



Gonçalo Lopes de Matos

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Aplicação de Pensamento *Lean*: Caso de Estudo

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

Orientadora: Professora Doutora Helena Maria
Lourenço Carvalho Remígio, Professora Auxiliar,
FCT/UNL

Co-orientadora: Professora Doutora Susana Carla
Vieira Lino Medina Duarte, Professora Auxiliar
Convidada, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Professora Doutora Isabel Maria do Nascimento Lopes
Nunes, Professora Auxiliar, FCT/UNL

Arguente: Professor Doutor Nuno Alexandre Correia Martins
Cavaco, Professor Auxiliar, FCT/UNL

Vogal: Professora Doutora Helena Maria Lourenço Carvalho
Remígio, Professora Auxiliar, FCT/UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2016

Aplicação de Pensamento *Lean*: Caso de Estudo

Copyright © 2016 Gonçalo Lopes de Matos

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

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

Agradecimentos

Quero agradecer em primeira mão aos meus pais, José e Emília, pelo apoio e presença em todas as fases da minha vida. Se sou o que sou hoje, em grande parte será a eles que devo. À minha irmã Ana que para além dos laços de sangue, mantém comigo uma relação de profunda amizade e cumplicidade. Aos meus avós, que conseguiram aliar discursos de desaprovação a um acreditar incondicional nas minhas capacidades, contribuindo para o desenvolvimento do meu carácter.

Deixo um reconhecimento especial à Professora Helena Carvalho. Numa fase da sua vida onde o seu contributo poderia ser menor, a disponibilidade e orientação foram totais.

À Professora Susana Duarte, pela Coorientação.

Aos meus amigos Ricardo Gomes e João Pires pela preocupação demonstrada nesta fase, permitindo-me ter um breve descanso numa altura crucial.

Ao João Xarepe, Mariana Fernandes e Miguel Costa, pela amizade e presença constante; Daniel Afonso por nunca ter perdido o interesse na minha caminhada até à conclusão desta dissertação.

Ao Rodrigo e Marina pelos cafés e conversas. Fábio e Maria, pelos almoços e amigos que são. À Inês, Mariana e Rita, por me compreenderem e conhecerem tão bem.

Ao Gonçalo, José, Filipa, Miguel e Daniel, pela amizade inalterável desde há vários anos.

Um agradecimento especial ao João Oliveira, Gestor de Produção da *Science4You*, que me acompanhou nos vários momentos da investigação e demonstrou sempre a máxima disponibilidade. A sua ajuda foi essencial para conseguir chegar a esta fase.

Ao Filipe Coimbra e Bruno Lemos, por terem sido presença constante na fase de conclusão desta dissertação.

Miguel, David e Pedro, pela amizade construída na FCT.

Um agradecimento sincero e geral a todos os que, de uma forma ou de outra, me acompanharam nos diferentes momentos da minha vida. Não podendo incluir todos os que o fizeram, são mencionados e lembrados neste parágrafo. O meu muito obrigado.

Resumo

O mercado atual está, mais do que nunca, competitivo e exigente. Os desenvolvimentos industriais e tecnológicos observados desde o último século, criaram a envolvente perfeita para que cada vez mais empresas instalassem a sua atividade de forma sustentada e prolongada. O cliente final tem agora mais opções e, assim, a sua satisfação no momento certo, com o produto certo e ao preço correto, tornou-se condição obrigatória para as empresas que queiram vingar nestes mercados.

O Pensamento *Lean*, focando-se na redução de Desperdícios e criação de Valor para o cliente, baseia toda a sua metodologia nessas imposições, tendo atualmente uma posição de destaque nos mercados, com um número cada vez maior de empresas a colocar Departamentos de Melhoria Contínua na sua estrutura e a formar os seus quadros em *Lean*.

Devido à importância da temática, foi desenvolvido um Caso de Estudo na *Science4You*. O objetivo passou pela criação de propostas de melhoria nas operações da empresa, utilizando o Pensamento *Lean* e a identificação dos seus 8 Desperdícios, como base de investigação. O estudo levado a cabo possuiu um carácter presencial, de observação à rotina da fábrica, para que a influência nos comportamentos e métodos de produção fosse mínima. Assim, os dados e factos recolhidos, baseados em observações diretas e entrevistas não estruturadas a operadores e gestores, tentam representar fielmente aquilo que é o *modus operandi* na *Science4You*.

Foram então identificadas 5 Oportunidades de Melhoria durante o acompanhamento às operações. No sentido, não só de facilitar a análise das consequências que estas acarretam num fluxo produtivo, como também de estabilizar a investigação num único cenário, foi construído um *Value Stream Map* para um dos produtos comercializados, a Fábrica Viscosa. Seguiu-se o desenvolvimento de Propostas de Melhoria para cada uma das Oportunidades identificadas, tendo como base os dados recolhidos para a construção deste documento.

No capítulo final, é introduzido o *Value Stream Map* do estado futuro e as conclusões que o estudo levado a cabo permitiu deduzir, nomeadamente a relevância do Modelo dos 3M's (*Muda*, *Mura* e *Muri*) para o sucesso do *Lean* e da redução de Desperdícios numa organização.

Palavras-Chave: Pensamento *Lean*, Desperdício, *Value Stream Map*, Modelo dos 3 M's

Abstract

The current market is, more than ever, competitive and demanding. Industrial and technological developments noticed since the last century, have created the perfect setting for more and more companies to install their operations in a sustainable and prolonged way. Final Client has now more options and so, his satisfaction at the right time, with the right product and at the correct price, has become a mandatory condition for companies that want to triumph in this markets.

Lean Thinking, by focusing on Waste reduction and the creation of Value to the customer, bases all its activity in that impositions, having today a prominent position in the markets, with an increasing number of companies installing Continuous Improvement Departments in their structure and educating their boards to the Lean topic.

Due to the importance of the theme, it was developed a Case Study at Science4You. The objective consisted in the creation of Improvement Proposals at the company's operations, using Lean Thinking, and the identification of its 8 Wastes, as a basis for the investigation. The study carried out had a character of pure observation of the factory routine so that the influence in behaviors and production methods would be minimal. Therefore, data and facts collected, based on direct observations and non-structured interviews to operators and managers, try to faithfully represent Science4You's modus operandi.

In this follow-up, there were identified 5 Improvement Opportunities during the operations attendance. In the sense, not only of facilitating the consequences analysis of these Opportunities in a production flow, but also to stabilize the investigation in a single scenario, a Value Stream Map of one of the products marketed, Fábrica Viscosa. The Improvement Proposals development, for each one of the Opportunities identified, and based on the data collected for the construction of this document, was the next step. A future state Value Stream Map was introduced in the next stage.

Finally, the conclusions of the study carried out were drawn, namely the demonstrated relevance of the 3M's Model (Muda, Mura and Muri) for the success of a Lean implementation and a continuous reduction of Wastes.

Keywords: Lean Thinking, Waste, Value Stream Map, Efficiency, 3M's Model

Índice de Matérias

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos da Dissertação	2
1.3. Metodologia da Dissertação	2
1.4. Estrutura da Dissertação	3
2. Estado de arte	5
2.1. Origem do Pensamento <i>Lean</i>	5
2.1.1. A escassez e o <i>Toyota Production System</i>	5
2.1.2. A crise do petróleo de 1973	6
2.2. Definição	7
2.3. A Estabilidade no Pensamento <i>Lean</i>	7
2.4. Pedras Basilares	9
2.4.1. <i>Just-In-Time</i>	9
2.4.2. <i>Jidoka</i>	9
2.5. Princípios	10
2.6. Conceitos	11
2.6.1. Valor	11
2.6.2. Desperdício ou <i>Muda</i>	12
2.6.3. Cadeia de valor	13
2.6.4. Fluxo	14
2.7. Principais Ferramentas	15
2.7.1. <i>Value Stream Mapping</i>	15
2.7.2. 5S	18
2.7.3. <i>Single Minute Exchange of Die</i>	19
2.7.4. <i>Kaizen</i>	20
2.7.5. <i>Kanban</i>	21
2.8. Os 3M's do Pensamento <i>Lean</i> : <i>Muda, Mura e Muri</i>	23
2.9. Implementação <i>Lean</i>	24
2.10. <i>Framework</i> do Estado de Arte	27
3. Caso de Estudo	31
3.1. Metodologia no <i>Shop Floor</i>	31
3.2. Apresentação da empresa	32
3.3. Produtos Comercializados	34
3.4. Produto a Estudar	34
3.5. Fluxo Produtivo	36

3.5.1.	Produção Primária.....	37
3.5.2.	Produção de Conteúdos.....	38
3.5.2.1.	Produção Intermédia.....	38
3.5.2.2.	Produção de conteúdos materiais.....	39
3.5.2.3.	Produção de conteúdos reagentes.....	40
3.5.3.	Produção Final.....	41
3.6.	Problemática e Mapa do Estado Atual.....	44
4.	Oportunidades de Melhoria.....	47
4.1.	Produção Primária de nível I.....	47
4.2.	Balanceamento das Tarefas no Enchimento de Frascos.....	48
4.3.	Tempo de <i>Setup</i> na Produção de Conteúdos Materiais.....	49
4.4.	Alimentação da Produção Final.....	51
4.5.	Potencial dos Operadores na <i>Science4You</i>	52
5.	Propostas de Melhoria.....	55
5.1.	Produção Primária de Nível I.....	55
5.2.	Balanceamento das Tarefas no Enchimento de Frascos.....	57
5.3.	Tempo de <i>Setup</i> na Produção de Conteúdos Materiais.....	61
5.4.	Alimentação da Produção Final.....	67
5.5.	Potencial dos Operadores na <i>Science4You (Kaizen4You)</i>	70
5.6.	Limitações da Investigação e Propostas para Trabalhos Futuros.....	71
6.	Conclusões.....	75
6.1.	Mapa do Estado Futuro e Análise das Propostas.....	75
6.2.	<i>Mura</i> e <i>Muri</i> nas Oportunidades de Melhoria.....	79
	Bibliografia.....	81
	Anexos.....	85
	Anexo A1 – Organização da Produção de Conteúdos.....	85
	Anexo A2 – Ordem de produção na Produção de Conteúdos Materiais.....	86
	Anexo A3 – Planta do Armazém.....	87

Índice de figuras

Figura 2.1 - Princípios do Pensamento <i>Lean</i>	11
Figura 2.2 – Família de Produtos	15
Figura 2.3 – Estrutura do <i>Value Stream Mapping</i>	16
Figura 2.4 - Símbolos no <i>Value Stream Mapping</i>	17
Figura 2.5 - <i>Kaizen Umbrella</i>	20
Figura 2.6 – <i>Muda, Mura e Muri</i>	24
Figura 2.7 - Fatores Críticos de Sucesso para Implementação do Pensamento <i>Lean</i>	26
Figura 2.8 – <i>Framework</i> do Estado de Arte	29
Figura 3.1 - Metodologia nas Visitas às Instalações.....	31
Figura 3.2 - Organograma da <i>Science4You</i>	33
Figura 3.3 – Categorias e Logótipos respetivos dos Produtos <i>Science4You</i>	34
Figura 3.4 - Fábrica Viscosa	35
Figura 3.5 - Produção Primária de Nível II.....	37
Figura 3.6 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (I)	38
Figura 3.7 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (II)	38
Figura 3.8 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (III)	39
Figura 3.9 - Posto de Trabalho na Produção de Conteúdos Materiais.....	39
Figura 3.10 - Tapete Rolante da Máquina de Embalamento	40
Figura 3.11 - Disposição dos Operadores na Produção de Conteúdos Reagentes.....	41
Figura 3.12 - Linha de Montagem da Produção Final.....	42
Figura 3.13 - Saída de Produto Final da Máquina de Selar.....	42
Figura 3.14 - Fluxograma da <i>Science4You</i>	43
Figura 3.15 - Mapa do Estado Atual	45
Figura 4.1 - Tarefas no Enchimento de Frascos.....	48
Figura 4.2 - Zona de Alimentação da Produção de Conteúdos (I)	50
Figura 4.3 - Zona de Alimentação da Produção de Conteúdos (II)	50
Figura 4.4 - Disposição dos Conteúdos e Manuais na Linha de Montagem da Produção Final	51
Figura 4.5 - Disposição dos Operadores na Linha de Montagem da Produção Final	52

Figura 5.1 - Tempos de ciclo das atividades.....	55
Figura 5.2 - Situação Observada no Enchimento dos frascos.....	58
Figura 5.3 – <i>Layout</i> Atual do Posto de Trabalho no Enchimento de Frascos	59
Figura 5.4 - <i>Layout</i> Futuro do Posto de Trabalho no Enchimento de Frascos	60
Figura 5.5 - Deveres de <i>Setup</i> na Produção de Conteúdos Materiais para a Fábrica Viscosa .	62
Figura 5.6 - Eventos Futuros no <i>Setup</i> da Produção de Conteúdos Materiais	64
Figura 5.7 - Representação Temporal atual no <i>Setup</i> da Produção de Conteúdos Materiais ...	65
Figura 5.8 - Representação Temporal Futura no <i>Setup</i> da Produção de Conteúdos Materiais	66
Figura 5.9 – Diagrama de <i>Spaghetti</i> atual no Setup da Produção de Conteúdos Materiais	66
Figura 5.10 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Futuro no Setup da Produção de Conteúdos Materiais ..	67
Figura 5.11 – Diagrama de <i>Spaghetti</i> Atual dos Responsáveis Pela Realimentação na Produção Final	68
Figura 5.12 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Futuro dos Responsáveis Pela Realimentação na Produção Final	69
Figura 6.1 - Mapa do Estado Futuro	76

Índice de tabelas

Tabela 5.1 - Desvio-Padrão na Situação Atual e Futura do Fluxo Produtivo com o <i>Outsourcing</i> da Produção Primária de Nível I	56
Tabela 5.2 - Vantagens e Desvantagens do <i>Outsourcing</i> da Produção Primária de Nível I	57
Tabela 5.3 – Tempos Atuais e Futuros no Enchimento de Frascos	60
Tabela 5.4 – Deveres Futuros no <i>Setup</i> da Produção de Conteúdos Materiais	65
Tabela 5.5 – Funções Atuais dos Operadores Responsáveis pela Realimentação na Produção Final	68
Tabela 5.6 – Funções Futuras dos Operadores Responsáveis pela Realimentação na Produção Final	69
Tabela 6.1 – Impactos Esperados das Propostas	78
Tabela 6.2 - <i>Mura</i> e <i>Muri</i> nas Oportunidades de Melhoria	79

1. Introdução

Neste capítulo será feita uma breve contextualização à envolvente atual dos mercados, demonstrando a atual importância do *Lean*, e serão mencionados os objetivos a atingir, bem como a estrutura e metodologia utilizada na Dissertação.

1.1. Enquadramento

O mercado tem vindo a tornar-se cada vez mais competitivo e concorrencial ao longo dos anos. Longe vão os tempos onde *Henry Ford* poderia dizer “O cliente pode ter o carro da cor que quiser, desde que seja preto” (Suzaki, 2013), frase que reflete o poder que as poucas empresas existentes em tempos passados possuíam devido à falta de concorrência.

Atualmente são os clientes que coordenam e comandam o sucesso das empresas. Com requisitos não cumpridos, seja falta de qualidade de um produto ou um prazo de entrega não obedecido, as empresas arriscam-se a perder clientes, que terão facilmente outras opções, a oferecer as mesmas, ou melhores, condições.

É devido a este contexto que a ótica das empresas tem sofrido progressivas alterações. A abordagem ao mercado tem, agora, como base o cliente, e a satisfação das suas exigências tornaram-se os guias orientadores na tomada de decisões. Consequentemente, o funcionamento e eficiência dos processos, bem como de toda a cadeia de valor da empresa, começaram a ser alvo de estudos cada vez mais aprofundados. A criação de soluções para entregar o produto certo, no tempo certo, com a qualidade necessária e preço ajustado ao consumidor é uma problemática que define e coordena todas as atividades de uma empresa.

Por outro lado, a crise financeira do final dos anos 2000 provocou sérias dificuldades e desequilíbrios a todo o mercado consumidor e empresarial. O poder de compra reduziu-se e muitas empresas sentiram sérias dificuldades em atingir lucros. Consequentemente, muitas delas abandonaram os mercados. As que conseguiram manter a sua atividade assimilaram, por necessidade, a importância da gestão dos recursos para a sobrevivência do negócio.

Assim, com esta crise observou-se um novo impulso pela filosofia *Lean*. Com resultados visíveis desde o seu nascimento com o *Toyota Production System*, e já com épocas de grande disseminação, principalmente após a crise do petróleo de 1973, a valorização deste Pensamento está novamente a fortalecer.

O Pensamento *Lean* sustenta-se numa abordagem de redução de desperdícios. O seu objetivo último passa por atingir os zero desperdícios através de melhoria contínua e incremental, com um fluxo contínuo de operações e um *lead time* o menor possível.

Desta forma, é fácil perceber o porquê das empresas terem adquirido uma crescente sensibilização em relação ao *Lean*. São nos tempos de maiores dificuldades que esta filosofia ganha seguidores, mais do que em qualquer outra altura (Womack *et al.*, 1990). Isto devido, pura e simplesmente, à necessidade quase obrigatória de redução de custos

Assim, pela importância e atualidade ligadas ao *Lean*, considerou-se relevante uma investigação que permitisse uma compreensão deste Pensamento, tanto a nível da sua fundamentação teórica, como dos diferentes momentos que envolvem um plano de melhoria *Lean* em instalações produtivas.

1.2. Objetivos da Dissertação

A presente dissertação teve como objetivo a criação de propostas de melhoria na *Science4You*, usando o Pensamento *Lean* como base de investigação e ação. Para tal, procedeu-se à identificação dos Desperdícios no *shop floor* da empresa e posterior criação de planos de resposta.

Dada a relevância para a conjuntura atual do mercado, dos fatores eficiência, contenção de custos e capacidade de resposta ao cliente, considerou-se que uma investigação a promover melhorias nestes aspetos, seria de particular importância. Neste seguimento, e para atingir os objetivos propostos, quatro questões acompanharam permanentemente a investigação:

- i) Que Desperdícios se encontram na fábrica da *Science4You*, prejudicando a sua eficiência?
- ii) Quais são as causas destes Desperdícios?
- iii) Que cenários e práticas poderiam combatê-los?
- iv) Quais seriam os impactos exetáveis a nível económico, produtivo e/ou operacional?

1.3. Metodologia da Dissertação

Tendo em conta os objetivos referidos na seção anterior, considera-se o caso de estudo, associado a uma revisão bibliográfica ao Pensamento *Lean*, a metodologia mais apropriada a seguir. Segundo Bell (2014), este permite analisar uma situação específica com profundidade suficiente para tirar conclusões em relação à situação geral. Por outro lado, no caso de estudo, o foco está nos processos e relações entre estes, dentro de um determinado sistema, para perceber o porquê de certos resultados (Denscombe, 2014). Uma vez que a investigação teve o objetivo de analisar uma cadeia produtiva de um produto específico, para futura correspondência à situação geral da fábrica, o caso de estudo vai de encontro ao que se pretende realizar na Dissertação.

Outra vantagem dos Casos de Estudo é a liberdade no que a recolha de dados e utilização de fontes diz respeito, podendo a observação e estudo dos eventos serem acompanhados por outros elementos, desde entrevistas informais, questionários, a documentos oficiais (Denscombe, 2014). Esta liberdade vai ser importante para que o problema seja visto de várias óticas e, sempre que necessário, se aliem conclusões técnicas a visões subjetivas, aumentando a profundidade das discussões e do estudo.

1.4. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está estruturada em 7 capítulos. O atual diz respeito à Introdução, cujo conteúdo já foi descrito.

O segundo capítulo diz respeito ao estado de arte, onde é feita uma breve contextualização histórica do Pensamento *Lean*, bem como uma descrição dos seus princípios, ferramentas e fatores críticos para a sua implementação. Um *Framework* Conceptual do Estado de Arte é desenvolvido no final desta seção.

Segue-se uma breve descrição da metodologia usada nas visitas às instalações da empresa para desenvolvimento do Caso de Estudo, bem como uma apresentação desta, nomeadamente a sua história e estrutura organizacional, os produtos comercializados e a descrição do seu fluxo produtivo.

No capítulo quatro é introduzida a problemática observada após o acompanhamento às atividades da *Science4You*, bem como o *Value Stream Map* representativo do estado atual destas.

No quinto capítulo encontra-se uma identificação e breve explicação das Oportunidades de Melhoria identificadas, após análise aos Desperdícios no *shop floor*, para, no capítulo seguinte, serem introduzidas as Propostas de Melhoria respetivas e sugestões para investigações futuras.

Por fim, no sétimo e último capítulo, encontram-se as conclusões retiradas com a presente investigação. Um *Value Stream Map* do estado futuro esperado, e um resumo das vantagens que as Propostas poderão trazer estão incluídas neste capítulo. A título de conclusão, demonstra-se a influência que, tanto a Variabilidade como a Sobrecarga do sistema em estudo, têm na origem dos Desperdícios, corroborando a importância do Modelo dos 3M's do *Lean*. É ainda feita uma reflexão em relação ao *Lean Six Sigma*, nomeadamente a sinergia que se cria fundindo o *Lean* a uma metodologia de carácter estatístico.

2. Estado de arte

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os fatos divulgados pela comunidade científica ao longo dos anos sobre a temática *Lean*. Serão desenvolvidos temas como a origem do Pensamento, os seus princípios, métricas e definições, bem como os fatores críticos para uma implementação de sucesso. A título de conclusão, apresenta-se um *Framework* conceptual com a metodologia característica do Pensamento *Lean*, construído com base nas ideias apresentadas neste capítulo.

2.1. Origem do Pensamento *Lean*

Neste subcapítulo é feita uma breve contextualização histórica com o objetivo de evidenciar as condições de dificuldade, económicas e sociais, em que o *Toyota Production System* (evoluindo mais tarde para o conhecido Pensamento *Lean*) surgiu.

2.1.1. A escassez e o *Toyota Production System*

A origem do conhecido Pensamento *Lean* tem as suas raízes no *Toyota Production System*, cujos impulsionadores foram Sakiiichi Toyoda, os seus filhos, Kiichiri e Eiji e também Taiichi Ohno, um engenheiro de produção (Dekier, 2012). Este sistema, por sua vez, nasceu e desenvolveu-se a partir de necessidades e dificuldades que a empresa *Toyota* atravessava no período pós – 2ª guerra mundial (Art of Lean, Inc, 2006).

A filosofia inicial da empresa começou por tentar ir de encontro à produção em massa observada nas economias emergentes, como a americana. Tudo começou quando Kiichiro, em 1929, visitou os EUA para estudar o porquê do sucesso e crescimento que as empresas no ramo automóvel neste país alcançavam, ficando especialmente fascinado com a Ford, primeira empresa a praticar a produção em massa. Posteriormente, quando a *Toyota* começou a sua atividade, Kiichiro tentou implementar várias filosofias que tinha observado nesta viagem (Dekier, 2012).

No entanto, após a 2ª Guerra Mundial os obstáculos começaram a surgir. Desde o final da guerra que a economia japonesa passava por dificuldades, em contraste com a economia americana e europeia, e as empresas sediadas neste país eram sinal deste fato. A *Toyota* não era exceção (Paula & Taveira, 2015).

Com um colapso nas vendas em 1949, obrigando ao despedimento de grande parte da mão-de-obra e da demissão de Kiichiro (Womack *et al.*, 1990), a *Toyota* passava por grandes dificuldades. Em 1950, a produção anual de automóveis no Japão correspondia a três dias de produção nos EUA (Teich, Faddoul & Sc, 2013) . A *Toyota*, neste mesmo ano, fabricou 2 685

veículos, em contraste com os 7000 fabricados apenas num dia pela fábrica da *Ford* em Detroit (Womack *et al.*, 1990).

Perante esta situação, Eiji Toyoda e Ohno, vinculado à *Toyota* desde 1943, partiram para os EUA, numa segunda viagem e com o objetivo, mais uma vez, de estudar os métodos de produção da *Ford* (Dekier, 2012).

Foi nesta fase que os responsáveis da *Toyota* chegaram à conclusão que teriam de mudar toda a sua filosofia. Incapazes de criar uma produção à escala da *Ford* e outras similares, cujo objetivo era a produção em massa com a standardização de grandes lotes, o caminho a seguir seria o da criação de um fluxo produtivo flexível e rápido de forma a oferecer ao cliente o produto desejado, de qualidade e a um custo baixo (Dekier, 2012). A eliminação de desperdícios era, portanto, crucial.

Com o tempo, a filosofia com base nestas conclusões de Eiji e Ohno evoluiu para dar origem ao conhecido *Toyota Production System* (TPS) (Teich *et al.*, 2013), sustentado por uma técnica de gestão, *Just-In-Time*, que consiste em produzir o produto certo, na quantidade certa, no momento certo e pela autonomação ou *Jidoka* (Paula & Taveira, 2015).

2.1.2. A crise do petróleo de 1973

No entanto, foi apenas a partir de 1973, com a crise do petróleo, que o sistema de produção da *Toyota* começou a ganhar alguma visibilidade e credibilidade aos olhos ocidentais (Womack *et al.*, 1990). Com resultados bastante visíveis depois das dificuldades ultrapassadas após a 2ª guerra mundial, a situação tinha-se agora invertido: as economias americana e europeia encontravam-se em recessão, com quebras na procura e necessidade de redução da produção e, conseqüentemente, começou a surgir particular interesse pela *Toyota* e pelos seus métodos. Como o tinham conseguido era a pergunta que vingava nas economias outrora prósperas (Dekier, 2012).

Assim, o Ocidente começou a estudar o *Toyota Production System* que, progressivamente, foi evoluindo para aquilo que hoje se conhece como Pensamento *Lean*. Termo este que apareceu pela 1ª vez no livro de Womack, Jones e Daniel Roos, “*The Machine That Changed The World*” onde comparam empresas nipónicas e americanas (Dekier, 2012).

Com a cultura ocidental a envolver-se e basear-se no método japonês, o Pensamento *Lean* cresceu e desenvolveu-se, até poder ser descrito por 5 princípios fundamentais (Dekier, 2012):

- ✓ Identificação de valor para o cliente;
- ✓ Gestão do fluxo de valor;
- ✓ Desenvolvimento de capacidades que criem fluxo de produção;
- ✓ Mecanismos “*Pull*” que suportem o fluxo de materiais em pontos de constrição;

✓ Objetivo de atingir a perfeição através da eliminação total de todas as formas de desperdício.

2.2. Definição

Devido ao crescimento deste Pensamento no contexto empresarial e, conseqüentemente, aos diversos estudos a que tem sido sujeito, muitas definições têm surgido para a sua caracterização. Com o tempo, estas definições tornaram-se cada vez mais gerais e pouco concretas, tornando difícil uma descrição clara e objetiva que seja aceita por toda a comunidade científica (Shah & Ward, 2007).

Womack e Jones, em “*The Machine That Changed The World*” descrevem o Pensamento *Lean* como sendo “um sistema cujo objetivo é simplificar o fluxo de produção enquanto se tentam reduzir os recursos”. Num livro anterior dos mesmos autores, “*Lean Thinking*”, é justificada a utilização deste termo, porque “faz mais e mais com menos e menos” (Womack *et al.*, 1990).

Loonie Wilson, por seu lado, no seu livro “*How to Implement Lean Manufacturing*”, refere que o *Lean Manufacturing* é maioritariamente aceite como sendo “um conjunto de técnicas que, quando combinadas e trabalhadas, vão permitir reduzir e eliminar os sete desperdícios” (Wilson, 2010). A variabilidade foi acrescentada a estas visões por Rachna Shah (Universidade de Minnesota) e Peter Ward (Universidade de Ohio). Num artigo escrito por estes investigadores, é sugerido que o Pensamento *Lean* seja definido como “sendo um sistema sociotécnico integrado, cujo principal objetivo é eliminar desperdício, reduzindo ou minimizando as variações internas, as dos fornecedores e as da procura” (Shah & Ward, 2007).

Considerando as ideias transcritas, surge então a seguinte definição:

✓ O Pensamento *Lean* é um sistema sociotécnico de melhoria contínua. Com uma abordagem direcionada para o cliente, identifica, cria e trabalha o valor num fluxo produtivo tentando reduzir todas as formas de desperdício que advêm da variabilidade existente no mercado e na empresa. O objetivo último do Pensamento passa pela conceção de produtos de qualidade, no tempo certo, na quantidade certa e ao mínimo custo possível.

2.3. A Estabilidade no Pensamento *Lean*

Um dos aspetos mais importantes para o funcionamento do Pensamento *Lean* numa empresa é um nível mínimo de estabilidade de processos. Segundo Liker e Meier (2006), é, aliás, o primeiro passo a seguir, antes de tudo o resto. Wilson (2010) corrobora esta visão, referindo que muitas empresas têm tentado implementar técnicas de redução de *stock* independentes de tudo o resto, falhando rotundamente nos objetivos que à partida teriam.

Liker e Meier (2006) definem estabilidade como a capacidade de produzir resultados consistentes ao longo do tempo. Smalley (2006) desenvolve esta ideia e refere que

estabilidade envolve previsibilidade e uma disponibilidade consistente de 4 dos 6M's do Diagrama de Ishikawa, uma ferramenta de Qualidade para identificação de causas-raiz (desvios) de problemas. Smalley (2006) considera apenas a Mão-de-obra, Máquina, Material e Método para o seu estudo. “Meio Ambiente” e “Medida” são parâmetros mais específicos, devendo ser usados apenas se a envolvente da empresa assim o exigir (Smalley, 2010). Para os 4M's considerados, as estratégias a tomar são (Smalley, 2006):

✓ Mão-de-obra: Treino orientado para criação de rotinas produtivas, organizacionais e sentido de compromisso, nomeadamente: Instruções de trabalho para fomentar um correto planeamento das necessidades de produção; Consciencialização do pessoal; Métodos de trabalho que visem a formação dos supervisores na análise dos postos de trabalho; Aplicação de melhorias sempre que possível; Relações de trabalho para tratar os operadores como indivíduos e resolver conflitos;

✓ Máquina: Acompanhamento permanente de três fatores: procura do cliente, capacidade teórica do processo, bem como o *output* efetivo deste. Problemas de estabilidade surgem se o *output* efetivo não conseguir responder à procura. Em casos como este, Smalley (2006) refere o caso de Ohno, que colocava operadores junto das máquinas problemáticas para um acompanhamento da situação real de produção em relação à situação potencial teórica. Reuniões eram feitas após o estudo estar completo, para determinar as causas dos desvios e agir em conformidade;

✓ Material: Instabilidade é a principal razão para a necessidade de *stock*. Reduzindo a instabilidade e trabalhando para a situação de fluxo ideal, o *stock* poderá ser reduzido. Até lá, existe sempre um nível necessário de *stock* a ter ao longo dos processos. Este nível não é considerado desperdício, visto ser essencial para o funcionamento e eficiência da cadeia produtiva. O Pensamento *Lean* distribui-o em *Cycle Stock* (stock necessário para cobrir a procura do cliente e o tempo de reposição desta), *Buffer Stock* (stock para cobrir as variações a jusante e/ou na procura do cliente) e *Safety Stock* (material para cobrir as perdas e tempos de espera);

✓ Método: Estabilidade nos métodos, nesta temática, não será tanto a definição comum. Em situações normais, a estabilidade promove a rotina e falta de sentido crítico nas atividades. O Pensamento *Lean*, no entanto, vê a estabilidade nos métodos como “regra ou base para comparação”. Permite o conhecimento total da produção para, posteriormente, identificar oportunidades de melhoria. Se, após a aplicação de medidas, estas demonstrarem melhores resultados que a situação *standard* anterior, é aplicada para o futuro. Caso contrário, retorna-se à situação anterior.

2.4. Pedras Basilares

No presente subcapítulo são descritos os dois valores basilares que sustentam todo o Pensamento *Lean*.

2.4.1. *Just-In-Time*

Just-in-time é uma filosofia que promove a produção, apenas e só, dos produtos estritamente necessários, na quantidade certa, no tempo certo e ao menor custo possível (Shingo, 1985; Monden, 2012). Wilson (2010) acrescenta mais uma variável, referindo que, para além da quantidade e tempo certos, o *Just-in-Time* também se foca em produzir no local certo. Segundo Hutchins (1999), o principal objetivo desta técnica é atingir o *stock* zero, não só dentro da empresa, mas também ao longo de toda a sua cadeia de valor. No entanto, tanto Wilson (2010), como Lubben (1999) apoiam uma análise diferente.

Wilson (2010) refere-se ao *Just-in-Time* como controlo de quantidade, não de *stock*. Acrescenta ainda que, por trás deste existe um entendimento e gestão profundos da variação. A posição de Lubben (1999) complementa-se com a de Wilson, considerando visões dentro do enquadramento de Hutchins (1999) erros básicos de interpretação do sistema. Em “*Just-in-Time*”, este autor considera o *stock* zero uma consequência do pensamento e não um objetivo.

Para Womack e Jones (2003), os elementos chave desta filosofia são:

- ✓ Fluxo;
- ✓ Produção *Pull*;
- ✓ Standardização dos processos;
- ✓ *Takt Time*.

Conclui-se então que esta filosofia foca-se em trabalhar não o nível de *stock* diretamente, mas a envolvente da empresa e, quando possível, cadeia de valor, para que estas funcionem de forma sinérgica e sincronizada. O objetivo passa por criar um fluxo de informação e materiais apenas quando estes são necessários e aos níveis mínimos de complexidade, de acordo com as necessidades a jusante. Desta forma, atividades e materiais que não são de todo cruciais e que não acrescentem valor ao produto, começam a ser eliminadas. Prazos mais curtos, processos mais simples, atividades desnecessárias e *stock* a níveis mínimos são consequências da filosofia, e não objetivos diretos (Lubben, 1999).

2.4.2. *Jidoka*

Jidoka, valor basilar no *Toyota Production System* e que pode ser descrito como “autonomação com toque humano”, é um princípio que consiste em transferir o controlo de qualidade para as máquinas (Wilson, 2010). Desta forma, estas conseguem detetar erros e desvios indesejados e param a produção automaticamente até o problema ser resolvido. Evita-

se, assim, a propagação de defeitos ao longo da linha de produção e consegue-se atuar, rápida e eficazmente na raiz do problema (Wilson, 2010; Womack & Jones, 2003).

Ao aplicar o *Jidoka*, a utilização e relação entre recursos humanos e tecnológicos torna-se mais eficiente, uma vez que os operadores podem transferir-se para tarefas que requerem efetivamente qualidades humanas para serem realizadas, deixando a qualidade da produção ser regulada pelas máquinas (Womack & Jones, 2003). Para que o objetivo deste princípio seja cumprido, várias táticas podem ser utilizadas, destacando-se o *Poka-Yoke* (método que torna o processo à prova de erros) (Wilson, 2010) ou o *Andon* (sistema de exposição visual de problemas) (Toyota Global, 2016).

Segundo Sugimori *et al.* (1977), as principais vantagens do *Jidoka* prendem-se pelo fato de evitar a sobreprodução. Se um determinado equipamento for programado para fazer apenas uma certa quantidade de produto, excesso deste nunca se verifica. O *Just-in-Time* pode, a partir daqui, ser eficazmente aplicado e o controlo de desvios no processo torna-se mais fácil. Em caso de erro, será apenas necessário olhar para o trabalhador e máquina que pararam a linha. A causa de tal situação é rapidamente direcionada para um simples ponto e, conseqüentemente, tratada rápida e eficazmente (Sugimori *et al.*, 1977).

2.5. Princípios

Numa empresa que queira embarcar na jornada do Pensamento *Lean*, é fundamental seguir alguns princípios base para o sucesso, representados na Figura 2.1, e descritos tanto em *Lean Thinking* (Womack & Jones, 2003) como em *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving* (Rose *et al.*, 2008):

- ✓ Especificar valor na perspectiva do cliente;
- ✓ Identificar os processos de valor acrescentado e simultaneamente destacar os

Desperdícios;

- ✓ Criar fluxo entre os processos geradores de valor;
- ✓ Ao ritmo das ordens do cliente;
- ✓ Apontar à perfeição, através da melhoria continua e da redução progressiva de

desperdícios.

Se os princípios expostos forem seguidos, retira-se o máximo benefício de todo este Pensamento e atinge-se uma forma de eliminação cada vez mais eficiente de todos os desperdícios, devendo fazer parte da cultura de todos os intervenientes numa empresa (Rose *et al.*, 2008).



Figura 2.1 - Princípios do Pensamento *Lean*
(adaptado de Rose *et al.*, 2008)

2.6. Conceitos

Neste subcapítulo poderão ser consultadas algumas definições conhecidas no Pensamento *Lean*, importantes para a sua compreensão, bem como para todo estudo posterior desta dissertação.

2.6.1. Valor

O aspeto a considerar numa primeira fase para desenvolver um Pensamento *Lean* será a definição de Valor (Womack & Jones, 2003). É a especificação de Valor que dá a direção correta pela qual a empresa se deve reger.

✓ “Fornecer o serviço ou produto errado da maneira correta é desperdício” (Womack & Jones, 2003).

No entanto, apesar da sua óbvia importância, várias empresas e gestores têm falhado rotundamente neste aspeto. Fato, aliás, relevado por Womack e Jones (2003) em “*Lean Thinking*”, dando os exemplos da Alemanha no pós 2ª Guerra Mundial, cujo valor provinha da implementação de grandes e pioneiros avanços tecnológicos nos seus produtos. Com uma elevada pesquisa científica, os alemães produziam artigos demasiado caros ou com interesse pouco efetivo para os clientes.

Num âmbito mais geral, Wilson (2010) e Womack *et al.* (1990) referem que desde os primórdios da produção em massa, as principais métricas orientadoras duma empresa eram os

custos e o aproveitamento das economias de escala, bem como a taxa de utilização de equipamentos e nível de produção. No fundo, a eficiência geral dos ativos.

É aqui que Ohno tem uma visão completamente inovadora, ao fazer a seguinte pergunta: “ Eu sei o que a minha empresa precisa na minha perspectiva, mas do que é que a minha empresa precisa na perspectiva do meu cliente?” (Wilson, 2010). Assim nasce a definição de Valor direcionada para o cliente:

✓ Valor é tudo aquilo que o cliente está disposto a pagar (Wilson, 2010). É uma característica inerente do produto ou serviço que é adquirida pelo cliente na altura e preço correto. (Nash & Poling, 2008). É, por isso, bastante subjetivo e depende de mercado para mercado, de produto para produto, bem como dos preços praticados (Womack & Jones, 2003).

2.6.2. Desperdício ou *Muda*

Ao definir Valor surge, conseqüentemente, um termo contrário e em qual o Pensamento *Lean* se foca para a sua total eliminação: Desperdício, ou *Muda*. No fundo, toda e qualquer atividade que não acrescente valor (Pinto, 2008);

Ohno deu muita ênfase aos desperdícios e à sua completa eliminação, sendo inclusive, segundo Pinto *et al.*, o primeiro a identificar os sete tipos de *Muda* na manufatura (Lean Horizons Consulting, 2008; Pinto, 2008):

✓ Excesso de produção: Produzir mais do que aquilo que é necessário ou cedo demais. A principal razão para esta situação está ligada à visão clássica de produção em massa para maximização de eficiência de máquinas e pessoas, não olhando, porém para as conseqüências de tal prática, como excesso de *stock* e tempos de espera. É considerado o desperdício mais influente, visto que pode originar os restantes (Lean Horizons Consulting, 2008; Pinto, 2008);

✓ Defeitos: Problemas durante o processo, falta de qualidade do produto ou entrega ineficiente, podendo originar trabalhos e custos adicionais; (Melton, 2005; Pinto, 2008)

✓ Stock desnecessário: Armazenagem excessiva de matérias-primas, *work-in-progress* ou produtos acabados; Atrasos na informação, resultando em maiores custos e num fraco serviço ao cliente (Melton, 2005; Pinto, 2008);

✓ Tempos de espera: Inatividade de pessoas, equipamentos, produtos ou informação crucial, conseqüência de um baixo fluxo produtivo, dando origem a *lead times* demasiado longos (Melton, 2005; Rose *et al.*, 2008; El-namrouty *et al.*, 2013);

✓ Movimentações desnecessárias: Excesso de deslocações de pessoas ou equipamentos. Tempo é perdido desnecessariamente, recursos são usados durante esta fase sem acrescentar qualquer tipo de valor ao produto final (Lean Horizons Consulting, 2008);

✓ Transporte: Movimentação de material de operador para operador ou entre estações de trabalho. Enquanto ocorre este transporte, não há processamento do produto, logo o Valor Acrescentado de todo este tipo de atividade é nulo. Distingue-se do desperdício de movimentação por se focar no produto propriamente dito, e não de pessoas ou equipamentos (Lean Horizons Consulting, 2008; Melton, 2005);

✓ Processos desadequados: Conteúdos e passos produtivos desnecessários, que forneçam mais do que o cliente deseja ou que não acrescentem valor de todo. Utilização de processos demasiado complicados, quando uma alternativa mais simples e mais eficiente é possível. (Lean Horizons Consulting, 2008; Melton, 2005; Rose *et al.*, 2008)

Womack e Jones (2003), em “*Lean Thinking*”, identificam mais um desperdício, citado em “*The Eight Wastes: A Lexicon for Lean NPD*” (Lean Horizons Consulting, 2008) :

✓ Subaproveitamento dos recursos humanos: Criatividade inexplorada ou utilização pouco eficiente dos operadores e do seu potencial. São ativos importantes numa empresa, não só pelo que fazem mas também, e principalmente, pelo que sabem. A falta de importância que é por vezes dada ao intelecto e *know-how* dos vários operadores (fatores que podem diferenciar uma empresa), originam o desperdício de ter ideias construtivas ignoradas que, por falta de apoio ou de uma cultura de envolvimento, nunca serão expostas.

Assim, poderão introduzir-se duas definições, intimamente ligadas com os termos acima e que comandam a metodologia do Pensamento *Lean*:

✓ **Trabalho de Valor Acrescentado**: Todo o tipo de atividade que: acrescenta forma, feitura ou função ao produto e que o cliente esteja disposto a pagar.

✓ **Desperdício**, ou *muda* será tudo aquilo que não obedeça a estes parâmetros (Wilson, 2010);

2.6.3.Cadeia de valor

Representa o fluxo entre atividades, de valor acrescentado ou não, desde o ponto da solicitação de uma necessidade até ao fornecimento do produto ou serviço. Apesar de se considerar a cadeia total de valor como indo desde o ponto em que uma encomenda é recebida até ser entregue pelo cliente (Nash & Poling, 2008; Rother & Shook, 1999), o seu estudo pode ser mais específico, dependendo da perspectiva que a empresa tem ou da fase em que se foca. Pode ir desde o protótipo de um produto à sua efetiva conceção, de matérias-primas a produto acabado, de recebimento de uma ordem à sua entrega ou, então, com todas estas visões englobadas e interligadas. (Womack & Jones, 2003).

O termo “Cadeia de Valor” foi introduzida por Porter (1985) em *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nesta obra, o autor defende que vantagens competitivas não podem ser desenvolvidas olhando para a Cadeia de Valor como um todo, mas como um conjunto de atividades discretas com objetivos específicos. Esta tese é, no

entanto, a contrária do *Lean*. Womack & Jones (2003) considera o estudo da “*Big Picture*”, analisando a forma como as diferentes atividades interagem, uma ação essencial a tomar para a Melhoria Contínua e eficiência organizacional. Baseando-se no termo de Porter, o *Lean* desenvolve a sua própria abordagem, estudando a Cadeia de Valor como um todo para identificação dos 8 Desperdícios e quebrando, assim, a perspectiva departamental e de otimização singular.

Uma das ferramentas que ganhou protagonismo no *Lean* para o estudo da Cadeia de Valor é o *Value Stream Map* ou, como é conhecido na *Toyota*, “*Material and Information Flow Diagram*” (Liker & Meier, 2006). Esta será abordada ainda neste capítulo.

2.6.4. Fluxo

A criação de fluxo entre atividades de valor acrescentado, também conhecido como “*One-Piece Flow*” é dos conceitos ligados ao Pensamento *Lean* mais complicados de entender e difíceis de atingir (Melton, 2005). Consiste, segundo a consultora Gembutsu, num estado ideal de operações onde a produção em lotes é substituída por uma singular, um produto de cada vez (Gembutsu, 2016). Sendo para Ohno o estado ideal, é também considerado por este bastante frágil e nem sempre prático (Liker & Meier, 2006). As diferentes fases de um processo raramente são balanceadas e contêm, inevitavelmente, desperdícios (Lean Blitz Consulting, 2016a). No entanto, várias são as vantagens apontadas, para empresas que tenham este objetivo:

- ✓ Desenvolvimento de estabilidade e continuidade das operações, bem como uma redução efetiva de desperdícios;
- ✓ Os problemas ao longo da cadeia de valor tornam-se mais evidentes e a sua eliminação quase obrigatória, devido à dependência das atividades;
- ✓ A qualidade dos produtos aumenta e os defeitos são detetados mais rapidamente;
- ✓ A necessidade de *stock* reduz-se drasticamente, visto cada operação apenas produzir o que é necessário na próxima operação (Gembutsu, 2016; Lean Blitz Consulting, 2016).

Algumas das principais técnicas para a criação de fluxo produtivo são dadas em “*The Toyota Way Fieldbook*” (Liker & Meier, 2006) e passam por forçar problemas a surgirem, criar interdependência entre processos e eliminar continuamente Desperdícios (Liker & Meier, 2006).

2.7. Principais Ferramentas

Neste subcapítulo estão expostas algumas das principais ferramentas a que a comunidade *Lean* recorre.

2.7.1. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* é das ferramentas mais importantes no Pensamento *Lean*. O fluxo que esteja a ser alvo de estudo utilizando este método poderá ter fronteiras diferentes, desde a cadeia total de valor, incluindo fornecedores e clientes, ou apenas incluir a cadeia produtiva da fábrica. Tudo dependerá dos interesses de quem usará esta ferramenta.

A principal vantagem do *Value Stream Mapping* é a mudança no modo como se analisam os processos. A visão departamental, de otimização singular, processo a processo, desaparece. Um olhar para o todo e para a maneira como todas as fases de produção se relacionam e interagem é a arma desta ferramenta. Rother e Shook (1999), aliás, referem que ter uma perspetiva de fluxo valor significa olhar para a “*Big Picture*” (e não para processos individuais) e otimizar o todo, não as partes. Outro aspeto importante do *Value Stream Mapping*, segundo Edward (2011), e que o distingue de outros métodos, é o facto de representar, não só fluxos de materiais, como de informação, permitindo ter uma perspetiva de tudo o que envolve a produção. O método do *Value Stream Mapping* pode ser dividido em três fases (Edward, 2011):

1. Diagnóstico da situação atual (criação do mapa representativo do processo atualmente);
2. Criação do mapa objetivo;
3. Plano de melhorias e sua implementação.

Sendo no entanto necessário, antes de partir para estes passos, selecionar uma família de produtos para estudar. Segundo Rother e Shook (1999), uma família de produtos é constituída por produtos que atravessam processos similares e são utilizados pelos mesmos equipamentos. Na Figura 2.2. pode ser consultada um exemplo deste tipo de categorização.

A matriz mostra a relação entre produtos (A-G) e passos de produção (1-8). Os produtos A, B e C são agrupados numa família de produtos por terem 'X' nos passos 1, 2, 3, 5 e 6. Os produtos D, E e F são agrupados numa outra família de produtos por terem 'X' nos passos 2, 3, 4, 7 e 8. O produto G não pertence a nenhuma das famílias mostradas.

Produtos	Passos na produção e equipamentos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	X	X	X		X	X		
B	X	X	X	X	X	X		
C	X	X	X		X	X	X	
D		X	X	X			X	X
E		X	X	X			X	X
F	X		X		X	X	X	
G	X		X		X	X	X	

Figura 2.2 – Família de Produtos (adaptado de Rother & Shook, 1999)

O *Value Stream Mapping*, por sua vez, pode ser dividido em três secções (Nash & Poling, 2008):

- ✓ **Fluxo do Processo ou de Produção:** representação esquemática do fluxo e processos que o produto em estudo percorre. Esta vertente do *Value Stream Map* permite visualizar os problemas, dificuldades e oportunidades no presente estado de produção e trabalhar em soluções e melhorias;
- ✓ **Fluxo de Informação ou Comunicação:** representação de toda a informação (formal e informal) ligada a um fluxo de valor. Característica importante no *Value Stream Map* (e que o distingue de outras ferramentas), na medida em que muito tempo é perdido devido a informação sem valor acrescentado. A sua representação auxilia a identificar tais situações que, de outra forma, poderiam passar despercebidas;
- ✓ **Timelines:** das informações mais importantes a serem consultadas. Aqui os tempos de ciclo de cada um dos processos envolvidos, o tempo de espera entre cada um destes e o *lead time*, são transcritos. Uma noção da relação entre tempo útil de produção e tempo total necessário é criada com estes dados.

Na figura 2.3. está representado um *Value Stream Mapping* comum, com estas secções devidamente identificadas.

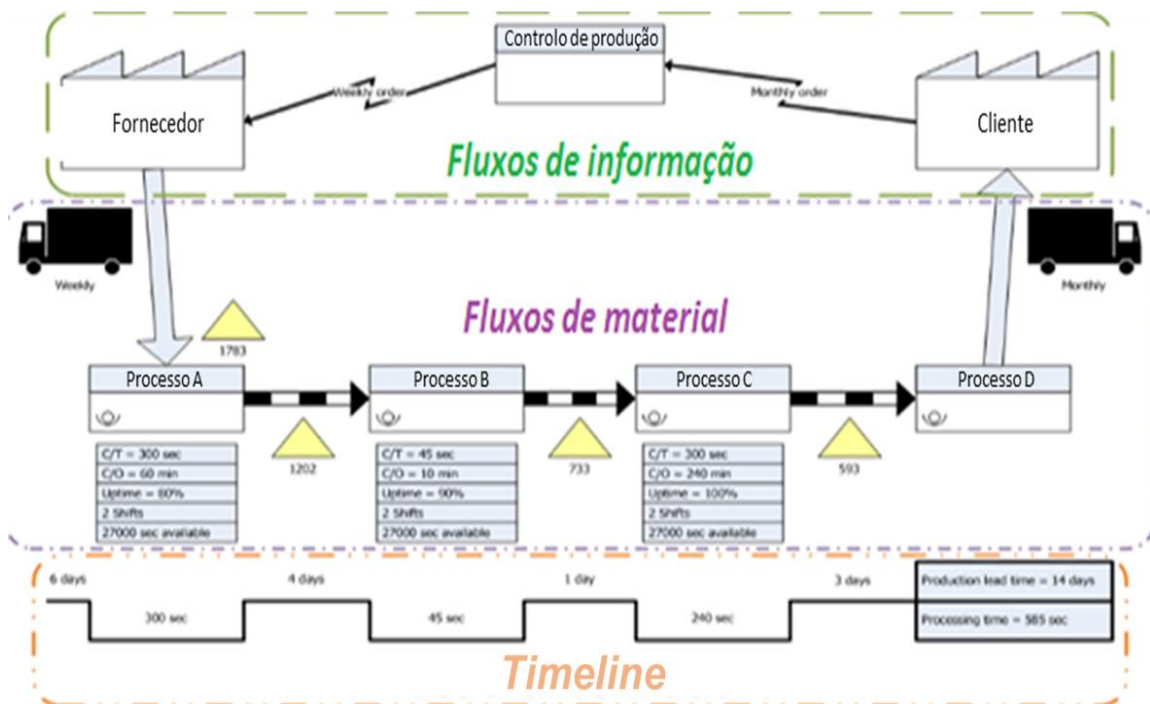


Figura 2.3 – Estrutura do *Value Stream Mapping*
(adaptado de PLANT, 2014)

Rother e Shook (1999), em "*Learning to See*", resumem algumas razões que tornam o *Value Stream Mapping* tão importante em ambiente de produção:

- ✓ Visualização do processo como um todo e do fluxo de materiais/informação, substituindo a abordagem mais comum de análise tarefa a tarefa;
- ✓ Identificação, não só dos desperdícios, como das fontes destes;
- ✓ Serve de base para um plano de implementação.
- ✓ Conjuga conceitos e técnicas *Lean*, evitando a implementação de técnicas isoladas;
- ✓ Serve de terreno comum no que toca a estudo dos processos;
- ✓ É a única ferramenta a mostrar a ligação entre fluxo de informação e materiais.

Na figura 2.4. apresentam-se alguns dos símbolos mais usuais no *Value Stream Mapping*:

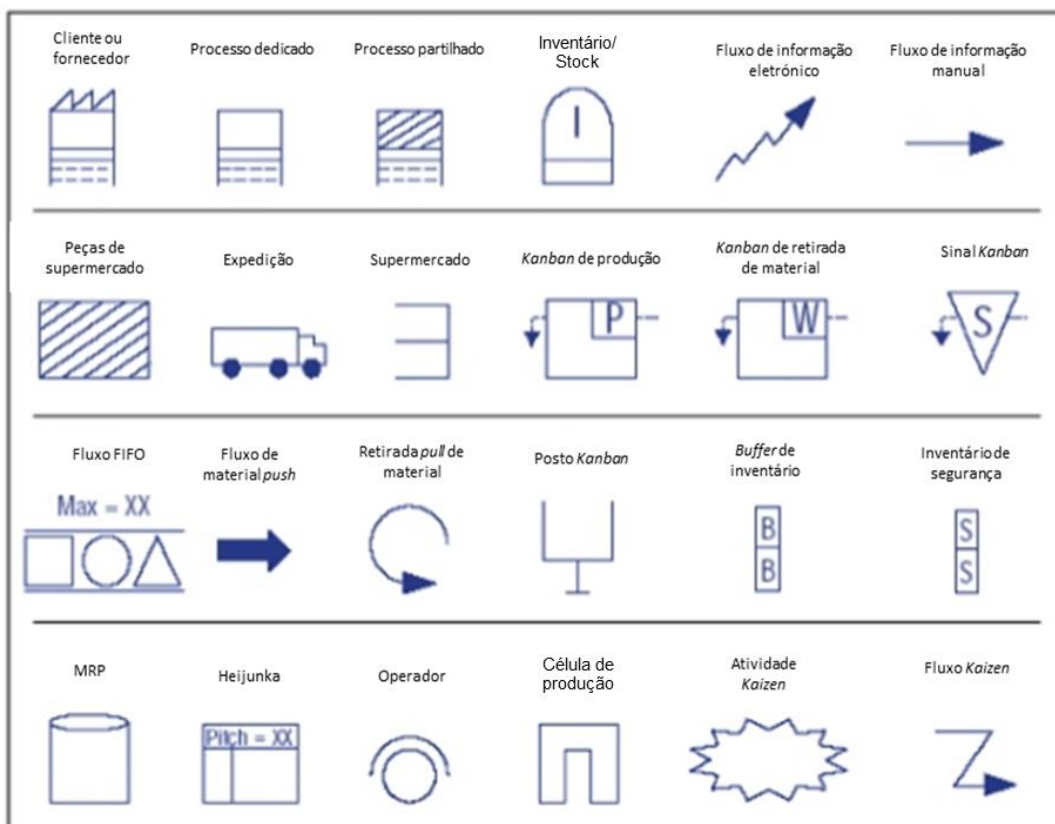


Figura 2.4 - Símbolos no *Value Stream Mapping*
(adaptado de Mittal Consultants and Enterprises, 2016)

Importante ainda referir algumas grandezas relacionadas com esta ferramenta (Nash & Poling, 2008):

- ✓ **Changeover Time ou Tempo de Setup (C/O):** Tempo de mudança de equipamentos ou pessoal, necessária aquando da paragem de produção de um determinado produto e o começo de outro. Corresponde, assim, ao intervalo de tempo entre o último produto produzido de um determinado tipo, e o primeiro produzido, em condições, do seguinte;

- ✓ **Tempo de Ciclo (C/T):** Tempo necessário de processamento de um produto numa determinada tarefa do processo;
- ✓ **Lead Time:** Tempo requerido para uma unidade de produção atravessar todo o fluxo de valor;
- ✓ **Takt Time:** Termo usado na produção *Lean* e que consiste no tempo a que um determinado produto deve ser feito para satisfazer a procura do cliente. Este é estabelecido de acordo com a taxa a que o cliente compra o produto respetivo;
- ✓ **Troughput:** *Output* do processo num determinado período de tempo;

2.7.2.5S

O 5S é uma ferramenta que se direciona para a organização e manutenção do local de trabalho e dos processos relacionados (Sian, 2015), caracterizando-se pela criação de padrões, disciplina e rotinas no ambiente organizacional. É esta natureza do 5S que o faz ser considerado a fundação da jornada de melhoria contínua de uma empresa e parte integral de todas as outras ferramentas *Lean*. Segundo Chapman (2005) deve ser até implementado antes de todas as outras.

O 5S é assim chamado devido às 5 fases que o caracterizam (Chapman, 2005; Delisle & Freiberg, 2014; Liker & Meier, 2006) :

- ✓ **Seiri / Sort :** Separar o necessário para a realização das atividades, do desnecessário. Retirar do local tudo aquilo que não será utilizado.
- ✓ **Seiton / Set in Order:** Organização dos materiais necessários de acordo com a frequência de utilização, de forma a minimizar movimentos de materiais e pessoas. Esta deve ser feita de forma a que todos os envolvidos no processo consigam encontrar facilmente, e em qualquer altura, todo o tipo de material, e que situações anormais sejam rapidamente identificadas;
- ✓ **Seiso / Shine:** Limpeza do local de trabalho. Importante para combater a desordem e contribuindo, assim, para a fácil localização dos equipamentos/ferramentas necessários. Nesta fase deve ser decidido o que limpar, como o fazer, quem ficará responsável pela tarefa e qual deverá ser o estado objetivo. Muitas vezes são usadas *checklists* para auxiliar estas decisões e para assegurar que nenhuma área é involuntariamente esquecida;
- ✓ **Seiketsu / Standardize:** Criação de procedimentos como instruções de trabalho, mapas de processos ou padrões visuais para manter os primeiros 3S's em todas as áreas de interesse. Nesta fase, são criados padrões para cada "S" referido anteriormente, facilitando a criação de rotinas e, conseqüentemente, o sucesso de cada um;
- ✓ **Shitsuke / Sustain:** Sustentar, através da disciplina e compromisso, a melhoria e rotina criada com as fases anteriores. Auditorias, relatórios e acompanhamentos

regulares de indicadores de interesse poderão ser importantes para manter e enraizar o 5S na cultura da empresa. Nesta fase, o envolvimento de todo o pessoal é necessário, desde o trabalhador, responsabilizando-se pela obediência aos novos padrões, até ao gestor que acompanha, audita e controla a envolvimento global da empresa ao 5S.

Esta ferramenta é poderosa na organização do local de trabalho. Os resultados inevitáveis serão postos mais eficientes, produtivos e organizados, assentes muitas vezes em bases visuais (Pinto, 2008; Chapman, 2005), bem como a criação de um propósito comum e um sentido de compromisso por toda a empresa (Sian, 2015). Os tempos despendidos em procura de materiais e deslocações são reduzidos, assim como o número de acidentes e níveis de risco. Aliado a estas vantagens, a produtividade aumenta e reduzem-se os custos e número de defeitos. É por estas razões que, segundo Chapman (2005), o 5S deve ser parte integrante de toda a cultura e valências da empresa, desde o início da jornada *Lean*.

2.7.3. Single Minute Exchange of Die

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*), é uma técnica desenvolvida por Shigeo Shingo que se foca na redução, tanto quanto possível, dos tempos de *Setup* (Wilson, 2010). Este método, e o sucesso da sua implementação numa empresa, tem grande importância e implicações no que à competitividade no mercado atual (que pede cada vez mais variedade nos produtos e qualidade associada) diz respeito.

Segundo Mahoney (1997), o núcleo do *Just-in-Time* é a redução dos tempos de *Setup*. Torna a empresa mais flexível e capaz de responder a alterações de mercado ou de produção. Para Wilson (2010) é uma das principais armas para combater a produção em lotes e, consequentemente, a existência de *stock*.

Shingo (1985), no seu livro "*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*", começa por apresentar dois tipos de *setup*:

- ✓ **Setup Interno:** Operações que só podem ser feitas quando a máquina em questão está parada, como remoção ou montagem de moldes;
- ✓ **Setup Externo:** Operações que podem ser feitas enquanto a máquina está em funcionamento, como o transporte de moldes entre a produção e o local de armazenamento;

Esta categorização, por sua vez, é importante para explicar o procedimento base do SMED (Shingo, 1985):

1. **Separar o Setup interno do Setup externo:** Considerado pelo autor como o passo fundamental para o sucesso do método. Muitas empresas falham na separação dos dois e perdem tempo de operação da máquina desnecessariamente por realizarem certas tarefas com a máquina parada, quando poderia estar a funcionar. Poupanças de tempo na ordem dos 30 % – 50 % são possíveis se esta fase for bem analisada.

2. **Converter Setup Interno em Setup externo:** Fase que envolve dois passos importantes:

2.1. Examinar as operações para concluir se há passos categorizados erroneamente como internos;

2.2. Criar soluções para tornar estes passos externos;

3. **Simplificar e melhorar todos os aspetos relacionados com a operação de setup:** Nesta fase, e após as distinções necessárias referidas acima, é responsabilidade da equipa melhorar o tempo total de troca de equipamentos, através de um esforço contínuo em melhorar e em criar um fluxo entre as tarefas de troca.

2.7.4. Kaizen

Kaizen (“*Kai*” – mudança ; “*Zen*” – para melhor) é uma palavra de origem japonesa e que segundo Imai, criador deste movimento, citado por Paraschivescu (2015), diz respeito a uma filosofia orientada para o cliente, de melhoria contínua e incremental na performance, custos e qualidade. Promove o esforço conjunto e constante, envolvendo todas as pessoas e posições na empresa, desde o operário ao gestor (Maarof & Mahmud, 2016) e consiste em várias atividades, todas elas com uma abordagem de melhoria e focadas nos 3M’s. São conhecidas como “*Kaizen Umbrella*”, representado na Figura 2.5, e englobam, entre outros, Gestão da Qualidade Total, *Jidoka*, Disciplina no Local de Trabalho, *Kanban* ou *Just-in-Time* (Maarof & Mahmud, 2016).

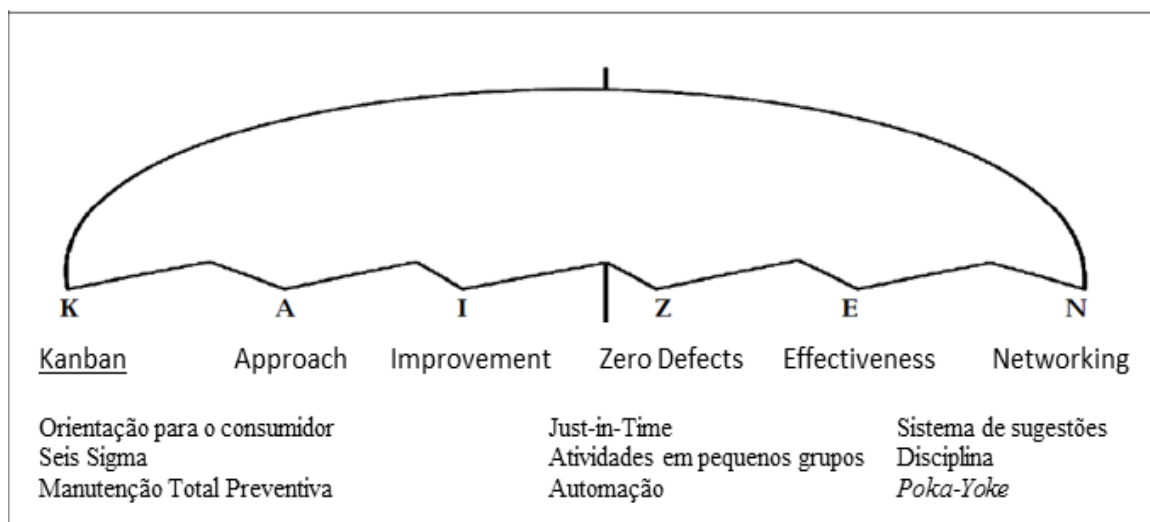


Figura 2.5 - *Kaizen Umbrella*

(adaptado de Imai (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success* por Singh & Singh, 2009)

Segundo Paraschivescu (2015) , os conceitos básicos para praticar uma estratégia *Kaizen* são:

- ✓ *Kaizen* e Gestão;
- ✓ Confronto dos processos com os seus resultados;
- ✓ Aplicação do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*);
- ✓ Qualidade como critério mais importante;
- ✓ Decisões e troca de ideias com base em dados concretos;
- ✓ Considerar o próximo processo como cliente.

Por outro lado, uma integração bem sucedida da filosofia numa empresa requer três aspetos cruciais (Maarof & Mahmud, 2016):

- ✓ **Gestão Visual**, para facilitar a comunicação entre os operadores e a gestão de topo. Desta forma, há um encorajamento para a troca de ideias entre o “*shop floor*” e os gestores responsáveis pelas tomadas de decisões;

- ✓ **Competência do Supervisor *Kaizen***, com um sentido e compreensão total da filosofia e dos processos. Serve de ponte entre os vários níveis hierárquicos da empresa e, por isso, deve ter uma boa capacidade de comunicação e conhecimento da empresa em geral;

- ✓ **Criação de uma empresa proactiva e com uma cultura de aprendizagem.** Segundo Watanabe (2011), citado por Maarof & Mahmud (2016), uma estrutura organizacional horizontal, com grande sentido de união, compromisso e disciplina é mais eficaz na implementação do *Kaizen*, que uma estrutura burocrática.

O sucesso da implementação do *Kaizen* não é, no entanto, fácil. Os resultados observados no Japão são difíceis de alcançar no Ocidente, uma vez que estão diretamente relacionados com o modo de pensar e cultura dos japoneses, que é metódica e exigente (Paraschivescu & Cotîrlet, 2015). A resistência à mudança, a incapacidade de motivar os operadores e a falta de conhecimento, no que aos conceitos relacionados com melhoria contínua diz respeito, são outras causas comuns apontadas (Maarof & Mahmud, 2016).

Se implementado corretamente, porém, torna toda a empresa mais eficiente, os operadores ganham um sentido de propósito e responsabilidade e começam a abordar o seu trabalho de forma diferente, sentindo-se mais envolvidos na tomada de decisões da empresa (Maarof & Mahmud, 2016).

2.7.5. Kanban

Kanban, palavra de origem japonesa que significa “Cartão”, é uma das abordagens mais utilizadas para a criação de um sistema *Pull*. Segundo Womack & Jones (2003), foi introduzido na *Toyota* em 1953 depois de Ohno ter concluído que, com *stock*, se perdia vantagem competitiva, sendo necessário introduzir um sistema onde a operação a jusante iria à operação a montante recolher apenas aquilo de que necessitaria. Era o nascimento do *Just-in-Time* e,

para o seu funcionamento, surgiu o *Kanban*. No fundo, um sinal *Pull* de comunicação entre as várias estações de uma linha de produção.

Segundo Wilson (2010), um *Kanban* pode assumir várias formas, desde um cartão a um carrinho ou um espaço devidamente assinalado. Nele, no entanto, tem de estar o sítio de onde proveio, o destino, a referência do produto e a quantidade envolvida deste.

Malakooti (2014) enumera os dois tipos de *Kanban* mais importantes:

✓ **Kanban de Produção.** Quando recebido, serve de sinal para iniciar a produção uma determinada quantidade de determinado produto;

✓ **Kanban de Transporte.** Autoriza o transporte de um contentor de material para a estação a jusante.

Referindo ainda que a forma mais usual de lidar com cartões *Kanban* é num sistema em que transporte e produção são independentes podendo, no entanto, existir a possibilidade de combinar os dois e aplicar um sistema de cartão único.

Standard & Davis (1999) explicam de que maneira todo este sistema funciona. Estes começam por introduzir o termo “Supermercado”, local onde se efetiva a recolha de material necessário. Recebendo um sinal de necessidade de determinado material de uma estação a jusante, este é retirado do supermercado e transportado ao posto, levando à falta de material no supermercado. Esta situação será comunicada aos responsáveis por manter o local abastecido, que irão agir em conformidade; para circunstâncias envolvendo matéria-prima, a comunicação é feita ao fornecedor. Por outro lado, envolvendo material produzido dentro da fábrica, será transmitido um sinal à estação responsável pelo seu fabrico para produzir exatamente a quantidade de produto que foi retirada.

Uma das principais vantagens deste sistema, relevada por Wilson (2010), consiste no controlo total de *stock*. O sistema *Kanban* coloca um limite superior no que a inventários ao longo da cadeia de valor diz respeito, uma vez que o número de *Kanban's* é controlado e monitorizado. Estes, por sua vez, estão associados a uma quantidade fixa de *stock*. Desta forma, existe um teto máximo de quantidade de material pelas diversas zonas.

Cheng & Podolsky (1996) apontam, no entanto, alguns aspetos a ter em consideração antes de partir para a implementação deste sistema:

✓ **Produção Nivelada**, para promover a estabilidade e combater picos de produção e as suas consequências, como *stress*, erros, ou falta de material. Havendo um controlo do *stock* total de materiais, é necessário também que haja um controlo da variação externa que possa surgir;

✓ **Fabrico em Lotes Pequenos**, para combater o aumento de *stock* e promover a estabilidade referida acima;

✓ **Tempos de Setup Curtos**, para o fabrico em lotes pequenos ser possível;

✓ **Kanban's acompanhando o Fluxo de Materiais**, para tornar todo o processo de recolha e reabastecimento mais fácil, rápido e intuitivo.

2.8. Os 3M's do Pensamento *Lean*: *Muda*, *Mura* e *Muri*

O Modelo dos 3M's refere-se aos três fatores a considerar numa jornada *Lean* para resultados a longo prazo: *Muda* (Desperdício), *Mura* (Irregularidade) e *Muri* (Sobrecarga). Uma delas, *Muda*, já explicada neste capítulo, será a mais familiar, uma vez que a sua eliminação é o objetivo último do *Lean*. No entanto, tanto *Mura* como *Muri* serão variáveis a ter em conta, visto estarem intimamente ligados à existência, ou não, de *Muda* (Panneman, 2016c).

Segundo Panneman (2016):

✓ ***Mura*** diz respeito à **Variação**, ou **Variabilidade**, observada ao longo da cadeia de Valor. Pode ser encontrada na imprevisibilidade na Procura do cliente, ou dentro do próprio processo, em Tempos de Ciclo que variem significativamente de atividade para atividade ou de operador para operador. Este autor cita Hopp & Spearman (2000), que no seu livro "*Factory Physics*" mencionam dois importantes aspetos referentes à Variabilidade:

- A Variabilidade irá sempre prejudicar a *performance* de um sistema;
- A Variabilidade será sempre compensada por algum tipo de combinação de inventário, capacidade e tempo.(Panneman, 2016a)

Isto significa que o *Mura* promove o aparecimento de *Muda*. Combatendo a Variabilidade dentro da Cadeia de Valor, combatem-se igualmente os 8 Desperdícios.

✓ ***Muri***, por seu lado, significa **Sobrecarga**. Acontece quando trabalhadores ou máquinas operam acima das suas capacidades. Esta situação leva a quebras de máquinas, paragens produtivas ou ineficácia e *stress* dos operadores na concretização das suas tarefas. Segundo Gort (2015), citado por Panneman (2016b), as consequências vão desde Defeitos, a aumentos nos Tempos de Espera e Lead Times. Gort, ainda segundo Panneman (2016b) refere igualmente que, quando a Utilização de um processo aumenta de 80 para 90%, o Lead Time duplica, observando-se novamente este incremento quando a Utilização passa dos 90 para os 95%.

Na figura 2.6 encontra-se uma representação dos 3M's. Neste cenário hipotético, criado pelo *Lean Enterprise Institute* (2014), consideram-se camiões com capacidade para 3 Toneladas e uma encomenda a satisfazer de 6 Toneladas.

Muitas vezes menosprezado, a compreensão total deste modelo é de extrema importância para o sucesso do *Lean*. Rose *et al.*(2008), refere exatamente o fato de muitas empresas não conseguirem sustentar de forma prolongada este Pensamento nos seus quadros, por se concentrarem totalmente no *Muda*, esquecendo a importância do *Mura* e *Muri*. Por outro lado, Womack (2006) numa coluna escrita para o *Lean Enterprise Institute*, promove uma mudança na abordagem ao *Lean*, que ele próprio disseminou com o seu livro "*Lean Thinking*". Para Womack, a sequência lógica para os praticantes do Pensamento *Lean* deverá

ser “*Mura, Muri, Muda*”, e não “*Muda, Mura, Muri*”, proposto inicialmente. Nesta coluna, Womack admite que caiu no erro de dar tanta importância ao *Muda* ao longo dos anos, que desvalorizou em demasia os outros dois “M’s Esta evolução é resultado da experiência que este autor foi adquirindo e que lhe permitiu concluir que, tanto o *Mura* com o *Muri* são, em grande parte, a causa do *Muda*. Eliminando os dois primeiros, segundo Womack, a eliminação do *Muda* torna-se sustentada a longo prazo.

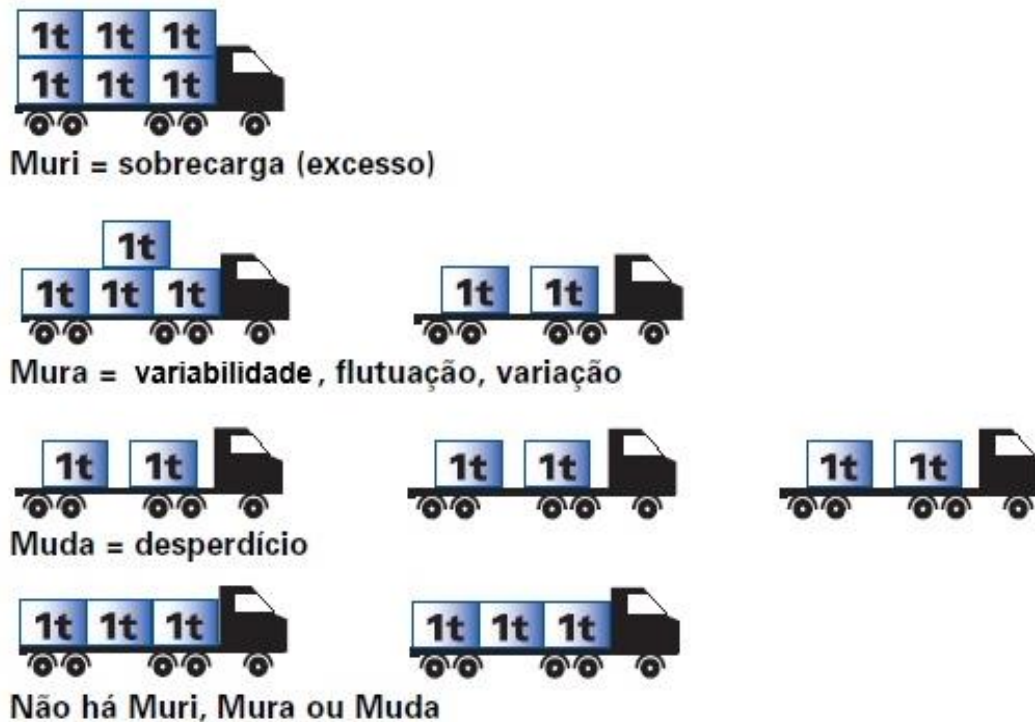


Figura 2.6 – *Muda, Mura e Muri*
(adaptado de Lean Enterprise Institute, 2014)

2.9. Implementação *Lean*

Sendo o Pensamento *Lean* um método que tem ganho particular destaque devido à envolvente económica que se observa, muitas empresas têm tentado implementar este sistema. No entanto, as dificuldades encontradas são grandes, e a própria taxa de sucessos é relativamente baixa. Segundo Kotter *et al.*, citados por Netland (2016), dois em cada três projetos de mudança para o Pensamento *Lean* falham nos EUA. Pay (2008), citado igualmente por Netland (2016) diz ainda que 70% das empresas de manufatura nos EUA implementaram, com maior ou menor compromisso, projetos *Lean*, no entanto, apenas uma em quatro está satisfeita com o resultado.

Esta situação poderá ser explicada pela forma como muitas empresas olham para o Pensamento *Lean*: como um conjunto de técnicas, isoladas e independentes, de redução de custos (Atkinson, 2004).

Muitos estudos foram realizados com o objetivo de identificar os fatores críticos para o sucesso da implementação deste Pensamento. Apesar das abordagens poderem ser diferentes, e as próprias conclusões também, há um consenso no que a três fatores essenciais diz respeito (Netland, 2016):

- ✓ Compromisso e envolvimento dos quadros de gestão;
- ✓ Educação e treino;
- ✓ Participação e fortalecimento dos operadores na empresa.

Atkinson (2004) tem, no entanto, uma visão mais particular. Apesar de considerar os aspetos acima fundamentais na implementação do Pensamento *Lean*, estes têm de ser agregados e estar constantemente ligados ao fator crítico da gestão de processos. Segundo este, o sucesso do *Lean* está no acompanhamento e mapeamento constante dos processos por pessoas “de campo”, com contacto permanente com as operações e não por “analistas de escritório”.

Há porém, segundo Wangwacharakul *et al.* (2014), a necessidade de contextualizar alguns fatores de acordo com a envolvente singular da empresa em termos humanos, culturais e organizacionais. Segundo este autor, as subáreas do *Lean* que envolvessem mais os operadores e trabalho de equipa (desenvolvimento operacional, melhoria contínua ou ambiente de trabalho) necessitavam de atenção especial e particular, tendo em conta as características particulares da empresa. Desta forma, fatores que podem ser importantes para uma empresa, poderão ser desprezáveis para outra.

Na figura 2.7. está representado o gráfico de Dhafr (2012), assinalando os resultados do seu estudo, cuja metodologia consistiu numa revisão da literatura existente dentro desta temática e posterior cruzamento de dados. Os resultados vão de encontro à ideia de Netland (2016) no que ao envolvimento dos quadros superiores e liderança eficaz diz respeito, bem como em relação ao fortalecimento dos operadores através de uma comunicação satisfatória entre todos os níveis hierárquicos da empresa. No entanto, a mudança de cultura da empresa ganha uma maior preponderância em relação ao treino e educação das equipas. A standardização e a motivação dos recursos humanos adquirem aqui uma importância menor.

Netland (2016), no seu artigo “*Critical Success Factors for Implementing Lean Production: The Effect of Contingencies*”, estudou a hipótese de Wangwacharakul *et al.* (2014) que defendia a possibilidade de alteração dos fatores críticos, de acordo com as contingências de cada empresa. A conclusão do seu estudo, cuja metodologia se baseou num questionário realizado a 432 operadores de duas empresas diferentes, não apoia totalmente essa teoria. Pode efetivamente ser feita uma lista geral de fatores que todas as empresas podem seguir. No entanto, há algumas particularidades a considerar:

- ✓ O compromisso dos quadros de gestão será, realmente, importante e deverá ser intensificado à medida que a implementação progride na empresa;
- ✓ Nas fases iniciais da instalação do paradigma, será importante ensinar os trabalhadores e criar uma equipa responsável e dedicada por todo este processo. Esta importância, no entanto, reduz-se ao longo do tempo e torna-se mais importante o fortalecimento dos operadores de campo;
- ✓ A utilização de recompensas ou reconhecimento para motivar equipas e operadores é extremamente sensível às contingências culturais. Funcionará melhor, segundo o autor, em sociedades mais individualistas, como as Ocidentais. Para além disso, o seu efeito tende a reduzir-se à medida que a implementação avança. Será necessário analisar exaustivamente a envolvente que rodeia a empresa, para utilização deste método.

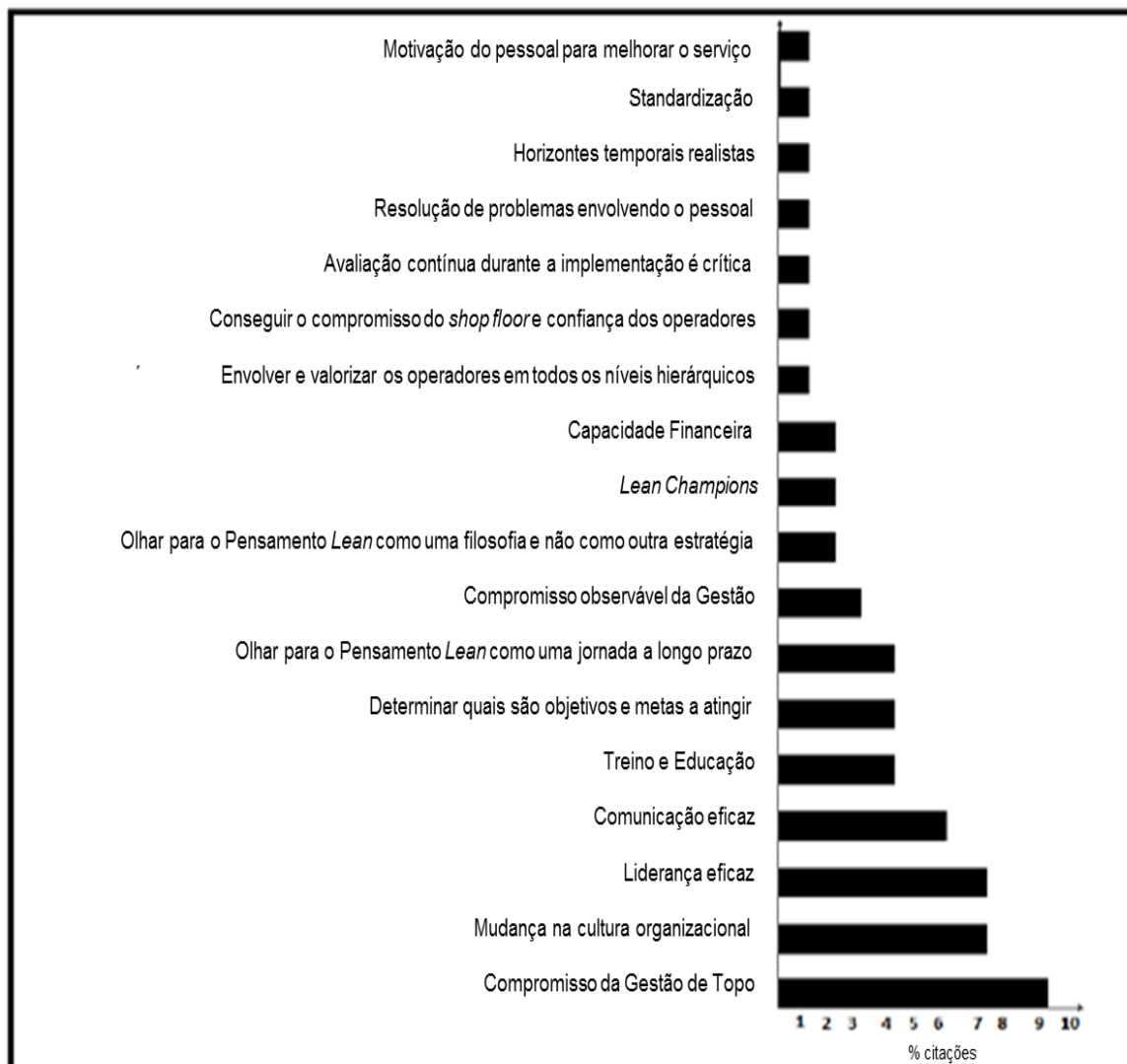


Figura 2.7 - Fatores Críticos de Sucesso para Implementação do Pensamento *Lean*
(adaptado de Dhafr, 2012)

Desta forma, aceitam-se os fatores críticos gerais, defendidos por Rose *et al.* (2008):

- ✓ **Processos:** Melhoria contínua dos processos, com orientação para o cliente. Mapeamento destes com uma abordagem de longo prazo;
- ✓ **Tecnologia, Ferramentas e Técnicas:** Aplicação das ferramentas *Lean* conhecidas, com recurso à tecnologia para sustentação e apoio ao sucesso destas;
- ✓ **Compromisso:** Capacidade de criar equipas motivadas e envolvidas no sucesso do projeto *Lean*. Fomentar a troca de informação e trabalho de equipa, com o objetivo de aprender e sair da zona de conforto;
- ✓ **Liderança:** Uma liderança com conhecimentos *Lean*, importante nas primeiras fases de implementação. Capacidade de análise para conseguir evolução progressiva. Deve existir liderança *Lean* em todas as áreas de negócio e em todos os níveis hierárquicos da empresa;
- ✓ **Estratégia e Foco:** Conseguir transmitir claramente os objetivos de maneira a que todo o pessoal saiba quais os objetivos da empresa e o que podem fazer para contribuir. Conseguir que os operadores e equipas aprendam a gerir os vários níveis do negócio de forma minimamente autónoma.

2.10. **Framework do Estado de Arte**

Com o enquadramento teórico realizado ao longo deste capítulo, torna-se agora possível sumarizar a metodologia ligada ao Pensamento Lean.

Caraterizando-se por uma abordagem à cadeia de valor como um todo, e não individualizada setor a setor, esta metodologia foca-se em distinguir todas as atividades, de duas formas:

- ✓ Com Valor Acrescentado;
- ✓ Sem Valor Acrescentado (**Desperdício ou Muda**).

Uma vez que esta distinção é baseada no critério “Valor”, e partindo da definição de *Ohno*, terá de ser realizada através de uma orientação para o cliente. Uma atividade terá Valor se o cliente estiver disposto a pagar por ela. Com esta linha de pensamento, o *Lean* lista os 8 Desperdícios numa organização:

- ✓ Excesso de Produção;
- ✓ Defeitos;
- ✓ *Stock* Desnecessário;
- ✓ Tempos de Espera;
- ✓ Movimentações Desnecessárias;
- ✓ Transporte;
- ✓ Processos Desadequados;
- ✓ Subaproveitamento dos Recursos Humanos.

Estes Desperdícios, apesar de poderem surgir de forma independente, são frequentemente resultado de 2 fatores, inerentes a uma cadeia de valor: Variabilidade (*Mura*) e Sobrecarga (*Muri*).

O objetivo do *Lean* passa pela eliminação dos Desperdícios (*Muda*), sendo estes as consequências efetivas de ineficiência a nível económico, material, humano ou de informação. No entanto, estas consequências terão de ser combatidas na sua origem para atingir resultados a longo prazo. Isto significa que o *Mura* e o *Muri* assumem um papel de destaque para tal. A procura em melhorar estes 2 fatores tem sido desprezada, em prol do combate direto ao *Muda*.

Se o Pensamento *Lean* for bem interpretado e eficazmente implementado, será possível desenvolver, entre as Atividades de Valor Acrescentado, as seguintes características:

- ✓ Estabilidade;
- ✓ Fluxo;
- ✓ Coordenação com o cliente;
- ✓ Qualidade.

Ou seja, os Valores Basilares associados ao *Lean*: *Just-in-Time* e *Jidoka*.

Na figura 2.8. está representado o diagrama da metodologia descrita, e que guiará a investigação.

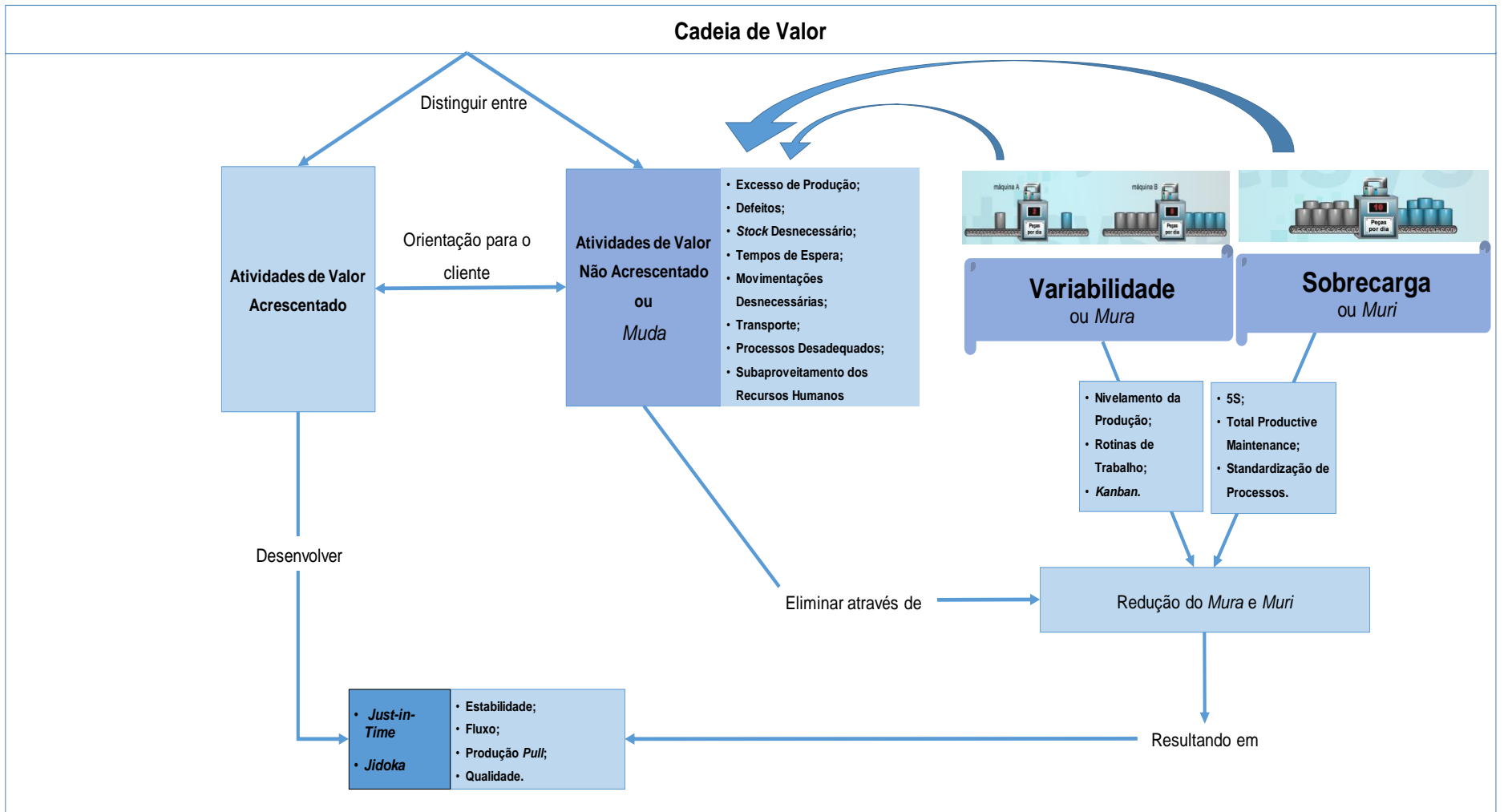


Figura 2.8 – Framework do Estado de Arte

3. Caso de Estudo

O presente capítulo introduz a empresa e a Investigação que nela se desenvolveu.. É feita uma breve descrição da metodologia seguida nas visitas às instalações, bem como do nascimento da *Science4You* e das suas características estratégicas e operacionais , como a sua estrutura organizacional, produtos comercializados e fluxo produtivo.

3.1. Metodologia no *Shop Floor*

Para que fosse possível desenvolver o Caso de Estudo, foram necessárias as já referidas visitas às instalações da *Science4You*. No total, foram 10 deslocações à fábrica, divididas em 3 momentos diferentes: Contextualização à Empresa, Análise das Operações e Construção do *Value Stream Map* para a Fábrica Viscosa. Na figura 3.1 estão representadas estes 3 momentos, bem como os métodos utilizados em cada um para recolha de dados.

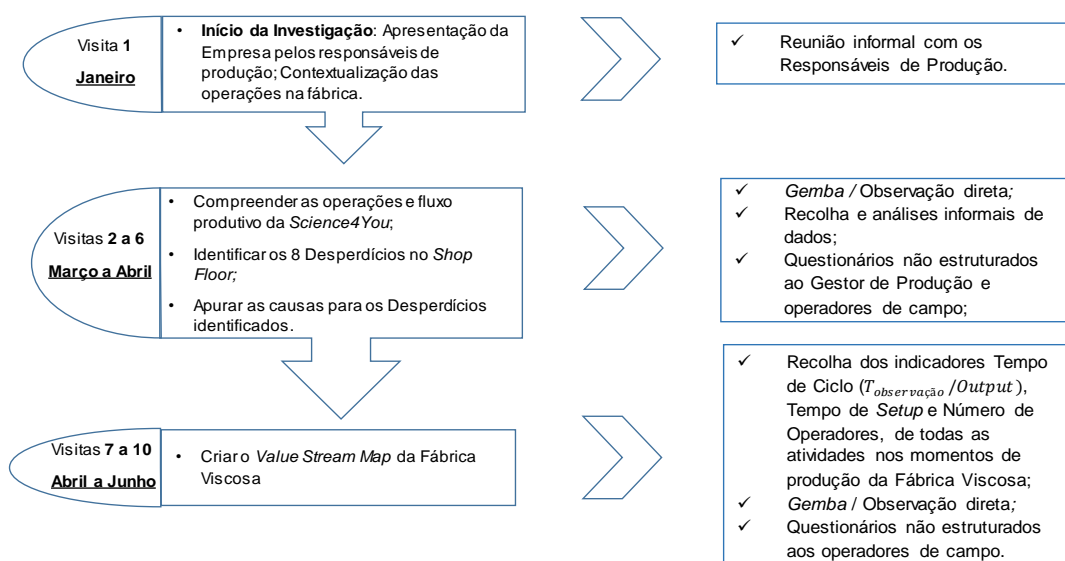


Figura 3.1 - Metodologia nas Visitas às Instalações

Em todos estes momentos de contato com o *shop floor*, o objetivo passou por ter uma atitude de pura observação, onde a influência nas rotinas da fábrica fosse mínima, de forma a tornar os dados recolhidos o mais fidedignos possível.

Finalizada esta fase, seguiu-se o desenvolvimento das Propostas de Melhoria, tendo como base o *Value Stream Map* construído e os seus indicadores. Técnicas *Lean* abordadas na revisão de literatura, como o *Kanban* e o *Single Minute Exchange of Die* foram utilizadas em algumas destas propostas.

3.2. Apresentação da empresa

A *Science4You* é uma empresa destacada e reconhecida pela conceção, fabrico e comercialização de brinquedos educativos, embora também inclua na sua atividade a organização de eventos temáticos e de formação, como festas de aniversário ou campos de férias. Atualmente, conta com um catálogo de mais de 400 produtos para crianças até aos 14 anos.

Fundada em 2008 por Miguel Pina Martins no âmbito de um projeto académico ligado à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, rapidamente se cimentou em território nacional e iniciou a internacionalização, expandindo-se para Espanha em 2009 e Reino Unido em 2012, países onde tem sucursais. Atualmente, a *Science4You* tem presença comercial em 27 países, sendo que o objetivo é atingir os 35 até finais de 2016.

Este sucesso e expansão pode ser explicado pela abordagem inovadora no que aos seus produtos diz respeito. Até à criação da *Science4You*, não existiam no mercado nacional produtos com uma vertente educacional e experimental tão extensa, onde as crianças podem literalmente, e nos mais variados campos científicos, “aprender, enquanto brincam”. Para além dos *kits* científicos, produto diferenciador da *Science4You* e de onde provêm as maiores receitas, existem várias outras categorias e linhas, como jogos de tabuleiro e brinquedos com vertente tecnológica.

A *Science4You* aplica um modelo organizacional funcional, representado na figura 3.2., com vários departamentos divididos por áreas de negócio, e que têm de responder a um ‘*Board*’ onde se encontra o próprio Miguel Pina Martins.

Por sua vez, as instalações da *Science4You* são desde 2015, no Mercado Abastecedor da Região de Lisboa (M.A.R.L.), investimento que envolverá 3 milhões de euros até 2018. A fábrica ocupa perto de 8.000 m² e produz, em média, 30 000 brinquedos por dia.

Desde 2008 que a empresa tem ganho vários prémios que ajudam a cimentar e a corroborar uma posição e marca de qualidade. Os prémios ‘Produto do Ano’ em 2015 e 2016 na categoria ‘Brinquedos Didáticos’ do Grande Prémio da Inovação ou ainda a ‘Ordem de Mérito Empresarial’, concedida em 2015 pelo próprio Presidente da República, são os grandes destaques.

É esperado um seguimento na tendência de crescimento, sendo o objetivo para 2016 atingir os 16 milhões de euros em vendas. Ainda neste ano, foi anunciada a integração da *Science4You* no *Ranking INC.5000 Europe*, que distingue as empresas europeias que mais cresceram nos últimos três anos, ocupando a 122^o posição e sendo a 8^o em território nacional.

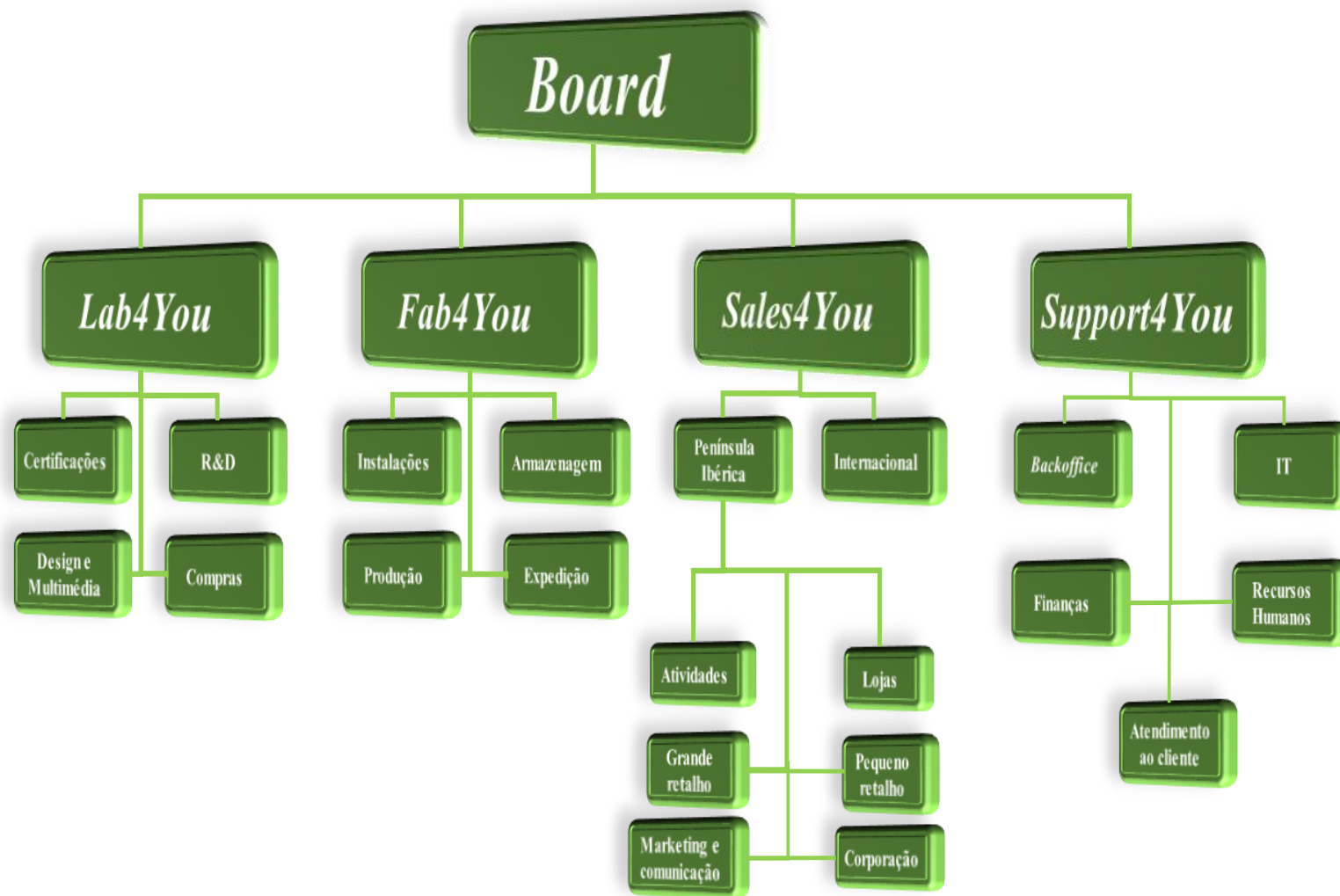


Figura 3.2 - Organograma da Science4You

A missão da *Science4You* passa por “Melhorar os níveis de educação na sociedade, através do desenvolvimento de brinquedos e jogos que permitam às crianças aprender enquanto brincam.”, com o objetivo/Visão de “ser uma das três maiores marcas de brinquedos na Ibéria e vender para todo o mundo”, praticando os valores da “excelência, empenho e eficiência”.

3.3. Produtos Comercializados

Como já foi referido, a quantidade e gama de produtos da *Science4You* é bastante larga. Ao todo são mais de 400 produtos divididos por 14 categorias, representadas na figura 3.3.

	Eletrónica		Escrita e Leitura		Ecologia e Meio Ambiente		Produtos para idades até 3 anos
	Ciência		Livros e enciclopédias		Reino animal		Estimulação de capacidades
	Construção de réplicas 3D		Destreza e minúcia		Puzzles e Jogos		Produtos com a marca Canal Panda, Sid Ciência ou Nutri Venture
	Produtos para idades dos 3 aos 5 anos		Mundo microscópico				

Figura 3.3 – Categorias e Logótipos respetivos dos Produtos *Science4You*

3.4. Produto a Estudar

A escolha para um acompanhamento mais exaustivo incidu sobre a ‘Fábrica Viscosa’. Inserida na categoria “*Science*”, o facto de ser um dos produtos mais vendidos, com a eficiência (ou não) da sua cadeia produtiva a ter grande impacto nas receitas, aliado à vantagem de atravessar todas as atividades na fábrica, permitindo uma análise global à cadeia produtiva, conduziram a esta escolha.

Estudando a cadeia de valor deste produto, são retiradas conclusões gerais em relação ao sistema de produção que vigora na empresa e, assim, possibilita-se a transferência das conclusões desta dissertação para todas as outras categorias de brinquedos.

A Fábrica Viscosa insere-se na gama de artigos mais conhecida da *Science4You*, os kits científicos.

Estes *Kits*, na ótica de produção da fábrica, são divididos em:

1. **Caixa;**
2. **Manual;**
3. **Conteúdo.**

Discriminados na Figura 3.4, onde está representada a Fábrica Viscosa:



Figura 3.4 - Fábrica Viscosa

- Legenda:**
- 1. Caixa;**
 - 2. Manual;**
 - 3. Conteúdos com sacos standard;**
 - 3. Conteúdo com saco específico.**

Entende-se por **Conteúdo**, o conjunto de todos os materiais que irão em alguma fase ser requisitados durante a experiência. Vão desde frascos com corantes ou compostos químicos, a espátulas ou óculos de proteção. São, assim, “o” produto, aquilo pelo qual o cliente paga.

Estes são categorizados de 2 formas diferentes, de acordo com a sua natureza: material e instrumentos de auxílio designam-se **Conteúdos Materiais**; substâncias que vão reagir quimicamente na experiência são denominadas **Conteúdos Reagentes**. Cada um destes terá um saco respetivo, como se pode concluir pela observação da Figura 3.4.

Existe ainda a possibilidade de materiais que, não podendo ser ensacados da forma convencional, exigirão um saco específico, situação representada na mesma Figura.

Na ótica da produção, a cada um dos materiais constituintes de dado Conteúdo denomina-se **Produto Intermédio**. Por sua vez, a produção da caixa e manual encontra-se fora da cadeia de valor envolvida nesta dissertação. Estes dois produtos são recebidos em paletes e armazenados em condições semi-funcionais para as futuras necessidades.

3.5. Fluxo Produtivo

Sendo uma empresa com forte presença no mercado nacional e em fase de expansão internacional, a filosofia base de toda a fábrica e dos seus responsáveis consiste em produzir em antecipação (*make-to-stock*) para o mercado português, mais previsível e com *lead times* mais pequenos. Desta forma, surgindo encomendas internacionais, inevitavelmente mais imprevisíveis e em maior volume, existe uma maior liberdade e margem para serem satisfeitas quase única e exclusivamente (tratando-se, neste caso, de uma abordagem *make-to-order*).

Um pouco deste contexto pode ser observado a montante da cadeia de valor, nomeadamente nos fornecedores. Um responsável da produção revelou que, no mercado dos brinquedos onde a *Science4You* está inserida, os fornecedores mais vantajosos em termos económicos são os asiáticos, China principalmente. No entanto, os fatores burocráticos e os tempos de transporte aumentam a imprevisibilidade, dificultando estas transações. Desta forma, as encomendas terão muitas vezes de provir de fornecedores portugueses, apesar de não ser a solução preferencial.

Observa-se no entanto, em toda a empresa, a preocupação de melhorar todo o fluxo operacional e cadeia de valor. O facto de ser uma empresa que se pode considerar recente (menos de 10 anos), leva a que exista grande potencial para melhorias. Foi, aliás, instalado recentemente um *Warehouse Management System* (WMS), permitindo um acompanhamento mais eficaz e eficiente de todo o *stock* e materiais existentes em armazém. Para além disso, está em funcionamento o *Prodsmart*, aplicação portuguesa que permite ter dados fidedignos e em tempo real dos mais variados indicadores produtivos, como eficiência, “quantidade produzida até ao momento” vs “quantidade objetivo” ou tempos de ciclo.

No que à cadeia produtiva diz respeito, a *Science4You* distingue três operações/departamentos:

1. Produção Primária;
2. Produção dos Conteúdos;
3. Produção Final.

Sendo que a Produção Primária é constituída por duas atividades diferentes (Produção Primária de Nível I e Produção Primária de Nível II) e a Produção De Conteúdos por três atividades diferentes (Produção Intermédia, Produção de Conteúdos Materiais e Produção de Conteúdos Reagentes), descritas ainda neste capítulo.

Será ainda importante referir que, devido ao contexto produtivo onde está inserida a fábrica da *Science4You*, com grande parte das tarefas podendo ser feitas manualmente e sem grande necessidade de formação, denota-se uma grande flexibilidade de alocação e distribuição de pessoal. Dependendo das necessidades do momento, a capacidade das diferentes operações e fases produtivas pode variar. No entanto, para facilitar a interpretação do caso de estudo, todos os dados, amostragens e cenários expostos ao longo da dissertação, terão como base as condições normais e de equilíbrio.

3.5.1. Produção Primária

A Produção Primária diz respeito à operação mais a jusante do fluxo produtivo, e engloba a atividade de produção de corantes alimentares a partir de matéria-prima (nível I), bem como o próprio enchimento dos frascos com estes compostos ou com corantes cosméticos (nível II); estes últimos comprados diretamente ao fornecedor. O local da Produção Primária de Nível II pode ser consultado na Figura 3.5.

Esta operação, devido à natureza química envolvente, encontra-se lateralizada em relação às restantes duas (Figura A3). Aqui, e como já foi referido, não só acontece o fabrico dos compostos, como poderá ser feito também o enchimento direto dos respetivos frascos, auxiliado por uma máquina própria para o efeito e ainda por um posto de trabalho manual. Para além disso, a etiquetagem dos frascos (se tal for exigido), é também auxiliada por uma máquina. No entanto, esta só poderá ser utilizada num contexto *make-to-order*, onde já se terá conhecimento do destino de dada encomenda e, por isso, do idioma da etiqueta a colocar. Se tal não se observar, os frascos referidos serão encaminhados, mais tarde, para a produção intermédia.

Aquando da altura da investigação, foi transmitido que este processo envolvia ao todo 14 pessoas, sendo que devido à sazonalidade do negócio este número poderia mudar drasticamente.

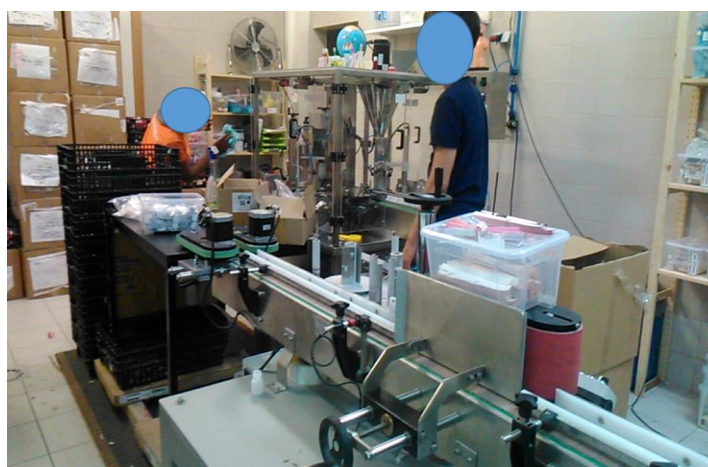


Figura 3.5 - Produção Primária de Nível II

3.5.2. Produção de Conteúdos

A *Science4You* designa conteúdo ao conjunto de todos os materiais necessários para que a experiência de determinado *kit* ocorra com sucesso e segurança.

Como já foi referido, este departamento envolve três atividades diferentes, e que nesta dissertação são denominadas “Produção Intermédia”, “Produção de Conteúdos Materiais” e “Produção de Conteúdos Reagentes”.

3.5.2.1. Produção Intermédia

Na zona da Produção Intermédia ocorrem todo o tipo de tarefas necessárias para criar produto intermédio a partir de matéria-prima. Cortes, colagens, enchimentos de frascos com pós, líquidos ou aromas são alguns exemplos. Existem 10 postos (mesas) nesta zona, onde é produzido 1 produto intermédio em cada um, envolvendo até 4 operadores (Figura A1). Tal significa que qualquer material exigindo alguma espécie de transformação para ser inserido no saco dos conteúdos terá de passar por esta atividade. Nas figuras 3.6, 3.7 e 3.8. estão representados postos desta atividade produtiva.



Figura 3.6 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (I)



Figura 3.7 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (II)



Figura 3.8 - Posto de Trabalho na Produção Intermédia (III)

3.5.2.2. Produção de conteúdos materiais

Nesta atividade são ensacados todos os materiais de natureza auxiliar numa experiência, como seringas, óculos de proteção, luvas ou frascos vazios (estes, necessários para criar soluções químicas intermédias). Existem 4 postos de produção para esta atividade, também na forma de mesas de madeira e onde um saco de conteúdos pode ser produzido em cada um deles, sendo o processo feito manualmente. O *layout* destes postos pode ser consultado na Figura 3.9. Após a receção de uma ordem de produção (Figura A2), com as referências dos materiais necessários, estes serão recolhidos de *stock*, e colocados em caixas ao redor da linha. Tenta-se depois associar de forma equitativa as caixas aos operadores. No final da respetiva tarefa, o operador coloca o saco em local próprio para o seguinte recolher e dar continuação à atividade. Neste caso, o último operador ficará responsável por fechar o saco com todos os componentes e colocá-lo em caixotes devidamente identificados, sendo encaminhados para a zona de *stock* de conteúdos ou para produção final, dependendo das circunstâncias de produção (*make-to-order* ou *make-to-stock*). De realçar que o número de componentes inseridos nestes sacos varia substancialmente de produto para produto e, assim, também a disposição destas linhas e o número de operadores pode oscilar bastante.



Figura 3.9 - Posto de Trabalho na Produção de Conteúdos Materiais

3.5.2.3. Produção de conteúdos reagentes

Nesta atividade, tal como o nome indica, ocorre a produção do saco de conteúdos reagentes, ou seja, de todos os compostos que vão permitir que se crie um certo resultado químico. Nesta fase, pode-se verificar que o embalagem é feito com recurso a uma máquina própria para o efeito, representada na Figura 3.10. Há, no entanto, a necessidade de ter operadores (até 4) a colocarem os vários produtos que vão fazer parte de um dado conteúdo no tapete da máquina.



Figura 3.10 - Tapete Rolante da Máquina de Embalamento

Ainda na figura 3.10. é possível verificar que o tapete rolante é compartimentado, sendo que cada uma das divisórias diz respeito e irá dar origem a um saco de conteúdos.

O local desta operação está organizado de maneira a que os sacos produzidos saiam da máquina e entrem diretamente nos caixotes com as referências do conteúdo produzido, sendo que aqui a lógica é a mesma em relação à atividade anterior: ou irá para *stock* de conteúdos, ou diretamente para produção final, dependendo das circunstâncias de produção. Na figura 3.11 observa-se a forma como este posto de trabalho é organizado e de que maneira os operadores se dispõem.



Figura 3.11 - Disposição dos Operadores na Produção de Conteúdos Reagentes

3.5.3. Produção Final

A produção final diz respeito ao conjunto das tarefas responsáveis pela montagem final do produto. Aqui, caixa, manual e conteúdos são agregados e selados para darem origem ao produto final.

Esta atividade será onde se verifica uma maior automatização e eficiência. Apesar de ainda funcionarem duas linhas manuais para encomendas em quantidades pequenas, foi feito um investimento em duas linhas de montagem, representadas na Figura 3.12, e máquina de selar automática, representada na Figura 3.13., tornando toda a atividade mais fluída.

A Produção Final envolve 4 tarefas distintas:

- ✓ Dobragem (1^o) e colocação de um fundo na caixa (2^o), realizadas por dois operadores de forma manual e fora da linha de montagem. O operador responsável pela colocação da base está posicionado de forma a colocar facilmente a caixa na linha.
- ✓ Colocação do manual e conteúdos reagentes (1^o), conteúdos materiais e outros materiais (2^o) e fecho da caixa (3^o), feito por três operadores dispostos ao longo da linha. Os componentes, colocados em estantes pelos responsáveis do fluxo material, encontram-se à frente do operador;
- ✓ Selar automático no final da linha por uma máquina própria para o efeito;
- ✓ Colocação do produto em paletes para ser transportado para inventário ou expedição.



Figura 3.12 - Linha de Montagem da Produção Final



Figura 3.13 - Saída de Produto Final da Máquina de Selar

Na figura 3.14 está representado o fluxograma geral das operações e respetivas atividades, explicados ao longo deste subcapítulo.

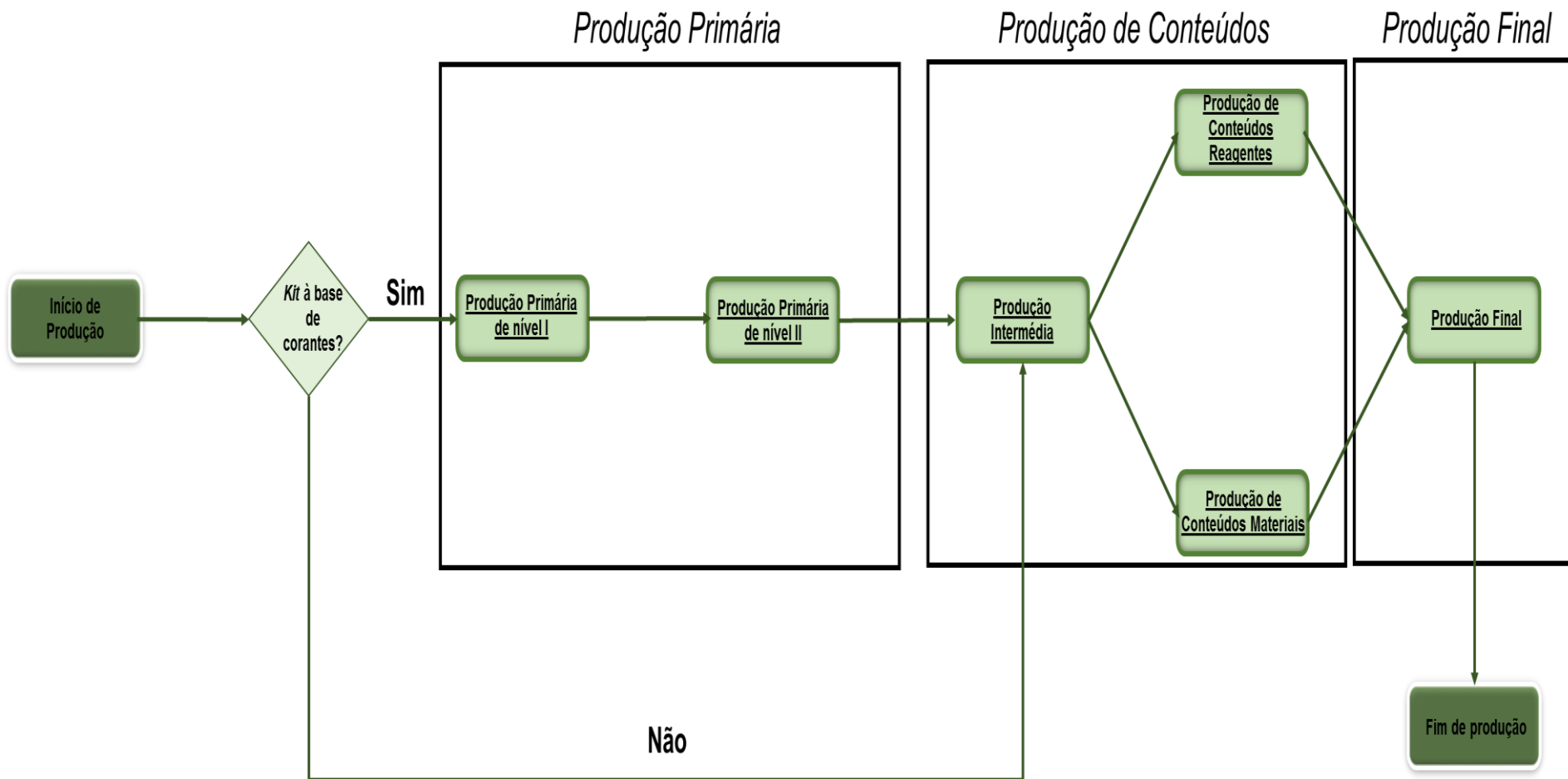


Figura 3.14 - Fluxograma da Science4You

3.6. Problemática e Mapa do Estado Atual

O acompanhamento às operações permitiu concluir que a fábrica em estudo carece de rotinas instaladas de trabalho em certos momentos. As consequências desta situação envolvem balanceamentos inexistentes entre atividades ou tarefas, excesso, ou falta de material em zonas estratégicas, ou baixos níveis de comunicação entre operadores e gestores. Alguns destes aspetos serão desenvolvidos no Capítulo 5 e 6.

Com o objetivo de criar uma visualização satisfatória da situação atual de toda a fábrica, foi aplicada a ferramenta do *Value Stream Mapping* a um dos produtos mais significativos em termos de vendas, a Fábrica Viscosa. Os indicadores recolhidos para a construção deste mapa dizem respeito ao Tempo de Ciclo (C/T), Tempo de *Setup* (C/O) e Número de Trabalhadores por Atividade (*Operators*).

Será importante referir que, devido a uma questão temporal, os dados recolhidos para a atividade “Produção Final” disseram respeito a outro produto. Este facto não terá, no entanto, influência nas conclusões da investigação, visto o alto nível de automação na Produção Final tornar os indicadores desta atividade independentes do produto fabricado.

O objetivo passou por identificar os Desperdícios na cadeia produtiva da *Science4You*, partindo da definição dos 8 Desperdícios do *Lean*, e as razões para estes se observarem. Posteriormente, foram propostos planos de resposta que atuassem diretamente nas causas identificadas, tornando todo o fluxo de materiais, informação e pessoas mais eficiente.

Quis-se com a investigação, criar as condições de estabilidade para uma implementação futura deste Pensamento nos quadros da *Science4You*. Sendo inúmeras as vantagens do *Lean*, é no entanto necessário, segundo Liker & Meier (2006), atingir primeiro níveis mínimos de estabilidade para que esta tenha sucesso. Desta forma, pretende-se, não tanto uma implementação repentina do Pensamento na empresa, mas sim a criação das condições iniciais necessárias para uma implementação futura.

Observando o Mapa do Estado Atual, representado na figura 3.15, é possível destacar o Tempo de Ciclo da Produção Primária de Nível I, com uma ordem de grandeza superior ao das restantes atividades. Neste contexto, o Tempo de *Setup* da Produção de Conteúdos Materiais também poderá ser objeto de análise. Representando 18,5 minutos, é expetável que exista potencial de melhoria no momento de trocas de linha.

Os dados envolvendo a Produção Primária de Nível I não foram, no entanto, recolhidos através de observação direta. Tendo esta atividade condições de segurança específicas, a presença no seu local não foi possível. O responsável pela Operação “Produção Primária” forneceu os dados respetivos.

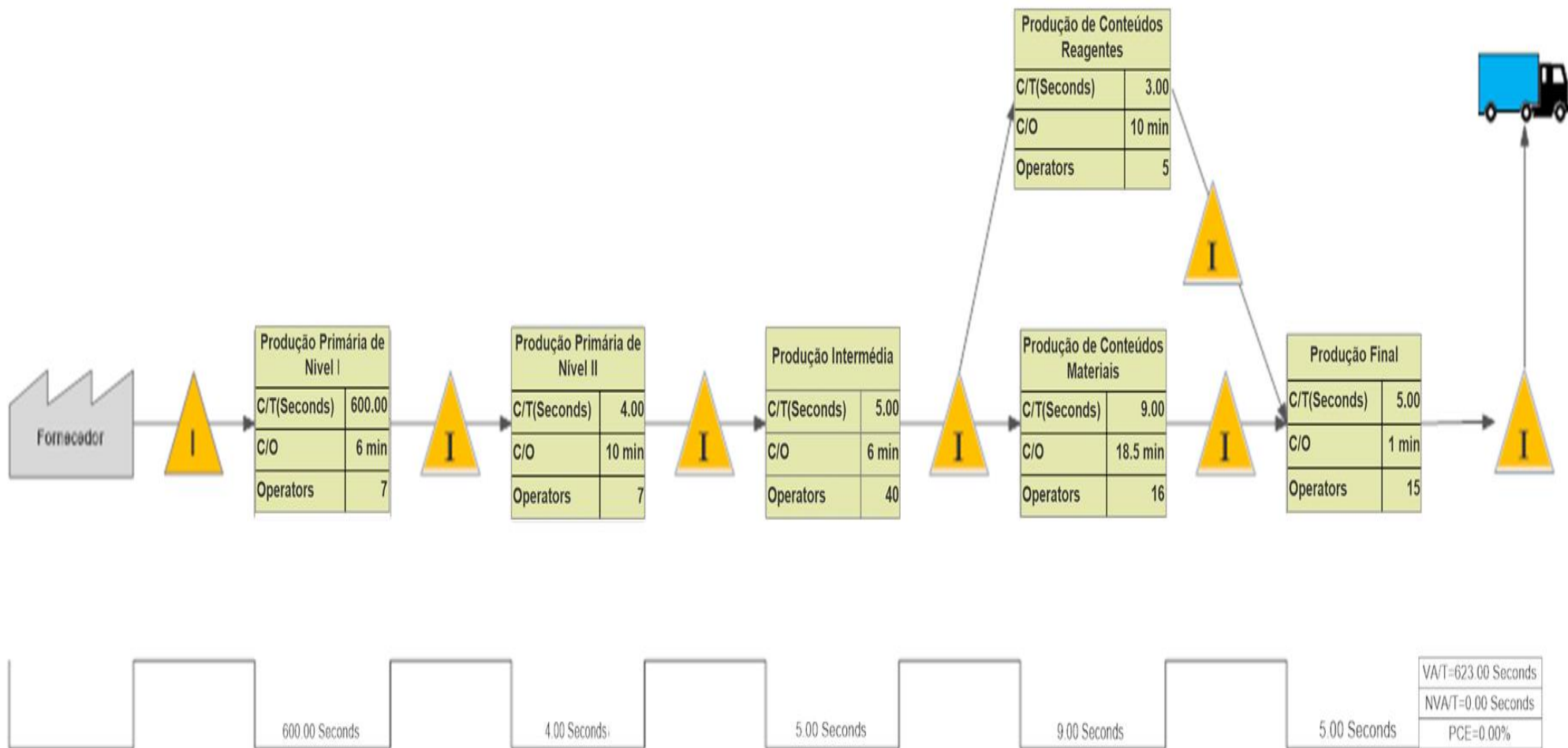


Figura 3.15 - Mapa do Estado Atual

Nos capítulos seguintes será realizada uma análise pormenorizada aos Desperdícios observados no *shop floor*, e às Oportunidades de Melhoria a que a investigação conduziu. Alguns destes podem ser facilmente retirados através de uma interpretação direta à Figura 3.15., nomeadamente os já referidos Tempos de Ciclo da Produção Primária de Nível I ou o Tempo de *Setup* da Produção de Conteúdos Materiais. Há, no entanto, situações cuja interpretação não será tão direta. O próximo capítulo permitirá contextualizar todas estas., com uma breve introdução às 5 Oportunidades de Melhoria identificadas durante a Investigação.

4. Oportunidades de Melhoria

Neste capítulo são identificadas e brevemente ilustradas as Oportunidades de Melhoria a que a Investigação conduziu, após o acompanhamento às operações e identificação dos respetivos Desperdícios.

4.1. Produção Primária de nível I

Uma das Oportunidades de Melhoria identificadas envolve a “Produção Primária de Nível I”, responsável pela produção dos corantes alimentares.

Analisando o *Value Stream Map* do estado atual, é possível verificar que o tempo de ciclo desta atividade representa 96% do tempo total de valor acrescentado na produção de uma Fábrica Viscosa. No entanto, e como referido anteriormente, o tempo representado no *Value Stream Map* não foi observado diretamente. Devido às condições de segurança específicas desta atividade, não foi possível fazê-lo, sendo que o valor foi dado pelo responsável do departamento onde esta atividade está inserida. Segundo este, em média, são necessários 10 minutos para produzir um bidão de corante. Tal significa que, num cenário onde fosse necessário produzir uma Fábrica Viscosa, com as tarefas a produzirem imediatamente após receberem os materiais necessários das tarefas anteriores, operando em fluxo contínuo, o tempo de produção seria de 10 minutos e 23 segundos (623 segundos). Destes 623 segundos, 600 envolveriam a produção do bidão de corante alimentar. Durante 96 % do tempo de produção, a cadeia encontra-se parada, à espera do *output* da Produção Primária de Nível I.

Para além da desproporcionalidade de tempos de ciclo mencionada, acrescenta-se outro elemento que poderá influenciar negativamente as operações: o facto da natureza desta atividade ser diferente das restantes. Apesar de ser um aspeto que, numa primeira análise, poderá ser pouco relevante, existe uma consequência ligada a esta situação. Excluindo a Produção Primária de nível I, todas as outras atividades se caracterizam por ser altamente manuais, mecanizadas e sem grande necessidade de formação. A produção dos corantes alimentares, por outro lado, não possui estas vertentes. É de natureza química, exige formação inicial no que à forma correta de produção destes corantes diz respeito e tem uma envolvente em geral completamente distinta. A abordagem de gestão, planeamento e controlo desta atividade será também ela diferente em relação à abordagem para as restantes. Não significando, diretamente, ineficiência na gestão, crê-se que a *Science4You* atingiria uma maior estabilidade e uniformização na tomada de decisões, se retirasse a atividade envolvida da cadeia produtiva.

4.2. Balanceamento das Tarefas no Enchimento de Frascos

Foi identificada, igualmente, uma Oportunidade de Melhoria na subatividade de Enchimento de Frascos, na Produção Intermédia. Destacaram-se dois aspetos no momento da observação:

- ✓ Variabilidade nos tempos de conclusão para cada tarefa, podendo os Tempos de Ciclo de cada uma oscilar bastante entre amostragens;
- ✓ Balanceamento ineficiente. Recolhendo os Tempos de Ciclo Médios de cada uma das tarefas, concluiu-se que existe entre elas, uma diferença considerável nos tempos de conclusão médios.

Desta forma, conclui-se que o principal problema que atravessa esta subatividade diz respeito à Variabilidade, intra e intertarefas. Esta, por sua vez, traduz-se numa inexistência de fluxo entre os passos representados na Figura 4.1, necessários para o enchimento de um frasco.

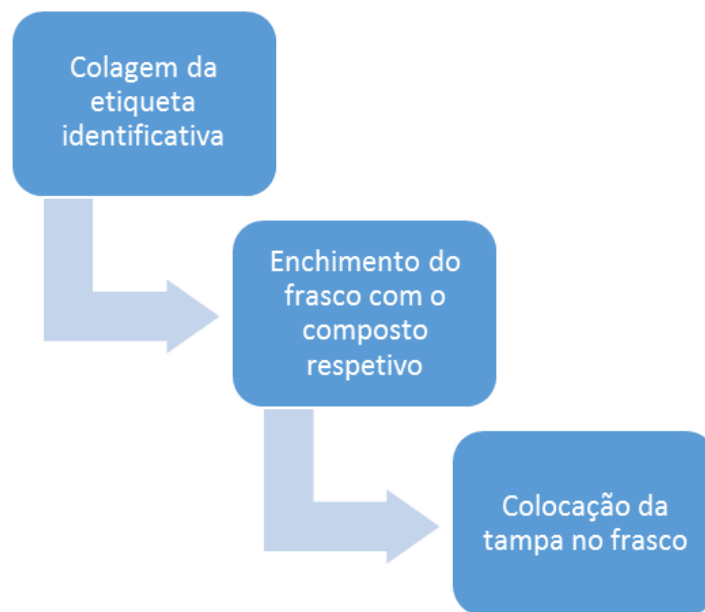


Figura 4.1 - Tarefas no Enchimento de Frascos

Assim, e devido às razões mencionadas acima, *work-in-progress* tende a acumular-se (principalmente entre o enchimento do frasco e a colocação da tampa). Verificando esta situação, operadores transferem-se para a atividade imediatamente posterior a este, no sentido de o reduzir.

A situação descrita pode ser aplicada a toda a Produção Intermédia. Nesta atividade observam-se grandes níveis de variabilidade e instabilidade, principalmente nos Tempos de

Ciclo de cada tarefa. Devido à falta de controlo e de um certo nível de rotinas de trabalho, este indicador nunca toma valores estáveis. Isto significa que uma determinada tarefa, podendo numa primeira amostragem ter um Tempo de Ciclo de 5 segundos, numa segunda poderá transitar para valores próximos dos 10/15 segundos. Para além do Tempo de Ciclo de cada tarefa, o balanceamento entre estas, terá também potencial de melhoria.

O objetivo passará por encontrar uma solução que torne toda a produção de frascos mais balanceada e estável, reduzindo a variabilidade e aumentando o fluxo entre as tarefas. Apesar de a análise incidir sobre o Enchimento de Frascos, pretende-se que as conclusões da proposta de melhoria possam ser transferidas para todas as outras subatividades da Produção Intermédia.

4.3. Tempo de *Setup* na Produção de Conteúdos

Materiais

O Tempo de *Setup* desta atividade será uma das situações com maior potencial de melhoria. Como já foi referido, este tempo está diretamente relacionado com a facilidade e agilidade que uma empresa demonstra em mudar o seu fluxo produtivo de um produto para outro. Num mercado cada vez mais imprevisível, é importante que os tempos de *setup* de uma empresa sejam reduzidos ao máximo, para a tornar mais responsiva e flexível a alterações de mercado.

Através da cronometragem a este momento produtivo, observou-se que o Tempo de *Setup*, variando de produto para produto, nunca atingiu valores menores que 12 minutos, chegando mesmo aos 25 em alguns casos. Por sua vez, o valor obtido para a Fábrica Viscosa, foi de 18,5 minutos.

Na Produção de Conteúdos Materiais, para uma troca de linha é necessário:

- ✓ Retirar as caixas da produção anterior;
- ✓ Procurar os materiais do novo conteúdo a ser produzido;
- ✓ Colocá-lo em novas caixas;
- ✓ Organizar o posto de trabalho, distribuindo de forma equitativa o número de operadores pelo número de caixas.

Todo este processo é feito pelos operadores no posto de trabalho e sob a jurisdição de um responsável, o chamado “Capitão”. Este tem a função de controlo e gestão destes 4 deveres, apoiando os operadores e disponibilizando indicações importantes, como o material necessário e a quantidade respetiva.

Devido a uma desorganização geral da Zona de Alimentação da Produção de Conteúdos, representada nas figuras 4.2. e 4.3., onde os materiais são dispostos,, muito do

tempo é perdido na procura de material. Os tempos discriminados de cada Dever de *Setup* podem ser consultados no Capítulo 6.



Figura 4.2 - Zona de Alimentação da Produção de Conteúdos (I)



Figura 4.3 - Zona de Alimentação da Produção de Conteúdos (II)

Como se pode observar pelas Figuras 4.2.. e 4.3., com esta zona comum a todas as atividades da Produção de Conteúdos, torna-se difícil e extremamente demorado encontrar os materiais necessários. Tendo em conta que a atividade em estudo envolve 4 postos diferentes, e cada posto pode envolver a produção de sacos de conteúdos com mais de 15 referências diferentes, em cenários extremos estão 60 caixas de material na zona de alimentação, respetivas à Produção de Conteúdos Materiais. Para o estudo de um cenário de melhoria, será utilizada a metodologia do *Single Minute Exchange of Die*.

4.4. Alimentação da Produção Final

A alimentação da Produção Final foi uma das situações consideradas para análise.

Denotou-se uma necessidade constante de realimentação nesta atividade, seja com conteúdos ou manuais. Tal deve-se ao facto das prateleiras, representadas na Figura 4.4 e 4.5., não possuírem muitas vezes a capacidade necessária às exigências produtivas.



Figura 4.4 - Disposição dos Conteúdos e Manuais na Linha de Montagem da Produção Final

Existem 2 operadores responsáveis por esta realimentação, feita manualmente. Após entrevistas não estruturadas com estes responsáveis, constatou-se que em média, de 5 em 5 minutos teria de haver algum tipo de reabastecimento. Visto estes operadores possuírem outras responsabilidades, como retirar caixas vazias do *shop floor* ou transportar material, o facto de existir um reabastecimento tão frequente, leva a que nunca possam estar total e eficientemente concentrados nas tarefas a que estão incumbidos, seja ela a realimentação ou o fluxo material. Nunca poderão existir grandes períodos de ausência ou de afastamento à linha de produção, uma vez que o controlo da quantidade de conteúdos e manuais na linha tem de ser contínuo.



Figura 4.5 - Disposição dos Operadores na Linha de Montagem da Produção Final

Esta envolvente poderá trazer consequências a nível produtivo. Uma das situações, e que foi observada diretamente: prende-se com paragens de linha por falta de material.

Desta forma, propõe-se a criação de um cenário que torne a divisão de tarefas mais eficiente, simplificando o trabalho destes operadores, reduzindo as suas movimentações e, consequentemente, facilitando o processo de realimentação.

4.5. Potencial dos Operadores na *Science4You*

Feitas várias entrevistas a diferentes intervenientes na cadeia produtiva, foi possível estabelecer uma ligação direta com um dos principais Desperdícios do Pensamento *Lean*: o subaproveitamento dos recursos humanos. Introduzido mais tarde por Womack e Jones aos 7 Desperdícios, este refere-se à falta de perceção da importância que os operadores de campo poderão ter no processo de melhoria contínua e tomada de decisões.

A inclusão deste Desperdício na presente dissertação nasceu após a análise a certas observações de operadores. Demonstrando o seu potencial e entendimento da atividade, uma das responsáveis pela Produção De Conteúdos Materiais mencionou, enquanto decorria a troca de linha, aquilo que seria uma maior facilidade nesta atividade se “a procura de material fosse feita por outras pessoas”. Nesta frase estão princípios de SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

Por outro lado, o responsável pela Produção Primária, quando referiu a falta de material que por vezes surge neste departamento, destacou também a hipótese de “criar uma zona comum de pedidos, onde se colocariam pastas com as referências pretendidas e o seu destino

para, posteriormente, serem recolhidas pelos responsáveis do fluxo material da fábrica”. Assim, o processo de solicitação de material tornar-se-ia mais fácil. Nesta observação estão os princípios do método *Kanban*.

Desta forma, pretende-se criar uma proposta que vise dar condições aos operadores de exporem as suas opiniões em relação a aspetos a melhorar nas suas atividades ou tarefas. O objetivo será aproveitar o potencial humano e intelectual evidenciado nas rotinas e funcionamento das atividades.

5. Propostas de Melhoria

Neste capítulo são desenvolvidas as Propostas de Melhoria para cada uma das Oportunidades do capítulo anterior.

5.1. Produção Primária de Nível I

Devido à desproporcionalidade no Tempo de Ciclo que esta atividade possui em relação às restantes, propõe-se que a Produção Primária de Nível I deixe de existir na cadeia produtiva da fábrica. Para tal, a estratégia a seguir consistiria no *Outsourcing* desta atividade.

Apesar do argumento económico ter peso, existem outros aspetos a considerar. Os custos logísticos, de inventário, de pessoal e o próprio balanceamento do fluxo produtivo são prejudicados com esta situação. Seguindo a ideia de Wilson (2010), que refere a variabilidade como a principal causa de *stock*, a situação exposta terá tendência a gerar grandes quantidades de material a montante da produção dos corantes alimentares, e falta de material a jusante.

Desta forma, será aconselhável para a eficiência global de todas as operações, que esta tarefa seja realizada por entidades externas.

Neste seguimento, estão representados na figura 5.1 os diferentes Tempos de Ciclo (em segundos), que se encontram no *Value Stream Map* do estado atual.

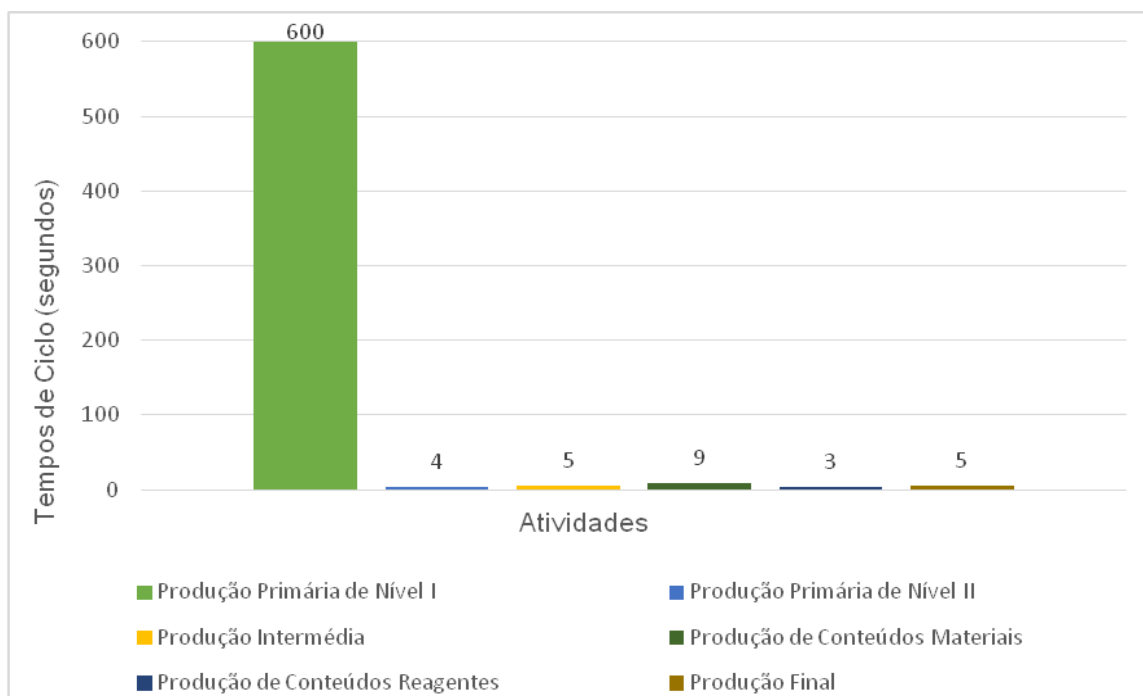


Figura 5.1 - Tempos de ciclo das atividades

Ao analisar a figura 5.1, é possível concluir que a ordem de grandeza do tempo de ciclo para a produção primária de nível I, é muito superior à das restantes atividades. Este fator é

particularmente importante no que ao objetivo de atingir um fluxo entre as tarefas diz respeito, visto nestas condições o balanceamento entre as atividades ser impossível. O desvio-padrão, métrica comum para análise da dispersão de populações, pode ajudar a espelhar aquilo que seria a evolução neste sentido. O valor atual e futuro do desvio-padrão dos Tempos de Ciclo das atividades pode ser consultado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Desvio-Padrão na Situação Atual e Futura do Fluxo Produtivo com o *Outsourcing* da Produção Primária de Nível I

	População x_i (Tempos de Ciclo em segundos)	Desvio-Padrão $\left(\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \right)$
Situação atual	(600; 4; 7; 9; 3; 5)	$\sigma = 221,5$
Situação futura	(4; 7; 9; 3; 5)	$\sigma = 2,2$

Analisando a Tabela 5.1. conclui-se que, de um desvio-padrão atual de 221,5, transita-se para um de 2,2, uma redução na ordem dos 99%. Tal significa que toda a cadeia produtiva ficaria mais estável e próxima de um fluxo perfeito, caracterizado por um desvio-padrão nulo.

Por outro lado, o tempo total de produção de um *kit* científico reduzir-se-ia substancialmente. Numa situação ideal de fluxo contínuo, sem *work-in-progress* nem tarefas de valor não acrescentado, um *kit* seria produzido em 23 segundos, em vez dos 623 observados, uma redução de 96% no tempo produtivo potencial.

Caso o *outsourcing* seja realizado, existe a possibilidade de combater outro problema exposto pelo responsável do departamento, num dos questionários realizados: falta de material. O local da atividade Produção Primária de nível I consiste numa pequena sala inserida no local da Produção Primária de nível II (Figura A3). Desta forma, poderá tornar-se num espaço com características de armazém, albergando *stock* de segurança de frascos, tampas e corantes (já fabricados), para ser utilizado em alturas de escassez, minimizando assim as paragens produtivas.

Outra vantagem do *outsourcing* seria a uniformização da cadeia produtiva. As instalações da *Science4You* não têm nenhuma outra atividade com estas características, uma vez que o restante fluxo produtivo consiste em atividades manuais e mecânicas. Com o *outsourcing* desta tarefa, esta dispersão seria eliminada, e a gestão das restantes atividades, tornar-se-ia mais.

Existem, no entanto, algumas desvantagens. Estas são mencionadas na Tabela 5.2., onde é feita uma listagem e comparação das possíveis vantagens e desvantagens que poderão advir da externalização desta atividade produtiva.

Tabela 5.2 - Vantagens e Desvantagens do *Outsourcing* da Produção Primária de Nível I

	Vantagens	Desvantagens
Outsourcing da Produção Primária de Nível I	Redução em 96% do tempo necessário à produção de um <i>Kit Científico</i>	Maior dependência de fornecedores
	Atividade cujo tempo de ciclo possui uma ordem de grandeza bastante superior às restantes é retirada. Balanceamento de todo o fluxo produtivo mais fácil de atingir	Menor controlo na qualidade dos corantes recebidos
	Operadores disponíveis para outras tarefas	Custos logísticos superiores
	Eliminação de inventário de corante em estado primário	
	Reaproveitamento do espaço desta atividade para armazenagem de material, combatendo a escassez muitas vezes verificada	

5.2. Balanceamento das Tarefas no Enchimento de Frascos

Observou-se igualmente, uma grande variabilidade envolvendo a subatividade de Enchimento de Frascos. A principal consequência desta situação traduz-se nas grandes quantidades de *work-in-progress* observáveis ao longo da linha.

Importante referir que, ao longo da Investigação, e devido a esta variabilidade, vários foram os cenários no que diz respeito ao número de operadores em cada tarefa. O já referido balanceamento, como também a instabilidade dos Tempos de Ciclo em cada tarefa, origina *work-in-progress*. A estratégia para combater esta situação consiste em alocar operadores para a(s) tarefa(s) crítica(s), alterando as Capacidades de cada uma ao longo do tempo. Por outro lado, existem momentos onde algumas destas poderão não ser todas realizadas simultaneamente. Se o objetivo passar por produzir frascos de um dado composto para *stock*, a etiqueta terá de ser colocada mais tarde, quando existir o conhecimento do idioma envolvido

em dada encomenda. No entanto, a proposta de melhoria apresentada poderá ser aplicada a qualquer tipo de situação. O sucesso desta proposta não estará dependente do número de operadores nem do fato de as tarefas serem realizadas, ou não, no mesmo momento.

Para efeitos de estudo na presente investigação, representa-se na Figura 5.2 a situação *standard*, tanto em termos sequenciais de tarefas, como em número de operadores. Os Tempos de Ciclo Médios das diversas tarefas foram obtidos a partir de uma cronometragem ao minuto, onde se dividiu esse intervalo de tempo (60 segundos) pelo *output* observado. Isto significa que os 60 segundos de observação foram divididos pelo número de vezes que o operador completou a sua tarefa. Desta forma, permite-se obter um valor médio e distribuir a variabilidade observada pelo tempo de observação.

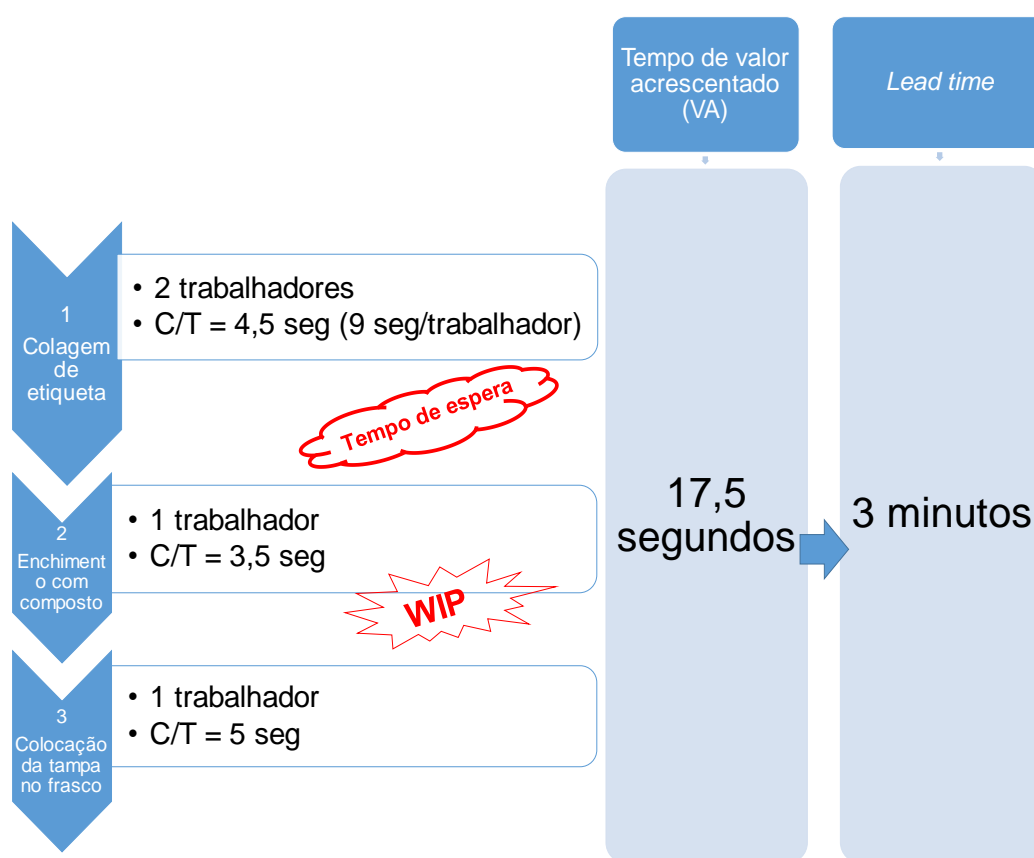


Figura 5.2 - Situação Observada no Enchimento dos frascos

Na Figura 5.3 encontra-se a representação visual destas linhas, bem como o fluxo material que a caracteriza, simbolizado pelas setas. As Tarefas são discriminadas pelos números 1,2 e 3.

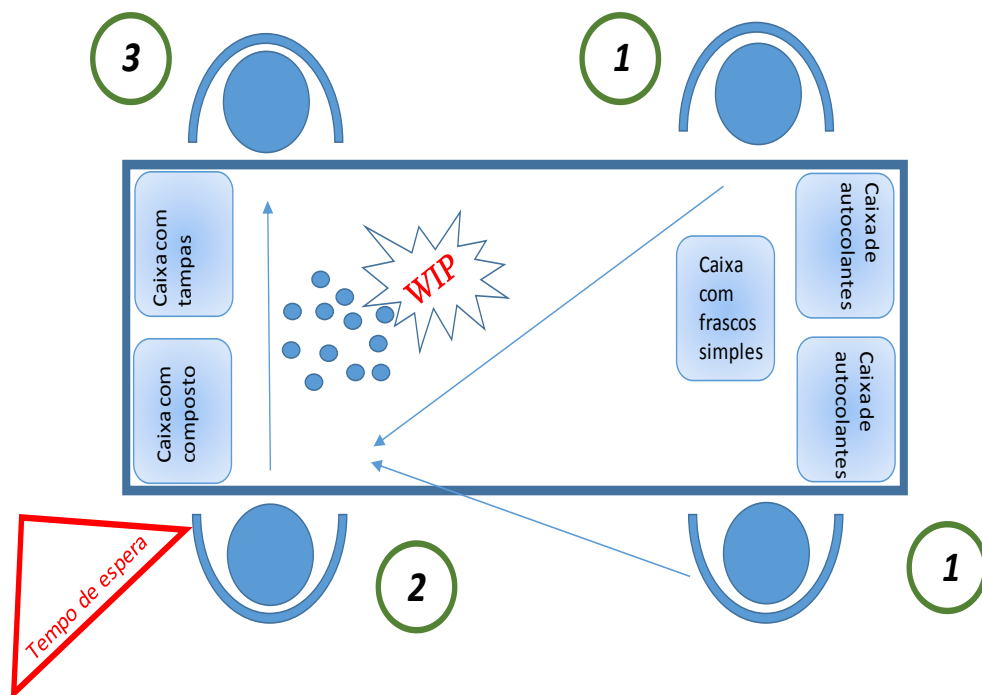


Figura 5.3 – *Layout* Atual do Posto de Trabalho no Enchimento de Frascos

Observando a Figura 5.3., que retrata a situação observada ao estudar este posto de trabalho, é possível verificar que, devido ao balanceamento ineficiente das atividades, existem tempos de espera na tarefa 2. Por outro lado, desta tarefa para a 3, poderá surgir *work-in-progress*.

Para combater os tempos de inatividade e o *work-in-progress*, propõe-se um cenário que obedeça a um método conhecido no Pensamento *Lean*, o *Cellular Manufacturing*. Assim, cada um dos 4 operadores envolvidos terá, no seu respetivo espaço, condições para fazer todas as 3 atividades de enchimento de frascos, sem quebras e em fluxo contínuo.

Na situação atual, cada trabalhador tem a sua própria caixa de alimentação, dependendo da tarefa onde está inserido. Na situação futura, pretende-se que estas caixas estejam numa zona de alimentação comum no centro da mesa, onde cada trabalhador iria ter caixas mais pequenas que ia realimentando de acordo com as suas necessidades. Desta forma, o fluxo, atualmente baixo, era atingido, e o *Lead Time* da subtarefa reduzido substancialmente.

Na figura 5.4. está representada a organização da linha com a proposta de melhoria. A evolução esperada com este novo *layout* envolverá a eliminação do *work-in-progress* e a realização das tarefas em fluxo contínuo. A variabilidade observada é totalmente combatida, sendo que o Tempo de Valor Acrescentado se mantém. Há ainda uma redução substancial do *Lead Time*, e do Tempo de Ciclo global da atividade.

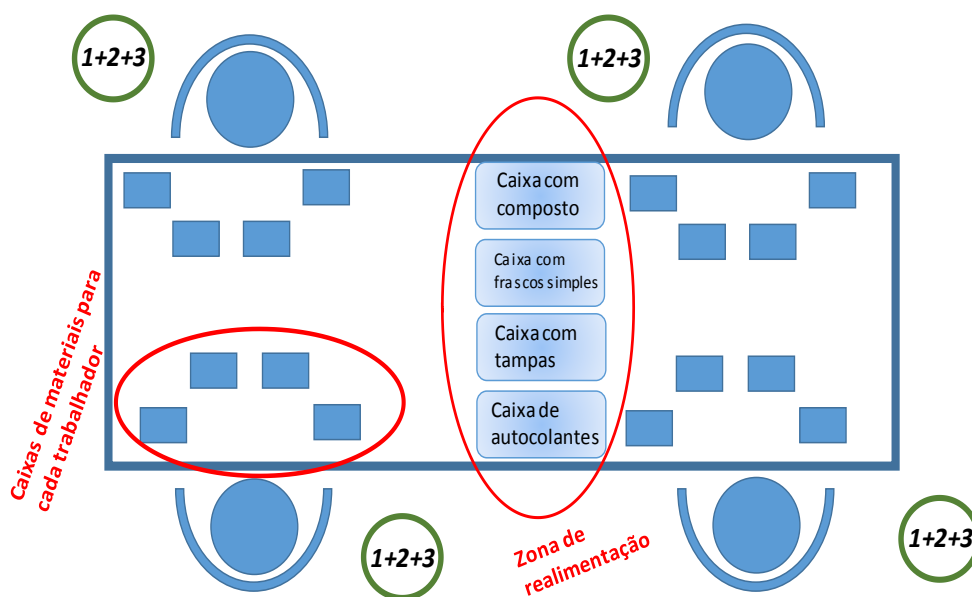


Figura 5.4 - Layout Futuro do Posto de Trabalho no Enchimento de Frascos

Na Tabela 5.3 pode ser consultada a evolução nos aspetos mencionados, entre situação atual e futura.

Tabela 5.3 – Tempos Atuais e Futuros no Enchimento de Frascos

	<i>Situação atual</i>	<i>Situação Futura</i>	<i>Variação</i>
<u>Organização de Funções</u>	1,1,2,3	(1,2,3), (1,2,3), (1,2,3), (1,2,3)	
<u>Work-in-Progress</u>	Significativo da tarefa 2 para a 3	Inexistente	
<u>Tempo de valor acrescentado</u>	17,5 segundos	17,5 segundos	0 %
<u>Lead Time</u>	3 minutos	17,5 segundos	Redução de 90%
<u>Tempo de ciclo (C/T)</u>	5 segundos	4,4 segundos <i>($\frac{17,5 \text{ segundos}}{4 \text{ trabalhadores}}$)</i>	Redução de 12%

Para além do progresso nestes indicadores, a proposta tem ainda a utilidade de poder ser aplicada a qualquer cenário na Produção Intermédia. Denotando-se grande alocação de pessoal e variabilidade em vários parâmetros, seria importante criar um cenário cujo sucesso

não exigisse condições rígidas para ser atingido. Com a criação de postos individuais, os operadores não dependem de tarefas a montante para iniciar as suas tarefas.

5.3. Tempo de *Setup* na Produção de Conteúdos

Materiais

O tempo de *Setup* desta atividade foi uma das primeiras Oportunidades de Melhoria a ser identificada. Pela importância que tem na eficiência da cadeia produtiva, parte-se agora para a sua análise.

As observações ao longo da dissertação demonstraram que um *Setup* eficiente nesta atividade tem grande influência no *Output* desta. Existem 4 linhas nesta atividade e um valor médio credível para *Setup*, tendo como base todas as observações realizadas, poderá estar na ordem dos 15 minutos. Para além disso, poderão existir, diariamente, 4 a 5 trocas em cada uma das linhas. Desta forma, 4 a 5 horas de produção são perdidas por dia, apenas em preparação de linhas e trocas (15 min x 4 a 5 trocas x 4 linhas). Assim, todo o processo de *Setup* nesta atividade foi acompanhado com especial atenção.

Numa fase inicial, foram observados os deveres necessários a estas trocas de linha e, aplicando o raciocínio do *Single Minute Exchange of Die*, procedeu-se a uma divisão destes em externos (aqueles que poderão ser realizados enquanto a linha está em funcionamento) e internos (os que terão de ser feitas com a linha parada). Na figura 5.5 podem ser consultadas as conclusões deste passo do estudo, com a sequência dos Deveres e respetivos tempos correspondentes à Fábrica Viscosa. Verifica-se que os deveres externos representam 86,4% do tempo total de trocas. Tal significa que, em condições ideais, com um cenário onde estes seriam realizados com a linha em produção, haveria um acréscimo de tempo produtivo global na ordem destes 86,4%. O objetivo passará, então, por criar uma proposta que desenvolva um cenário com estas características. Será importante lembrar que todos estes deveres são feitos pelos operadores de linha e, por isso, realizados com a linha parada.

Neste seguimento, observa-se que a atividade crítica é a procura de material. Tal deve-se à envolvente já evidenciada: os sacos de conteúdos produzidos nesta atividade podem chegar a ter 10, 15 referências diferentes. Este facto, aliado ao de existir pouca organização na zona de alimentação, podem dificultar bastante a tarefa de encontrar os materiais necessários à produção.

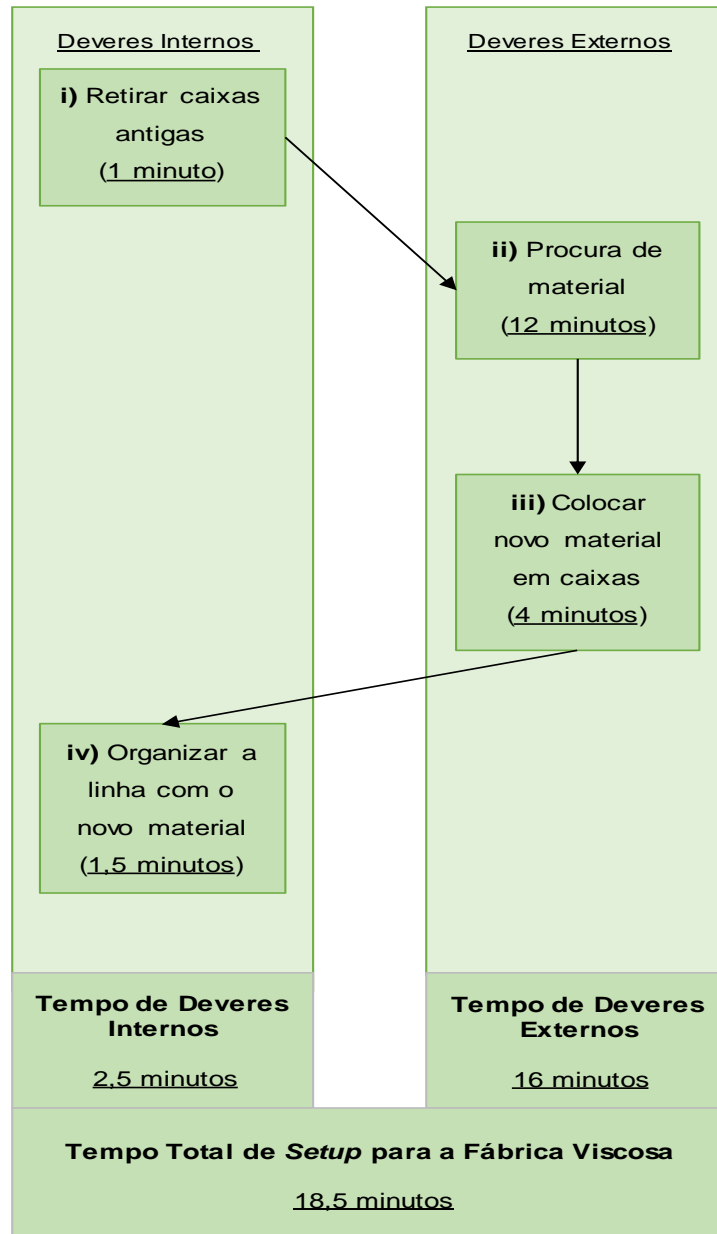


Figura 5.5 - Deveres de *Setup* na Produção de Conteúdos Materiais para a Fábrica Viscosa

Propõe-se, assim uma mudança no funcionamento e relações entre o fluxo material e de informação. O novo cenário exige 4 medidas principais:

- ✓ Criação de zonas específicas para cada linha no local que é, atualmente, a zona de alimentação comum (já em desenvolvimento por parte da empresa);
- ✓ Criação de um posto *Kanban* com as informações relativas às necessidades correntes;
- ✓ Mudança da tarefa do capitão. De supervisão e apoio para uma de controlo da informação a colocar no posto *Kanban*;

- ✓ Atribuição, para cada linha, de um responsável pela gestão de material.

Cada uma teria uma finalidade diferente mas que, em conjunto, tornariam o processo de *Setup* neste processo mais eficiente e ágil:

- ✓ Delimitação de zonas

Esta medida tem como objetivo atuar sobre o tempo perdido na procura de material. Como referido, encontra-se atualmente em fase de planeamento para futura instalação.

Ao existirem zonas específicas e devidamente identificadas para cada linha, a organização de todos os materiais aumenta, reduzindo o tempo despendido neste dever.

- ✓ Criação de um posto com um quadro *Kanban*

Neste posto seriam colocadas duas informações: material a recolher da zona de alimentação e material a transportar de *stock* para esta zona. Este será, apenas e só, o que envolver a produção imediatamente posterior à que esteja a ocorrer no momento, evitando assim acumulação de material. Neste quadro, haveria ainda a distinção de linhas, permitindo corresponder o pedido à linha, e responsável, respetivos.

- ✓ Um capitão no controlo do fluxo de informação

Com esta alocação, pretende-se que haja um responsável, apenas e só, pelo fluxo de informação nesta fase do processo. Este teria total responsabilidade sobre a comunicação entre os vários operadores no que diz respeito às necessidades atuais e posteriores. Desta forma, pretende-se que este capitão, através do acesso às ordens de produção, crie os pedidos para colocar no posto *Kanban*.

- ✓ Alocação de um trabalhador por linha, responsável pelo transporte de materiais

Devido ao elevado número de material a circular que este novo cenário exige, seria necessário ter um operador por linha, responsável pelo fluxo de material. Este operador ficaria com a função de, através de consulta ao quadro *Kanban*, retirar os materiais não necessários da zona de sua responsabilidade, manter aqueles que serão, e recolher de *stock* os que irão ser necessários, mas ainda não se encontram na Zona de Alimentação. Esta tarefa e deverá ser feita com a linha em produção.

Na figura 5.6. está representado a sequência de eventos para esta proposta de melhoria.

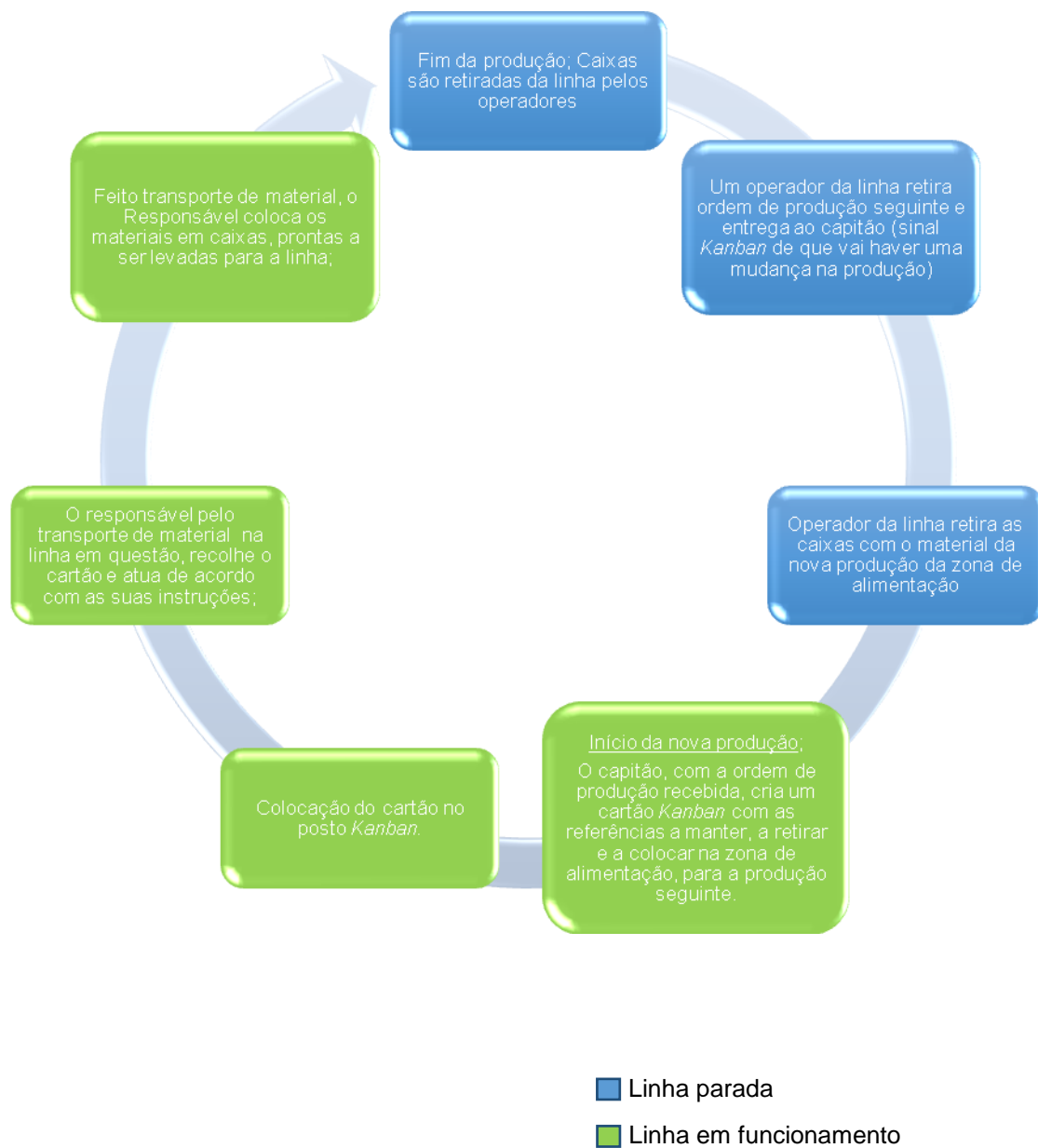


Figura 5.6 - Eventos Futuros no *Setup* da Produção de Conteúdos Materiais

Com esta novas condições, verificar-se-ia uma nova lista de deveres a realizar pelos operadores, no momento de trocas de linha. Estes podem ser consultados na Tabela 5.4., bem como os tempos de realização expetáveis de cada um, tendo em conta

Tabela 5.4 – Deveres Futuros no *Setup* Da Produção de Conteúdos Materiais

Deveres	Tempo
Retirar caixas antigas	1 minuto
Entrega da ordem de produção ao capitão	10 segundos
Retirar novo material, já em caixas, da zona de alimentação	1 minuto
Organizar nova linha	1 minuto e 30 segundos
Tempo total de <i>Setup</i>	3 minutos e 40 segundos (3,7 min)

Com esta proposta de melhoria espera-se implementar condições *Just-In-Time*, onde os materiais estarão na quantidade certa, no local certo, e no tempo correto, atuando diretamente nas causas atuais para um tempo de *setup* tão elevado: confusão, localização aleatória dos materiais e deveres que poderiam ser feitos com a linha em produção.

Como se pode concluir pela análise das figuras 5.7 e 5.8, de um tempo de inatividade na linha de 18,5 minutos, transita-se para um de 3,7 minutos, uma redução de 80%. Na figuras 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10, são feitas comparações entre a situação atual e futura, tanto a nível de tempos dos deveres, como de movimentações.

Para a representação das deslocações, recorre-se a uma ferramenta conhecida no *Lean*, o Diagrama de *Spaghetti*. Para uma maior compreensão da situação, e evitando sobrecarga da própria imagem, foram escolhidas apenas 2 linhas (13 e 14) para serem representadas nas figuras referidas. A desordem de cores na Figura 5.9 pretende reproduzir aquilo que foi a aleatoriedade de materiais, observada na Zona de Alimentação.

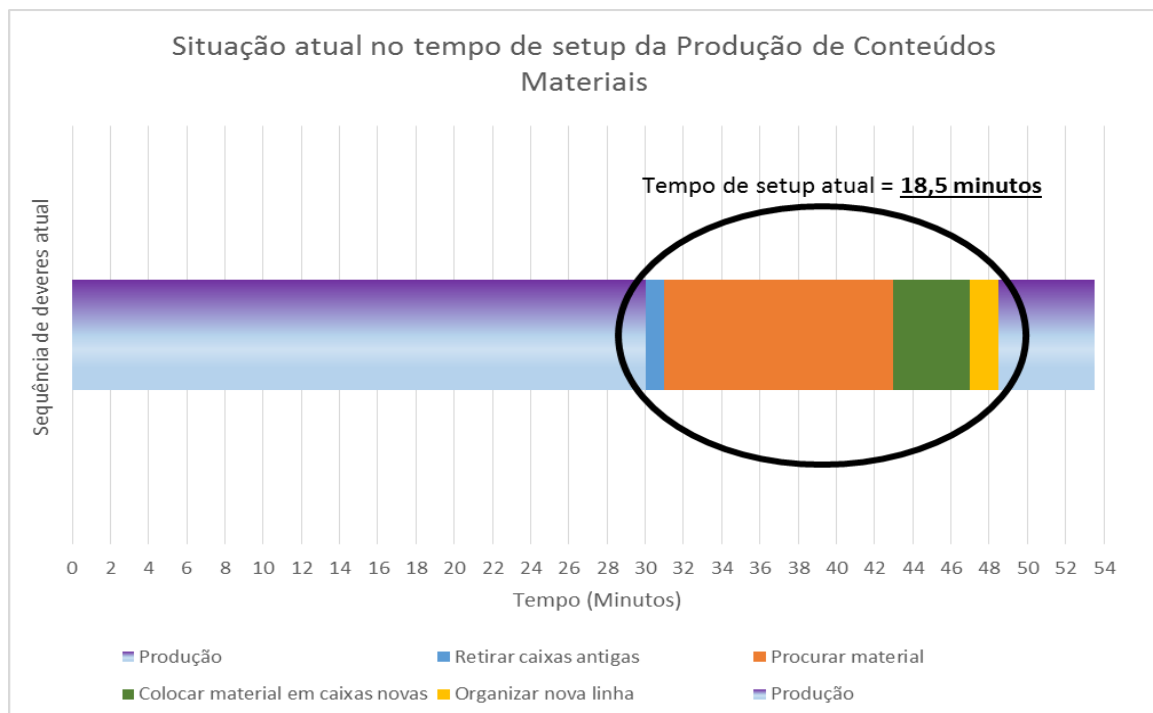


Figura 5.7 - Representação Temporal atual no *Setup* da Produção de Conteúdos Materiais

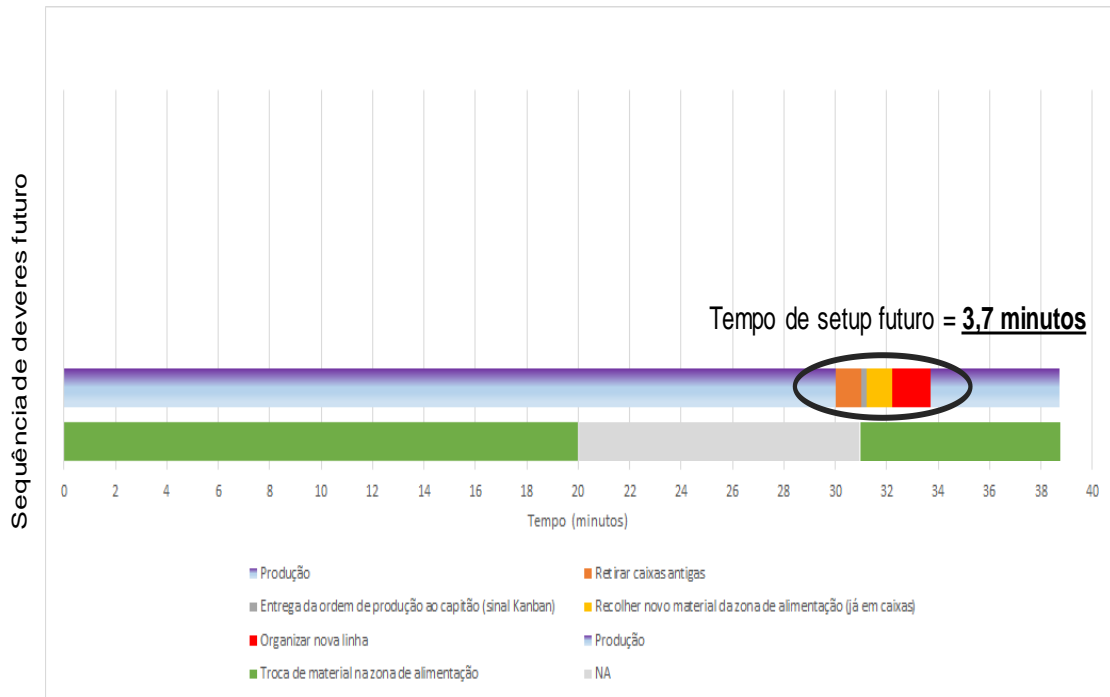


Figura 5.8 - Representação Temporal Futura no Setup da Produção de Conteúdos Materiais

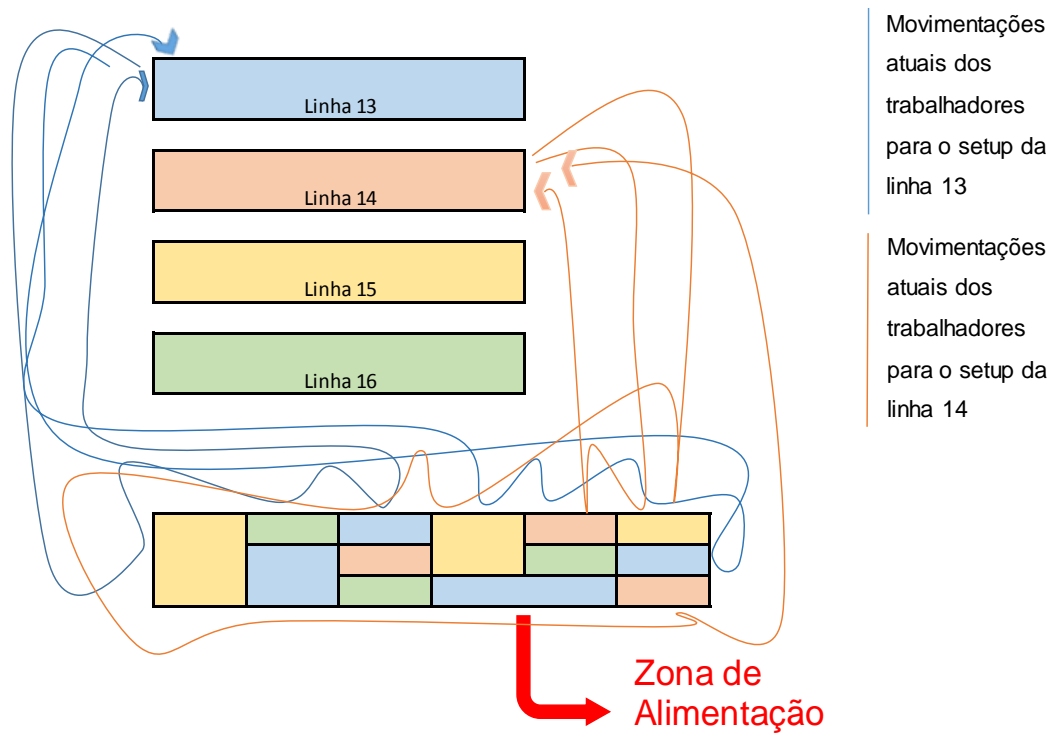


Figura 5.9 – Diagrama de *Spaghetti* atual no Setup da Produção de Conteúdos Materiais

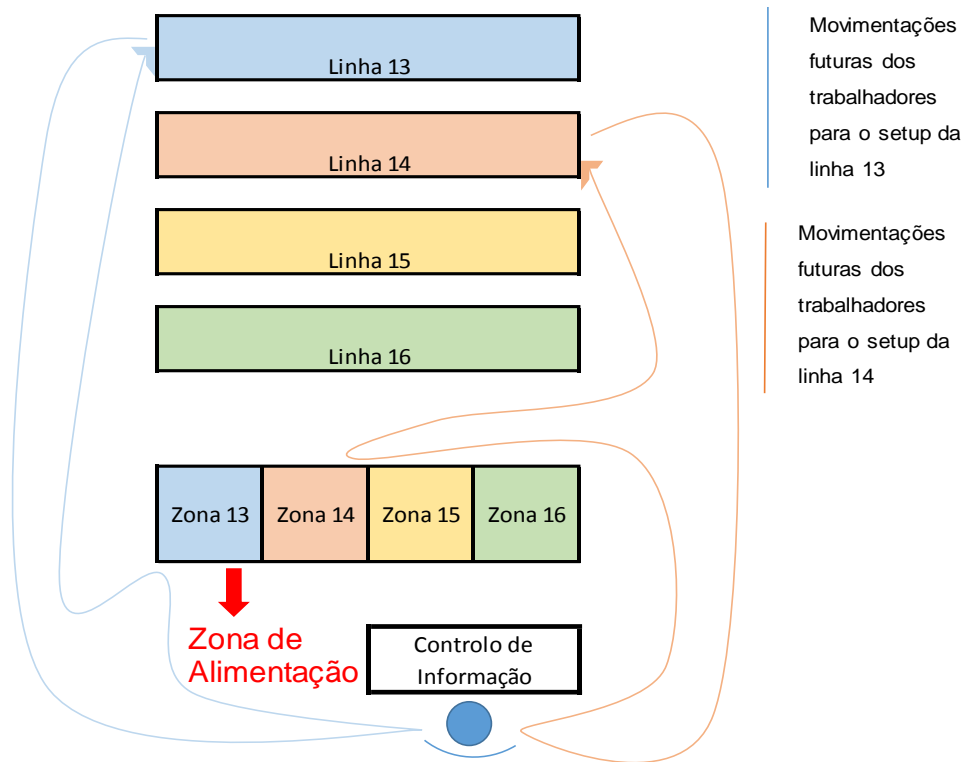


Figura 5.10 - Diagrama de *Spaghetti* Futuro no Setup da Produção de Conteúdos Materiais

5.4. Alimentação da Produção Final

Ao longo da dissertação, esta atividade foi também acompanhada com atenção. Como se pode observar no *Value Stream Map* atual, o tempo de *setup* é relativamente baixo. Na produção final, as tarefas que podem ser feitas com a linha em funcionamento, são realizadas exatamente nessas circunstâncias, principal razão para este valor.

No entanto, reside o problema da realimentação durante a produção. Após o acompanhamento realizado, distinguiram-se duas causas principais para esta situação:

- ✓ Capacidade das prateleiras muitas vezes insuficiente para as necessidades de produção, o que exige uma realimentação frequente;
- ✓ O fato da realimentação ser necessária de forma tão contínua leva a que, devido à existência de outras responsabilidades por parte dos operadores que normalmente a fazem, esta muitas vezes não aconteçam, originando paragens de linha.

Existe a possibilidade, para a primeira causa mencionada, de comprar ou adaptar as estantes atuais, para que este tipo de equipamento consiga albergar mais conteúdos e manuais. A realimentação tornava-se menos frequente e o risco de quebras na linha baixaria. No entanto, o problema da coordenação entre tarefas poderia manter-se, tornando a proposta apresentada acima inconsequente.

Assim, aliado à compra/adaptação das estantes que albergam o material necessário à produção final, é aconselhável criar também uma solução para a melhoria das próprias condições de trabalho dos 2 operadores responsáveis pela realimentação da linha.

A situação atual, em termos de funções operacionais dos 2 operadores, está representada na tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Funções Atuais dos Operadores Responsáveis pela Realimentação na Produção Final

Funções	Trabalhador A	Trabalhador B
Recolha de caixas e desimpedimento da zona de produção final	✓	✓
Realimentação das linhas de produção	✓	✓

As movimentações, por sua vez, representam-se na figura 5.11:

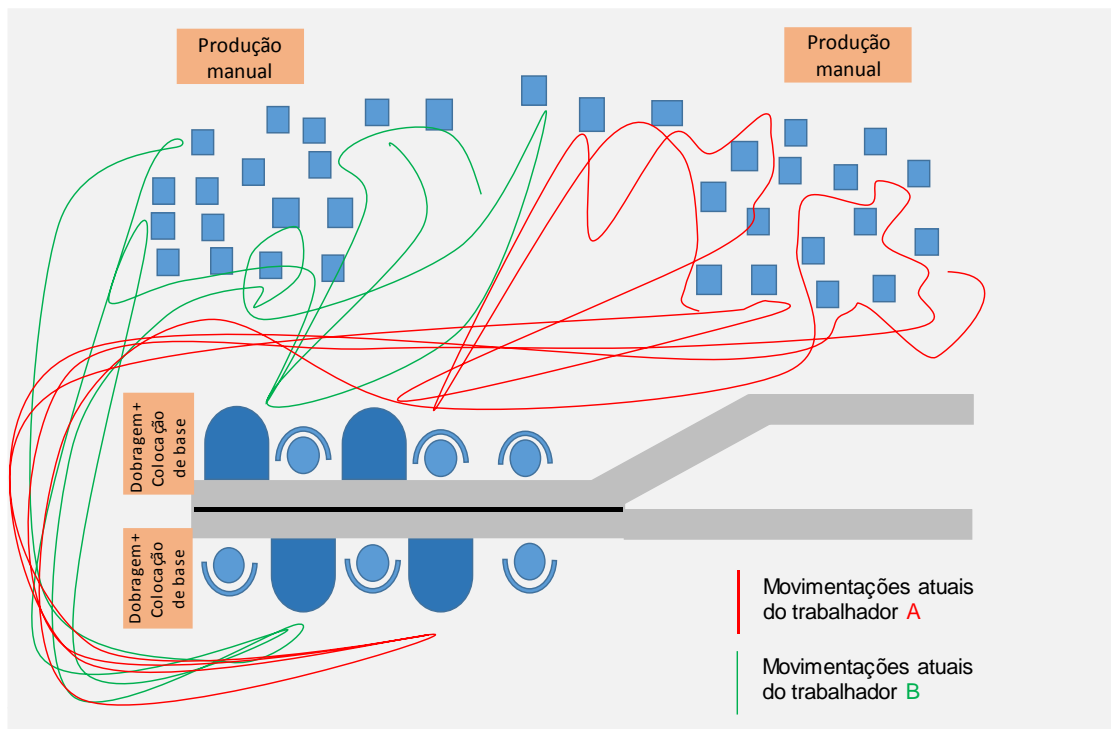


Figura 5.11 – Diagrama de Spaghetti Atual dos Responsáveis Pela Realimentação na Produção Final

Para reduzir as situações que tendem a surgir com este tipo de alocação de tarefas, propõe-se que cada uma delas (recolha de caixas/desimpedimento da zona e realimentação da linha) seja feita apenas por um operador.

Assim, espera-se minimizar a sobrecarga que a atual atribuição de tarefas promove. Ao cada um dos operadores ter apenas uma responsabilidade, estes terão um raio de ação menor e conseguirão lidar melhor com o tempo disponível, visto que não terão atividades paralelas que possam retirar eficácia ou presença da zona.

Na tabela 5.6 estão representadas as novas responsabilidades para cada operador, com esta proposta e na figura 5.12 as movimentações consequentes.

Tabela 5.6 – Funções Futuras dos Operadores Responsáveis pela Realimentação na Produção Final

Funções	Trabalhador A	Trabalhador B
Recolha de caixas e desimpedimento da zona de produção final	✓	✗
Realimentação das linhas de produção	✗	✓

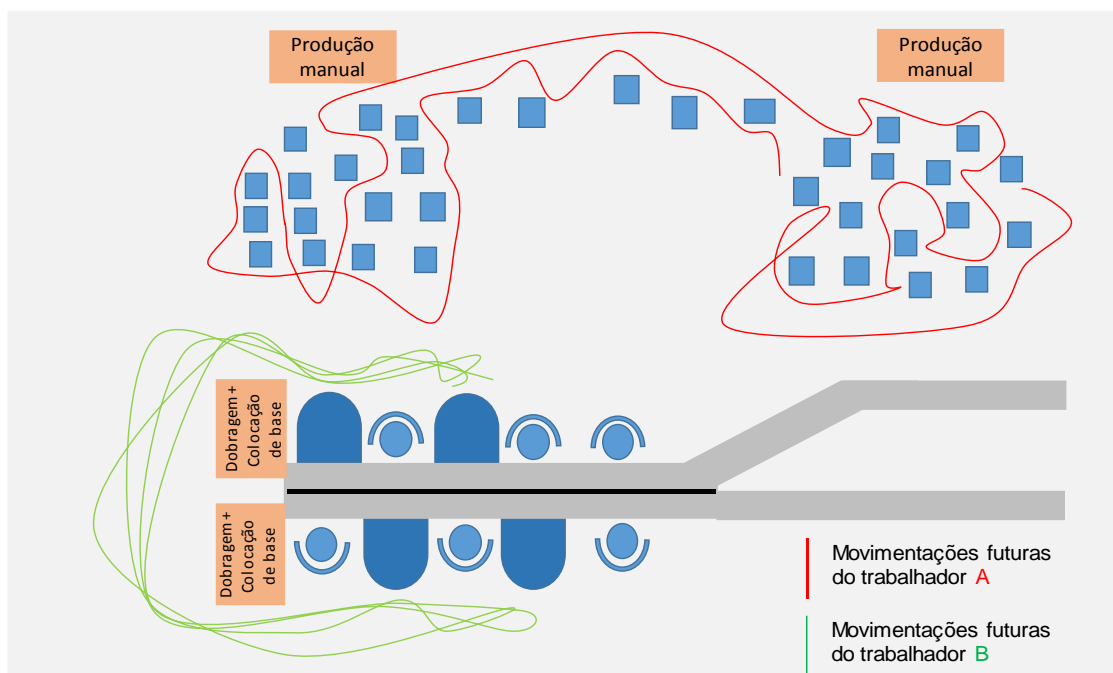


Figura 5.12 - Diagrama de *Spaghetti* Futuro dos Responsáveis Pela Realimentação na Produção Final

Analisando as figuras 5.11 e 5.12, constata-se uma evolução em relação ao estado atual no que às movimentações dos operadores diz respeito. Com a divisão de tarefas proposta, atingiu-se o objetivo mencionado inicialmente de redução de movimentações.

Desta forma, os operadores ficariam com uma zona de ação menor, simplificando a execução das respectivas responsabilidades.

5.5. Potencial dos Operadores na *Science4You* (*Kaizen4You*)

Para tirar máximo proveito do potencial humano e intelectual demonstrado pelos operadores na *Science4You*, propõe-se a criação de um evento dentro dos moldes dos *Kaizen Events*, nos quadros da *Science4You*.

Este evento seria denominado *Kaizen4You* e ocorreria em 2 dias de cada mês, sendo que em cada um deles uma atividade produtiva seria analisada. O objetivo passa por criar uma proposta que seja equitativa e justa para todos os envolvidos. Assim, o planejamento deverá ser feito de forma a que cada atividade tenha igual número de sessões por ano, ou perto de tal.

Apesar de ser recorrente os eventos *Kaizen* terem uma duração de 4 a 5 dias, envolver os operadores de campo, parando a produção se for necessário, na *Science4You* essa envolvente não será aconselhável, pela importância que as vendas têm, atualmente, no crescimento e cimentação da empresa. Como tal, propõe-se a atribuição de facilitador a um operador em cada atividade. Este teria a função de ser o representante e o porta-voz de todos os operadores da sua atividade no *Kaizen4You*. Para além do facilitador, estariam neste evento os gestores responsáveis pela produção e melhoria contínua. Para que esta proposta tenha o efeito desejado, seria necessário realizar duas ações, aliadas ao *Kaizen4You*:

- ✓ Planejamento anterior, para que as sessões correspondentes a cada atividade sejam conhecidas. Desta forma os operadores saberão quando o seu *feedback* será analisado;

- ✓ Colocação de uma caixa por atividade, onde os operadores poderão anonimamente colocar os problemas encontrados ao longo da realização das suas tarefas, bem como propostas de melhoria que tenham. Estas caixas serão analisadas posteriormente no *Kaizen4You*.

O evento, por sua vez, caracterizar-se por 3 fases diferentes:

Fase 1: Análise à caixa com os problemas apontados pelos operadores.

O critério de escolha que ditará a análise de um determinado obstáculo no *Kaizen4You* será a frequência do mesmo. Tal significa que o problema mais vezes apontado pelos operadores será o que irá ser objeto de estudo no evento e não aquele que seja considerado o mais pertinente em termos de operacionais, económicos ou logísticos. Desta forma, pretende-

se que as reuniões tenham uma abordagem direcionada para os operadores, aqueles que têm a maior percepção do que acontece no *shop floor*, fornecendo-lhes poder efetivo, um sentido de importância, propósito e de que as suas ideias estão, de fato, a ser ouvidas e discutidas.

Fase 2: Brainstorming – Identificação da raiz do problema

Escolhido o tema a analisar, seguir-se-ia a fase de identificação das causas do problema. Aqui, a metodologia iterativa dos *5 Why's*, ou a *Root-Cause Analysis*, bastante utilizadas no Pensamento *Lean*, seriam instrumentos a utilizar.

Fase 3: Brainstorming – Plano de ação e horizonte temporal

Nesta fase, o representante da atividade produtiva em questão e os gestores envolvidos no *Kaizen4You* desenvolveriam um plano de ação, tendo em conta a raiz do problema encontrado anteriormente, e seria também definido um horizonte temporal para implementação das medidas.

Estes seriam os diferentes momentos deste evento. No entanto, um quarto, posterior ao *Kaizen4You*, teria de ser introduzido.

Fase 4: Instruções aos operadores

Sendo o facilitador a ponte entre o *shop floor* e o *Kaizen4You*, este teria o papel de transmitir aos funcionários as conclusões e planos que resultaram da reunião. Novas ações, implementações, rotinas a adotar, serão aspetos a comunicar pelo facilitador aos operadores da sua atividade. Complementando este papel, estará o dos gestores que terão a responsabilidade de tratar dos aspetos logísticos, de informação e material que possam vir a ser modificados ou instalados.

Com esta proposta, pretende-se que:

- ✓ O potencial humano demonstrado pelos operadores seja aproveitado e valorizado;
- ✓ Os operadores sintam que são peças fundamentais na empresa e que qualquer ideia ou *feedback* será efetivamente analisado, num evento criado para tal efeito;
- ✓ Seja criada uma cultura de melhoria contínua. Com 2 eventos por mês, a *Science4You* estará a planear potenciais evoluções na mesma medida.

5.6. Limitações da Investigação e Propostas para Trabalhos Futuros

A principal limitação da Investigação levada a cabo, prende-se com o fato de ter um caráter puramente operacional. A envolvente em que foi feito o Caso de Estudo não permitiu ter acesso a documentos que poderiam mostrar-se importantes, como históricos de vendas ou

custos, e que permitiriam complementar a vertente operacional com a vertente estratégica. O que este Caso de Estudo permitiu desenvolver foi uma reformulação das atividades operacionais, para melhoria da sua eficiência e fluxo. Com documentos de natureza estratégica, a Investigação ganharia uma natureza de médio-longo prazo. A título de recomendações para o futuro, considera-se importante realizar 3 ações:

1. Análise à presente investigação/ Estudo da temática Lean.

Tendo a investigação como base o Pensamento *Lean*, seria importante para a *Science4You* explorar os princípios expostos na Dissertação e, no seguimento do que foi dito anteriormente, complementá-los com a vertente estratégica. Seguindo uma linha de melhoria contínua e envolvimento de equipas, a *Science4You* desenvolverá a eficiência produtiva e compromisso da equipa, cruciais na etapa onde se encontra, de crescimento e cimentação nos mercados.

2. Estudo de mercado para redução de produtos finais comercializados

A quantidade de produtos diferentes no catálogo da empresa poderá ser um aspeto a analisar. Ao todo são mais de 430, sendo que 260 são os *kits* científicos pelos quais a empresa é reconhecida. Esta situação, numa primeira análise, é pouco preocupante e até aconselhável, considerando a necessidade atual da *Science4You* de conquistar clientes. No entanto, poderá levar a situações indesejáveis. Uma delas, diz respeito às dificuldades operacionais que se colocam. As referências em armazém (cerca de 10 000) são demasiadas, para as condições e envolvente atuais deste. Ainda numa fase de implementações de ferramentas de apoio aos fluxos material e de informação, foi frequente observar desorientação ao longo de todo o armazém devido, precisamente, à quantidade e diversidade de fluxos a circular. Com uma redução de referências, esta situação seria, minimizada.

Por outro lado, coloca-se a questão do cliente em si. Apesar de ser objetivo de muitas empresas fornecer aos seus clientes bastantes opções de escolha para aumentar as possibilidades de negócio, quando estas são demasiadas, podem conduzir a uma sensação de indecisão e excesso de informação, promovendo uma desmotivação do cliente em escolher algum produto em concreto. Observa-se, assim, a consequência contrária à pretendida.

A *Science4You* tem sido bastante bem sucedida na venda de *kits* científicos, mas existem vários, como a Fábrica Viscosa ou a Fábrica de Sabonetes, que têm uma relevância muito maior em relação aos restantes. Desta forma, propõe-se uma análise de mercado ABC, onde será estudado o peso de cada produto final comercializado nas receitas da empresa, atuando posteriormente em conformidade com os resultados. Os produtos que, efetivamente, possuírem vendas a níveis satisfatórios, continuariam a ser comercializados. Pelo, contrário, os produtos cuja situação no mercado acarreta mais custos que receitas, seriam descontinuados.

3. Criação de estratégias para minimizar os efeitos da sazonalidade

Finalmente, propõe-se que a *Science4You* estude com profundidade a envolvente sazonal onde está inserida. Encontrando-se atualmente no mercado dos brinquedos, há um desnível considerável em todo o armazém (aumento em 80% das necessidades) na época de Natal e Páscoa, em relação aos restantes meses. Assim, propõe-se uma análise exaustiva a métodos de minimização da sazonalidade, destacando-se os incentivos a encomendas feitas com determinada antecedência, nas épocas de maior atividade.

6. Conclusões

Para efeitos de conclusão, neste capítulo poderá ser consultado o mapa do estado futuro objetivo, bem como uma breve análise às propostas. Insere-se ainda um subcapítulo de recomendações de trabalhos a realizar na *Science4You*.

6.1. Mapa do Estado Futuro e Análise das Propostas

Analisando o Mapa do Estado Futuro, representado na Figura 6.1, é possível identificar diferenças em relação ao Estado Atual:

✓ A Produção Primária de Nível I já não se encontra na cadeia produtiva. A consequência direta é a redução do Tempo de Valor Acrescentado, que dos atuais 623 segundos, transitará para 24,1 segundos;

✓ A Produção Intermédia, ou concretamente o Enchimento de Frascos, será representado pelo símbolo de “Célula de Produção”. Segundo Sousa (2010), uma Célula de Produção é um grupo de pessoas, máquinas ou métodos onde as respetivas etapas se encontram próximas e operam em fluxo contínuo, prevalecendo a produção peça-a-peça. Estas são também as condições da proposta sugerida. A aplicação deste símbolo no Mapa do Estado Futuro é, assim, apropriada;

✓ Na Produção de Conteúdos Materiais estão representados 4 símbolos que têm como objetivo traduzir a sequência de acontecimentos no *Setup* desta atividade. O primeiro, Sinal Kanban, diz respeito ao momento em que a ordem de produção chegará ao Controlo de Informação, como aviso de que irá ocorrer uma troca de linha. Este sinal originará um cartão de trocas de material (Kanban de Retirada), a colocar no Posto Kanban. Estas trocas serão feitas por responsáveis do fluxo material, com a linha ainda em funcionamento. Desta forma pretende-se que os operadores, no momento de trocas de linha possuam os materiais necessários ao momento, em zonas devidamente identificadas. Podendo estas zonas, assim, ser categorizadas de Supermercados;

✓ O símbolo do Evento *Kaizen* por cima da cadeia produtiva tem como objetivo espelhar o que se pretende atingir com a proposta do *Kaizen4You*: uma medida transversal a toda a empresa, englobando todas as Operações e através da qual a *Science4You* baseará toda a sua atividade de melhoria contínua.

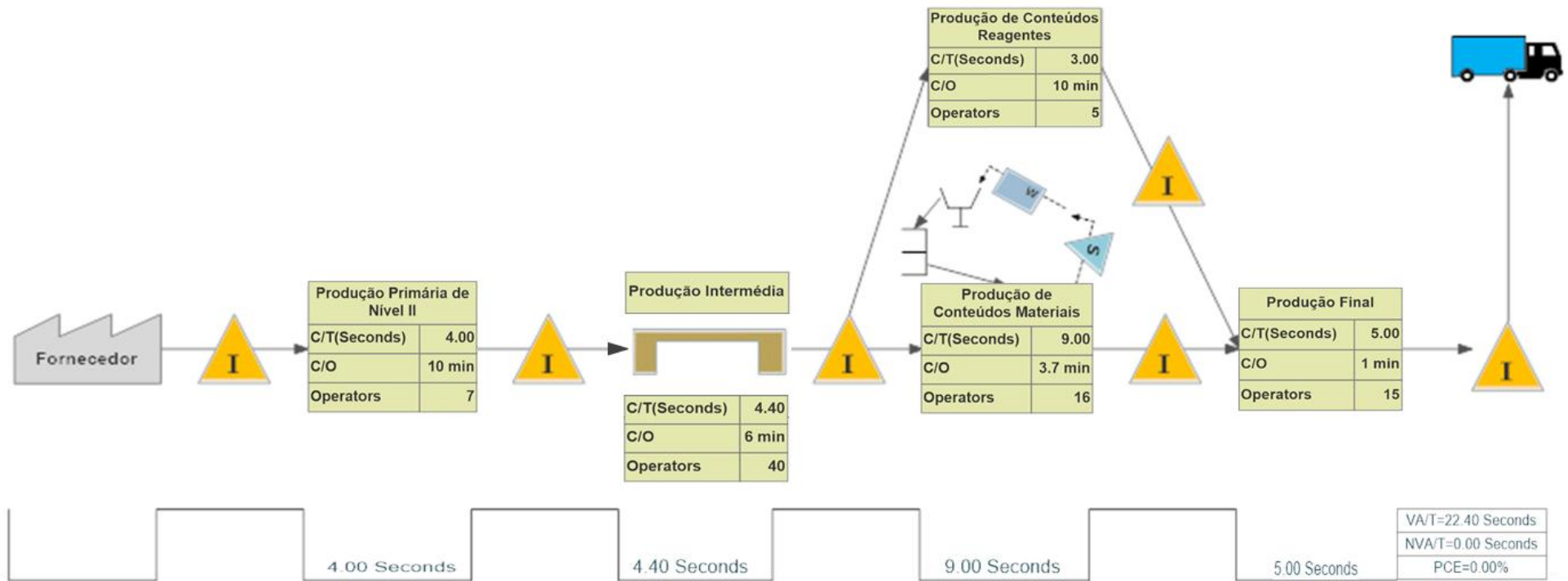


Figura 6.1 - Mapa do Estado Futuro

Assim:

✓ Com o **outsourcing da atividade Produção Primária de nível I** espera-se melhorar o fluxo/balanceamento global da cadeia produtiva e reduzir o tempo total de valor acrescentado necessário para a produção de produto final em 96%. O facto desta atividade, com um Tempo de Ciclo de uma ordem de grandeza superior aos das restantes, se inserir nas instalações em estudo, originará a consequências como:

- **Stock, e Tempos de Espera;**
- Potencial **ineficiência a gerir esta atividade**, por estar distante da natureza das restantes e das próprias características da fábrica.

Para além deste fator, com a implementação desta proposta espera-se ainda uma evolução na ordem dos 99% no desvio-padrão da população dos tempos de ciclo, o que equivale a dizer que todas as atividades estariam perto de produzir ao mesmo ritmo, objetivo basilar no Pensamento *Lean*;

O reaproveitamento do espaço onde esta atividade se realiza, criando um local de armazenagem para albergar *stock* de segurança, combatendo a falta de material que por vezes se observa nesta operação, seria outra das vantagens criadas. Por fim, atingir-se-ia uma maior uniformização de todo o fluxo produtivo, no que à natureza das atividades diz respeito, facilitando a tomada de decisões;

✓ Foi proposta **uma nova forma de produção no Enchimento de Frascos** tendo como base o *Cellular Manufacturing* e que, apesar de ter envolvido apenas esta subatividade, poderá ser difundida por toda a Produção Intermédia. O que esta proposta poderá trazer, para além das vantagens já referidas de redução do *Lead Time* ou eliminação de *work-in-progress*, será um cenário mais estável e fluído, numa fase produtiva que se caracteriza pela instabilidade, variação e incerteza de vários parâmetros. Ao implementar esta proposta, todo o planeamento da produção será mais fácil e protegido de erros. Reduzindo a variabilidade, aumenta-se a certeza no que respeita ao tempo necessário para produzir determinado produto, melhorando toda a gestão de tempo disponível;

✓ Com a **aplicação do Single Minute Exchange of Die no tempo de Setup da Produção de Conteúdos Materiais** espera-se aumentar o tempo disponível de produção. Atualmente são perdidas, em média, 4 a 5 horas de produção por dia, em trocas de linha nesta atividade. Ao distinguir os deveres de *setup* entre externos e internos, e criando um cenário que permitisse que os externos fossem realizados com a linha em funcionamento, constatou-se que havia um potencial de redução na ordem dos 80% no tempo total despendido em trocas de linha. De 4 a 5 horas de produção perdidas, as linhas estariam paradas, globalmente, apenas 48 a 60 minutos. A eficiência e *output* desta atividade iriam, assim, aumentar.

✓ A **redistribuição das tarefas dos operadores responsáveis pela alimentação da produção final** permitirá criar um cenário mais estável e com menos sobrecarga para os operadores. Com cada tarefa a ser dada a apenas um deles, estes conseguirão gerir melhor as atividades dos quais estão responsáveis. Desta forma, espera-se que o problema observado, a paragem da linha por falta de material, seja minimizado, dando o controlo da sua alimentação a apenas um operário.

✓ A implementação da **Kaizen4You** nos quadros da *Science4You* terá como principal objetivo criar um sentido de responsabilidade e importância aos operadores, aproveitando o potencial e conhecimento dos processos demonstrados ao longo da Investigação. Com esta proposta, espera-se que uma cultura de melhoria seja desenvolvida e que a *Science4You* funcione como toda uma equipa a trabalhar para o mesmo objetivo, dando oportunidade a cada trabalhador de fornecer o respetivo *feedback* e deste ser analisado num evento dedicado a esse efeito.

Na tabela 6.1 estão resumidos os principais impactos a esperar com a implementação de cada proposta.

Tabela 6.1 – Impactos Esperados das Propostas

Proposta	Impacto
Outsourcing da Produção Primária de nível I	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Melhoria do fluxo da cadeia produtiva na ordem dos 99%; ✓ Redução de inventário de corantes, consequência da redução da variabilidade.
Cellular Manufacturing no Enchimento de Frascos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Variabilidade eliminada. Gestão da Produção mais eficaz; ✓ Redução do <i>Lead Time</i> em 90%; ✓ Possibilidade de transferir esta proposta a toda a Produção Intermédia, tornando-a mais estável e robusta (com baixa variabilidade).
Single Minute Exchange of Die no Setup da Produção de Conteúdos Materiais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento de 80% da Disponibilidade Produtiva.
Redistribuição das tarefas dos operadores na Produção Final	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução do raio de ação cada um dos operadores. Responsabilidades mais fáceis de gerir e, consequentemente, paragens de linha tornam-se menos frequentes.
Implementação do Kaizen4You	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Envolvimento de todos os operadores no processo de melhoria contínua. ✓ Comunicação mais eficiente e transversal a todos os níveis hierárquicos. ✓ Aumento do nível de satisfação dos operadores, devido ao envolvimento instituído.

6.2. *Mura* e *Muri* nas Oportunidades de Melhoria

A presente investigação permitiu mostrar a influência que, tanto a Variabilidade (*Mura*) de um sistema, como a sua Sobrecarga (*Muri*), possuem na origem dos Desperdícios do Pensamento *Lean*. Esta ideia, tendo sido mencionada no Capítulo 2 com a introdução dos 3M's, ganha agora argumentos práticos.

Na tabela 6.2 estão listadas as situações no *shop floor* que motivaram a análise das Oportunidades de Melhoria na Dissertação, e as respetivas origens. Analisando esta tabela, é possível concluir que, das 5 Oportunidades, 4 têm origem na Variabilidade e/ou Sobrecarga do sistema.

Tabela 6.2 - *Mura* e *Muri* nas Oportunidades de Melhoria

Oportunidade de Melhoria	<i>Muda</i> observado no <i>Shop Floor</i>	Origem
Produção Primária de Nível I	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tempos de Espera; ✓ <i>Stock</i> excessivo. 	Variabilidade nos Tempos de Ciclo das Atividades
Balanceamento das tarefas no Enchimento de Frascos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tempos de Espera; ✓ <i>Work-in-progress</i>; ✓ Transporte excessivo de material ao longo da Atividade. 	Variabilidade nos Tempos de Ciclo das Tarefas
Tempo de <i>Setup</i> na Produção de Conteúdos Materiais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Movimentações desnecessárias; ✓ Paragens produtivas maiores do que o necessário; ✓ Tempos de Espera. 	Sobrecarga dos Operadores no momento de trocas de linha
Alimentação da Produção Final	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paragens produtivas; ✓ Movimentações excessivas. 	Sobrecarga dos Operadores devido à ineficaz atribuição de tarefas
Potencial dos Operadores na <i>Science4You</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Subaproveitamento dos Recursos Humanos na <i>Science4You</i> 	Falta de uma cultura de envolvimento dos operadores nas decisões estratégicas

Os Desperdícios do *Lean* estão muitas vezes relacionados com a Variabilidade e Sobrecarga a que uma empresa e os seus colaboradores estão sujeitos. Reduzindo estes dois fatores, a eliminação do *Muda* torna-se possível. Como Wilson referiu no seu livro “*How to Implement Lean Manufacturing*”, o *Muda* está lá por uma razão. É da responsabilidade da empresa descobrir qual é e atuar em conformidade.

Será, talvez, devido a esta influência da Variabilidade/Sobrecarga nos Desperdícios, que se observou uma complementaridade entre o Pensamento *Lean* e a Metodologia 6σ (*Six*

Sigma), originando o *Lean Six Sigma*. É, aliás, possível identificar várias semelhanças entre estas duas filosofias. Segundo Pinto (2009), a Metodologia 6 σ , criada pela *Motorola*, aponta à redução da Variação nos processos através de métodos e ferramentas estatísticas. Os seus conceitos-chave são:

- ✓ **Qualidade** – Satisfação dos atributos mais importantes para o cliente;
- ✓ **Defeito** – Incapacidade de entregar o que o cliente pretende;
- ✓ **Capability** – Competência do processo, aquilo que pode ser entregue/satisfeito, dentro das especificações desejadas. Distingue-se de Capacidade (*Capacity*), por esta não ter em conta as especificações objetivo, apenas o *Output*;
- ✓ **Variação** – Aquilo que o cliente vê, sente e se apercebe;
- ✓ **Operações Estáveis** – Consistência e processos previsíveis que melhorem o serviço ao cliente;
- ✓ **Design for Six Sigma** - Desenvolver produtos e processos capazes de responder às necessidades do cliente e garantir elevada Capabilidade.

Todos estes tendo semelhanças com termos do Pensamento *Lean*. A importância da Qualidade e a Orientação para o cliente, com o combate contínuo a indicadores que representem expectativas não cumpridas do consumidor (Defeitos no *Six Sigma* e Desperdícios no *Lean*) são analogias que podem ser feitas entre estas duas abordagens. A sua fusão numa única filosofia é vantajosa pela sinergia que cria: o Pensamento *Lean* traz a visão de fluxo e quebra as barreiras departamentais, enquanto a Metodologia *Six Sigma* promove o estudo intensivo da Variação que, como já demonstrado, cria condições para que os Desperdícios do *Lean* surjam no *shop floor*.

Bibliografia

- Alaskari, O., Ahmad, M. M., Dhafr, N., & Pinedo-Cuenca, R. (2012). Critical Successful Factors (CSFs) for Successful Implementation of Lean Tools and ERP Systems. In *World Congress on Engineering 2012* (Vol. III, pp. 2–7).
- Art of Lean. (2006). Toyota Production System Basic Handbook. Consultado em 2/02/2016. Disponível em http://www.artoflean.com/files/Basic_TPS_Handbook_v1.pdf
- Atkinson, P. (2004). Creating and Implementing Lean Strategies. *Management Services Journal*, 48(2), 18–33.
- Bell, J. (2014). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers* (6ª Edição). Nova Iorque: McGraw-Hill Education.
- Chapman, C. (2005). Clean House With Lean 5S. *Quality Progress Journal*, 38(6), 27–32.
- Cheng, T. C. E., & Podolsky, S. (1996). *Just-in-Time Manufacturing* (2ª Edição). Londres: Chapman & Hall.
- Dekier, Ł. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System. *Journal of International Studies*, 5(1), 46–51.
- Delisle, D. R., & Freiberg, V. (2014). Everything Is 5S : A Simple yet Powerful Lean Improvement Approach Applied in a Preadmission Testing Center. *The Quality Management Journal*, 21(4), 10–22.
- Denscombe, M. (2014). *The Good Research Guide* (5ª Edição). Berkshire: McGraw-Hill Education.
- Edward, M. (2011). Value Stream Mapping (VSM) Method In Small And Medium Entreprises SME. *The International Journal of Transport & Logistics*.
- El-namrouy, K. A., & Abushaaban, M. S. (2013). Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study “ gaza strip manufacturing firms ”. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68–80.
- Gembutsu Consulting. (2016a). Lean Manufacturing Principles. Consultado em 1/03/2016. Disponível em <http://www.gembutsu.com/articles/leanmanufacturingprinciples.html>
- Gembutsu Consulting. (2016b). The Benefits of Lean Manufacturing: Single Piece Flow. Consultado em 1/03/2016. Disponível em <http://www.gembutsu.com/articles/leanmanufacturingprinciples.html>
- Hutchins, D. (1999). *Just in Time* (2ª Edição). Hampshire: Gower Publishing, Ltd.
- Lean Blitz Consulting. (2012). Toyota Way Principle #2: Continuous Flow. Consultado em 3/03/2016. Disponível em <http://leanblitzconsulting.com/2012/04/toyota-way-principle-2-continuous-flow/>

- Lean Blitz Consulting. (2016). Consultado em 3/03/2016. Disponível em <http://leanblitzconsulting.com/2012/04/toyota-way-principle-2-continuous-flow/>
- Lean Enterprise Institute. (2014). Muda, Mura, Muri - Tipos de Atividade que Geram Desperdícios. Consultado em 30/09/2016. Disponível em <http://www.lean.org.br/conceitos/78/muda,-mura,-muri---tipos-atividades-que-geram-desperdicios.aspx>
- Lean Horizons Consulting. (2008). *The Eight Wastes : A Lexicon for Lean NPD. perspectives.*
- Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook* (1ª Edição). McGraw-Hill.
- Lubben, R. (1999). *Just-in-Time: Uma estratégia avançada de produção* (2ª Edição). São Paulo: McGraw-Hill.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. In *7th International Economics & Business Management Conference* (Vol. 35, pp. 522–531). Elsevier B.V.
- Mahoney, M. (1997). *High-Mix low-volume Manufacturing* (1ª Edição). Nova Jérсия: Prentice Hall PTR.
- Malakooti, B. (2014). *Operations and Production Systems with Multiple Objectives* (1ª Edição). Nova Jérсия: John Wiley & Sons.
- Marchwinski, C., & Shook, J. (2014). *Lean Lexicon: a Graphical Glossary for Lean Thinkers* (5ª Edição). Lean Enterprise Institute.
- Melton, T. (2005). The benefits of Lean Manufacturing : What Lean Thinking has to Offer the process industries. In *7th World Congress of Chemical Engineering* (Vol. 83, pp. 662–673).
- Mittal Consultants and Enterprises. (2016). Value Stream Map. Consultado em 10/03/2016. Disponível em <http://www.miconleansixsigma.com/value-stream-map.html>
- Nash, M., & Poling, S. (2008). *Mapping The Total Value Stream* (1ª Edição). Nova Iorque: CRC Press.
- Netland, T. H. (2016). Critical success factors for implementing lean production : the effect of contingencies. *International Journal of Production Research*, *54*(8), 2433–2448.
- Panneman, T. (2016a). Finding Mura (variation) in your Process. Consultado em 1/10/2016. Disponível em <http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/finding-mura-variation-your-process>
- Panneman, T. (2016b). Finding Muri (overburden) in your Process. Consultado em 1/10/2016. Disponível em <http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/finding-muri-overburden-your-process>
- Panneman, T. (2016c). The Toyota 3M model: Muda, Mura, Muri. Consultado em 1/10/2016.

Disponível em <http://www.panview.nl/en/lean-production-toyota-3m-model/toyota-3m-model-muda-mura-muri>

- Paraschivescu, A. O., & Cotîrlet, P. (2015). *Quality Continuous Improvement Strategies Kaizen Strategy – Comparative Analysis* (Vol. 18).
- Paula, A., & Taveira, G. (2015). *Avaliação da Sustentação da Metodologia Lean numa Organização : Caso de Estudo na EDP Produção*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras* (1ª Edição). Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
- PLANT. (2014). Map Your Future. Consultado em 10/03/2016. Disponível em <http://www.plant.ca/features/map-your-future/>
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* (1ª Edição). Nova Iorque: Free Press.
- Rose, P., Schabos, M., Sheldan, T., Zettergren, P., Hines, P., Found, P., ... Harrison, R. (2008). *Staying Lean : thriving , not just surviving*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda* (Versão 1.2). Massachusetts: Lean Enterprise Institute.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* (1ª Edição). Portland, Oregon: CRC Press.
- Sian, E. (2015). A Guide to the 5S Lean Production Method for Occupational Health and Safety. *Journal of Occupational Health*, 67(2).
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen Philosophy : A Review of Literature. *IUP Journal of Operations Management*, 8(2), 51–73.
- Smalley, A. (2006). *Basic Stability is Basic to Lean Manufacturing Success*. Brookline. Lean Enterprise Institute.
- Smalley, A. (2010). *Fundamentals of Lean Production: Creating Stability in the 4M's*. Monterrey. Lean Enterprise Institute
- Sousa, S. (2010). *Implementação de Células de Produção Empresa : XC Consultores*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Standard, C., & Davis, D. (1999). *Running Today's Factory* (1ª Edição). Cincinnati: Hanser Publications.

- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota Production System and Kanban System Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System. *The International Journal of Production Research*, 15(6).
- Suzaki, K. (2013). *Lean: Gestão no Chão da Fábrica*. LeanOp Press.
- Teich, S. T., Faddoul, F. F., & Sc, M. (2013). Lean Management — The Journey from Toyota to Healthcare. *Rambam Maimonides Medical Journal*, 4(2), 1–9.
- Toyota Global. (2016). Jidoka — Manufacturing high-quality products. Consultado em 20/02/2016. Disponível em http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/jidoka.html
- Wangwacharakul, P., Berglund, M., Harlin, U., & Gullander, P. E. R. (2014). Cultural Aspects When Implementing Lean Production And Lean Product Development – Experiences From A Swedish Perspective. *Quality Innovation Prosperity Journal*, 18(1), 125–140.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing* (1ª Edição). McGraw-Hill Companies.
- Womack, J. (2006). *Mura, Muri, Muda?* Lean Enterprise Institute.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Revised and Updated). Nova Iorque: Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World* (1ª Edição). Nova Iorque: Free Press.
- Yasuhiro, M. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4ª Edição). Boca Raton, Flórida: CRC Press.

Anexos

Anexo A1 – Organização da Produção de Conteúdos

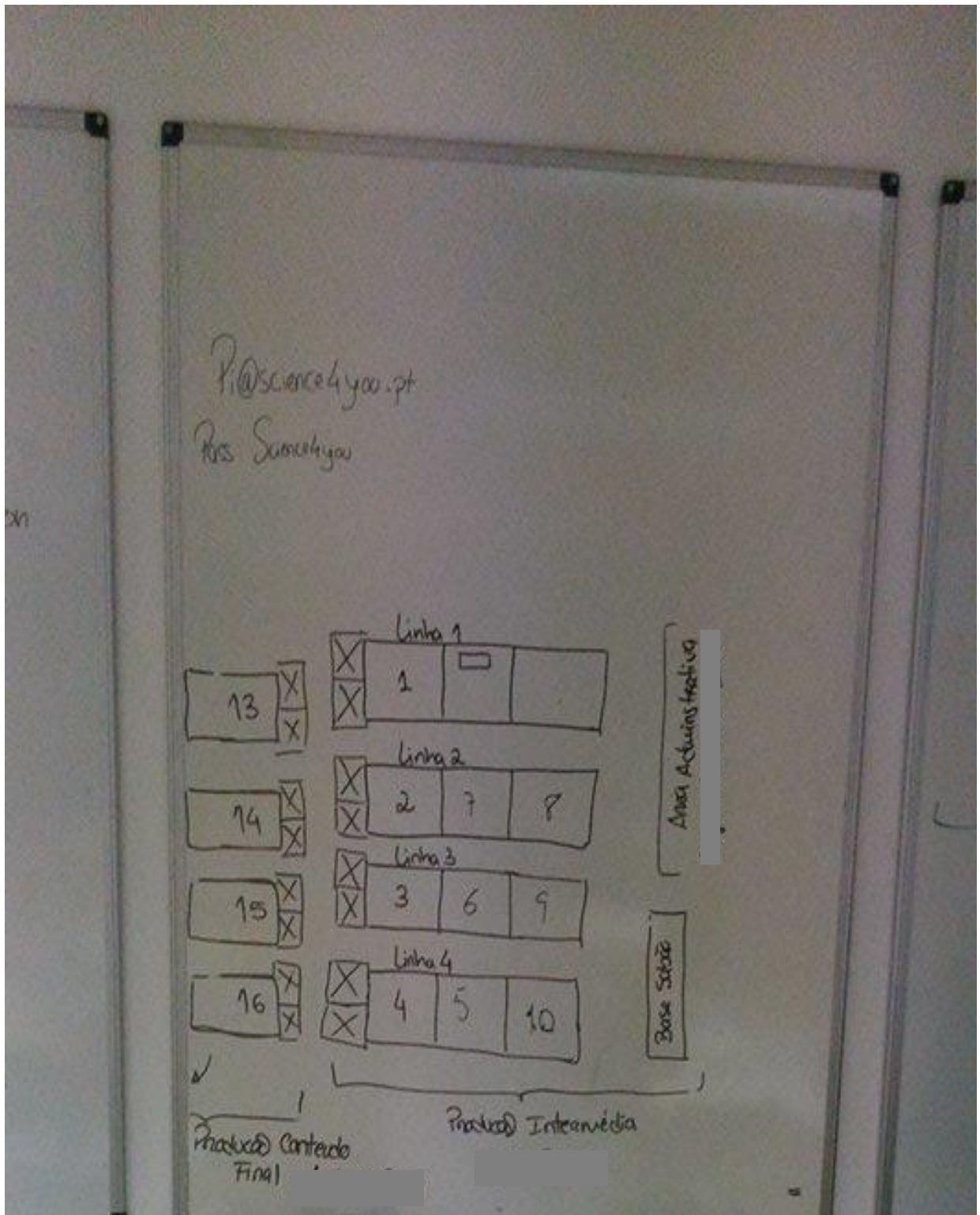



Figura A 1 - Organização da Produção de Conteúdos

Anexo A2 – Ordem de produção na Produção de Conteúdos Materiais



Composição do Artigo
9769 - Conteúdo CF

Referência	Designação	Quantidade	Observações
9175	Frasco 15 ml com corante líquido amarelo	1,0	
9176	Frasco 15 ml com cora	1,0	
9770	Frasco 15 ml Coalho Microbiano 6g PT/ES/UK ✓	1,0	
9771	Saco zipy-lock: 4*6 Sementes de Azeite PT/ES/UK ✓	1,0	
9772	Saqueta Levedura 11 g com Legenda PT/ES/UK → 1392 ✓	2,0	
9773	Saqueta Alginato de Sódio com legenda PT/ES/UK	1,0	
9774	Frasco 15ml Bicarbonato de sódio 15g PT/ES/UK •	1,0	
9775	Saqueta Lactato de Cálcio com legenda PT/ES/UK	1,0	
20623	Saco Zip lock 12*18	1,0	
90119	Saco 7*10 Sal Marinho 50g	1,0	

0

Figura A 2 - Ordem de Produção na Produção de Conteúdos Materiais

Anexo A3 – Planta do Armazém

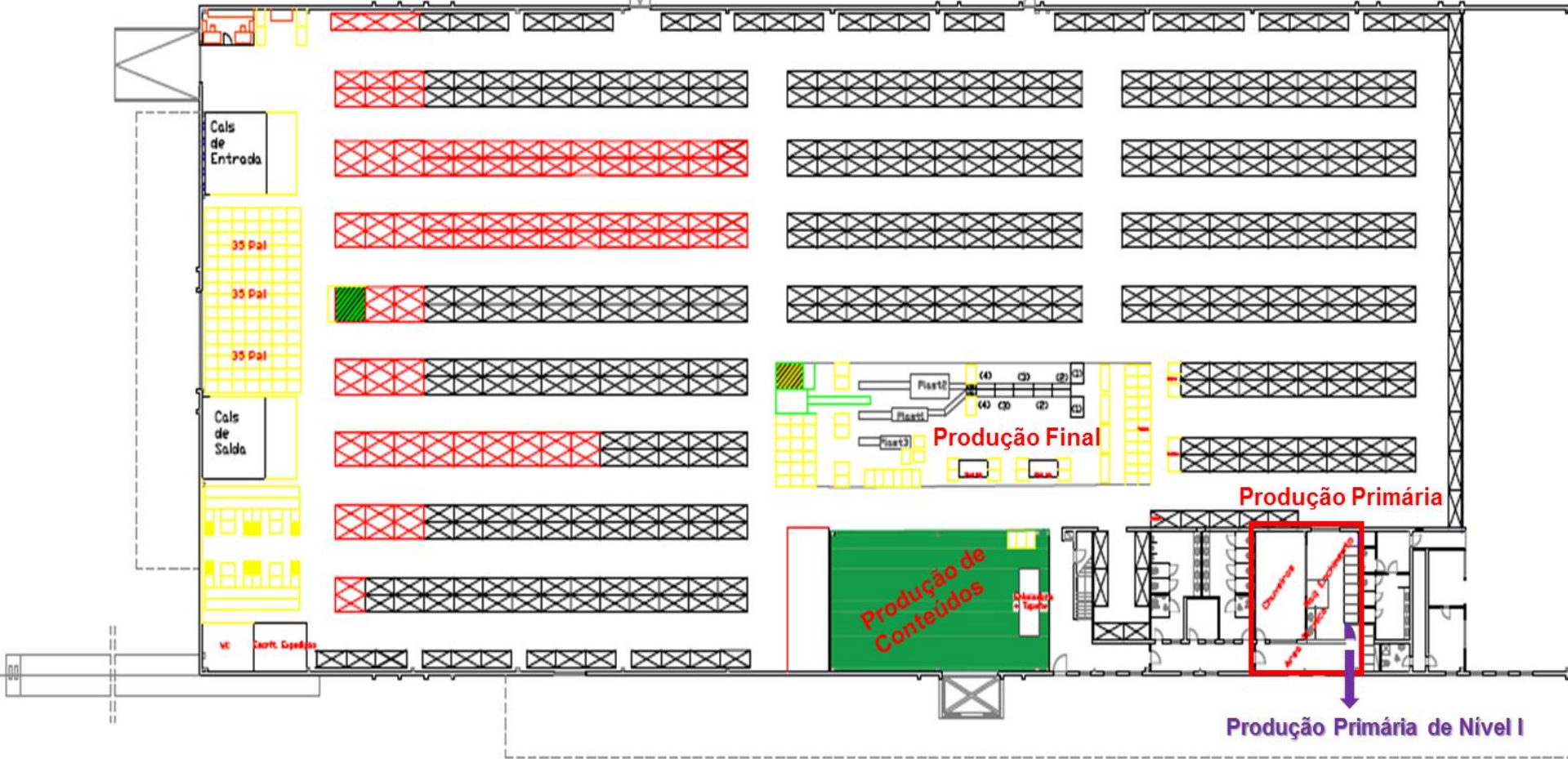


Figura A 3 - Planta do Armazém