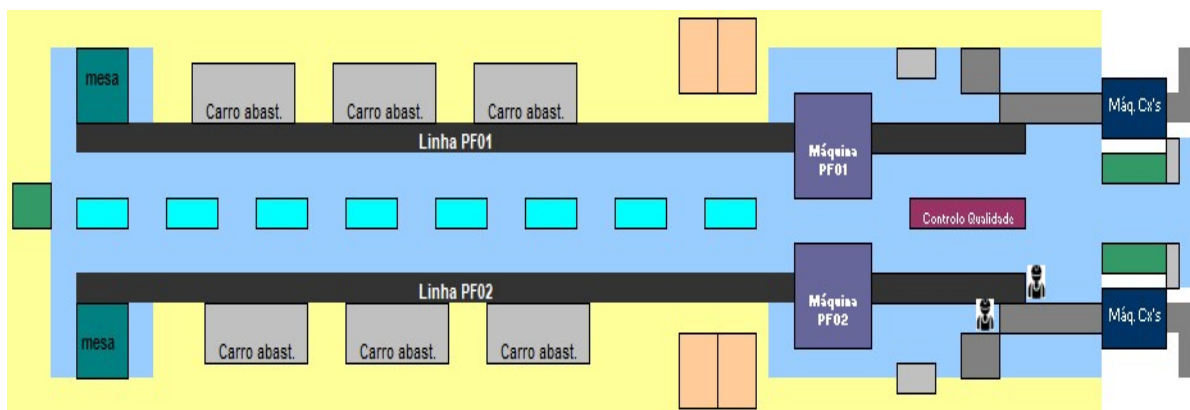


Figura 24 - Layout da produção final (fonte: Science4you)

4.3- Oportunidades de Melhoria: Problemas e suas Causas

Durante a análise da situação atual do processo produtivo, destacaram-se alguns potenciais problemas. Esses potenciais problemas listam-se:

- 1) Tempo de processamento total da matéria-prima até ao produto final, algo elevado para a indústria onde a fábrica se insere (611.75 segundos);
- 2) Alguma desorganização na arrumação e acumulação de produtos que estão em espera para entrar nas fases produtivas;
- 3) Muito tempo perdido em setups na produção primária (elevada quantidade de setups).

Aplica-se o método dos cinco porquês de forma a encontrar a causa raiz destes problemas. A figura 25 mostra a sua aplicação:

Problema	Porquê	Porquê	Porquê
1) Tempo de processamento elevado	Tempo de processamento da produção de corantes elevado	Processo químico assim o obriga	
2) Desorganização de inventários de MP e PVF	Bastante incerteza nos lotes a produzir bem como alguma desorganização na sua definição (muitas alterações de última hora)	Tratamento pouco metódico dos inventários de pré-produção	Zonas de inventário de pré-produção mal definidas e pouca organização na arrumação e picking para produção.
3) Tempos de setup elevados	Elevada diversidade dos produtos a serem fabricados e alguma dificuldade de circulação pela sala de produção primária	Layout de circulação de pessoas estreito e alguma desorganização na disposição do mobiliário	

Figura 25 - Aplicação do método dos cinco porquês

O problema 1) tempo de processamento elevado – apresenta uma causa raiz natural, alheia à eficiência do processo produtivo, como tal, a melhoria possível não vai passar por diminuir o tempo de processamento, mas sim por priorizar a sua produção.

O problema 2) desorganização de inventários de MP e PVF – apresenta uma causa raiz que define bem o ponto de partida da melhoria. É explorado no capítulo 4.

O problema 3) tempos de setup elevados – apresenta uma causa raiz que define também, da melhor forma, o ponto de partida da melhoria. É explorado no capítulo 4.

4.4- Propostas de Melhoria

Tendo em conta o grande objetivo da dissertação, o aumento da eficiência e flexibilidade do processo produtivo, é apresentado um conjunto de propostas que visam a melhoria desejada do processo. As propostas criadas têm por base as metodologias e ferramentas Lean, tendo como ponto de partida a análise do processo produtivo, bem como as causas raízes (de problemas) já encontradas: “Zonas de inventário de pré-produção mal definidas e pouca organização na arrumação e picking para produção” e “Layout de circulação de pessoas estreito e alguma desorganização na disposição do mobiliário”.

4.4.1- Envolvimento de toda a equipa no processo de melhoria

Os recursos humanos são sem dúvida o ativo mais valioso de uma empresa, como tal, é importante valoriza-lo e tê-lo em conta. São necessárias apresentações de Kaizen aos trabalhadores da empresa, de forma a inteira-los e integra-los no processo de melhoria. Além desta pequena formação, o trabalhador deve ser fomentado a participar no processo de melhoria, pois é ele que apresenta o Know-How e que muito pode contribuir para a melhoria da eficiência das atividades que o mesmo executa. Os trabalhadores sentirão que têm um papel mais ativo e decisivo na empresa, sendo também bastante motivante e satisfatório ter cota parte na melhoria do processo em que eles mesmo participam. Pode ser importante a recompensa aos trabalhadores que mais se empenharem no processo de melhoria contínua de forma a fomentar a participação de todo o grupo de trabalho.

4.4.2- Normalização e gestão visual

A normalização e a gestão visual são dois mecanismos essenciais nesta proposta de melhoria, pois permitem não só a melhoria a curto prazo, com a redução de desperdícios, mas sobretudo possibilitam o alargamento do horizonte temporal, através da melhoria contínua.

Propõe-se a criação de modos de operação esquematizados para cada tarefa de forma a cada processo poder ser replicado passo por passo, vezes sem conta sempre com os níveis de eficiência desejados. Esses modos de operação devem ser disponibilizados por escrito aos trabalhadores, tendo em conta a fase do processo em que participam. É importante reiterar a ideia já referida no capítulo 5.2 de que o envolvimento de toda a equipa é essencial para a criação de bons modos de operação.

A gestão visual permite um conhecimento e acompanhamento dos processos, por parte do trabalhador. Este conhecimento e acompanhamento é sem dúvida muito facilitado pela gestão visual, que além de fazer esta ponte com a normalização, expondo de forma intuitiva os seus passos chave, permite também:

- Delimitação clara das zonas de stock, pessoal e máquinas (empilhadoras, etc).
- Informações de segurança e boas práticas profissionais.
- Informações sobre os objetivos em cada processo, com comparação do estado atual, com o estado futuro esperado.

Esta aplicação da gestão visual, não só permite o aumento de eficiência dos trabalhadores, como facilita a aprendizagem dos colaboradores recém-chegados, sendo este um ponto de grande relevância numa empresa em tão considerável crescimento.

4.4.3- Aplicação de kanban à produção primária, produção intermédia e produção final

O kanban é implementado à produção primária, produção intermédia e produção final pois apresentam grandes necessidades em termos de organização de inventários de pré-produção e de lotes. Esta ferramenta permite aumentar o conhecimento sobre o sistema, a sua organização, eficiência e flexibilidade. Apresentam-se também como uma ótima base para a aplicação das outras propostas para a produção primária, produção intermédia e produção final, constantes nos capítulos que se seguem.

4.4.4- Melhor organização dos IMP e IPVF

Ao longo do processo produtivo existem vários elementos em IPVF. Quando um lote vai ser produzido em breve, é colocado em zonas específicas e apropriadas perto das zonas onde irão ser processadas. O que acontece muitas das vezes, é que devido à grande diversidade de lotes a serem produzidos, a zona de armazenamento pré-produção acaba por se tornar um sitio bastante desorganizado, não só pela quantidade de produtos, como sobretudo pela mistura que por vezes acontece de diferentes lotes. Isto cria bastantes problemas que são listados:

- Congestionamento para circulação humana, que aumenta os tempos de produção e consequentemente diminui a eficiência;
- Dificuldades para colocar, quando necessário, novos inventários nessas zonas devido à falta de espaço e desorganização;
- Aumento dos tempos de setup pois os trabalhadores acabam por perder bastante tempo a encontrar os lotes pretendidos.

A figura 26 mostra com círculos vermelhos as zonas de acumulação e desorganização do inventário pré-produção na fase da produção intermédia:

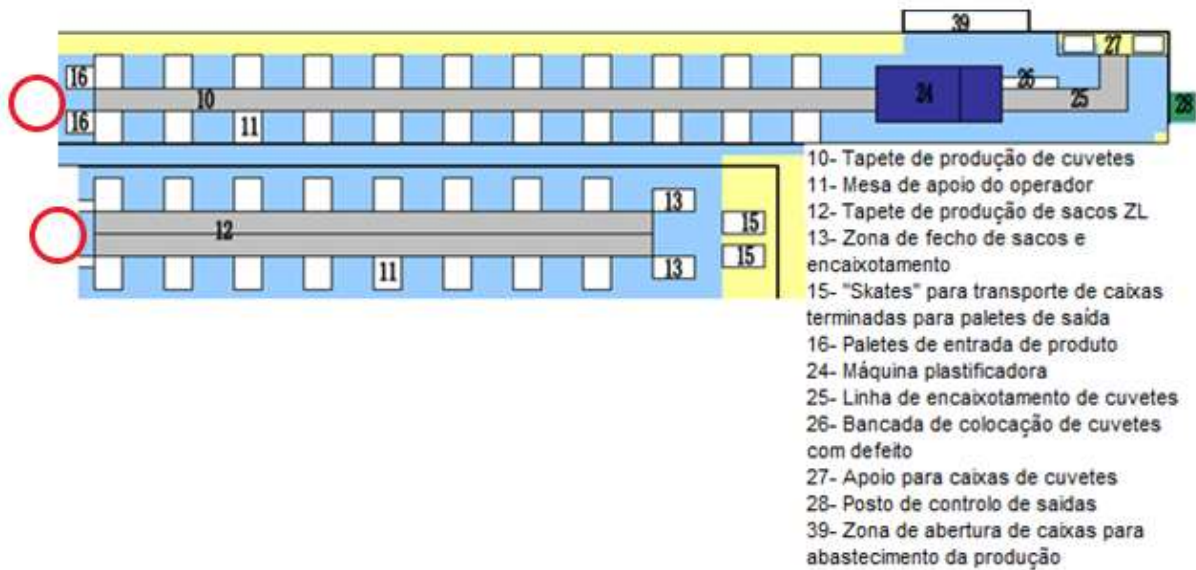


Figura 26 - Representação das zonas de acumulação de stock na produção intermédia

Por sua vez, a figura 27 mostra com círculos vermelhos as zonas de acumulação e desorganização de inventário pré-produção na produção final.

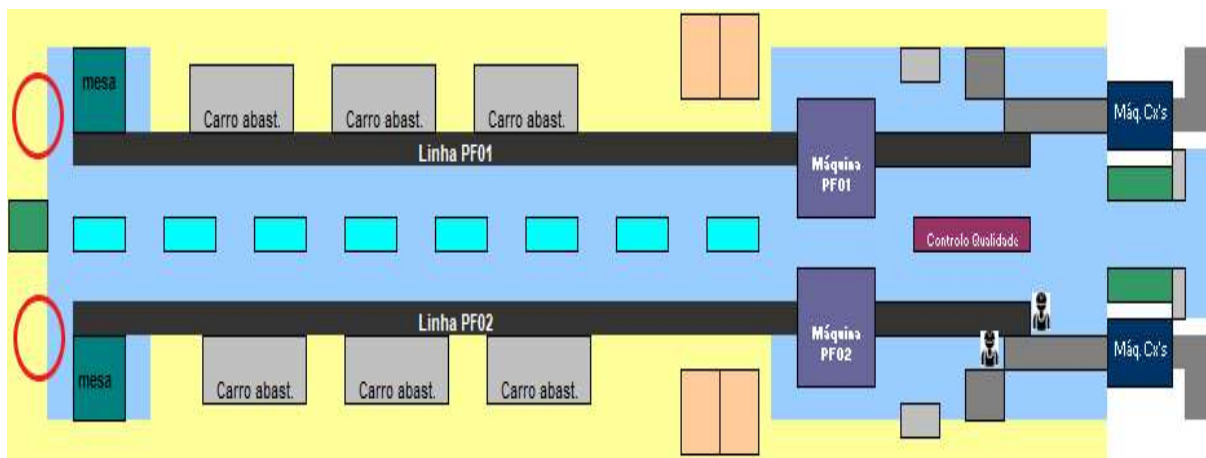


Figura 27 - Representação das zonas de acumulação de stock na produção final

A proposta de melhoria aqui assenta em duas ferramentas que são aplicadas neste caso específico (em contraste por exemplo com a aplicação de gestão visual, proposta no capítulo 5.3, que é indicado para todo o processo produtivo), a gestão visual e o kanban:

- A colocação de identificações e delimitações claras de zonas de inventário pré-produção no chão da fábrica:
 - Evita erros de arrumação do inventário. Melhorando a circulação naquela zona.

- Divisão dessa zona em cinco partes de forma a vários lotes poderem ser acomodados separada e organizadamente:
 - Permite aumentar flexibilidade, que é conceito chave para a produção de elevada variabilidade e instabilidade;
 - Permite diminuir os tempos de setup pois será mais fácil para o trabalhador encontrar o lote correto, sempre que necessário.
- Implementação de kanban:
 - Já referido no capítulo 4.4.3.

4.4.5- Escolha eficiente dos lotes produtivos

De forma a aumentar a eficiência do processo produtivo é essencial ter em conta os tempos de produção e diminuí-los. Em várias fases do processo (etiquetagem de frascos, produção intermédia de cuvetes e etiquetagem de sacos) os tempos de processamento unitários são minimizados para tamanhos de lotes superiores a um determinado valor. Isto vai um pouco contra aquilo que é a metodologia Just-in-Time, no entanto, como os tamanhos de lote que minimizam os tempos de processamento unitários são reduzidos, relativamente ao tamanho médio das ordens, faz todo o sentido aplicar esta medida

A tabela 2 ilustra o tempo de processamento da tarefa de etiquetagem de frascos, que se insere na fase de enchimento de frascos. A tabela permite perceber a relação entre os tamanhos dos lotes e o seu tempo de processamento unitário. É possível verificar que o tempo de processamento por unidade é mínimo a partir de lotes de 150 unidades. A partir desse tamanho de lote, o tempo de processamento unitário passa de 0.6 segundos para 0.5 segundos, conferindo uma melhoria de cerca de 16% no tempo de processamento unitário.

Tabela 2 - Tempos de processamento por lotes na etiquetagem de frascos (fonte: Science4you)

Objetivos PI32 (etiquetadora frascos)			
Unidades	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo/unidade (seg)
50	0,50	30	0,60
100	1,00	60	0,60
150	1,25	75	0,50
200	1,67	100	0,50

A tabela 3 ilustra o tempo de processamento da colocação de conteúdo em cuvetes na fase da produção intermédia. A tabela 3 permite perceber a relação entre os tamanhos dos lotes e o seu tempo de processamento unitário. Neste caso a tabela revela também a possibilidade de redução do tempo de processamento, sendo este ainda mais acentuado que o anterior. Por exemplo, a alteração de

tempo/unidade de um lote de 50 unidades para um lote de 100 é de cerca de 75%. No entanto, ainda é possível aumentar mais a eficiência, produzindo lotes de pelo menos 350 unidades, conseguindo atingir a marca dos 1.58 segundos por unidade.

Tabela 3 - Tempos de processamento por lotes na produção intermédia de cuvetes (fonte: Science4you)

Objetivos PI30 (cuvetes)			
Unidades	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo/unidade (seg)
50	2,00	120	2,40
100	3,00	180	1,80
150	4,00	240	1,60
200	5,00	300	1,50
250	7,00	420	1,68
300	8,00	480	1,60
350	9,21	553	1,58
400	10,53	632	1,58

A tabela 4 ilustra o tempo de processamento da tarefa de etiquetagem de sacos zip lock, que ocorre na produção primária. A tabela permite perceber a relação entre os tamanhos dos lotes e o seu tempo de processamento unitário. Os lotes de 100 ou mais unidades permitem reduzir o tempo de processamento unitário de 0.6 segundos (referente a um lote de 50 unidades) para 0.5 segundos.

Tabela 4 - Tempos de processamento por lotes na etiquetagem de sacos (fonte: Science4you)

Objetivos PI14 (etiquetadora de sacos)			
Unidades	Tempo (min)	Tempo (seg)	Tempo/unidade (seg)
50	0,50	30	0,60
100	0,83	50	0,50
150	1,25	75	0,50

As mais valias para a empresa são quantificadas na tabela 5:

Tabela 5 - Diferenças de produção anual usando lotes ótimos ou não ótimos

Tempos de processamento (seg)						
Lotes não otimizados		Lotes otimizados				
Segundos	Minutos	Segundos	Minutos			
0,6	0,01	0,5	0,0083333	Etiquetagem de sacos e frascos		
2,4	0,04	1,58	0,0263333	Produção intermédia - Cuvetes		
Capacidade de produção anual						
Lotes não otimizados		Lotes otimizados		Diferença		
12672000		15206400		2'534'400		
3168000		4812151,9		1'644'152		
Trabalho diário (h)				8		
Minutos de trabalho por ano				126720		

Na tabela 5, são comparadas as quantidades que se podem produzir (capacidade de produção anual) usando ou não os lotes ótimos. Nos processos de etiquetagem de frascos e sacos a variação do tempo de processamento unitário com tamanho do lote é de 0.6s para 0.5s, sendo que esta variação permite um aumento da capacidade de produção em 2'534'400, mais de dois milhões e meio de unidades. Já no processo de produção intermédia de cuvetes a variação de 2.4s para 1.58s permite um aumento da capacidade anual de produção de 1'644'152, mais de um milhão e meio de unidades.

4.4.6- Melhoria na gestão da produção de corantes

Os tempos de processamento da produção de corantes rondam os 604 segundos, muito acima de todos os outros tempos de processamento praticados na fábrica. Este tempo de processamento representa 98.7% do tempo de processamento total do processo produtivo. Como tal, é importante mitigar o efeito que este facto tem no tempo total de produção do produto final. A produção de corante não ocorre 24/7, existindo fases em que a produção não está a decorrer. Devido a isto é importante garantir que a produção começa assim que necessário e mal-acabe receba logo andamento para a próxima fase do processo. A alocação rotativa de trabalhadores para a produção de corantes (enquanto não é necessário devem realizar outras tarefas menos prioritárias cuja execução possa ser parada) permitirá essa priorização. É importante também a criação de andons nas várias partes da fábrica, de forma a alertarem os trabalhadores alocados, sempre que seja necessário iniciar a produção de corantes.

Esta medida não consegue obviamente ir ao encontro da raiz do problema pela sua natureza de variável não controlável, no entanto, permite mitigar de forma bastante eficaz o problema. Embora o tempo de processamento se mantenha inalterado, o tempo total de produção diminuirá, diminuindo assim o lead time e consequentemente aumentando o nível de serviço para o cliente.

4.4.7- Redução de tempos de setup na produção primária

Na produção primária ocorre o enchimento dos recipientes com reagentes. São executados enchimentos de vários reagentes diferentes em simultâneo e o enchimento é feito por lotes. Esta variabilidade faz com que diferentes materiais entrem e saiam desta fase produtiva com bastante regularidade. Devido a estas características os setups são muito frequentes, como tal, é imperativo reduzir o tempo gasto em operações de setup. Para o conseguir será aplicado SMED. Analisando a exposição da ferramenta SMED no capítulo 3.5.7, o ponto de possível melhoria em termos de setup é:

- Manuseio
 - Garantir bons acessos.

A qualidade dos acessos está essencialmente colocada em causa por dois aspetos:

1. O interior da sala de produção primária tem um layout de caminhos muito estreitos devido à grande quantidade de prateleiras e compartimentos que em grande maioria contêm IPVF e matéria-prima;
2. O corredor de entrada e saída de mercadorias tem demasiada circulação de pessoas e por vezes até acumulação de IPVF. A figura 28 mostra a verde, azul e vermelha três exemplos de movimentos que ocorrem. O verde no sentido de saída e as outras duas rotas no sentido da entrada.

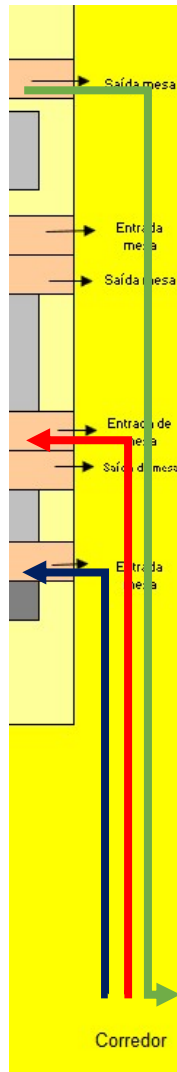


Figura 28 - Layout dos acessos à zona de produção primária (fonte: Science4you)

Para resolver esta situação há três propostas que se complementam:

1. Utilização de gestão visual para definir parte do corredor como apenas para entrada e saída de mercadorias da produção primária e dividir as rotas de entrada e saída, para não existir circulação em sentidos opostos na mesma rota;
2. Alteração de layout com utilização mais eficiente da altura, as parteleiras são baixas, muitas vezes inferiores a 1.3m;
3. Implementação de kanban de forma a organizar melhor a entrada e saída de IPVF e MP e assim permitir diminuir os níveis de MP na zona de produção primária (a aplicação de kanban nesta fase produtiva já é referida no capítulo 4.4.3).

Estas três medidas permitem melhorar a capacidade de movimentos no interior e no acesso à zona de produção primária, contribuindo para:

1. Diminuição dos tempos de setup;
2. Aumento da satisfação e produtividade dos trabalhadores.

4.5- Implementação e Controlo de Resultados

A implementação deve começar com uma comunicação e esclarecimento a todos os trabalhadores, sobre o plano de melhoria a ser implementado.

O plano de melhoria é composto por oito propostas: envolvimento de todos os intervenientes, normalização dos processos, aplicação de gestão visual, aplicação de kanban (à produção primária, produção intermédia e produção final), melhoria da organização dos IMP e IPVF, escolha eficiente de tamanho de lotes, melhoria na gestão da produção de corantes, e redução de tempos de setup na produção primária.

A abordagem da implementação é do geral para o particular. Em primeira instância a normalização e gestão visual devem ser aplicadas a todo o processo sempre com acompanhamento e auxílio dos trabalhadores que intervêm nas tarefas. Estas duas ferramentas criam uma base mais sustentável para a implementação das outras ferramentas. Em seguida deve ser aplicado o kanban à produção primária, intermédia e final de forma a tornar essas fases produtivas mais organizadas e a receberem melhor as outras propostas. Finalmente as outras propostas podem ser aplicadas. A ordem de implementação das últimas não é importante pois não apresentam precedências, podendo e devendo ser implementadas em simultâneo, de forma a agilizar a sua aplicação.

Finalizada a implementação é fundamental controlar os resultados e procurar sempre a melhoria contínua. Neste ponto, a aplicação da ferramenta 5S revela-se de extrema importância.

4.6- Conclusão do Capítulo

A solução encontrada apresenta-se como resultado de uma análise dos dados e objetivos referentes ao processo de produção. São apresentadas soluções individuais para cada um dos problemas: envolvimento de toda a equipa no processo de melhoria, normalização e aplicação de gestão visual, aplicação de kanban (à produção primária, intermédia e final), melhor organização dos IMP e IPVF, escolha eficiente dos lotes produtivos, melhoria da gestão da produção de corantes e finalmente, redução dos tempos de setup na produção primária. No entanto, apesar do carácter individual de cada uma das melhorias propostas o que se pretende é criação de uma solução una, que integre todas as propostas apresentadas e que se encontre embebida naquilo que é a Cultura Lean de melhoria contínua.

A base desta proposta assenta num dos princípios mais basilares da cultura Lean, o envolvimento de todos os intervenientes no processo de melhoria. A normalização e gestão visual aplicadas a todo o processo produtivo têm aqui um papel fundamental na ligação entre os vários intervenientes nos processos: em termos criação de normas e aplicação de gestão visual com a participação de todos os trabalhadores e em termos de utilização de normas e visualização da gestão

visual de forma rotineira. Estes dois pontos contribuem e muito para a inclusão de todos no espírito Lean de melhoria contínua.

A solução apresenta também propostas menos gerais, mais direcionadas, mas tendo sempre ponto de ligação com a normalização e gestão visual. Essas propostas são:

1. Aplicação de kanban, que permite não só um aumento de eficiência nos processos, como também cria um mecanismo flexível que favorece a implementação de outras propostas de melhoria;
2. Melhoria da organização do IPVF e IMP, intimamente ligada à normalização e à gestão visual;
3. Escolha eficiente dos lotes produtivos com uma grande relação com a normalização da escolha de tamanhos de lote;
4. Melhoria na gestão da produção de corantes, com grande ligação à normalização de processo e à gestão visual;
5. Redução de tempos de setup da produção primária, intimamente ligado à gestão visual e normalização.

A solução integrada implementada no processo produtivo permite:

1. Diminuir tempos de produção (setup e processamento);
2. Diminuir custos de produção;
3. Aumentar satisfação dos trabalhadores;
4. Aumentar a produtividade;

Com a correta manutenção e uma mentalidade de melhoria contínua o processo produtivo irá sem dúvida atingir níveis muito elevados de eficiência e flexibilidade.

5- Conclusões

A Science4you apresenta em grande crescimento em termos de vendas, no entanto a sua capacidade produtiva não tem aumentado ao mesmo ritmo. Como tal torna-se imperativo utilizar da melhor forma os recursos existentes. Indo ao encontro dessa necessidade, o objetivo desta Dissertação é a criação de um plano de melhoria contínua que permita aumentar a eficiência e flexibilidade do processo produtivo.

A metodologia usada é uma adaptação da descrição do pensamento Lean de Melton. Representa-se por uma estrutura de 5 passos (recolha de dados, análise de dados, proposta de melhoria, implementação e controlo de resultados) à qual são associadas e integradas diversas metodologias e ferramentas Lean. Em termos comparativos entre o pretendido e o alcançado a ideia inicial para a estrutura da metodologia foi mantida, no entanto as ferramentas “Nivelamento de produção” e “Poka-Yoke” não foram usadas diretamente, ao contrário do expectável. Este desvio entre o pretendido e o alcançado justifica-se com a evolução muito rápida da empresa que, enquanto este estudo foi conduzido sofreu muitas alterações, sendo que muitas ideias de melhoria iniciais acabaram por ser implementadas pela empresa antes da conclusão desta Dissertação.

Apesar da situação descrita no parágrafo anterior, a solução encontrada melhora sem dúvida a eficiência e flexibilidade do processo produtivo, cumprindo assim os objetivos iniciais. A solução tem dois âmbitos: o de curto-prazo de implementação de propostas muito específicas como a melhoria da organização do IPVF e IMP, a escolha eficiente dos lotes produtivos, a melhoria da gestão da produção de corantes, a aplicação de kanban (na produção primária, produção intermédia e produção final) e a redução de tempos de setup na produção primária; e a de longo prazo como a aplicação de gestão visual e normalização a todo o processo produtivo. Devido a este horizonte temporal alargado as ferramentas “nivelamento de produção” e “Poka-Yoke”, que não foram implementadas, podem ainda vir a sê-lo, apresentando-se assim como uma possibilidade para trabalho futuro.

De forma a manter o horizonte temporal desta implementação o mais longo possível, é essencial reiterar a importância do envolvimento de todos naquilo que é a cultura Lean, de forma a que os resultados perdurem e se multipliquem ao longo do tempo. A missão de todos os intervenientes não é só de implementar e cumprir a proposta de melhoria, mas sim a tentativa de melhoria constante da solução encontrada. Esta é a chave do sucesso.

Esta Dissertação, permite não só a melhoria do processo produtivo da empresa, como também se apresenta como um exemplo de metodologia de implementação integrada e holística da cultura Lean, onde várias metodologias e ferramentas são integradas de forma a obter resultados eficazes e robustos.

Bibliografia

Bansal, P., e Roth, K. (2000). Why Companies Go Green: Responsiveness. *Academy of Management*, 43(4), 717–736.

Nicola Bateman, Arthur David, (2002), "Process improvement programmes: a model for assessing sustainability", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22 Iss 5 pp. 515 - 526

Baykoç, O. F., e Erol, S. (1998). Simulation modelling and analysis of a JIT production system. *International Journal of Production Economics*, 203–212.

Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., e Merino-Díaz de Cerio, J. (2010). 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 217–230.

Bessant, J., Caffyn, S., e Gallagher, M. (2001). An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, 21(2), 67–77.

Bhasin, S., e Burcher, P. (2005). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*.

Brunet, A. P., e New, S. (2003). Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*.

Costa, E., Sousa, R., Bragan, S., e Alves, A. (2013). An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools. In 4th International Conference on Integrity, Reliability, and Failure (IRF 2013), At Funchal, Portugal (Vol. 1, pp. 1–8).

Cusumano, M.A. (1994), "The limits of 'lean'", *Sloan Management Review*,

Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified* (2nd ed.). New York: Productivity Press.

Fullerton, R. R., McWatters, C. S., e Fawson, C. (2003). An examination of the relationships between JIT and financial performance. *Journal of Operations Management*, 21(4), 383–404.

Gapp, R., Fisher, R., e Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579

Griffiths, J. (1998), Lessons for improvement, *Financial Times Automobile Section*, 23 February

Hines, P., Holweg, M., e Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011.

Hjarvard, S. (2004). From bricks to bytes: The Mediatization of a Global Toy Industry. *European Culture and the Media*.

Hüttmeir, A., e Prenninger, J. (2009). Trading Off Between Heijunka and Just-in-Sequence. *International Journal of Production Economics*, 1–14.

James A. Brox e Christina Fader (2002) The set of just- in-time management strategies: An assessment of their impact on plant-level productivity and input-factor substitutability using variable cost function estimates, *International Journal of Production Research*, 40:12, 2705-2720

Marchwinski, C., Shook, J., e Schroeder, A. (2008). *Lean Lexicon - A Graphical Glossary for Lean Thinkers (Fourth)*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.

Mech, B. E., e College, R. H. S. (2015). Poka Yoke implementation of punching machine: a case study. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 98–106.

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.

Michalska, J., e Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211–214.

Mileham, A.R., Culley, G.W., Owen, G.W., e McIntosh, R. I. (1999). Rapid changeover - a pre-requisite for responsive manufacture. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(8), 785–796.

Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., e Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia-Case study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1721–1726.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

Parry, G. C., e Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77–86.

Rahani, A. R., e al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1727–1734.

Rahman, M. N. A., Khamis, N. K., Zain, R. M., Deros, B. M., e Mahmood, W. H. W. (2010). Implementation of 5S practices in the manufacturing companies: A case study. *American Journal of Applied Sciences*, 7(8), 1182–1189.

Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., e Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180.

Rother, M., e Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. *Lean Enterprise Institute Brookline*, 102.

Spear, S., e Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*.

Sundar, R., Balaji, A. N., e SatheeshKumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*.

Sutherland, J., e Bennett, B. (2007). The seven deadly wastes of logistics: applying Toyota Production System principles to create logistics value. *Lehigh University Center for Value Chain Research*, 1–9.

Vygotski, L. S. (1991). A formação social da mente. *Psicologia*, 96.

Williams, K., Harlam, C., Williams, J., Cutler, T., Adcroft, A. and Johal, S. (1992), Against lean production, *Economy and Society*, Vol. 21 No. 3, pp. 321-54.

Womack, J., Jones, D., e Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*.

Womack, J. P., e Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Organisation*.