



**Sérgio Manuel
Oliveira Vieira**

**Minimização de desperdícios com aplicação de
técnicas lean na produção de cápsulas de rosca**



**Sérgio Manuel
Oliveira Vieira**

**Minimização de desperdícios com aplicação de
técnicas lean na produção de cápsulas de rosca**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

“The most dangerous kind of waste is the waste we do not recognize”

– **Shigeo Shingo**

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
professor associado com agregação à Universidade de Aveiro

vogal – arguente principal

Prof. Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes
professor adjunto do Instituto Superior de Engenharia do Porto

vogal – orientador

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Quero deixar o meu apreço pelas instituições e pessoas que permitiram que este projeto fosse realizado, direta ou indiretamente:

À organização Américo Coelho Relvas Sucrs, S.A., e seus colaboradores, especialmente à Doutora Ana Ferreira, ao Senhor José Nuno e ao Senhor José Relvas por me guiarem, ajudarem e apoiarem em tudo o que necessitava na organização. Sem eles este projeto não teria ido avante.

À Universidade de Aveiro que permitiu a minha instrução e a minha evolução como pessoa e profissional.

Ao orientador da Universidade de Aveiro, Professor Doutor Rui Borges, por todos os conselhos, indicações e críticas construtivas no que diz respeito ao projeto. Procurando sempre a melhoria do mesmo.

À minha família, que sem ela isto não seria possível, dando todo o apoio e estando sempre do meu lado, sem pedir nada em troca.

À minha namorada, por todos os momentos de amizade, companheirismo e partilha.

A todos os meus amigos e colegas que me apoiaram e ajudaram ao longo deste trajeto, permitindo a conclusão do projeto de forma positiva.

palavras-chave

Lean manufacturing, 5S, Gestão Visual, SMED, A3, Melhoria contínua

resumo

As organizações necessitam de um mercado global para sobreviverem. O mercado interno já não é suficiente para uma organização ser sustentável. No entanto para que tal seja possível, é preciso que as organizações sejam competitivas e realizem uma produção de alta qualidade a preços aceitáveis. Com vista a atingir estes objetivos, torna-se útil a aplicação do *Lean*, ou seja, a capacidade de gerar cada vez mais valor, com cada vez menos recursos e menos desperdício.

Posto isto, os objetivos deste projeto são: a organização de um setor produtivo de cápsulas de rosca e seus postos de trabalho a partir da metodologia 5S, e a minimização dos fatores que provocam os tempos de paragem nas máquinas de produção, incluindo a redução do tempo de mudança de ferramenta a partir do método *SMED*.

No presente trabalho será feito um enquadramento teórico do *Lean* e de técnicas como a metodologia 5S, gestão visual, *A3 thinking* e o método *SMED*. Posteriormente apresentada a organização Américo Coelho Relvas, na qual este projeto foi realizado. De seguida é descrito o caso de estudo, no qual é enumerado os vários desperdícios no *gemba*, e as respetivas técnicas aplicadas aos desperdícios encontrados. Por fim será indicado os resultados obtidos e as conclusões retiradas.

Os objetivos foram alcançados, no que concerne à organização e arrumação do setor em geral e dos postos, garantindo somente o necessário no setor produtivo. No que diz respeito aos tempos de paragem das máquinas, houve uma redução geral de 29% do tempo de mudança de ferramenta das várias máquinas e a eliminação do tempo de paragem associado à falta de contentores para o transporte das cápsulas entre as máquinas de produção.

keywords

Lean manufacturing, 5S, Visual Management, SMED, A3, Continuous Improvement

abstract

Organizations need a global market to survive. The domestic market is not enough for an organization to be sustainable. However to make this possible, organizations needs to be competitive and deliver a high-quality production at affordable prices.

In order to achieve this goals, it becomes useful the application of *Lean*, in other words, the ability to generate more value, with fewer resources and less waste.

That said, the goals of this project are: the organization of a productive sector of screwcaps and their work stations through the 5S methodology; minimizing the factors that cause downtime in production machines, including reducing tool changing time through the *SMED* method.

At the present work will be done a theoretical framework of *Lean* and others techniques such as 5S methodology, visual management, *A3 thinking* and the *SMED* method. Subsequently, presented the organization "Américo Coelho Relvas", in which this project was conducted. Following describes the case study, which is enumerated the various kind of waste in *gemba*, and the respective techniques applied to them. Lastly it will be indicated the results and the conclusions drawn.

Regarding the organization and arrangement of the sector and the work stations, ensuring only what was necessary in the production sector, was one of the main goals that was achieved. What regards the downtime of the machines, there was an overall reduction of 29% in tool changing time of the various machines, and elimination of the downtime associated with lack of containers for the transport of the capsules between production machines, assuring that all the targets previously defined were achieved.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Principais objetivos e metodologia	2
1.3. Estrutura do documento	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Lean Thinking.....	3
2.1.1. <i>Lean manufacturing</i>	3
2.1.2. Princípios <i>Lean</i>	5
2.1.3. Sete desperdícios.....	6
2.2. Metodologia 5S.....	7
2.3. Gestão visual.....	11
2.4. A3 Thinking.....	13
2.5. Método SMED	17
2.6. Melhoria Contínua – Ciclo PDCA	19
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	21
3.1. Estrutura organizacional.....	22
3.2. Produtos	23
3.3. Implantação fabril	24
3.4. Processo produtivo das cápsulas de rosca.....	26
4. APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS <i>LEAN</i> NO SETOR DE CÁPSULAS DE ROSCA	29
4.1. Levantamento de situações de desperdício.....	29
4.2. Implementação da metodologia 5S e Gestão Visual	30
4.2.1. Aplicação da metodologia 5S.....	30
4.2.2. Aplicação da Gestão Visual	36
4.2.3. Resultados da Implementação das metodologias	37
4.3. Implementação do A3 Thinking.....	41
4.3.1. Estudo de simulação do setor de produção de cápsulas de rosca.....	49
4.4. Implementação do método SMED	53

4.4.1.	Situação inicial e distinção de etapas internas e externas.....	53
4.4.2.	Converter etapas internas em externas	55
4.4.3.	Melhorar tempo de mudança de ferramenta.....	56
4.4.4.	Resultados da implementação da metodologia	59
4.5.	Discussão e Avaliação de resultados.....	64
5.	CONCLUSÕES	71
5.1.	Conclusões gerais e Limitações.....	71
5.2.	Projetos futuros	72
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
	ANEXOS.....	77
	Anexo A – Tabelas da capacidade de produção das principais máquinas de produção.....	79
	Anexo B – Tabelas das causas e dos tempos de paragens das principais máquinas de produção	82
	Anexo C – Tabelas da situação inicial da mudança de ferramenta da Prensa/Alongamento	84
	Anexo D - Tabela da situação inicial da mudança de ferramenta do Recartilhado e Disco	85
	Anexo E - Tabelas da situação inicial da mudança de ferramenta da Impressão Lateral	86
	Anexo F – Imagens do material de limpeza da Impressão Lateral	88
	Anexo G – Imagem do material da Impressão Lateral (Em cima: gravuras, máquina de afinar gravura; Em baixo: telas, rolos para esmaltagem)	89
	Anexo H – Tabelas da situação final das mudanças de ferramenta das principais máquinas de produção	90
	Anexo I – Tabelas resumo da rentabilidade da Prensa/Alongamento (Linha 1 e 2)	94
	Anexo J – Tabelas resumo da rentabilidade do Recartilhado e Disco (Linha 1 e 2)	95
	Anexo K – Tabelas resumo da rentabilidade da Impressão Lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2).....	96

Índice de Figuras

Figura 1 – Edifício TPS (Pinto, 2014) [Adaptado]	4
Figura 2 – Implementação da metodologia 5S (Falkowski & Kitowski, 2013) [Adaptado]	9
Figura 3 – Fluxograma de implementação da metodologia 5S (Gupta et al., 2015) [Adaptado]....	10
Figura 4 – Aplicação de técnicas de Gestão Visual com objetivo de melhoria contínua (Jaca et al., 2013) [Adaptado]	13
Figura 5 – Formato A3 Thinking (Shook, 2008) [Adaptado].....	14
Figura 6 – Mudança de ferramenta (Kumar & Abuthakeer, 2012) [Adaptado]	17
Figura 7 – Passos do método SMED (Shingo, 1985) [Adaptado].....	18
Figura 8 – Ciclo PDCA (Singh, 2013) [Adaptado]	20
Figura 9 – Cronologia da organização	21
Figura 10 – Organograma da organização	22
Figura 11 – a) cápsulas de alumínio; b) cápsulas de alumínio complexo; c) cápsulas de PVC; d) cápsulas de espuma; e) cápsulas de estanho; f) cápsulas de rosca	24
Figura 12 – Layout da organização	25
Figura 13 – Fluxograma do processo produtivo das cápsulas de rosca.....	26
Figura 14 – Formação da cápsula: a) copola; b) primeiro alongamento; c) cápsula ou alongamento final / d) Impressão de topo; e) Impressão lateral; f) Recartilhado e cortes; g) Relevô	28
Figura 15 – Discos: a) Tin Saran; b) Saranex; c) Vedante / d) Acondicionamento e caixa Relvin .	28
Figura 16 – Aplicação do Seiri e Seiton: Produto não conforme (Esquerda: Produto não conforme no centro do setor; Direita: Produto não conforme no local definido e delimitado, distante do material conforme)	32
Figura 17 – Aplicação do Seiri e Seiton: Excesso de produção (Esquerda: Excesso de produção empilhado desordenadamente e sem identificação da encomenda e artigo em cada caixa; Direita: Excesso de produção empilhado em 2 filas, viradas para o observador, com local predefinido e caixas com mesmo artigo próximas, com a identificação da encomenda e artigo através de um papel em cada caixa)	33
Figura 18 – Aplicação do Seiri e Seiton: Chapas de alumínio (Esquerda: Excesso de paletes com chapas de alumínio no centro do setor e sem local delineado; Direita: Uma paleta com chapas de alumínio para a encomenda seguinte, no local delineado e próxima da máquina)	33
Figura 19 – Aplicação do Seiri e Seiton: Discos Saranex / Tin Saran (Esquerda: Paletes dos discos distantes da máquina e sem local delineado; Direita: Paletes dos discos próximos da máquina, no local delineado)	33
Figura 20 – Aplicação do Seiri e Seiton: Caixas anónimas / Relvin (Esquerda: Paletes das caixas de cartão distantes da máquina e no centro do setor para ambas as linhas de produção; Direita: Paletes das caixas de cartão próximas da máquina de cada linha de produção, no local delineado)	34

Figura 21 – Aplicação do Seiri e Seiton: Tintas (Esquerda: Latas de tinta no chão, empilhadas, misturadas e sem identificação; Direita: Latas de tinta dispostas em estantes, de fácil manuseamento, identificadas e com a separação da sucata e das latas de tinta não conforme) ..	34
Figura 22 – a) Layout inicial do setor de cápsulas de rosca ou Relvin; b) Layout atual do setor de cápsulas de rosca ou Relvin	38
Figura 23 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Prensa/Alongamento	44
Figura 24 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Recartilhado e Disco	45
Figura 25 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Impressão lateral.....	46
Figura 26 – Modelos lógicos (De cima para baixo: cenário 1, 2 e 3)	51
Figura 27 – Gráfico resumo das mudanças de ferramenta das principais máquinas de produção – Comparação da situação inicial e final.....	63
Figura 28 – Novos Layouts: a) Proposta 1 b) Proposta 2	73

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação layout inicial e atual	39
Tabela 2 – Tempo de ciclo e capacidade de produção das principais máquinas	43
Tabela 3 – Causas e tempos de paragens: Prensa/Alongamento	44
Tabela 4 – Causas e tempos de paragens: Recartilhado e Disco	45
Tabela 5 – Causas e tempos de paragens: Impressão lateral	45
Tabela 6 – Resumo simulação em Arena: Número de contentores necessários para vários cenários	52
Tabela 7 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para as máquinas de produção.....	59
Tabela 8 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Prensa/Alongamento.....	59
Tabela 9 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para o Recartilhado e Disco.....	60
Tabela 10 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Impressão Lateral - Esmaltagem	61
Tabela 11 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Impressão Lateral - Offset.....	61
Tabela 12 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais na Prensa/Alongamento	65
Tabela 13 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais no Recartilhado e Disco	66
Tabela 14 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais na Impressão Lateral	66
Tabela 15 – Análise financeira das implementações realizadas	67
Tabela 16 – Análise financeira da produtividade das máquinas	68
Tabela 17 – Análise financeira dos projetos futuros	74

1. INTRODUÇÃO

Neste ponto do trabalho é apresentado a contextualização e enquadramento do tema desta dissertação, ou seja, a aplicação do *Lean* na indústria, nas organizações em geral e a caracterização do problema na entidade de acolhimento deste projeto. Seguindo-se posteriormente os principais objetivos a atingir e a metodologia aplicada no desenvolvimento desta dissertação, com base no projeto realizado numa organização produtora de cápsulas. Por último, apresentação e esclarecimento da estrutura de todo o documento.

1.1. Contextualização

A globalização têm vindo a torna-se real em todas as organizações. A produção para o mercado interno já não é suficiente, é necessário a exportação e abrangência de outros mercados. No entanto, a entrada nestes mercados exige uma competitividade com empresas de renome e que já estão espalhadas por todo o mundo. A necessidade de competitividade com estas empresas, obriga a que todas as organizações se desenvolvam e melhorem a cada dia que passa. Posto isto, a procura dentro da organização pela alta qualidade do produto, criação de maior valor e redução do desperdício têm vindo a ser mais evidente.

Os três pontos referidos anteriormente podem ser atingidos e sumarizados com a filosofia ou pensamento *Lean* (Womack & Jones, 1996), ou seja, o antídoto para o desperdício, como atividades que não acrescentam valor, que aumentam os custos, os tempos e a não satisfação dos clientes e *stakeholders*. Isto conjugado com a melhoria contínua ou *Kaizen* (boa mudança) (Imai, 1986), assegurará a qualidade superior de produtos e serviços e a cultura de permanente melhoria.

Estes dois conceitos, *Lean* e *Kaizen*, estão cada vez mais em voga e já fazem parte da grande maioria das organizações que pensam em ser competitivas e pretendam a melhoria interna de uma forma contínua. Neste contexto, estes serão os principais conceitos a abordar neste documento.

No que concerne à organização onde o projeto será realizado, a Américo Coelho Relvas Sucrs, SA, é uma organização com cerca de 83 anos de existência, dedica-se exclusivamente à produção de cápsulas para garrafas da indústria vinícola, tendo já cimentada uma posição no mercado. No entanto, a produção de cápsulas de rosca é relativamente recente na organização, com cerca de 10 anos de existência. Posto isto, a organização apresentou um projeto para a implementação de técnicas *Lean* de forma a minimizar o desperdício no setor produtivo de cápsulas de rosca. Apesar de as máquinas deste setor serem de tecnologia de ponta, com elevada cadência de produção, muitas vezes são influenciadas por fatores externos, levando a tempos de paragem ou defeitos nas cápsulas.

1.2. Principais objetivos e metodologia

Tendo em conta a contextualização referida no ponto anterior, os principais objetivos deste projeto são a minimização dos fatores que influenciam as paragens e outros desperdícios na produção, mas também a organização do setor produtivo e dos postos de trabalho.

De forma a atingir os objetivos propostos anteriormente referidos, foi necessário realizar uma instrução teórica no que diz respeito ao *Lean* e às técnicas possíveis de serem implementadas para o tratamento do problema. As técnicas que foram revistas foram: a Metodologia 5S, a Gestão Visual, o A3 *Thinking* e o Método *SMED*. Procurando uma perspetiva de melhoria contínua para a organização, anexou-se a estas técnicas o ciclo *PDCA* – *Plan, Do, Check, Act*. Após preparação teórica e enquadramento com as técnicas referidas anteriormente seguiu-se para análise do *gamba*, ou local de trabalho. Nesta análise procurou-se entender o processo produtivo das cápsulas de rosca, isto é, a sequência de etapas necessárias para a realização do produto final. Com o conhecimento adquirido dos processos existentes na produção de cápsulas de rosca, já foi possível realizar o levantamento de situações de desperdício encontradas, o que corresponde a tudo aquilo que têm interferência nos processos e não acrescenta valor à organização. Posto isto, define-se e quantifica-se as várias situações de desperdício a tratar, seguindo-se as sugestões de melhoria com a implementação das técnicas revistas, e por fim apresentação dos dados finais para comparação com a situação inicial.

1.3. Estrutura do documento

O documento encontra-se dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo é realizada a introdução ao documento, ou seja, é feita a contextualização do trabalho, assim como dos principais objetivos a atingir e metodologia definida para os alcançar. No segundo capítulo procede-se à abordagem teórica, na qual é explicada toda a filosofia *Lean* e técnicas a utilizar. No terceiro capítulo é apresentada a organização na qual o projeto foi desenvolvido. No quarto capítulo, provavelmente o mais importante, é apresentado todo o trabalho realizado, desde o levantamento da situação inicial, passando pela descrição da implementação das várias técnicas *Lean*, até à discussão e análise dos resultados. No quinto capítulo são apresentadas todas as conclusões do trabalho, limitações e possíveis propostas a realizar no futuro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No segundo capítulo deste trabalho pretende-se enquadrar a dissertação de uma forma teórica, tendo por base referências bibliográficas da filosofia *Lean* e algumas técnicas utilizadas, assim como do *Kaizen* ou melhoria contínua.

2.1. *Lean Thinking*

De uma forma geral, o *Lean thinking* é referido como a filosofia que tem como principal intuito a redução do desperdício, permite a sistemática eliminação do desperdício e a constante criação de valor, resumidamente é possível fazer cada vez mais, com cada vez menos (Womack & Jones, 1996). O desperdício ou *muda* pode ser definido como todo o tipo de atividades que não acrescentam valor, ou seja, atividades que consomem tempo, recursos (humanos, materiais), e espaço (instalações) sem que haja criação de valor, nem desenvolvimento físico do produto (Carreira, 2005).

2.1.1. *Lean manufacturing*

Após a Segunda Guerra Mundial (1939-45), o Japão passou por momentos complicados, tendo o país e a própria indústria sido praticamente devastada. No entanto nos outros pontos do globo, Europa e América, também não passavam pela melhor fase a nível industrial. Henry Ford no início do século XX, com a sua produção em massa para a indústria automóvel, não era considerado uma boa hipótese no mercado global, pois o fabrico era complexo e pouco flexível. Este oferecia produtos estandardizados (o famoso modelo T) e em grandes quantidades para satisfazer os pedidos dos clientes, mas com pouca diversidade de produtos, de forma a minimizar as trocas de produtos. Com esta lacuna no mercado, a *Toyota Motors Company*, empresa Japonesa da indústria automóvel e concorrente direta à *Ford Motor Company*, aproveitou a sua oportunidade de reerguer a sua organização. Por volta de 1940, Taiichi Ohno na *Toyota* criou o *Toyota Production System (TPS)* (Ohno, 1988). O *TPS* foi desenvolvido para que a produção fosse realizada em fluxo contínuo, em pequenas quantidades, mas com grande variedade, ou seja, o oposto que Henry Ford tinha implementado na sua organização. O reconhecimento por parte do *TPS* que apenas uma pequena fração do tempo de processamento de um produto acrescentava valor para o consumidor, fez com que a tendência fosse eliminar o desperdício gerado, procurando atingir a maior qualidade de produto para garantir a satisfação do cliente (Melton, 2005).

O *TPS* com todo o sucesso que obteve na indústria automóvel, acabou por ser adotado pelas restantes indústrias, em que estas se baseavam nos conceitos descritos no “Edifício *TPS*” representado na Figura 1.

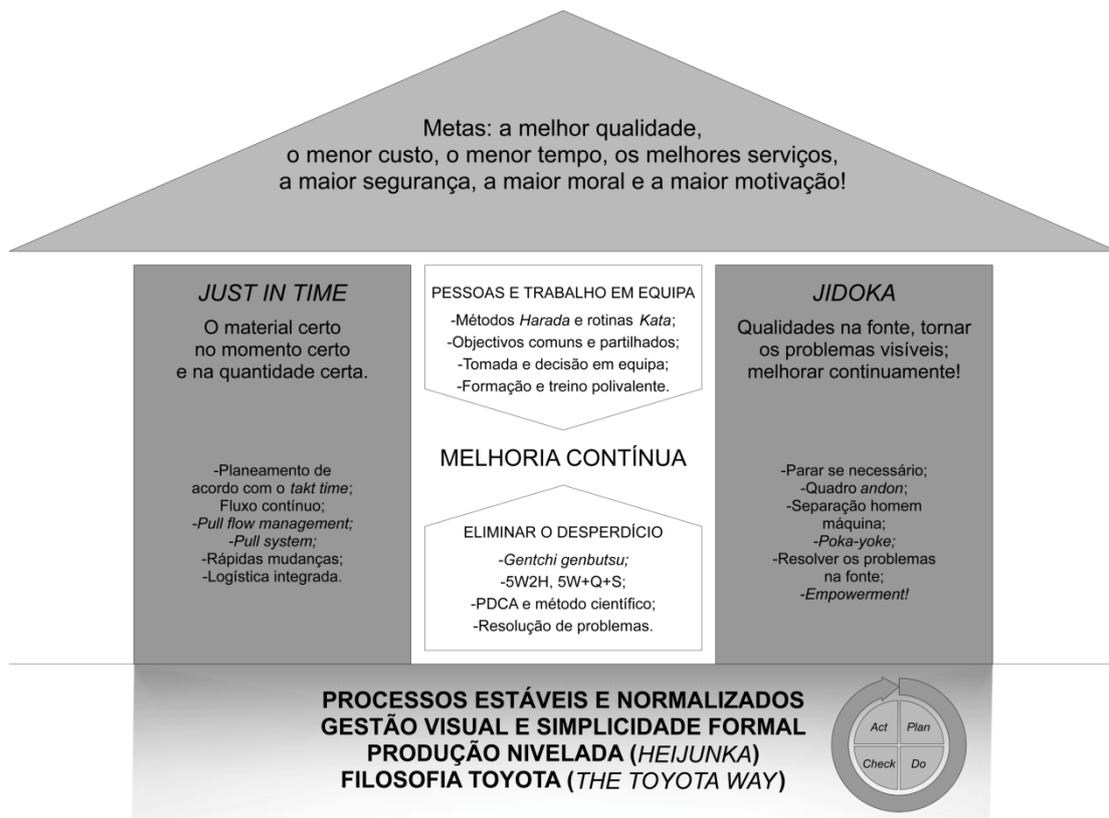


Figura 1 – Edifício TPS (Pinto, 2014) [Adaptado]

Através do “Edifício TPS” é possível referir os principais aspetos deste sistema (Liker & Meier, 2004):

- A filosofia Toyota – princípios e valores simples e imutáveis da Toyota.
- Gestão Visual – envolver todos através da aplicação dos sentidos.
- Processos estáveis e normalizados – redução de variabilidade prejudicial no desempenho dos processos.
- Produção nivelada (Heijunka) – nivelamento da carga para garantir um fluxo contínuo de materiais e informação pela fábrica.
- Just-in-time (JIT) – o material certo, no momento certo.
- Jidoka – qualidade na fonte, tornar os problemas visíveis, melhorar continuamente.
- Melhoria contínua como principal critério, dependendo das pessoas, trabalho em equipa e a eliminação do desperdício.

Posteriormente o TPS evolui para um sistema de renome mundial, o *Lean manufacturing* (Womack, Jones, & Roos, 1990). O *Lean manufacturing* diferencia-se do TPS em dois pontos principais, ou seja, foram acrescentados mais dois aspetos ao “Edifício TPS” (Womack et al., 1990)(Pinto, 2014):

- Gestão da cadeia de abastecimento – Envolve todas as organizações que estão empenhadas no fabrico ou prestação de serviços e é através de cada uma delas que o valor é criado e transferido até ao cliente final.
- Serviço ao cliente – O cliente final é a razão de viver de cada organização, é para ele que toda a cadeia se coordena e cria valor.

Portanto o *Lean manufacturing* consiste numa filosofia que procura a organização das atividades produtivas com o apoio dos colaboradores, de forma a melhorar continuamente e a eliminar o desperdício gerado.

2.1.2. Princípios *Lean*

A filosofia *Lean* para poder ser implementada numa organização deve seguir os seus princípios base e na seguinte ordem (Womack & Jones, 1996):

1. Especificação do valor – o valor só pode ser definido pelo consumidor final, ou seja, algo só é valorizado quando é expresso em termos de um produto ou serviço específico que satisfaz as necessidades do consumidor final, a um certo preço e num tempo específico. O valor é criado pelo produtor, e no ponto de vista do consumidor é para isso que este serve.
2. Identificação da cadeia de valor – a cadeia de valor é o conjunto de todas as ações necessárias para criar e entregar um produto específico (seja um bem, um serviço, ou, uma combinação dos dois). A cadeia de valor é identificada para cada tipo de produto (ou famílias de produtos) e para cada parte interessada.
3. Fluxo – o fluxo deve ser contínuo, contrariando a ideia de fazer todas as atividades semelhantes e depois passar para outra. A justificação é que as tarefas tendem a ser realizadas de uma forma mais eficiente e precisa quando o produto é trabalhado continuamente a partir da matéria-prima até ao produto acabado. Em suma, tudo funcionará melhor quando se concentram os esforços no produto e nas suas necessidades, em vez de se concentrarem na organização ou no equipamento, permitindo que todas as atividades necessárias para a conceção, encomenda e fornecimento de um produto ocorram num fluxo contínuo.
4. Pull System – os clientes é que “puxam” o que pretendem, ou seja, os clientes ao fazer um pedido, desencadeiam a produção de uma quantidade de produto específica, num momento específico.
5. Perfeição – os quatro princípios referidos anteriormente começam a interagir uns com os outros num círculo virtuoso, permitindo que a perfeição possa surgir. Obtendo valor para o

fluxo de uma forma mais rápida, é possível expor o desperdício escondido na cadeia de valor; e quanto mais se “puxa” o que se pretende, mais impedimentos são revelados, podendo assim serem removidos. Formar equipas dedicadas para um determinado produto, ao interagir com o consumidor direto, costumam encontrar maneiras de especificar melhor o valor.

Além dos cinco princípios referidos por Womack e Jones, a Comunidade *Lean thinking* (associação que investiga e desenvolve a filosofia *Lean Thinking*) propôs a revisão dos princípios, sugerindo a adoção de mais dois princípios (Pinto, 2014): “Conhecer quem servimos” antes de especificar o valor, ou seja, conhecer com detalhe todas as partes interessadas; e “Inovar constantemente” após atingir a perfeição, não estagnar, e criar novos produtos, serviços e processos para criar valor.

2.1.3. Sete desperdícios

Qualquer organização que pretenda implementar o *Lean* na sua produção, ou seja, o *Lean manufacturing*, deve ter em atenção os seus principais propósitos: Criar valor e eliminar o desperdício continuamente. O desperdício pode ser dividido em sete categorias distintas, segundo Taichii Ohno e Shigeo Shingo (MacInnes, 2002):

- Excesso de produção – é considerado o pior tipo de desperdício, pois este só ocorre quando as operações continuam após já terem terminado a produção necessária. Os resultados do excesso de produção são produtos em quantidades excessivas e feitos antes das necessidades dos clientes.
- Esperas – referem-se aos períodos de inatividade de pessoas ou equipamentos. Habitualmente ocorrem num processo posterior, pois o processo anterior não entregou o necessário a tempo.
- Transportes – são todos os movimentos de materiais de um sítio para o outro, ou de uma operação para outra. O transporte deve ser minimizado por duas razões: adiciona tempo de fabrico ao processo com uma atividade que não acrescenta valor ao produto e os produtos podem ser danificados durante o transporte.
- Desperdício do próprio processo – refere-se normalmente às operações e processos extra que são realizados e não são necessários, tais como retrabalho, manuseamento de materiais e armazenamento, que ocorrem devido a defeitos, excesso de produção e inventário.

- Stocks – excesso de inventário, que não é diretamente requerido para as encomendas do cliente. Inclui excesso de matéria-prima, produto em curso (*Work In Process – WIP*) e produto acabado.
- Trabalho desnecessário – refere-se ao movimento que não é realmente necessário para executar as operações. Como o transporte, o movimento consome tempo e não acrescenta valor ao produto ou serviço.
- Defeitos – São produtos ou aspetos de um serviço que não estão conforme as especificações ou com as expectativas dos clientes, causando insatisfação dos clientes. Associado aos defeitos estão os custos de inspeção, as respostas às queixas dos clientes e as reparações.

Com a redução ou eliminação destes sete desperdícios, a organização tornar-se-á mais *Lean* e poderá dedicar-se a ações ou processos que realmente criam valor.

2.2. Metodologia 5S

A metodologia 5S é uma das principais ferramentas do *Lean*, pois assenta numa abordagem simples de manter os locais de trabalho com as melhores condições. Tem como principal objetivo a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos. Os 5S advêm de cinco palavras japonesas e segundo Takashi Osada, tem os seguintes significados (Hirano, 1995) (Jaca, Viles, Paipa-Galeano, Santos, & Mateo, 2014):

1. Seiri (Organização) – Colocar tudo em ordem para ser organizado e distinguir o necessário/útil do desnecessário/inútil. Neste ponto é removido todos os itens ou que não são necessários ou que suscitem dúvidas da sua necessidade para as operações da produção atual. Principais vantagens a retirar com a sua implementação:
 - Uso e gestão de recursos (espaço, tempo, materiais) mais eficazmente.
 - Diminuição do tempo de procura de materiais ou ferramentas.
 - Diminuição do inventário desnecessário.
 - Resolução de problemas resultantes do excesso de *stock* visível.
 - Melhoria no fluxo do processo com a remoção dos itens e equipamentos desnecessários.
2. Seiton (Arrumação) – Definir um local para cada coisa. Colocar à mão as coisas de uso mais frequente, evitando a procura desnecessária pelas coisas. Habitualmente, utilizam-se ajudas visuais, como etiquetas de identificação para garantir que tudo é mantido no seu devido lugar. Principais vantagens a retirar com a sua implementação:

- Eliminação de várias formas de desperdício, como: tempo de procura, dificuldade de utilização dos itens, movimento em excesso, excesso de inventário, produtos defeituosos, condições de trabalho inseguras.
3. Seiso (Limpeza) – Proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho, assim como da área envolvente. A inspeção e a limpeza devem ser realçadas para criar um posto de trabalho irrepreensível. Neste ponto o objetivo não é só deixar os postos a brilhar, mas sim permitir que os problemas fiquem à vista e garantir que são resolvidos. A manutenção das máquinas pode ser alocada ao tempo de limpeza. Principais vantagens a retirar com a sua implementação:
- Garantia de que tudo está em condições para ser usado quando necessário.
 - Permite melhores condições de trabalho, levando a um trabalho mais eficiente.
 - Garantia de que não há poças de óleo e água, evitando quedas e lesões dos funcionários.
 - Limpeza e manutenção das máquinas de forma regular, para que estas não avariem nem causem defeitos nos produtos.
4. Seiketsu (Normalização) – Definir uma norma geral de arrumação e limpeza para os postos de trabalho. Manter continuamente o nível alcançado dos três primeiros S's. Neste ponto o objetivo é definir um padrão de trabalho, para que não haja dúvidas das instruções de trabalho e que este seja realizado mais eficazmente. Principais vantagens a retirar com a sua implementação:
- Garantia das condições dos três primeiros S's, para que estas não voltem ao estado inicial.
 - Evita que as áreas de trabalho fiquem sujas e desordenadas.
 - Evita que os locais de armazenamento das ferramentas fiquem desorganizados e que o tempo de procura seja elevado.
 - Não permite o retrocesso no local de trabalho.
5. Shitsuke (Formação/Disciplina) – Praticar os princípios da organização, sistematização e limpeza; eliminar a variabilidade, desempenhar as funções da forma correta; realizar inspeções para verificar se está tudo no seu lugar, se os postos de trabalho estão limpos e se há oportunidades de melhoria. Principais vantagens a retirar com a sua implementação:
- Funcionários informados e formados no que diz respeito aos padrões dos processos.
 - Garantia que itens considerados desnecessários não retornam aos postos de trabalho.

- Garantia que ferramentas e outros materiais não são colocados fora dos seus próprios locais.
- Garantia que os postos e equipamentos são limpos, mantendo-se adequados e sem que o seu desempenho seja afetado.
- Garantia que os itens são colocados de forma a que a segurança dos funcionários não seja posta em perigo.

Atualmente nas organizações acrescenta-se um novo S a esta metodologia (Early, 2015) (Pinto, 2014):

6. Safety (Segurança) – Na implementação de todos os passos anteriores, é necessário ter em conta os assuntos relacionados com a segurança. Este foco deve ser levado a sério, pois o pretendido além do trabalho ser mais eficiente, é que os funcionários realizem as atividades sem que estes sejam sujeitos a riscos na conclusão das mesmas. A principal vantagem com a implementação deste novo S, como já referido, é a questão de manter a melhoria associada a implementação da metodologia, mas com a preocupação de que o risco de ocorrer um incidente seja mais reduzido.

A metodologia 5S, com o realce da segurança em todos os passos, é aplicada a partir de uma perspetiva holística (Figura 2), que inclui a prática de gestão, formação e melhoria contínua, e também incentiva a participação, envolvimento e autonomia dos trabalhadores, delegando capacidades aos funcionários em toda a organização.

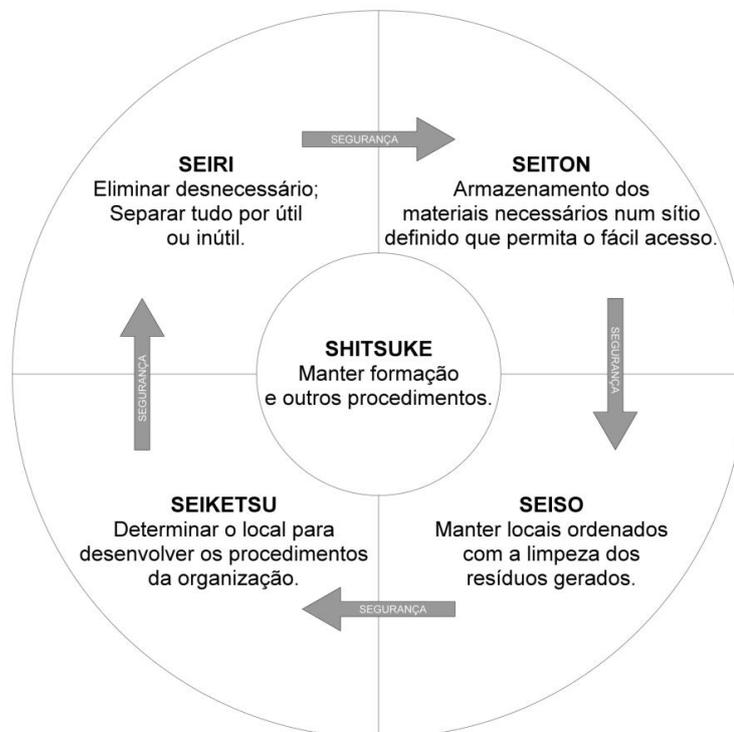


Figura 2 – Implementação da metodologia 5S (Falkowski & Kitowski, 2013) [Adaptado]

Na aplicação desta técnica a principal dificuldade que se encontra é resistência que ocorre por parte da organização. Esta resistência vai influenciar muito no processo de implementação desta metodologia. Os três principais obstáculos observados são os seguintes: falta de tempo para a implementação; falta de suporte por parte da gestão de topo e resistência à mudança. No entanto para garantir que estes obstáculos são ultrapassados é necessário treinar a equipa, mostrando os benefícios a um nível individual e a quantificação que é possível verificar nas auditorias do 5S.

A metodologia referida para poder ser implementada, é preciso, em primeiro lugar, seleccionar um local específico, ou seja, uma área alvo, como por exemplo o “chão de fábrica”. O “chão de fábrica” é uma excelente escolha, pois é o local que permite às pessoas verificar os resultados num curto período de tempo.

A recolha de dados é fundamental para o impulso deste processo e pode ser realizada através de várias formas: observações diretas; observações participativas; análises documentadas e intervenções semiestruturadas. O fluxograma de etapas a seguir para a implementação da metodologia 5S, pode ser verificado na Figura 3, que de uma forma estruturada explica o processo a seguir: em primeiro lugar visitar o “chão de fábrica” ou o *gemba*, em segundo analisar o estado actual, seguindo-se a identificação do problema e a preparação do plano de acção para o problema, terminando com implementação da metodologia dos 5S, a sua auditoria e os resultados verificados (Gupta et al., 2015).

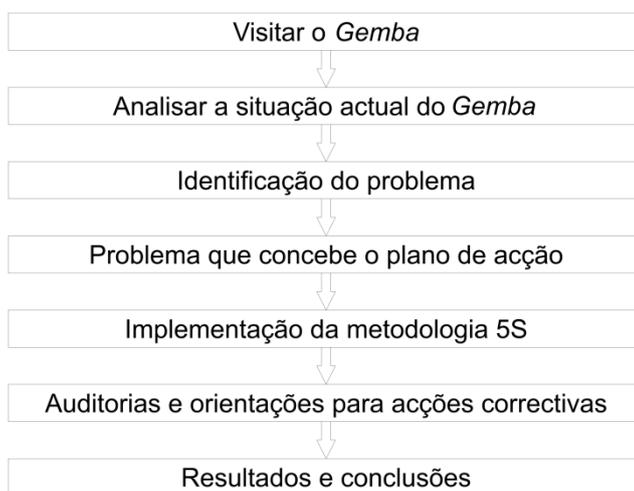


Figura 3 – Fluxograma de implementação da metodologia 5S (Gupta et al., 2015) [Adaptado]

De referir que após a implementação da metodologia dos 5S as auditorias são de extrema importância para garantir que não há um retrocesso em todo processo tratado. Uma das formas de verificar se as alterações realizadas se mantêm, ou foram melhoradas, é realizar uma *checklist* para cada “S” da metodologia e atribuir um valor (0 – muito mau, 1 – mau, 2 – médio, 3 – bom e 4 – muito bom). Após retirar estes dados, soma-se os dados para posteriormente analisar a evolução através de um gráfico de barras. Se os resultados não apresentarem uma evolução ou

até mesmo diminuir, é necessário realizar uma ação corretiva perante os “S” que apresentam valor reduzido.

O que é possível verificar é que a implementação desta metodologia não é nada fácil. No entanto para algumas organizações existem fatores decisivos para o sucesso da sua implementação, tais como (Ablanedo-Rosas & Alidaee, 2010):

- Investimento na formação do 5S para a gestão de topo e para os operadores;
- A gestão de topo está comprometida com a prática dos 5S;
- A prática dos 5S é incluída no plano estratégico da organização;
- A organização está focada em manter a continuidade da prática dos 5S;
- A organização mede o impacto positivo da implementação dos 5S na cultura organizacional;
- A prática do 5S é usada como base para o avanço da qualidade e para a filosofia de melhoria contínua;
- A organização mede os benefícios da implementação do 5S, tais como a melhoria da qualidade.

2.3. Gestão visual

Gestão visual ou controlo visual é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. Assim sendo o uso desta técnica permite expor desperdícios para que possam ser eliminados e impedir que estes se repitam no futuro; tornam as normas de funcionamento da empresa conhecidas a todos os funcionários para que eles possam facilmente segui-las, e por último melhoram a eficiência no local de trabalho através da organização (MacInnes, 2002).

Ao nível do *gemba*, ou seja, do local de trabalho, esta técnica pode ser implementada envolvendo os seguintes passos:

1. Organizar o posto de trabalho usando a metodologia 5S (Organizar, arrumar, limpar, normalizar e formar).
2. Assegurar que todos os padrões de trabalho e informações relacionadas são exibidas no local de trabalho.
3. Controlar todos os processos do local de trabalho ao expor e parar os erros – prevenindo que estes aconteçam no futuro.

A aplicação desta técnica deve se focar nas seguintes áreas:

- Atividades que acrescentam valor – atividades que alteram a forma ou função de um produto ou serviço;
- Partilha de informação – distribuição da informação correta para as pessoas certas, no momento certo e da forma mais útil possível;

- Inspeções – inspeções para verificar a origem dos erros que causam defeitos em qualquer produto ou nos processos de negócio;
- Quantidade de materiais e fluxos – as operações devem ser o resultado quer da quantidade correta de material, quer das etapas do processo que são realizadas conforme exigido pelas operações posteriores.
- Saúde e segurança – todos os processos, infraestruturas, equipamentos e procedimentos devem contribuir para a manutenção da segurança e saúde dos operadores nos postos de trabalho.

Os sinais visuais podem surgir de diferentes formas, alguns exemplos são, as sombras das ferramentas num quadro, marcas pintadas no chão ou nas paredes, sinais luminosos e sonoros.

Na aplicação de um tipo de controlo visual devemos considerar (Liker & Meier, 2004) (Ross, 2014):

- Tornar o trabalho visível e óbvio – colocar tudo nos locais determinados, verificar o que é necessário fazer, não esconder nada.
- Tornar visível o desempenho atual e a necessidade do cliente – utilizar um quadro de pontuação que permite verificar a meta a atingir. Existindo desta forma uma pressão ou motivação extra, uma vez que existe uma comparação do real com o previsto.
- Tornar o desperdício visível – Tendo um local para tudo (implementação do 5S), existindo algo fora do lugar torna-se fácil de reparar.

Tipos de dispositivos utilizados mais frequentemente:

- Indicador – Transmite informação sobre a situação atual. São considerados passivos, uma vez que não exercem ou transmitem nenhum alarme ao operador, o que faz com que muitos deles sejam ignorados pelos operadores. Exemplo: Indicadores de nível; Marcações no chão (locais; corredores); Quadro de sombras; Procedimentos explicados visualmente; Painéis de controlo digitais.
- Sinal – Emite uma mensagem ao operador, através de alarme visual (luz a piscar) ou audível. Permite que o operador reaja quase de imediato. Exemplo: Aviso de paragem de uma máquina (sinal sonoro e/ou luminoso - *Andon*).
- Controlo – Limita o comportamento do recetor através de uma restrição física, ou devido a uma mensagem visual forte. Obriga o recetor/operador a tomar uma ação. Exemplo: Cancelas; Proteções.

Através do uso de ferramentas e técnicas visuais, uma organização cria um sistema eficiente de orientação para a produção e conseqüente melhoria. Estes sistemas de orientação irão alinhar e estimular todos os operadores da organização, aumentando a sua capacidade de tomada de decisão e fomentar o seu envolvimento com atividades de melhoria contínua, ilustrado na Figura 4 (Jaca, Viles, Jurburg, & Tanco, 2013).

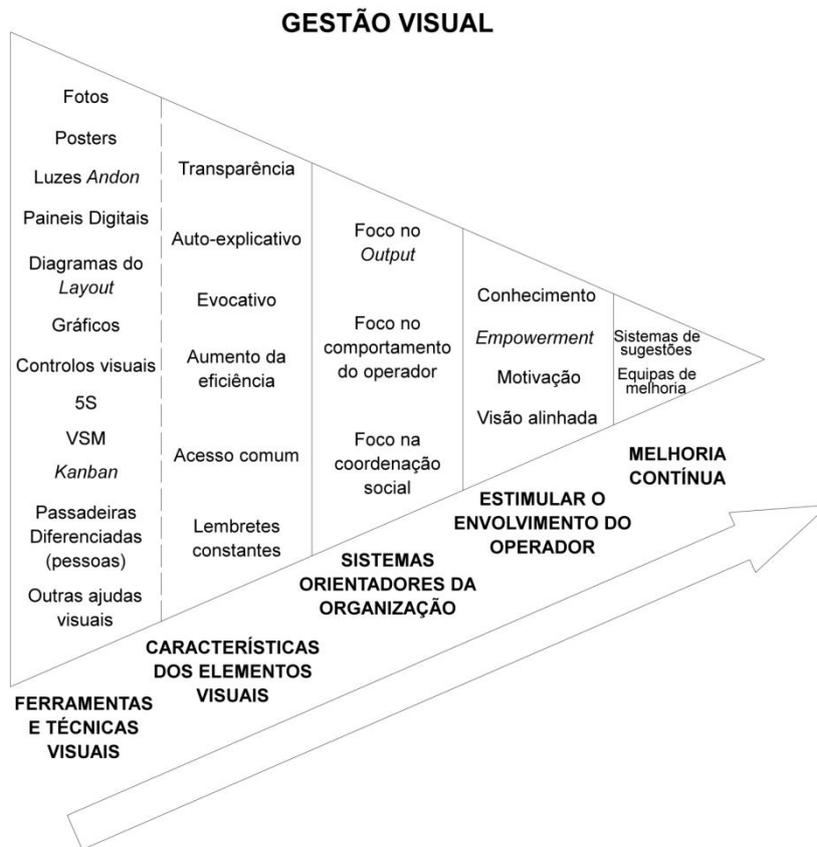


Figura 4 – Aplicação de técnicas de Gestão Visual com objetivo de melhoria contínua (Jaca et al., 2013) [Adaptado]

2.4. A3 Thinking

O *A3 Thinking* foi desenvolvido pela *Toyota* e tem sido fundamental para a sua filosofia de gestão. A prática desta metodologia permite a resolução de problemas, obter um consenso e conduzir a melhorias organizacionais. É considerado uma abordagem estruturada de resolução de problemas, constrói oportunidades de melhoria através da experiência. (Anderson, Morgan, & Williams, 2011).

Habitualmente o *A3* é representado num relatório no formato de uma página *A3* (297 x 420 mm ou 11 x 17 *inch*), com uma estrutura base e com o uso de gráficos para resumir a informação. O formato típico corresponde ao ilustrado na Figura 5 (Shook, 2008).

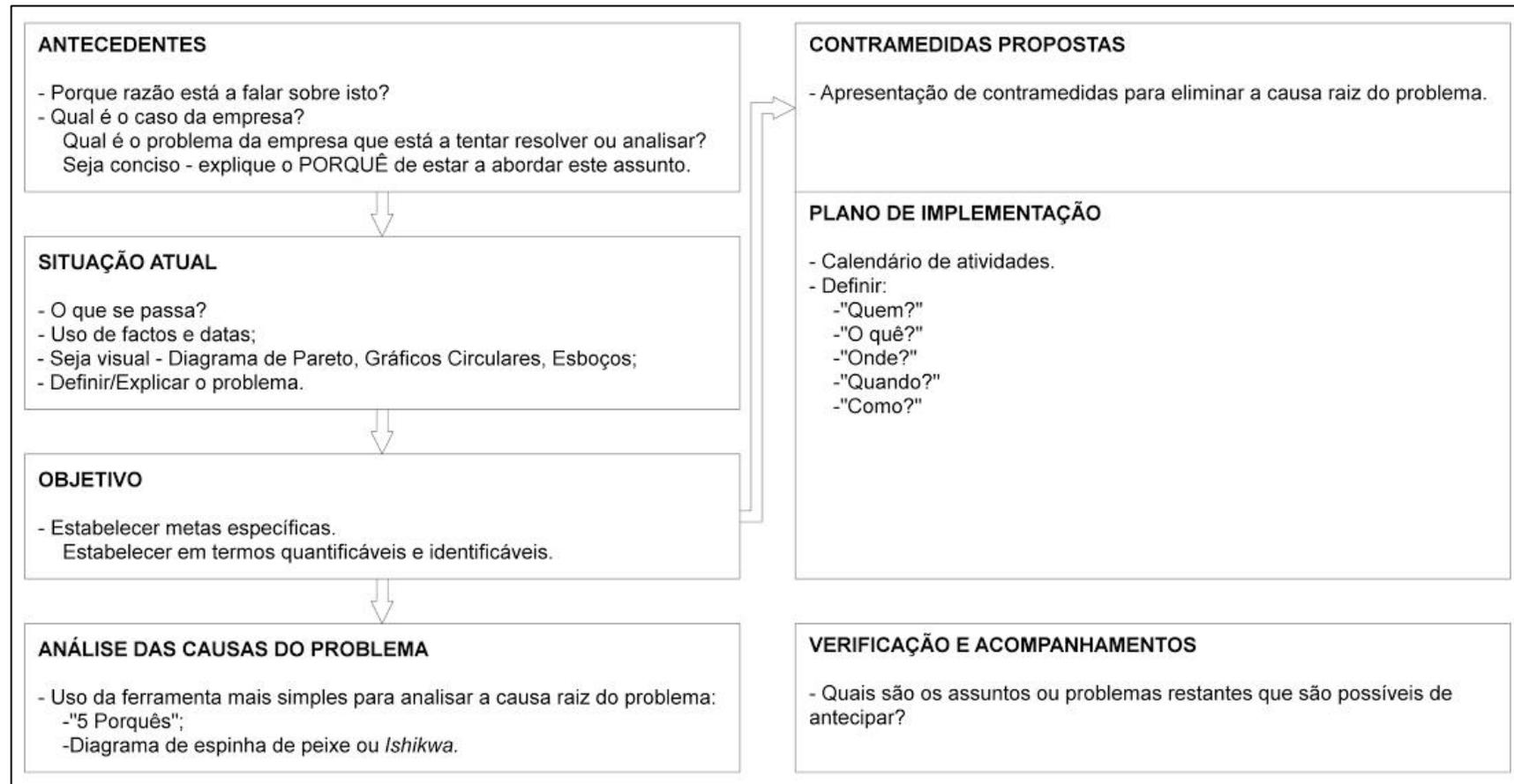


Figura 5 – Formato A3 Thinking (Shook, 2008) [Adaptado]

Resumidamente, as etapas deste processo são as seguintes (Shook, 2008):

1. Antecedentes: Averiguar o cenário da organização, extrair o problema geral que afeta a organização.
2. Situação atual e definição do problema: A situação atual é baseada em fatos derivados do *gemba* (local de trabalho); A definição dos problemas de uma forma simples, concisa e eficaz representa o ponto mais importante de qualquer relatório A3.
3. Objetivos/Metas: O estado que se pretende atingir. Objetivos e metas são definidos.
4. Análise das causas do problema: Um problema representa uma barreira para a organização atingir o seu objetivo. Ao articular este problema é necessário identificar o que separa o estado atual do desejado. A causa raiz ou a razão para a existência de uma falha é identificada através da análise de como o trabalho está a ser executado e ao questionar o porquê da ocorrência do problema. Se a causa for claramente definida, as contramedidas poderão ser facilmente desenvolvidas e mais eficazes.
5. Contramedidas/Ações a realizar: Uma contramedida refere-se à maneira que as ações propostas são dirigidas às condições existentes. Mais importantes ainda, estas medidas reconhecidas como "soluções" podem criar novos problemas. Uma vez que uma contramedida ao ser implementada, irá criar uma nova situação, com o seu próprio conjunto de problemas que vão exigir as suas próprias contramedidas.
6. Plano de implementação: Criar um plano realista através do processo A3 substitui a tomada de decisão da autoridade formal para o responsável do próprio problema. Através do desenvolvimento do assunto em questão e o envolvimento dos atores no processo, quem realiza o relatório A3 ganha autoridade para propor e implementar um plano eficaz.
7. Verificação e acompanhamento: Cada plano de ação inclui um cronograma para a reflexão, para identificar os problemas, desenvolver novas contramedidas e comunicar melhorias para o resto da organização. O *A3 Thinking* faz parte de um ciclo de aprendizagem de melhoria contínua - por isso é que um dos ditados chave da *Toyota* é: "Nenhum problema é um problema."

Um relatório A3 é uma manifestação visual de um processo de resolução de problemas envolvendo contínuo diálogo entre o proprietário de um problema e os outros numa organização.

O A3 pode ser utilizado numa vasta gama de aplicações. Mas é dirigido para pessoas ou organizações que têm as suas opções indeterminadas para a resolução de um problema em aberto. Se as opções para a resolução de problemas são restritas e controladas, então explorar as ideias do processo e suposições dentro do problema não é necessariamente produtivo.

O A3 pode ser então utilizado para pequenos problemas do dia-a-dia, como: “Porquê é que o equipamento falhou?”, neste caso para o uso de técnicos e supervisores. Pode ser usado para problemas estratégicos por executivos: “Porquê é que a nossa quota de mercado desceu?”.

Neste tipo de aplicação é importante perceber que o foco não é nas pessoas que cometeram erros ou qual foi o problema, mas sim o porquê do problema.

Uma organização pode tornar o A3 como um “aconselhamento” A3. O propósito é resolver o problema que está por trás de um erro de um funcionário. Em vez de culpar o operador, a organização ajuda o operador a pensar através do erro e descobrir como corrigi-lo.

Para a otimização da resolução de problemas e eficácia organizacional, o objetivo é desenvolver pessoas a usarem intuitivamente o *A3 Thinking*. Uma vez estabelecida esta cultura na organização, que possibilita uma melhor colaboração e instrução, mais eficaz será a aplicação da abordagem da resolução de problemas A3 em toda a organização (Flinchbaugh, 2012).

- **Metodologias aplicadas com o propósito do A3 *Thinking*:**

- Diagrama de causa-efeito (*Ishikawa*) – Segundo o seu inventor, Kaoru Ishikawa, é uma ferramenta utilizada para a resolução de problemas, através de uma estrutura em que se verifica a relação do problema com diversas causas. A estrutura é semelhante à espinha de um peixe, razão pela qual este diagrama também se designa diagrama de espinha de peixe. No eixo da espinha teremos o problema a tratar, nas espinhas laterais é visível as principais causas, enquanto que associado a estas espinhas laterais temos as causas específicas de cada uma das causas principais e assim sucessivamente (Kelleher, Garhart, Dam 1995).
- 5 Porquês – Segundo o seu inventor, Sakichi Toyoda, é uma ferramenta utilizada para identificar a causa raiz dos problemas, através de sucessivos “Porquês”. A técnica é aplicada a um problema concreto e é feita a questão “Porquê?”, de forma a extrair as várias causas associadas ao mesmo, inclusive a principal ou raiz. Apesar da técnica se designar “5 Porquês”, o número de “Porquês” é variável até ser possível verificar a causa raiz do problema, ou seja, podem ser realizados sete ou oito “Porquês” (Van Vliet, 2012).

2.5. Método SMED

Uma mudança de ferramenta é definida pela realização de um conjunto de operações num determinado período de tempo, de forma a alterar um processo de produção de um produto para a produção do produto seguinte (Figura 6) (Kumar & Abuthakeer, 2012).



Figura 6 – Mudança de ferramenta (Kumar & Abuthakeer, 2012) [Adaptado]

Para a redução do tempo de mudança de ferramenta é utilizado um método designado método *SMED* (*single-minute exchange of dies*) consiste num conjunto de técnicas que visam a sistemática redução dos tempos de uma mudança de ferramenta. O *SMED* foi sugerido e desenvolvido por Shigeo Shingo, um engenheiro industrial do Japão, cujo trabalho pioneiro foi de redução dos tempos de mudança de ferramentas em cerca de 94% (converteu mudanças de 90 minutos para mudanças menores do que 5 minutos) numa vasta gama de empresas (Stages, 2013).

A essência do sistema *SMED* é converter o máximo de etapas da mudança de ferramenta para etapas “externas” (atividades desempenhadas enquanto o equipamento está em funcionamento), e melhorar as restantes. O nome deste método advém do objetivo de redução da mudança de ferramentas para um único (“*single*”) dígito, ou seja, menor que 10 minutos.

Em suma, os conceitos que suportam a redução do tempo de mudança de ferramentas são os seguintes (Shingo, 1985):

1. Separar as atividades internas e externas da mudança de ferramenta – Uma das principais etapas para a implementação do *SMED* é separar as atividades da mudança de ferramentas que só podem ser realizadas com a máquina parada (internas), das atividades que podem ser realizadas com a máquina a operar (externas). As atividades como a preparação das peças, a manutenção, o transporte e outras não devem ser realizadas enquanto as máquinas estão paradas. Com o intuito de alterar estas atividades, é realizada a separação entre atividades internas e externas para verificar se estas ocorrem enquanto a máquina pára, possibilitando uma redução até 50% do tempo de mudança.

2. Converter as atividades internas em externas da mudança de ferramenta – De forma a atingir o objetivo do *SMED* (tempo de mudança de um único dígito), é necessário aplicar o segundo passo do método: Reexaminar as operações para verificar se nenhuma das etapas terá sido erradamente assumida como interna; Procurar maneiras de converter estas etapas para o tempo de mudança de ferramenta externo. Um exemplo de atividade a alterar é o pré-aquecimento que só é realizado após o início da produção, afetando tempo de produção quando poderia ser realizado antes do início da produção.

3. Otimizar todos os aspetos da mudança de ferramenta – Embora a faixa de um único dígito possa ser atingida, ocasionalmente, pela conversão das atividades para o tempo de mudança de ferramenta externo, na maioria dos casos isto não acontece. Portanto é necessário realizar um esforço de forma a melhorar cada atividade do tempo de mudança de ferramenta interno e externo.

Deste modo, na aplicação do método *SMED* devemos ter em conta três passos fundamentais, referidos anteriormente e ilustrados na Figura 7.

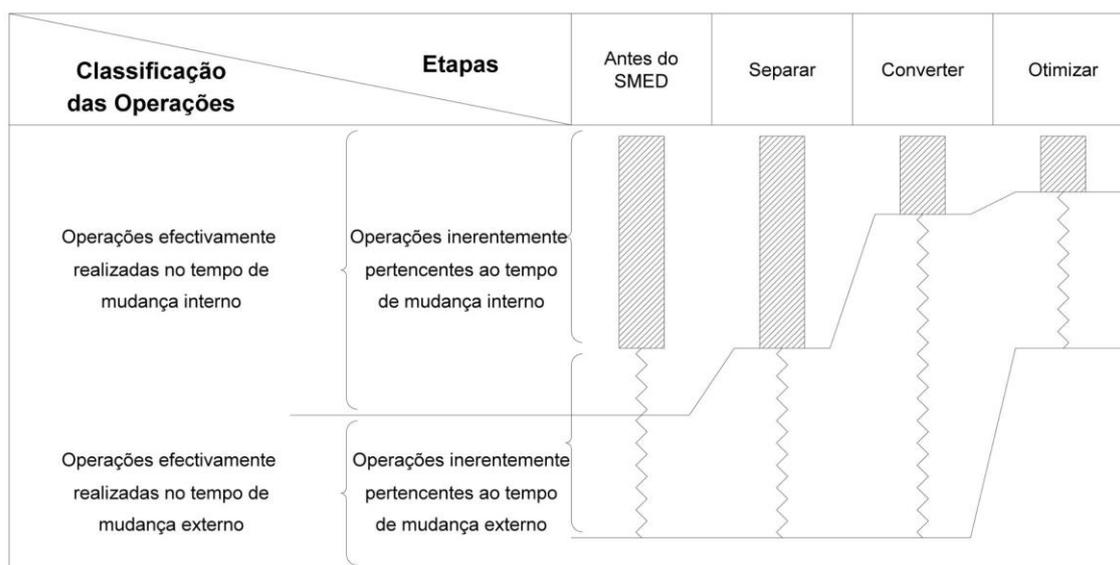


Figura 7 – Passos do método SMED (Shingo, 1985) [Adaptado]

No entanto, para uma melhor aplicação desta técnica é necessário seguir os seguintes passos detalhadamente (Shingo, 1985)(Pinto, 2014):

1. Detalhar o processo, ou seja, compreender como funciona a máquina e perceber as etapas da sua alteração.
2. Recolher os dados das etapas referidas e analisar o tempo de mudança total.
3. Separar as atividades internas e externas da mudança de ferramenta:
 - Utilização de uma *checklist* e *check table* para verificar todos os materiais e passos necessários para realizar a operação. A *check table*, corresponde a uma mesa onde são

feitos os desenhos de todas as peças e ferramentas necessárias para a mudança. No caso de faltar alguma peça o operador dará conta antes do início da mudança, sendo considerada uma técnica de controlo visual muito eficaz.

- Verificar se todas as peças apresentam condições para efetuar a mudança, senão tem que ser reparadas antes que a máquina pare.
 - Melhorar o transporte de peças e ferramentas, este deve ser realizado antes e depois da mudança de ferramenta, para que o transporte não sobreponha o tempo de mudança e que a máquina continue a produzir.
4. Converter as atividades internas em externas da mudança de ferramenta:
 - Preparação das condições de mudança previamente.
 - Padronizar as operações de mudança, ou seja, padronizar as dimensões de todas as peças e ferramentas das máquinas.
 5. Otimizar todos os aspetos da mudança de ferramenta:
 - Eliminar a necessidade de ajustes (como apertos, calibrações e pequenas afinações).
 - Uniformizar as operações manuais.
 - Melhorar o equipamento através de alterações estruturais ou de modo de operação.
 6. Criar um gráfico de melhorias e definir os objetivos a atingir.

2.6. Melhoria Contínua – Ciclo PDCA

Melhoria contínua (ou *kaizen* – “boa mudança”) é uma filosofia focada na procura pela constante melhoria dos processos, do seu desempenho e da qualidade nas organizações (Imai, 1986).

Independentemente do tipo de organização que se trata, a melhoria contínua assegurará a qualidade superior dos produtos e serviços, assim como a implementação de uma cultura de permanente insatisfação e pela procura de melhores resultados. A melhoria contínua pode ser descrita em três componentes (Pinto, 2014):

- Encorajar ativamente as pessoas a cometerem erros, isto é, permitir que as pessoas tentem melhorar o seu desempenho sem terem medo de errar. Se errarem, devem perceber o motivo por que erraram e evitar que o erro se repita.
- Incentivar e recompensar as pessoas a identificar os problemas e a solucioná-los. As pessoas que exercem um determinado trabalho são as que melhor o conhecem, sendo então os primeiros a puder identificar os problemas e a tentar resolvê-los.
- Inculcar nas pessoas a insatisfação com os atuais níveis de desempenho, e tentar superarem-se constantemente.

No entanto, a melhoria contínua não pode ser implementada de um momento para o outro, esta assenta numa evolução gradual, associando as várias melhorias dos processos aos poucos. A evolução gradual só é possível com a utilização de uma ferramenta de melhoria contínua, o ciclo

de *Deming* ou ciclo *PDCA*. Este ciclo é repetido constantemente até que a perfeição seja alcançada.

O ciclo de *Deming* ou ciclo *PDCA*, ilustrado na Figura 8, é caracterizado pelas seguintes etapas (Sobek & Smalley, 2008):

1. **Plan:** Estudo minucioso de um problema ou uma oportunidade para compreendê-lo a partir de vários pontos de vista, analisar o problema (quantitativamente, se possível) para encontrar as causas, desenvolver uma ou mais ideias para resolver o problema ou aproveitar a oportunidade, e elaborar um plano para a implementação.
2. **Do:** Desenvolver e implementar soluções através de um plano de ação de forma imediata e com prudência. Atribuir responsabilidades na aplicação do plano.
3. **Check:** Medir os efeitos da implementação e comparar os resultados com o objetivo ou o previsto.
4. **Act:** Estabelecer novos processos, soluções, ou um sistema como padrão caso os resultados forem satisfatórios, ou tomar medidas corretivas se não forem. No último caso, retomar de novo o ciclo de forma a garantir melhores resultados.

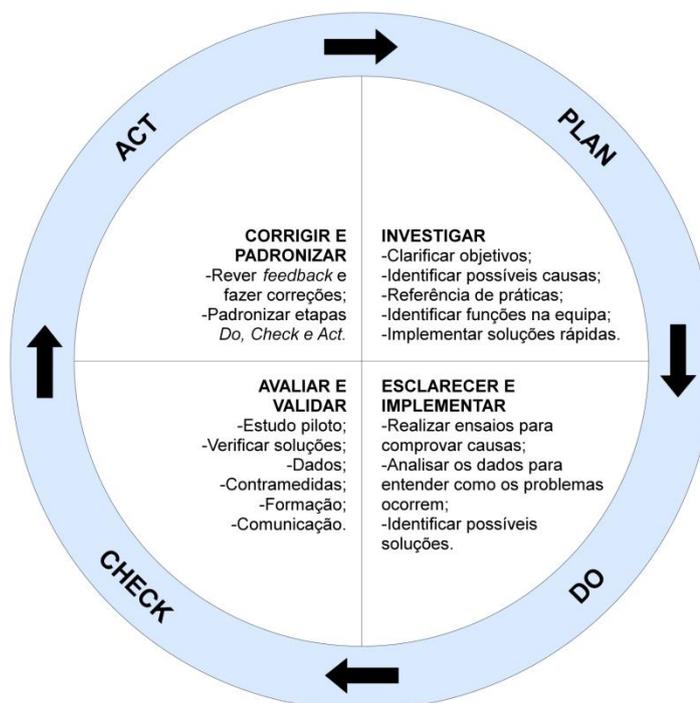


Figura 8 – Ciclo PDCA (Singh, 2013) [Adaptado]

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste ponto do trabalho é feita a apresentação da organização na qual foi realizado todo o projeto descrito. Na apresentação da empresa será referido a sua evolução histórica, a estrutura organizacional, os vários tipos de produtos comercializados, a implantação fabril e o processo produtivo do setor em que o projeto foi realizado.

A organização Américo Coelho Relvas, Sucrs., S.A. é uma empresa familiar produtora de cápsulas para a indústria vinícola. Encontra-se localizada na zona industrial do Pousado, em Rio Meão, distrito de Aveiro. As instalações têm uma área coberta de 15.000 m² e uma superfície total de 50.000m². Resumidamente a cronologia da organização é apresentada na Figura 9:

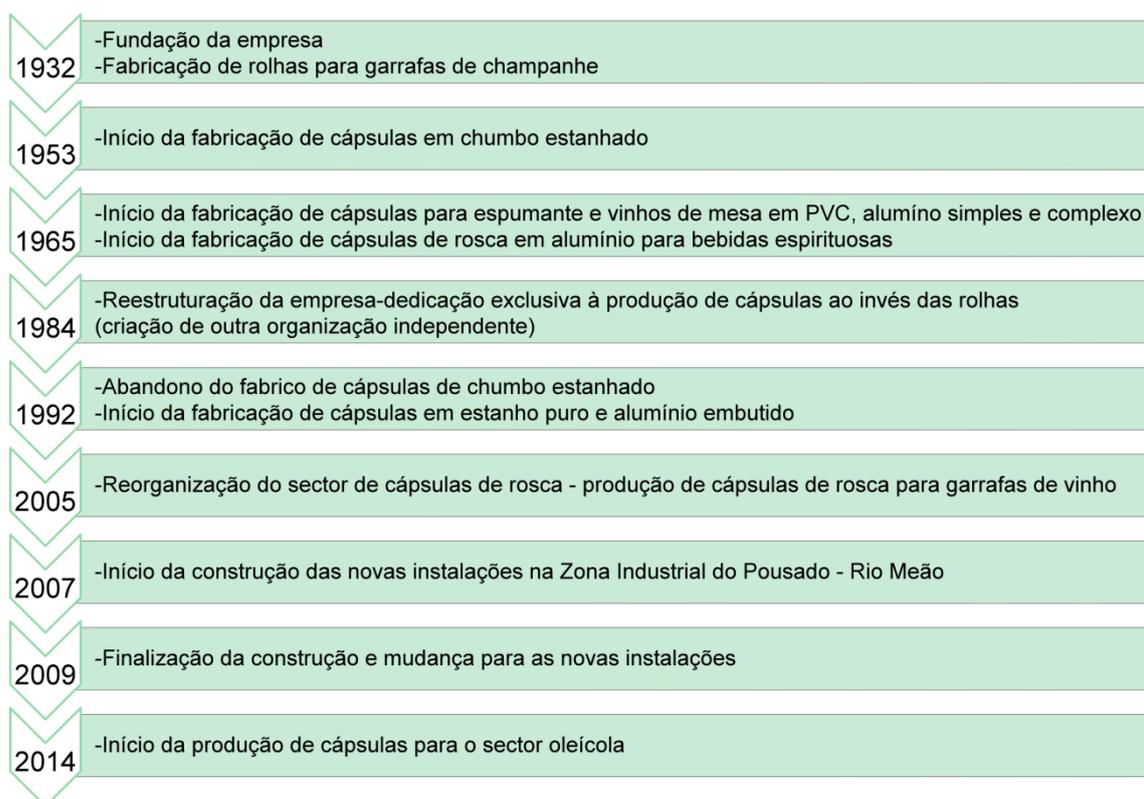


Figura 9 – Cronologia da organização

Durante as primeiras duas décadas, toda a produção destinava-se exclusivamente para o mercado nacional. No início dos anos setenta iniciou-se o processo de exportação dos produtos, o que levou a empresa a estar presente em todos os continentes e que fosse reconhecida internacionalmente pela qualidade dos seus produtos. Atualmente vende cerca de 225 milhões de cápsulas anualmente, com uma faturação de 13 milhões de euros, em que 70% da sua produção é para exportação.

A organização Américo Coelho Relvas, Sucrs., S.A. baseia a sua política em quatro pilares: Tradição, Garantia, Qualidade e Inovação. Procura o desenvolvimento da organização através de investigação, visando a melhoria contínua da qualidade e desempenho dos seus produtos, tendo sempre presente o intuito de encontrar soluções novas e originais para a organização, preocupando-se sempre com o meio envolvente.

3.1. Estrutura organizacional

No que diz respeito à estrutura da organização, é possível verificar na Figura 10 que esta apresenta vários níveis hierárquicos e com as funções bem definidas dentro da organização.

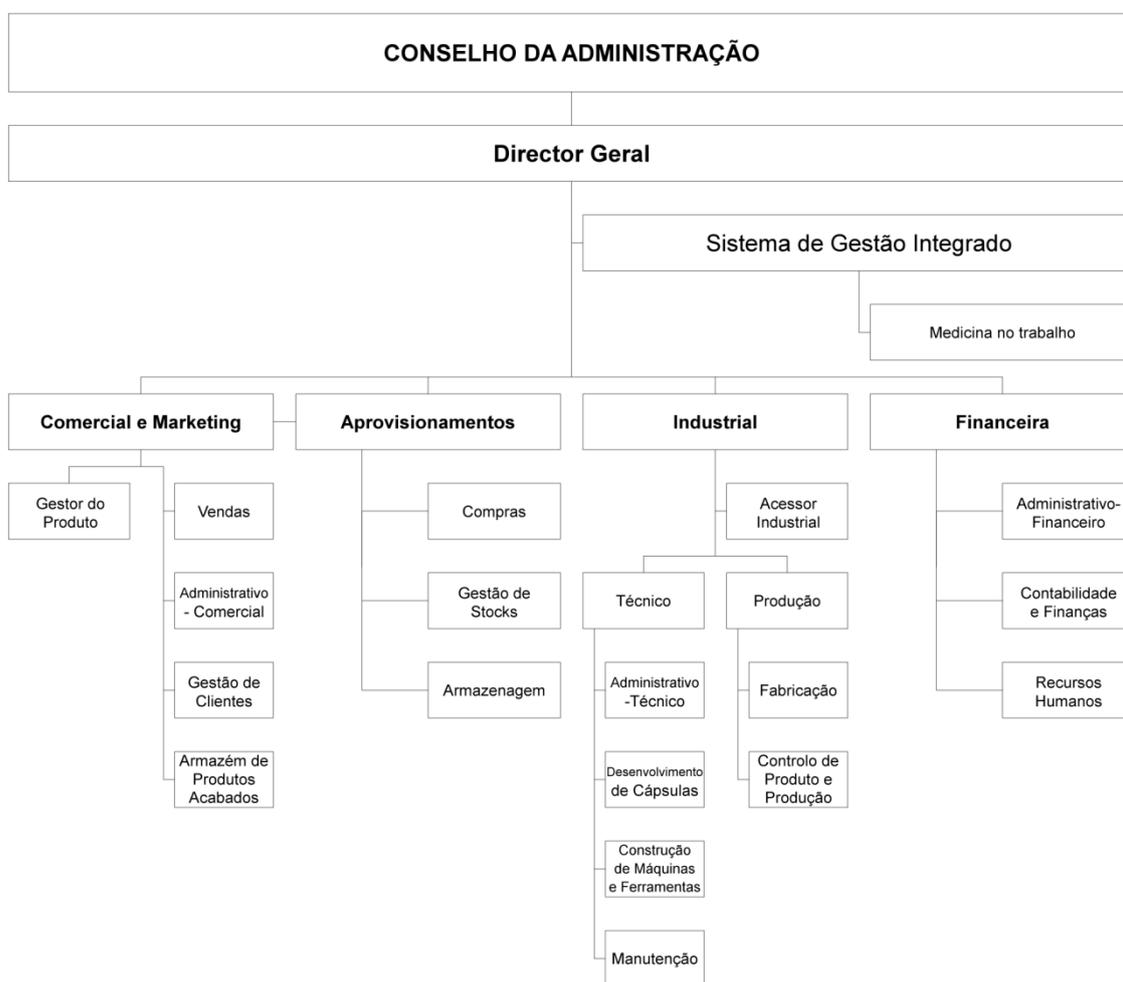


Figura 10 – Organograma da organização

Tratando-se de um organograma vertical, os níveis hierárquicos mais elevados e com mais autoridade são: o conselho de administração e o director geral, respetivamente. Estas duas funções abrangem e comandam toda a organização, que é constituída por quatro departamentos em paralelo e relacionados entre si: comercial e marketing; aprovisionamentos; industrial e o

financeiro. Cada um destes departamentos tem sob sua responsabilidade determinadas funções como é possível visualizar na figura (níveis hierárquicos inferiores).

As funções descritas são realizadas devido aos cerca de 90 colaboradores que hoje se encontram na organização, sendo que a maioria se encontra no departamento industrial, mais concretamente na produção.

3.2. Produtos

Os produtos da organização Américo Coelho Relvas, Sucrs., S.A. são cápsulas, no entanto existem diferenças entre elas consoante o tipo de material utilizado e o processo produtivo.

A organização produz seis tipos de cápsulas:

1. Cápsulas de Alumínio (Fig. 11 a), como o próprio nome indica, são formadas por alumínio puro.
2. Cápsulas de Alumínio complexo (Fig.11 b), são formadas não só por alumínio, mas sim por três camadas – alumínio, polietileno e alumínio. A espessura destas camadas pode ser variável.
3. Cápsulas de PVC (Fig. 11 c), são formadas por um filme retráctil de policloreto de vinil no corpo da cápsula e por alumínio ou *PVC* no topo. A espessura da cápsula pode ser variável.
4. Cápsulas de Espumante (Fig. 11 d), são formadas por alumínio puro ou alumínio complexo (três camadas – alumínio, polietileno e alumínio). A cápsula tem um *design* diferente das restantes.
5. Cápsulas de Estanho (Fig. 11 e), são formadas por estanho puro. A espessura da cápsula pode ser variável. Esta cápsula tem uma particularidade, no seu processo de produção praticamente não existe sucata, uma vez que o estanho que sobra é fundido e reciclado.
6. Cápsulas de Rosca (Fig. 11 f), são formadas por alumínio puro e no seu interior por um disco para vedar as bebidas no interior das garrafas.

É importante referir que todas estas cápsulas podem ser personalizadas consoante o que os clientes pretendam, como uma impressão ou pintura específica, assim como formação de um relevo ou cunho na cápsula, como é possível verificar na Figura 11.



Figura 11 – a) cápsulas de alumínio; b) cápsulas de alumínio complexo; c) cápsulas de PVC; d) cápsulas de espuma; e) cápsulas de estanho; f) cápsulas de rosca

3.3. Implantação fabril

As cápsulas referidas anteriormente são produzidas em setores específicos e para tal será necessário apresentar o *layout* da empresa contendo todas as áreas, incluindo os setores de produção. A área total da fábrica é 15.000 m² como já foi referido anteriormente, com os setores apresentados de seguida e ilustrados na Figura 12 correspondendo à numeração referida entre parênteses:

- Setor de produção de cápsulas de Estanho e de Alumínio – Estampagem (1); Fundição (2); Repuxagem ou Alongamento (3); Pintura pneumática (4); Serigrafia (5); Cunhagem (6); Anel/Recartilhado (7).

Em (2) é produzida a fita de estanho e onde esta é reciclada; em (1) e (3) é o local da formação da cápsula; em (4), (5) e (6) é realizada a decoração/personalização da cápsula, com pintura, impressão serigráfica e relevo no topo, respetivamente; em (7) é criada uma abertura fácil na cápsula e os anéis (vários diâmetros como é possível verificar nas cápsulas a) e c) da Figura 11, para posteriormente ser possível realizar a capsulagem nas garrafas.

- Setor de produção de cápsulas de PVC, Alumínio complexo e de Espumante (9) e Heliografia (8) onde é realizada a pintura das bobines para a produção de cápsulas.
- Setor de produção de cápsulas de Rosca (13) – este setor será abordado em mais pormenor posteriormente, uma vez que este projeto baseia-se neste mesmo setor.

- Armazém de Matéria-prima (10) e o Armazém de Produto Acabado (12)
- Oficina (11) onde são realizadas algumas das máquinas e ferramentas da organização, assim como a manutenção de todas as máquinas.
- Edifício administrativo (14) – salas de formação e de reuniões; escritórios; refeitório; gabinete médico e balneários.

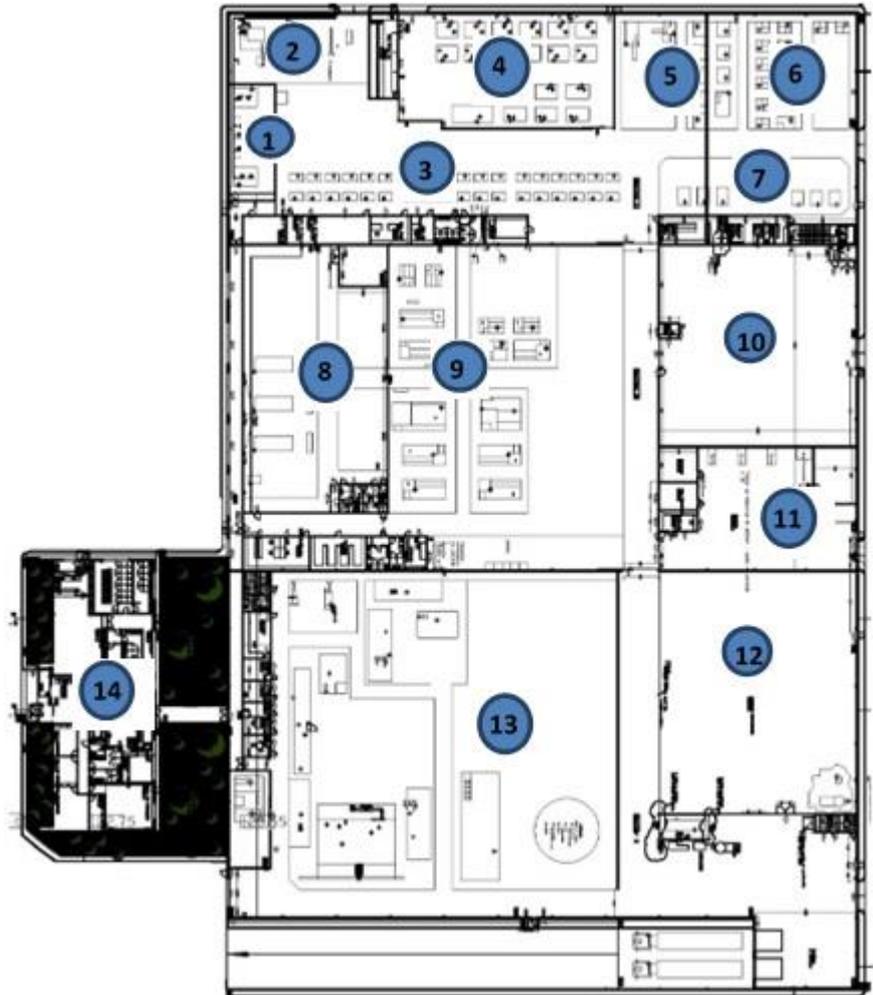


Figura 12 – Layout da organização

3.4. Processo produtivo das cápsulas de rosca

A organização começou há relativamente pouco tempo na produção de cápsulas de rosca para a indústria vinícola, por isso procurou encontrar melhorias neste setor e no qual este projeto é baseado. No entanto para isto ser possível é necessário analisar o seu processo produtivo, o qual é representado na Figura 13, e descrito de seguida.

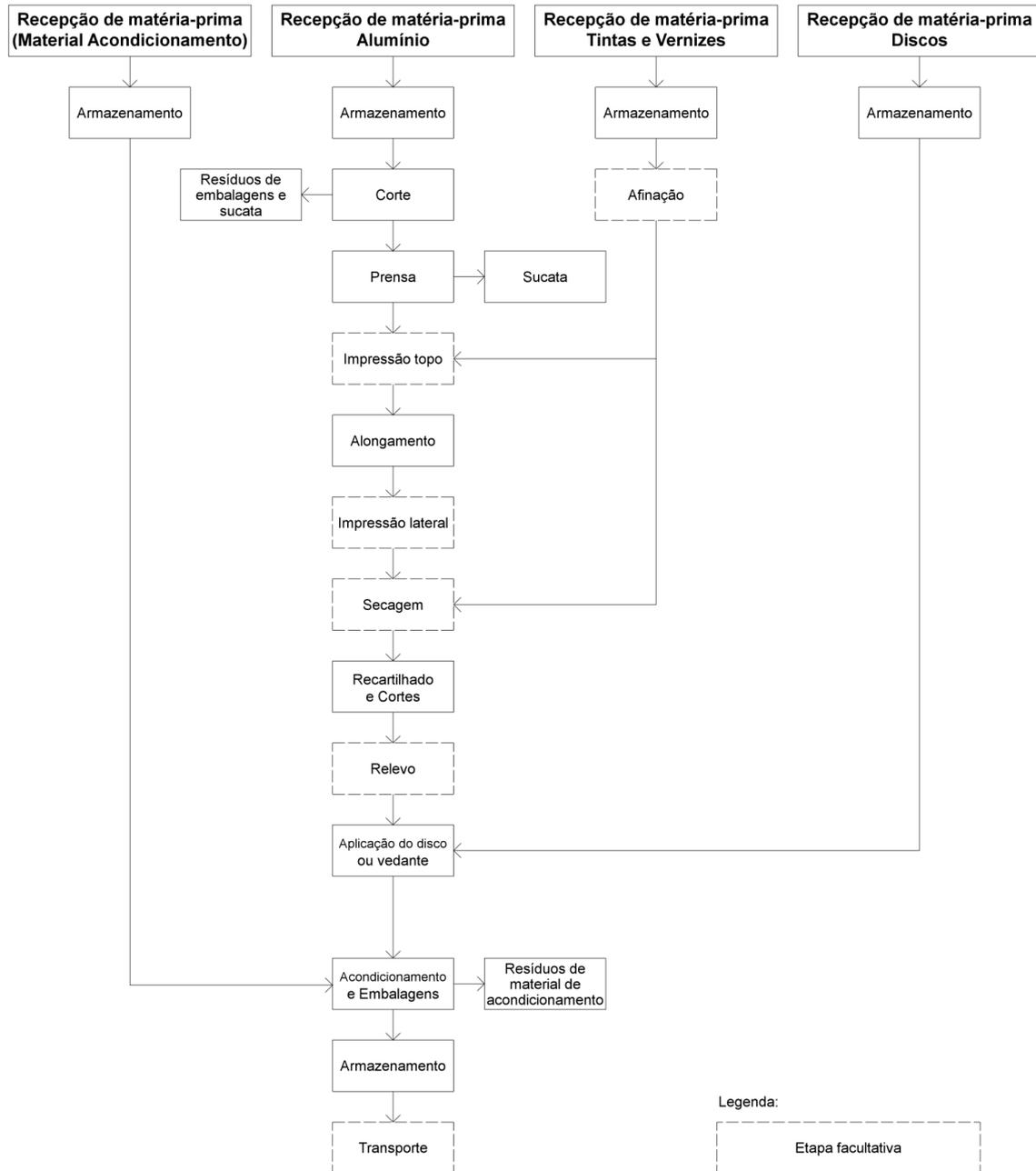


Figura 13 – Fluxograma do processo produtivo das cápsulas de rosca

No início de um processo produtivo é necessário garantir que toda a matéria-prima está disponível e há em quantidade suficiente para o fluxo produtivo ocorrer normalmente, sem que haja falta de material e o fluxo seja interrompido. Com isto, antes do processo de produção das cápsulas de rosca ser iniciado, toda a **matéria-prima** como o material de acondicionamento (caixas e sacos para embalar as cápsulas), os lotes de chapas de alumínio, as tintas/vernizes e os discos são armazenados e disponibilizados para a atividade respectiva no processo.

Após o armazenamento, o processo de produção é iniciado através do **corte** das chapas de alumínio. O lote de chapas é colocado numa máquina de corte que corta as chapas, uma a uma, ao meio para uma paleta com dimensões específicas, esta atividade é repetida consoante a quantidade encomendada e o número de encomendas.

De seguida, os lotes de chapas são transportados com um empilhador para as duas linhas de produção, que iniciam o processo das linhas com a **prensagem** das chapas de alumínio, na qual são formadas 55 copolas por chapa - o primeiro formato que as cápsulas adquirem (Fig. 14 a). O corte e a prensagem são as duas atividades em que resultam maior quantidade de sucata, correspondendo às sobras das chapas de alumínio.

A terceira atividade, a **impressão de topo** (Fig. 14 d), é facultativa e só é realizada para efetuar um desenho ou pintura no topo da copola. No entanto é necessário afinar a tinta e verificar se a impressão está centrada na parte superior da copola.

O **alongamento** é realizado logo após a prensagem da chapa ou a impressão de topo, o qual se divide em dois momentos, um primeiro que é o alongamento da copola e um segundo que é o alongamento final da cápsula, ou seja, esta adquire o formato final de 30x60 mm (diâmetro x altura) (Fig. 14 b, c). No final desta atividade são acumuladas 8.000 cápsulas num contentor e este é transportado para a máquina que efetua a impressão lateral, caso necessário. Caso não seja necessário decorar as cápsulas, as cápsulas são transportadas para a máquina que realiza o recartilhado e os cortes. O transporte é realizado a partir de contentores com capacidade para 8.000 cápsulas ou, no caso da linha de produção nº2, através de um sistema de *conveyors* entre as máquinas.

A **impressão lateral** (Fig. 14 e) e a **secagem** são atividades facultativas e acontecem praticamente em simultâneo. Estas são necessárias para efetuar uma pintura lateral ou uma gravura na cápsula. Durante a secagem é possível verificar se a impressão está conforme e caso não esteja, é necessário afinar a tinta ou o verniz várias vezes, até adquirir o desejado.

Após a impressão lateral, segue-se então a atividade de **recartilhado e cortes** (Fig. 14 f), onde se efetua a abertura fácil na cápsula, que permitirá posteriormente abrir as cápsulas quando capsuladas nas garrafas. Normalmente em conjunto com esta atividade é realizada a **aplicação do disco**, uma vez que é executada pela mesma máquina. O disco serve para vedar a garrafa quando a cápsula estiver capsulada, sem que o líquido no interior da garrafa verta ou entre em contacto com o ambiente. Existem dois tipos de disco: *Tin-saran* e *Saranex*, os quais apresentam

propriedades distintas (Fig. 15 a, b); além destes, existe um outro tipo, menos utilizado, e é inserido a partir de uma máquina específica, o vedante (Fig. 15 c).

No entanto quando é necessário realizar um desenho em **relevo** no topo da cápsula (Fig. 14 g), a **aplicação do disco ou do vedante** é só realizada posteriormente a esta atividade.

Para finalizar o processo de produção, é realizado o **acondicionamento** das cápsulas de rosca em caixas de cartão, nas quais são acumuladas 1.200 cápsulas (Fig. 15 d). Estas caixas são empilhadas em paletes e **embaladas** para posteriormente serem **armazenadas e transportadas** para o cliente. Existem ainda dois tipos de caixas: caixas “anónimas” e “Relvin”. A diferença entre elas prende-se com o facto que a primeira não leva impressão a “Relvin” no exterior da caixa, sendo apenas uma caixa de cartão comum.

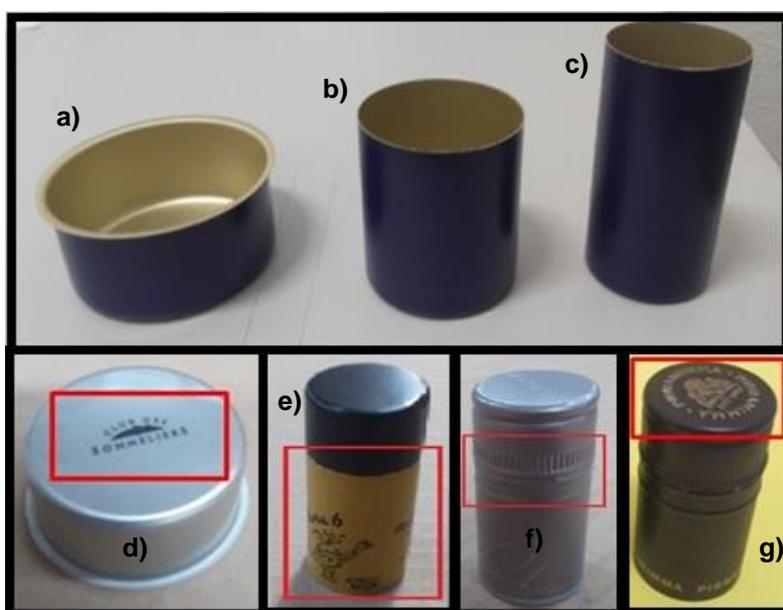


Figura 14 – Formação da cápsula: a) copola; b) primeiro alongamento; c) cápsula ou alongamento final / d) Impressão de topo; e) Impressão lateral; f) Recartilhado e cortes; g) Relevo

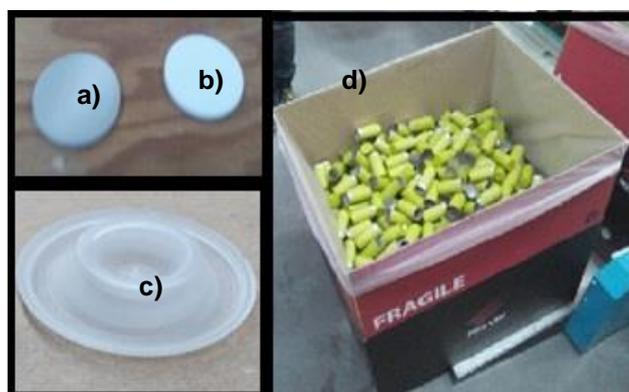


Figura 15 – Discos: a) Tin Saran; b) Saranex; c) Vedante / d) Acondicionamento e caixa Relvin

4. APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS *LEAN* NO SETOR DE CÁPSULAS DE ROSCA

Neste capítulo pretende-se descrever a situação atual do setor de cápsulas de rosca e após identificação das situações de desperdício encontradas, sugerir e implementar melhorias nas situações selecionadas. Com a implementação destas propostas, foi ainda necessário retirar os dados da nova situação e realizar a comparação com os dados iniciais.

4.1. *Levantamento de situações de desperdício*

Inicialmente, para saber exatamente onde atuar, foi necessário caracterizar e analisar a situação atual do setor de cápsulas de rosca. Após já ter uma noção de como funciona o sistema produtivo das cápsulas de rosca, referido na subsecção 3.4, o levantamento de todas as fontes de desperdício torna-se no passo a seguir para poder determinar quais os pontos a melhorar.

Tendo em conta a observação do setor foi possível verificar alguns pontos a melhorar, tais como:

- Stock intermédio de chapas de alumínio no centro do setor: estante com paletes de chapas de alumínio cortadas e paletes espalhadas ao longo do chão da fábrica, ou seja, correspondia a produto intermédio que já não era necessário para a produção naquele momento.
- Matéria-prima no setor produtivo: toda a matéria-prima era colocada no setor de produção, paletes de caixas de cartão e as paletes dos discos.
- Produto acabado conforme e produto acabado não conforme no centro do setor: várias paletes de produto acabado conforme e não conforme (devoluções inclusive) misturadas no centro do setor.
- Stock de produto acabado sem identificação e sem contabilização: era usada uma cápsula colada na palete para sua identificação, não havia contabilização de entradas e saídas do *stock*.
- Excesso de produção sem identificação e contabilização: muitas caixas em excesso de produção sem quantidade definida; apenas era usado uma cápsula colada em cada caixa para identificar o excesso/sobras ocorridas.
- Postos de trabalho desarrumados e com demasiados impressos: matéria-prima para cada posto sem local predefinido e muitos papéis para preencher.
- Máquinas paradas e inutilizadas no centro do setor: máquinas paradas, com pó e a ocupar espaço útil no centro do setor.
- Áreas dos contentores não definidas e sem identificação: contentores estavam espalhados pelo setor de produção e não tinham identificação das cápsulas no seu interior, como número de encomenda e número de artigo.

- Várias paragens das máquinas: verificou-se diversas paragens das máquinas, devido a vários fatores externos.

Após apresentação das situações de desperdício encontradas no setor, a principal lacuna verificada era a desorganização e a definição de locais no centro do setor, o que levou à aplicação da **metodologia 5S** e da **Gestão Visual**. Ao aplicar estas metodologias pretende-se eliminar o que não é útil do setor de produção e definir um local para cada coisa. Além da aplicação desta metodologia ao setor no geral, pretende-se aplicar aos postos, de forma a definir um espaço para cada material e ter apenas o necessário nos respetivos postos.

Ainda é necessário referir, que se verificou outros dois tipos de desperdício significativos: o excesso que ocorre em cada produção e as várias paragens das máquinas de produção, resultando em baixa produtividade das máquinas.

De forma a tratar o excesso que ocorre na produção, foi necessário aplicar a **metodologia 5S** para a sua organização e contabilização, podendo depois incluir o excesso nas encomendas que surgem dos mesmos produtos. No entanto para que não haja excesso de produção, foi necessário realizar um estudo de sucata na produção para poder compreender a quantidade a fazer “a mais” para as encomendas, para que no final não falte nem exceda na encomenda, uma vez que parte das cápsulas são sucata nos vários processos quando apresentam defeitos.

Para o tratamento das paragens das máquinas, inicialmente foi necessário aplicar o **A3 Thinking**, de forma a compreender o porquê das paragens, ou seja, a razão para o surgimento das várias paragens e foi feita a sua quantificação para comparação posterior. Após verificar a origem das paragens, aplicou-se o **método SMED**, uma vez que uma das paragens associadas às várias máquinas era a mudança de ferramenta. Os tempos de paragem, das várias máquinas de produção, serão referidos detalhadamente na subseção 4.3 com a aplicação do *A3 Thinking*.

4.2. Implementação da metodologia 5S e Gestão Visual

Neste ponto é apresentado a implementação da metodologia 5S e Gestão Visual no setor de produção de cápsulas de rosca, sendo estas aplicadas maioritariamente em conjunto.

4.2.1. Aplicação da metodologia 5S

1. Seiri – Organizar

Em primeiro lugar, é preciso verificar o que é útil ou necessário, e o que é inútil ou desnecessário no setor de produção e nos postos de trabalho. Para tal, como já foi descrito anteriormente, verificou-se todos os materiais que estavam dispostos no setor, de forma a fazer uma seleção do que era realmente importante para a produção, no respetivo setor e nos seus postos de trabalho. De forma a facilitar e a ser concisos em que materiais/locais intervir, realizou-se uma lista de todos os materiais que estavam a ocupar espaço, podendo ser descartados, ou retirados do setor de produção.

2. *Seiton* – Arrumar

Neste passo, é necessário definir um local para todos os materiais que são necessários para a produção do setor e para os respectivos postos de trabalho. Tudo o que não é necessário deve ser retirado, libertando espaço para o que é realmente útil, as alterações realizadas foram as seguintes:

- A matéria-prima que estava armazenada em excesso no setor de produção, paletes de caixas e de discos, foi movida para o armazém de matérias-primas.
- O stock intermédio de chapas de alumínio foi removido, sendo retirada a estante e todas as paletes espalhadas pelo setor de produção, e colocados no posto do corte / armazém de chapa de alumínio.
- O produto não conforme ou para inspeção foi colocado todo num único local, tendo sido então definido uma área para estes produtos (Fig. 16).
- No excesso de produção aplicou-se a metodologia 5S, de forma a organizar, identificar, contabilizar todas as caixas existentes em excesso e colocado num local específico para todas as caixas de produto acabado (Fig. 17). Após identificação com um papel em cada caixa, foi inserido num *excel* todas as caixas em sobra com: o número do artigo, a descrição da cápsula, a quantidade por caixa e a localização (colunas A-Z e linhas 1-7), pois estavam em colunas empilhadas de sete caixas, como se pode constatar na figura.
- O stock de produto acabado foi organizado, identificado, contabilizado e colocado no local predefinido. Após identificação, foi realizado um *excel* para desta forma garantir a sua constante atualização e no caso de surgir uma encomenda deste artigo, dar prioridade de utilização deste *stock*.
- As máquinas inutilizadas não puderam ser todas movidas ou removidas por não haver espaço suficiente, no entanto a máquina de prensagem foi movida do seu local e colocada fora do raio de ação das máquinas de produção.
- A máquina de corte com alimentação das chapas de alumínio de forma manual foi movida e colocada no seu devido posto, ou seja, no posto de corte e próxima do armazenamento das chapas de alumínio.
- Com a introdução da nova máquina de impressão lateral (CALF 2), foi definido um local próximo da máquina de impressão lateral anterior (CALF 1), permitindo que não haja interferências externas, apenas os operadores das máquinas podem andar neste espaço, evitando acidentes de trabalho com a passagem de transportadores, pessoas e materiais.
- Com a redução do espaço, foi necessário definir no setor, um corredor para o empilhador, garantindo que este espaço não era obstruído, permitindo que o empilhador acedia a todos os pontos necessários. Em conjunto com o corredor, os contentores foram colocados num local definido consoante o processo que se seguia para as cápsulas que continham. Os contentores que continham cápsulas com defeito eram colocados à parte

dos restantes e eram identificados com um papel amarelo, no qual era descrito: “Aguarda Inspeção”.

- Nos postos de trabalho foram realizadas marcações para as matérias-primas utilizadas em cada máquina:
 - Prensa e Alongamento – Uma área para uma palete de chapas para a encomenda seguinte a ser realizada na máquina (Fig. 18).
 - Recartilhado e disco – Uma área para uma palete de discos *Tin Saran* e outra para uma palete de discos *Saranex*, pois qualquer um dos tipos de disco pode ser utilizado (Fig.19); uma área para uma palete de caixas “anónimas” e outra para uma palete de caixas *Relvin*, uma vez mais qualquer uma pode ser utilizada (Fig.20); uma área para várias paletes de madeira, sendo necessárias para empilhar as caixas com o produto final.

Tudo isto foi realizado a duplicar para as duas linhas de produção existentes, com a exceção das paletes de madeira que são usadas menos frequentemente que as restantes matérias-primas.

- Impressão lateral – O local das latas de tinta apesar de já estar delineado, encontrava-se desarrumado, por isso foi necessário aplicar a metodologia 5S neste posto. Colocaram-se duas estantes para facilitar a organização das latas, e colocou-se uma identificação em cada lugar, escrevendo a cor e o código da lata. Definiu-se ainda um local para produto não conforme (tintas fora de validade) e outro local para a sucata (latas vazias) (Fig. 21).



Figura 16 – Aplicação do Seiri e Seiton: Produto não conforme (Esquerda: Produto não conforme no centro do setor; Direita: Produto não conforme no local definido e delimitado, distante do material conforme)



Figura 17 – Aplicação do Seiri e Seiton: Excesso de produção (*Esquerda*: Excesso de produção empilhado desordenadamente e sem identificação da encomenda e artigo em cada caixa; *Direita*: Excesso de produção empilhado em 2 filas, viradas para o observador, com local predefinido e caixas com mesmo artigo próximas, com a identificação da encomenda e artigo através de um papel em cada caixa)



Figura 18 – Aplicação do Seiri e Seiton: Chapas de alumínio (*Esquerda*: Excesso de paletes com chapas de alumínio no centro do setor e sem local delineado; *Direita*: Uma paleta com chapas de alumínio para a encomenda seguinte, no local delineado e próxima da máquina)



Figura 19 – Aplicação do Seiri e Seiton: Discos Saranex / Tin Saran (*Esquerda*: Paletes dos discos distantes da máquina e sem local delineado; *Direita*: Paletes dos discos próximos da máquina, no local delineado)



Figura 20 – Aplicação do Seiri e Seiton: Caixas anónimas / Relvin (Esquerda: Paletes das caixas de cartão distantes da máquina e no centro do setor para ambas as linhas de produção; Direita: Paletes das caixas de cartão próximas da máquina de cada linha de produção, no local delineado)



Figura 21 – Aplicação do Seiri e Seiton: Tintas (Esquerda: Latas de tinta no chão, empilhadas, misturadas e sem identificação; Direita: Latas de tinta dispostas em estantes, de fácil manuseamento, identificadas e com a separação da sucata e das latas de tinta não conforme)

3. Seiso – Limpar

Com o setor e os postos já organizados, é necessário limpar todo o envolvente:

- Caixas de cartão dos discos que foram utilizados são colocadas no papelão, que corresponde a uma caixa de grandes dimensões onde se coloca tudo o que seja cartão, estando esta caixa presente no centro do setor.
- Sucata, limalhas e chapas prensadas resultantes dos vários processos, colocadas em contentores para a sucata, os quais estão colocados próximos de cada linha de produção.

- Latas de tinta, de vernizes e de diluentes vazias no posto da impressão lateral são colocadas no local referido anteriormente.
- De referir que em cada linha de produção estão colocadas três pequenas caixas de cartão para colocar plásticos, papel e outros resíduos separadamente.

Estes materiais são recolhidos diariamente por um responsável que trata da sucata e dos resíduos dos vários setores.

Além disto, os operadores têm cerca de 10 minutos todos os dias para limpar o seu posto. No entanto, todas as semanas uma organização exterior realiza a limpeza de todos os postos de trabalho de uma forma mais completa.

4. *Seiketsu* – Normalizar

Neste passo era necessário colocar um posto de informação, onde se apresentava os vários locais definidos, e como se deveria manter os vários locais e processos referidos anteriormente. Uma vez que os locais definidos são reduzidos, assim como os processos, a disposição dos locais foi informada aos operadores responsáveis por cada máquina de produção, para que estes mantenham os padrões estabelecidos, não havendo forma de retornar à disposição anterior.

5. *Shitsuke* – Formar

Este passo tem como objetivo de incutir uma norma de arrumação/limpeza e que todos os presentes no setor o mantêm desta forma. Para tal ser realizado, foi definido através de uma marcação no chão da fábrica o local para cada coisa. Todos os operadores no chão da fábrica têm que garantir que estas áreas são respeitadas. Quando algo é encontrado fora do sítio é realizada de imediato uma ação corretiva para que o problema seja resolvido. Apesar de todas as definições de áreas, é necessário verificar se ocorrem alterações e melhorar continuamente a organização do setor, ou seja, definir novos locais para materiais ou alterar os que existem para melhorar o funcionamento do setor e o trabalho dos operadores.

As auditorias a que normalmente estes locais são sujeitos não foram aplicadas na organização, no entanto eram realizadas inspeções constantes aos postos de trabalho para verificar se tudo estava como o estipulado. Desta forma garantia-se:

- Presença só de materiais predefinidos para os postos de trabalho.
- Materiais nas áreas definidas e não espalhados pelos postos, como o excesso de produção ou o produto não conforme.
- Matéria-prima colocada nas marcações definidas.
- Matéria-prima suficiente para garantir produção constante.
- Postos de trabalho limpos e irrepreensíveis – com a respetiva verificação dos 10 minutos de limpeza diários por parte dos operadores.

O único aspeto que se verificou e que foi incidente:

- Latas utilizadas espalhadas na área das tintas, no entanto os operadores foram avisados e formados para que após utilização das latas, ou quando terminar a encomenda que estão a realizar, estas têm de ser colocadas no seu local predefinido.

Para que os aspetos da metodologia 5S se mantenham constantes, foi preciso definir o seguinte:

- No caso das paletes das chapas metálicas, estas só são colocadas no local da prensa após a realização do corte, que funciona de uma forma *pull*, isto é, corta o necessário para a encomenda e só preenche o local marcado perto da prensa quando não se encontra nenhuma paleta.
- No caso das paletes de discos e caixas ficou estipulado com o chefe de armazém, que abastece o setor, que apenas uma paleta de cada tipo de matéria-prima pode ficar em cada linha de produção e nos respetivos locais delineados.

4.2.2. Aplicação da Gestão Visual

Após conclusão da implementação da metodologia 5S, é necessário a continuação da **Gestão Visual**. Apesar da gestão visual complementar a metodologia 5S com as marcações definidas no chão da fábrica. O pretendido com a aplicação desta técnica era definir uma marcação do nível da matéria-prima (caixas de cartão e caixas de discos), para requerer ao armazém quando a quantidade estivesse abaixo do nível mínimo. No entanto, esta técnica não foi possível aplicar da forma pretendida, na medida em que as paletes da matéria-prima estão sempre em rotação, nunca ficando a mesma paleta para poder definir o nível de uma forma visual. Posto isto, foi definido um procedimento para substituir a marcação do nível:

- Em conjunto com os operadores ficou estipulado, apesar de não ser descrito com uma marca visual, que as matérias-primas, os discos, as latas de tinta / verniz, teriam de ser requeridas pelos mesmos até às 16h de cada dia para permitir que o armazém abasteça o setor, pois o armazém tem um horário definido das 8h às 17h. No entanto o setor das cápsulas de rosca está em funcionamento das 7h às 21h, existindo desta forma uma diferença de 6h (16h às 21h e das 7h às 8h). Para garantir que a matéria-prima não falha no setor neste intervalo de tempo, é necessário por parte dos operadores, que verifiquem até às 16h de cada dia, que o mínimo de material existe:
 - **Número de caixas de discos.** Cada caixa é constituída por cerca de 16.000 discos e as máquinas de Recartilhado e Disco têm uma produção de cerca 30.000 cápsulas por hora. Se as máquinas trabalharem sempre com o mesmo tipo de disco, serão necessárias, durante 6h, cerca de 12 caixas.
 - **Número de caixas de cartão.** Cada caixa de cartão têm capacidade para 1.200 cápsulas e as máquinas de Recartilhado e Disco têm uma produção de cerca de 30.000 cápsulas por hora, o que equivale a 25 caixas por hora. Se as máquinas trabalharem sempre com o mesmo tipo de caixa de cartão, serão necessárias,

durante 6h, cerca de 150 caixas, correspondendo a 15 molhos que contém 10 caixas.

- As **tintas / vernizes** têm de ser requeridos assim que verifiquem as encomendas que vão realizar e se têm o material na estante das tintas. Neste caso, o nível mínimo é de difícil definição, pois pode variar conforme as encomendas a realizar, uma vez que não é possível colocar uma lata de tinta de todas as cores possíveis.

Caso se verifique um nível abaixo do estipulado, os operadores em vez de se deslocarem ao armazém, ou o chefe do armazém se deslocar ao setor, estes requerem por telefone (todos os setores e os encarregados têm um telefone), dentro do horário referido, os materiais que necessitam para que o seu posto proceda com a produção naturalmente.

4.2.3. Resultados da Implementação das metodologias

Em jeito de conclusão deste ponto, é apresentado na Figura 22 o *layout* inicial e o *layout* atual do setor das cápsulas de rosca e quantificado através da Tabela 1 as áreas de cada *layout*, assim como a referência às novas áreas definidas, às áreas que foram suprimidas do setor e as áreas que foram reajustadas.

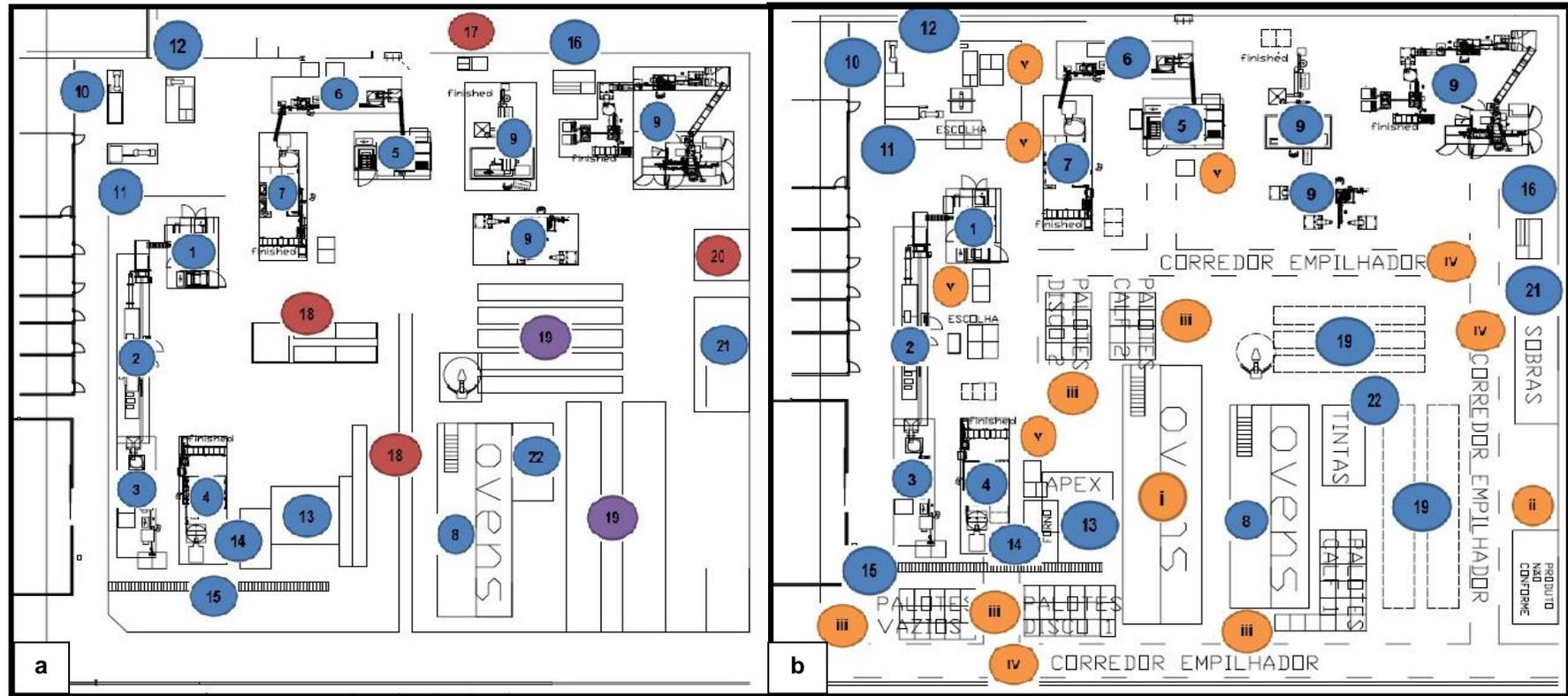


Figura 22 – a) Layout inicial do setor de cápsulas de rosca ou Relvin; b) Layout atual do setor de cápsulas de rosca ou Relvin

A numeração que é apresentada na Tabela 1 está ilustrada na Figura 22.

Tabela 1 – Comparação layout inicial e atual

	Numeração	Designação Máquinas/Áreas	Área inicial (m ²)	Área atual (m ²)	% Área inicial	% Área atual
Máquinas	1	Linha 1 Prensa	20,74	20,74	0,8%	0,8%
	2	Linha 1 Impressão de topo	33,03	33,03	1,3%	1,3%
	3	Linha 1 Alongamento	22,80	22,80	0,9%	0,9%
	4	Linha 1 Recartilhado e disco	35,00	35,00	1,4%	1,4%
	5	Linha 2 Prensa	20,74	20,74	0,8%	0,8%
	6	Linha 2 Alongamento	22,80	22,80	0,9%	0,9%
	7	Linha 2 Recartilhado e disco	35,00	35,00	1,4%	1,4%
	8	Impressão lateral - CALF 1	81,90	81,90	3,3%	3,3%
	i	Impressão lateral - CALF 2	-	104,74	-	4,2%
	9	Setor oleícola	143,80	143,80	5,8%	5,8%
	10	Relevo	4,84	4,84	0,2%	0,2%
	11	Inserção de Vedante	5,57	5,57	0,2%	0,2%
	12	Impressão topo e lateral - ROTAFLEX	7,56	7,56	0,3%	0,3%
	13	Impressão lateral - APEX	22,05	22,05	0,9%	0,9%
	14	Forno	10,70	10,70	0,4%	0,4%
	15	Conveyor	10,38	10,38	0,4%	0,4%
16	Prensa	5,40	5,40	0,2%	0,2%	
Áreas	17	Corte com alimentação da chapa manualmente	2,20	-	0,1%	-
	18	Stock intermédio de chapas de alumínio cortadas	46,39	-	1,9%	-
	ii	Produto não conforme	-	22,05	-	0,9%
	19	Encomendas saldadas e stock	240,82	130,71	9,6%	5,2%
	iii	Contentores	-	102,375	-	4,1%
	20	Stock de matéria-prima (caixas, discos)	16	-	0,6%	-
	21	Produção em excesso (sobras)	36	30	1,4%	1,2%
	22	Tintas/vernizes	18	18	0,7%	0,7%
	iv	Corredor para empilhador	-	288,2	-	11,5%
	v	Locais Matéria-prima	-	14	-	0,6%
Ocupado			841,70	1.192,37	33,7%	47,7%
Livre			1.658,30	1.307,63	66,3%	52,3%
			2.500	2.500	100,0%	100,0%

Legenda:

	Áreas e máquinas só situação inicial
	Áreas e máquinas só situação atual
	Área alterada da situação inicial para atual

Conforme é possível verificar pelos dados da Tabela 1, a ocupação do espaço neste momento é superior ao inicial, cerca de 14%, ou seja, 350,67 m². Este aumento da ocupação do espaço deve-se às novas áreas que foram necessárias serem definidas no setor produtivo: o corredor para o empilhador; a nova máquina de impressão lateral (CALF 2); as áreas para os contentores, para o produto não conforme e para as matérias-primas.

O resultado é positivo, uma vez que se mantém cerca de 50% da área total por utilizar e também porque praticamente todas as áreas apresentadas são áreas úteis e necessárias ao bom funcionamento do setor. No entanto as áreas correspondentes às máquinas 12 a 16, são áreas a ser removidas, pois estas máquinas estão inutilizadas no centro do setor. De referir que na subsecção 5.3, Projetos futuros, serão apresentados novos *layouts* com a eliminação destas áreas.

Na sequência da implementação da metodologia 5S, verificou-se que o excesso de produção apresentava níveis alarmantes, como referido anteriormente. Na tentativa de reduzir este excesso, procurou-se estudar a sucata existente nas várias máquinas de produção para ser possível predefinir a quantidade a produzir “a mais”, para que não exceda, nem falte às encomendas.

- **Estudo de sucata para produção de cápsulas de rosca**

Um dos pontos de desperdício verificados foi o excesso de produção resultante na produção de cápsulas de rosca. De forma a reduzir este excesso de produção, foi necessário realizar um estudo da sucata dos vários processos a que as várias encomendas iriam ser sujeitas.

O objetivo deste estudo foi verificar a quantidade a produzir “a mais” no primeiro e segundo processo na formação da cápsula, prensa e alongamento respetivamente, para que no final da produção, após todos os processos serem executados, não falem nem excedam cápsulas na encomenda realizada.

O processo que foi considerado mais significativo foi o processo de impressão lateral, uma vez que envolve a afinação da tinta e da gravura na respetiva cápsula, provocando maior quantidade de sucata ao longo da sua produção.

Com os dados retirados da produção das máquinas de impressão lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2), fez-se a relação entre a produção realizada com a sucata resultante, para que fosse possível verificar uma relação de linearidade e assim prever de uma forma mais exata a sucata para as várias encomendas. O que resultou foi o seguinte:

- CALF 1 – sem relação de linearidade entre produção e sucata, isto é, a quantidade de sucata não é proporcional à quantidade produzida; No intervalo de produção de 10.000 a 200.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 30 a 200 cápsulas.

- CALF 2.1 – sem relação de linearidade entre produção e sucata, isto é, a quantidade de sucata não é proporcional à quantidade produzida; No intervalo de produção de 10.000 a 100.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 30 a 50 cápsulas; No intervalo de produção de 100.000 a 250.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 50 a 200 cápsulas.
- CALF 2.2 – sem relação de linearidade entre produção e sucata, isto é, a quantidade de sucata não é proporcional à quantidade produzida; No intervalo de produção de 10.000 a 75.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 20 a 50 cápsulas; No intervalo de produção de 75.000 a 100.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 50 a 100 cápsulas; No intervalo de produção de 100.000 a 250.000 cápsulas, a quantidade de sucata existente encontra-se no intervalo de 100 a 200.

Conclusões a retirar do estudo:

- Sempre que se realizar a produção de cápsulas para as máquinas de impressão lateral é necessário produzir “a mais” para que no final não falte à encomenda, uma vez que existe sempre sucata neste processo;
- Não há relação de linearidade entre a produção e a sucata para as várias máquinas de impressão lateral, pois um processo quando afinado rejeita cada vez menos, isto é, com o aumento da produção, a quantidade de sucata tende a manter-se estável.
- No intervalo de produção de 10.000 a 250.000 cápsulas, a quantidade de sucata resultante situa-se no intervalo de 20 a 200 cápsulas para a produção de todas as máquinas.

4.3. Implementação do A3 Thinking

Após verificar várias paragens associadas às máquinas de produção, foi decidido aplicar uma abordagem de resolução de problemas, a estrutura *A3 Thinking*. Com esta estrutura pretende-se perceber a origem das paragens e a sua quantificação. A recolha dos tempos e as causas das paragens foi realizada com o auxílio dos documentos preenchidos pelos funcionários, em que estes indicam os tempos de paragens e as suas causas, assim como a produção realizada.

As paragens das máquinas é um ponto extremamente importante no que diz respeito à rentabilidade das máquinas. Estas paragens das máquinas tem diversas causas, no entanto umas têm tendência a ocorrer com mais frequência, sendo estas as que são fulcrais serem tratadas.

As etapas realizadas foram as seguintes:

1. Verificar a **capacidade de produção** das várias máquinas para ser possível a realização do planeamento diário e o estudo de rentabilidade das máquinas.

Determinar o tempo de produção de duas peças consecutivas, isto é, o tempo de ciclo. Uma vez que as máquinas têm uma elevada cadência de produção, foi necessário cronometrar o tempo de produção de um número de unidades definido previamente, designado N unidades. Após determinar o tempo de produção de N unidades, aplica-se a seguinte expressão:

$$\text{Tempo de ciclo (seg)} = \frac{\text{Tempo de produção de N unidades (seg)}}{N \text{ unidades}}$$

Após ter o tempo de ciclo, já é possível calcular a capacidade de produção por hora.

De referir que o tempo de ciclo utilizado foi referente à capacidade da máquina e não em relação ao tempo de ciclo definido pela procura (*takt time*). A principal razão deve-se à enorme oscilação da procura, uma vez que as quantidades são muito variáveis, na ordem dos milhares. Muitas vezes, a organização tem necessidade de operar com *stocks* (no que diz respeito a produtos padronizados, por exemplo cápsulas de rosca de côr preta), pois não tem capacidade, nem recursos, para satisfazer todos os clientes nas épocas de maior procura, o que faz com que seja primordial as máquinas não pararem.

Prensa e Alongamento (Linha 1 e 2): Estas duas máquinas como trabalham sempre de forma consecutiva, fez-se um estudo individual de cada uma e posteriormente uma análise em conjunto, a que tiver menor capacidade de produção determina a quantidade de produção máxima. Para a prensa realizou-se a cronometragem do tempo de produção de duas chapas consecutivas, recorde-se que cada chapa produz cerca de 55 copolas, retirou-se uma amostragem de 10 valores e fez-se a média dos valores; no que diz respeito ao alongamento realizou-se a cronometragem do tempo de produção de 8.000 cápsulas por contentor, retirou-se uma amostragem de 10 valores e fez-se a respetiva média.

Recartilhado e disco (Linha 1 e 2): Para esta máquina realizou-se a cronometragem do tempo de produção de 1.200 cápsulas, que corresponde à quantidade que uma caixa armazena, retirou-se uma amostragem de 10 valores e fez-se a respetiva média.

Impressão lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2): Para esta máquina realizou-se a cronometragem do tempo de produção de 8.000 cápsulas, ou seja, um contentor completo, retirou-se uma amostragem de 10 valores e fez-se a respetiva média.

Na Tabela 2 é possível verificar o tempo de ciclo e a capacidade de produção por hora das principais máquinas de produção.

Tabela 2 – Tempo de ciclo e capacidade de produção das principais máquinas

Máquina	Tempo de ciclo (seg)	Capacidade de produção / hora (cápsulas)
Linha 1 Prensa e Alongamento	0,1260	28.500
Linha 1 Recartilhado e Disco	0,1223	29.400
Linha 2 Prensa e Alongamento	0,1210	29.700
Linha 2 Recartilhado e Disco	0,1199	30.000
Impressão lateral - CALF 1	0,2246	16.000
Impressão lateral - CALF 2.1	0,1991	18.000
Impressão lateral - CALF 2.2	0,1995	18.000

No Anexo A apresentam-se as tabelas completas para as várias máquinas da produção, com os tempos de amostragem consoante o número de unidades predefinida; a média desses valores; o tempo de ciclo e a capacidade para cada máquina.

2. Realizar **planeamento diário para as várias máquinas**, com a indicação do encarregado pelo setor de produção, descrevendo: as encomendas previstas a realizar, objetivo da produção e o tempo de produção necessário para garantir o objetivo diário.
3. Todos os dados eram recolhidos diariamente, desenvolvendo um **relatório de produção diário**, indicando: a produção realizada por máquina; sucata por máquina; o tempo e a causa das paragens por máquina.
4. Com os dados recolhidos foi possível realizar o **estudo das paragens das máquinas**. O estudo foi realizado em dois momentos distintos: após a nova máquina de impressão lateral surgir (CALF 2) e no final do projeto para posterior comparação entre os dados de paragens.
5. Utilizar uma abordagem estruturada para resolução de problemas, o **A3 thinking** para resumir/sintetizar as principais causas das paragens a tratar:

Antecedentes

- Alteração dos horários dos funcionários - aumento de horas de produção de 12h para 14h;
- Nova máquina na produção – Impressão Lateral CALF 2.1 e CALF 2.2;
- Diferença na cadência de produção das máquinas das linhas 1 e 2, e das máquinas de impressão lateral CALF 1 e CALF2;
- O transporte das cápsulas entre máquinas é realizado com um contentor com capacidade para 8.000 unidades;
- Várias paragens associadas às principais máquinas de produção, devido a diversas causas.

Situação inicial e definição do problema

Analisando o tempo de paragem das várias máquinas de produção verificou-se que a percentagem deste tempo era significativa face a 20 dias de produção (16.800 minutos por cada máquina, ou seja, 33.600 minutos para as máquinas das linhas de produção 1 e 2 e 50.400 minutos para as máquinas de impressão lateral), correspondendo a 20% para a Prensa/Alongamento; 19% para o Recartilhado e Disco; 12% para a Impressão Lateral.

- Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas todas as causas das paragens das máquinas, tempo perdido de produção e produção possível (entre **23/1/2015** e **23/2/2015 – 20 dias: 16.800 min por cada máquina**). Nas Figuras 23, 24 e 25 são apresentadas as causas das paragens e a percentagem do tempo de paragem para cada tipo de máquinas.

Tabela 3 – Causas e tempos de paragens: Prensa/Alongamento

Prensa/Alongamento (Linha 1 e 2)			
Causa da paragem	Tempo perdido (min)	Produção	% Tempo de paragem
Afinar máquina	1.905	924.375	27,7%
Manutenção	150	74.250	2,2%
Mudança de ferramenta	1.460	712.400	21,2%
Sem contentores	1.955	944.025	28,4%
Sem funcionário	1.200	578.400	17,4%
Sem matéria-prima	215	106.425	3,1%
Total Geral	6.885	3.339.875	100%

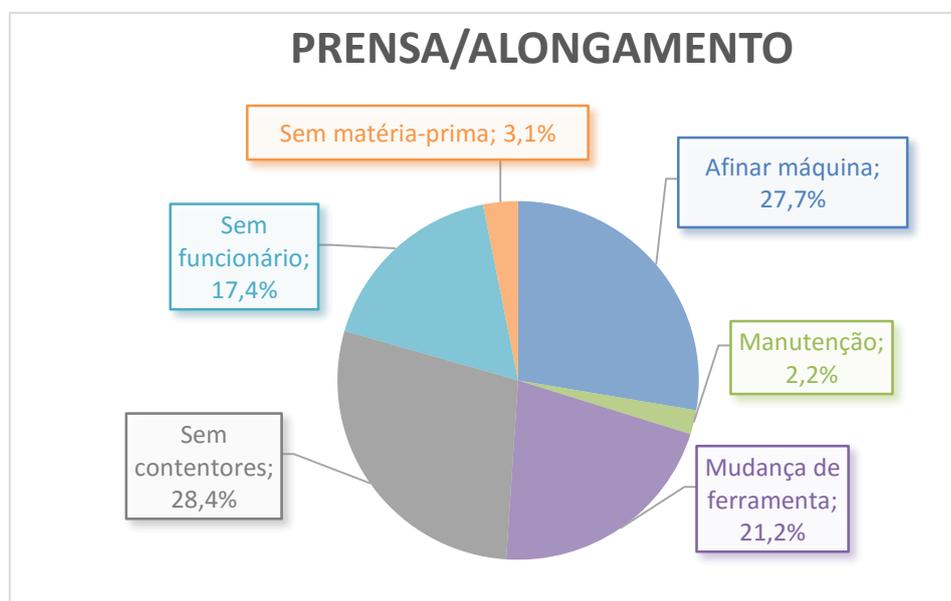


Figura 23 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Prensa/Alongamento

Tabela 4 – Causas e tempos de paragens: Recartilhado e Disco

Recartilhado e Disco (Linha 1 e 2)			
Causa da paragem	Tempo perdido (min)	Produção	% Tempo de paragem
Afinar máquina	620	307.450	9,9%
Limpeza	30	14.700	0,5%
Manutenção	180	90.000	2,9%
Mudança de ferramenta	1.570	778.150	25,1%
Sem funcionário	760	377.300	12,1%
Sem cápsulas	3.035	1.505.500	48,4%
Prioridade de encomenda	70	35.000	1,1%
Total Geral	6.265	3.108.100	100%

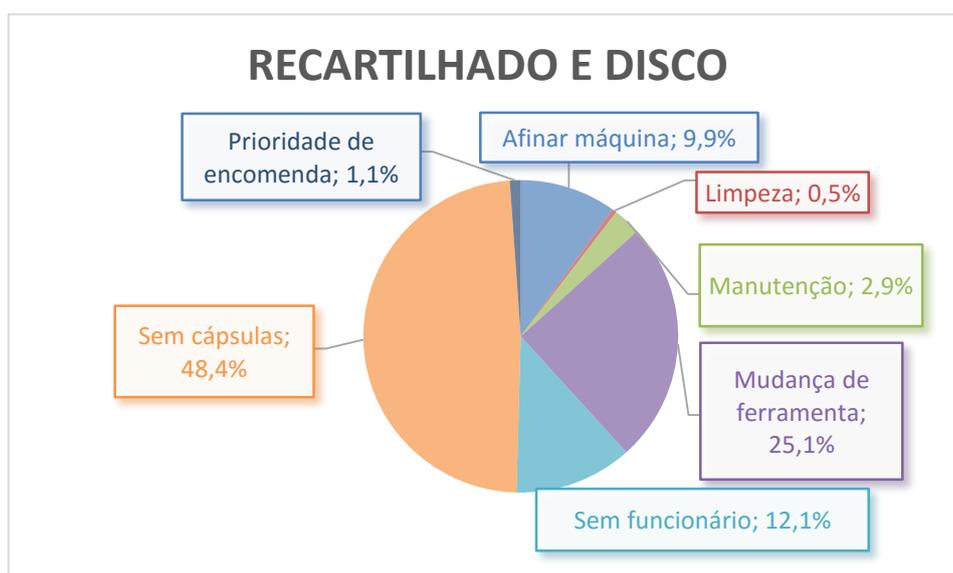


Figura 24 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Recartilhado e Disco

Tabela 5 – Causas e tempos de paragens: Impressão lateral

Impressão Lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2)			
Causa da paragem	Tempo perdido (min)	Produção	% Tempo de paragem
Afinar máquina	840	420.000	14,4%
Limpeza	1.370	685.000	23,4%
Manutenção	890	445.000	15,2%
Mudança de ferramenta	1.040	520.000	17,8%
Sem funcionário	310	155.000	5,3%
Aquecimento	1.395	697.500	23,9%
Total Geral	5.845	2.922.500	100%

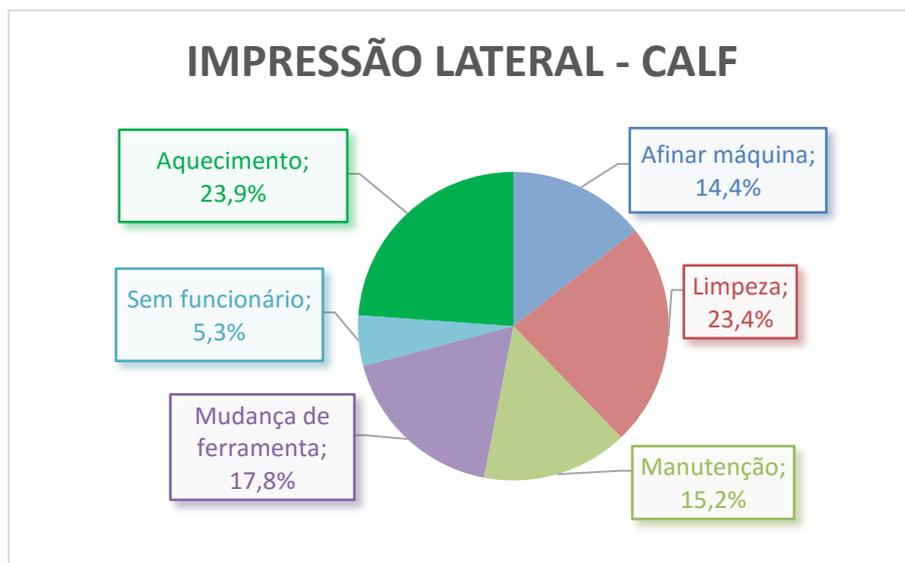


Figura 25 – Gráfico com causas e percentagem dos tempos de paragens: Impressão lateral

No Anexo B apresentam-se as tabelas completas, com os tempos de paragem e a produção possível para cada uma das máquinas. Como a cadência de produção das máquinas é distinta, a produção possível para as várias máquinas é diferente.

Objetivos/Metas

- Reduzir as paragens de todas as máquinas, eliminando as principais causas das paragens.

Análise das causas do problema

Após verificar os tempos de paragem associado a cada conjunto de máquinas, é possível apresentar as principais causas dessas paragens:

- **Prensa/Alongamento**

- Sem contentores (28%)

Há uma diferença significativa na cadência de produção, que faz com que acumule muitas cápsulas entre a Prensa/Alongamento 1, 2 e a Impressão lateral CALF 1, 2.1, 2.2. ocupando todos os contentores na produção.

- Afinar máquina (28%)

Alteração de peças das máquinas (cones, espelhos, cortantes), pequenas calibrações, erros pontuais que provocam defeitos nas cápsulas.

- Mudança de ferramenta (21%)

O carregamento de chapas tem de ser feito à mão na Prensa 1 e 2, quando as chapas cortadas são colocadas em paletes de madeira.

- **Recartilhado e Disco**

- Sem cápsulas (48%)

A diferença de cadência de produção das CALF 1, 2.1, 2.2 e as máquinas do Recartilhado e Disco 1, 2, provocam paragem das últimas devido à espera de cápsulas da Impressão Lateral.

- Mudança de ferramenta (25%)

A troca do tipo de disco utilizado nas máquinas de recartilhado e disco é feito à mão, ou seja, os discos são todos removidos à mão e são colocados discos de outro tipo.

- **Impressão lateral**

- Aquecimento (24%)

Todos os dias no início da produção é necessário esperar que os fornos das máquinas de impressão lateral atinjam a temperatura ideal, para que a secagem das cápsulas pintadas aconteça sem qualquer problema.

- Limpeza (23%)

Todos os dias no final da produção é necessário que as máquinas de impressão lateral sejam limpas, assim como a limpeza dos materiais utilizados: rolos, gravuras, tinteiros, raspadores entre outras peças. Desta forma garante-se que a tinta não seca e não danifica as ferramentas.

- Mudança de ferramenta (18%)

Em cada mudança é necessário realizar três passos: Limpar máquina e ferramentas com a tinta da encomenda anterior; Alterar ferramentas para nova encomenda e Compor tinta para a nova encomenda. Além destes três passos, por vezes é necessário afinar a tinta caso esta não esteja de acordo com as especificações para a encomenda, o que faz com que se repita a limpeza e a composição da tinta mais vezes.

- Manutenção (15%)

Paragem necessária para garantir que a máquina funciona de uma forma constante, sem criar defeitos nas cápsulas.

Contramedidas/Ações a realizar e Plano de implementação:

- **Sem contentores** – Realizar simulação da produção de cápsulas com impressão lateral – permite definir o **número de contentores a comprar** para satisfazer a produção, sem que esta pare por falta dos mesmos.
- **Afinar máquina** – Realizar a **manutenção** de uma forma mais constante para garantir que as ferramentas das várias máquinas não estão com demasiado desgaste ao ponto de criar defeitos nas cápsulas.
- **Mudança de ferramenta** – Aplicar **método SMED** para as várias máquinas, definir todas as etapas na mudança de ferramenta e realizar o máximo de etapas enquanto a máquina está em funcionamento para permitir que esta pare o mínimo possível.
- **Sem cápsulas** – Sempre que possível realizar a mesma encomenda **em ambas as máquinas de impressão lateral (CALF 1 e 2)** para garantir que a máquina do Recartilhado e Disco não pára por falta de cápsulas, no entanto garantir que existem cápsulas para a outra máquina do Recartilhado e Disco. Outra alternativa é **introduzir uma outra encomenda**, que não tenha processos de personalização, permitindo que acumule cápsulas em quantidade significativa para que a máquina do Recartilhado e Disco não pare posteriormente, enquanto a máquina de impressão lateral realiza a encomenda personalizada.
- **Aquecimento** – Ligar máquinas de impressão lateral **antes do horário de produção** para que o tempo de produção não seja afetado (15 minutos antes).
- **Limpeza** – Definir método de limpeza mais eficaz, de forma que a produção não seja afetada significativamente. Colocar o material necessário de limpeza relativamente perto das máquinas de impressão lateral (CALF 1 e 2).
- **Manutenção** – Verificar máquinas constantemente para garantir que as cápsulas não são afetadas por mau funcionamento das máquinas.

Após definição dos principais pontos a melhorar, aplicar contramedidas necessárias para atingir objetivos expectáveis.

Verificação e acompanhamento

- Realizar relatórios constantes e diários para verificar a ocorrência das paragens, analisar a evolução das paragens e procurar melhorar os processos.

Após aplicação da análise estruturada **A3 thinking** e após definição das contramedidas a aplicar, é necessário iniciar a intervenção nas causas das paragens. Inicialmente, uma vez que era urgente que as máquinas funcionassem sem nenhuma limitação, foi necessário realizar uma **simulação da produção** do setor com a ligação entre as máquinas Prensa / Alongamento e as máquinas de impressão lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2), com o intuito de verificar o número de contentores necessários para o setor. Posteriormente implementar o **método SMED** para reduzir

uma das principais fontes de paragens que afetava todas as máquinas de produção, as mudanças de ferramenta.

4.3.1. Estudo de simulação do setor de produção de cápsulas de rosca

Objetivo: Definição do número de contentores para garantir que o sistema de produção não pára.

Os estudos de simulação podem ser realizados com sucesso cumprindo os seguintes passos (Balci, 1994):

1. Formulação do problema
2. Investigação de técnicas de solução
3. Investigação do sistema
4. Formulação do modelo
5. Representação do modelo
6. Programação
7. Desenho de experiências
8. Experimentação
9. Redefinição
10. Apresentação dos resultados da simulação

No entanto esta estrutura pode ser descrita numa sequência de passos mais objetiva, de forma a facilitar este estudo de simulação. Law propôs uma abordagem com sete passos para o desenvolvimento de um estudo de simulação, no entanto com maior ênfase nos seguintes conceitos (Law, 2003):

1. Formulação do problema e planeamento do estudo
2. Dados da modelação e descrição do modelo
3. Verificação e Validação (V & V)
4. Análise dos dados finais

Formulação do problema e planeamento do estudo

- O sistema de produção a tratar é mais simplificado que o descrito na subsecção 3.4., uma vez que o pretendido é verificar a quantidade de contentores necessários para que a produção na Prensa/Alongamento não pare, devido às máquinas de impressão lateral (CALF 1, 2.1 e 2.2). Os cenários para representar este sistema são:
 1. Uma máquina de Prensa/Alongamento com capacidade de produção para cerca de 30.000 cápsulas/hora e uma máquina de Impressão Lateral (CALF 1) com capacidade de produção para cerca de 16.000 cápsulas/hora. Entre as máquinas o transporte é realizado através de um contentor com capacidade para 8.000 cápsulas.

2. Uma máquina de Prensa/Alongamento com capacidade de produção para cerca de 30.000 cápsulas/hora e duas máquinas de Impressão Lateral em linha (CALF 2.1 e CALF 2.2), ambas com capacidade de produção para cerca de 18.000 cápsulas/hora. Entre as máquinas da Prensa/Alongamento e de Impressão Lateral o transporte é realizado através de um contentor com capacidade para 8.000 cápsulas.
3. Uma máquina de Prensa/Alongamento com capacidade de produção para cerca de 30.000 cápsulas/hora e três máquinas de Impressão Lateral (CALF 1, 2.1, 2.2), em que a CALF 2.1 e a CALF 2.2 operam em linha e a CALF 1 opera em paralelo com estas. A CALF 1 tem capacidade para produzir cerca de 16.000 cápsulas/hora e as CALF 2.1 e 2.2 têm capacidade para produzir cerca de 18.000 cápsulas/hora. Entre as máquinas da Prensa/Alongamento e de Impressão Lateral o transporte é realizado através de um contentor com capacidade para 8.000 cápsulas.
 - De referir que o material não conforme não foi descrito, uma vez que é desprezável, pois corresponde a menos de 1% da produção.
 - A produção do setor é feita em 2 turnos de 8h, no entanto estes intersectam-se 3h para garantir que as máquinas têm sempre pelo menos um operador com a máquina na hora de almoço, garantindo as 14 horas do tempo de produção (das 7h às 21h).
 - O sistema de produção referido será então simulado no *Arena Software*, de forma a retirar dados conclusivos acerca da quantidade de contentores a investir.

Dados da modelação e descrição dos modelos

- Os únicos dados que foram necessários medir, foram os dados referentes aos tempos de ciclo das máquinas descritas acima. No desenvolvimento do modelo deve-se ter em conta os seguintes pontos:
 - Os dados utilizados para os tempos de produção das máquinas foram expressões triangulares, ou seja, foram definidos três valores: mínimo, mais provável e máximo, pois as variações dos tempos de produção são mínimas.
 - Só foram consideradas máquinas como recursos, uma vez que os operadores não têm influência na produção, pois só estão a vigiar e a controlar as máquinas.
 - Foi considerado um Schedule de 14h para todas as máquinas, mas com paragem de 30 min no início e no fim da produção para aquecimento e limpeza/manutenção das máquinas.
- Os parâmetros de execução do modelo foram definidos da seguinte forma:
 - Tempo de replicação: 3 dias;
 - Horas por dia: 14 horas;

- Número de replicações: 10.

Estes parâmetros foram definidos tendo em conta a possibilidade de duração de uma encomenda neste sistema de produção, podendo ser produzida até três dias consecutivos. O número de replicações foi determinado tendo em conta os resultados de produção e o número de contentores que surgiram, tentando verificar a variabilidade dos dados.

- Na Figura 26 são apresentados os modelos lógicos dos diferentes cenários. Os modelos lógicos foram realizados em *Arena Software*.

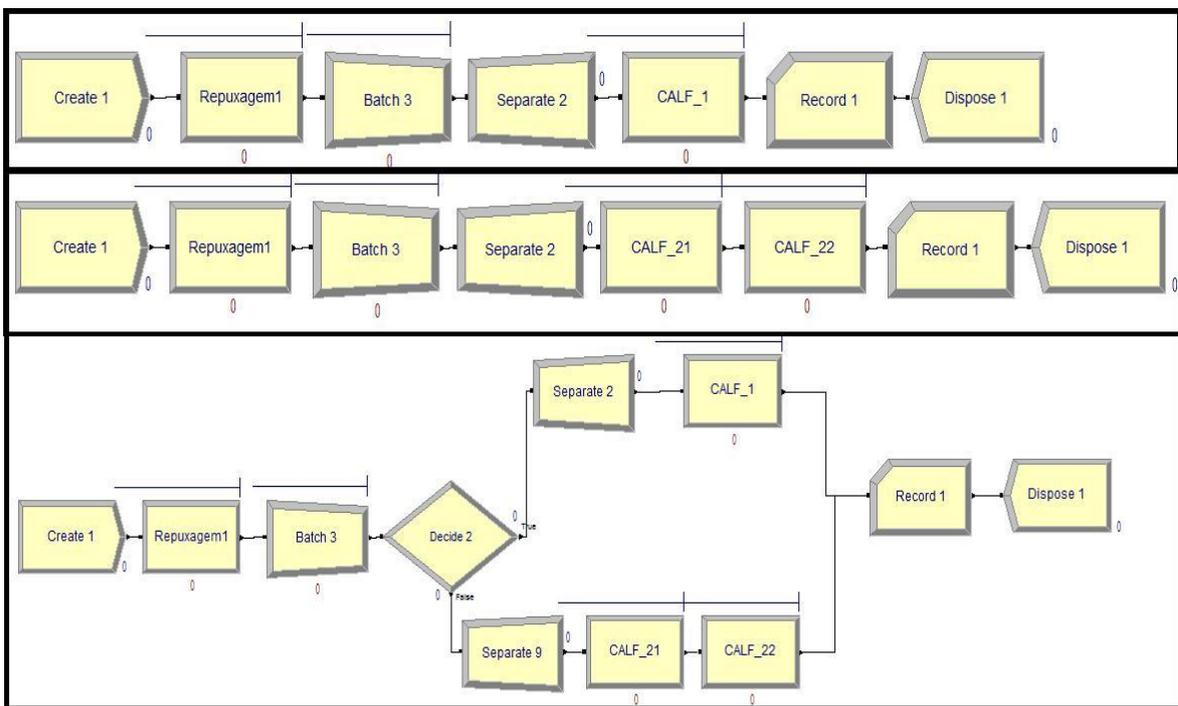


Figura 26 – Modelos lógicos (De cima para baixo: cenário 1, 2 e 3)

Verificação e Validação

- Ao verificar o modelo o único erro que ocorreu foi relativo ao número de contentores predefinido, uma vez que ao testar o modelo o número de contentores definido era reduzido, sendo necessário aumentar a quantidade no módulo *Statistic*. O erro foi facilmente resolvido e a verificação foi possível.
- Quanto à validação do modelo, foi necessário comparar os resultados com a realidade. Inicialmente a produção era exagerada, pois não tinha sido considerado qualquer paragem nas máquinas. Desta forma foi definido uma paragem de 30 min, quer no início da produção, quer no fim da produção.

Análise dos dados finais

- Após verificar e validar o modelo, segue-se o momento de avaliar os resultados da simulação, e definir desta forma o número de contentores necessários. Os resultados obtidos para os três cenários são apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 – Resumo simulação em Arena: Número de contentores necessários para vários cenários

Cenário	Número de contentores			
	90%		100%	
	Min	Máx	Min	Máx
1	64	65	70	72
2	55	56	63	63
3	4	13	9	18

- Com os resultados obtidos, apenas o cenário 3 é salvaguardado com o número de contentores presentes no setor. Nos cenários 1 e 2, é necessário investir em contentores para eliminar o tempo de paragem devido a falta de contentores.

Conclusão do estudo da simulação

- Atualmente o setor conta com 50 contentores, o que faz com que seja necessário investir em, pelo menos, 15 contentores para garantir que nos três cenários possíveis, em 90% dos casos existirão contentores suficientes para não parar a produção.
- O resultado do estudo de simulação foi apresentado à organização, e este foi implementado. Após a chegada dos referidos contentores, esta paragem deixou de ocorrer. Os resultados serão apresentados na subsecção 4.5.

4.4. Implementação do método SMED

Com a aplicação do *A3 Thinking* foi possível verificar que uma das principais causas das paragens das máquinas eram as mudanças de ferramenta, uma vez que esta causa afetava todas as máquinas da produção. Posto isto, resolveu-se implementar o método *SMED* a todas as máquinas, para que os tempos de mudança de ferramenta a que estas máquinas estão sujeitas seja o mais reduzido possível. De seguida é apresentado a implementação do método *SMED* para a Prensa/Alongamento, para o Recartilhado e Disco e por fim para a Impressão Lateral.

Denotar que as mudanças de ferramenta correspondem a um tipo de produto e como tal, estas mudanças têm pouca variabilidade, sendo o processo de mudança praticamente sempre o mesmo.

4.4.1. Situação inicial e distinção de etapas internas e externas

- PRENSA / ALONGAMENTO

A mudança de ferramenta da Prensa/Alongamento resume-se ao carregamento de chapas metálicas na plataforma elevatória da Prensa. No entanto, o carregamento das chapas metálicas pode ser realizado de duas maneiras distintas:

1. **Carregamento efetuado à mão.** Este tipo de carregamento é utilizado quando não existem paletes de ferro disponíveis para o corte das chapas metálicas no início do processo de produção. Neste caso o corte das chapas metálicas é efetuado para paletes de madeira, que fará com que os funcionários carreguem as chapas metálicas da paleta de madeira para a plataforma à mão, uma vez que esta não tem dimensões que permitam a sua inserção na plataforma.
2. **Carregamento efetuado através de uma paleta de ferro, recorrendo ao empilhador.** Este tipo de carregamento só é possível quando existem paletes de ferro disponíveis para o corte das chapas metálicas no início do processo de produção. Neste caso as paletes de ferro, sendo adaptadas à plataforma da máquina, são diretamente carregadas com o empilhador.

No Anexo C apresentam-se as tabelas correspondentes ao processo de mudança de ferramenta inicial da Prensa – carregamento à mão ou com empilhador – identificado o tipo de etapa e respetivo tempo. Como é possível verificar a partir das tabelas referidas, a maioria das etapas desta mudança de ferramenta são internas, que faz com que seja necessário a paragem da máquina para serem executadas. O tempo de mudança de ferramenta à mão é 642 segundos (10 min e 42 seg) e com empilhador é 252 segundos (4 min e 12 seg), cerca de 93% e 82% do tempo de mudança é efetuado com a máquina parada, respetivamente.

- RECARTILHADO E DISCO

A mudança de ferramenta do Recartilhado e Disco resume-se à **troca de discos** inseridos no tambor da máquina, quer de *Saranex* para *Tin-Saran*, quer de *Tin-Saran* para *Saranex*. Uma vez mais é possível verificar a partir do Anexo D, que as etapas são na sua maioria internas fazendo com que seja extremamente necessário parar a máquina para substituir os discos colocados na máquina. O tempo de mudança de ferramenta é 835 segundos (13 min e 55 seg), cerca de 70% do tempo de mudança é efetuado com a máquina parada.

- IMPRESSÃO LATERAL

A mudança de ferramenta da Impressão lateral resume-se à **limpeza da máquina** removendo a tinta da encomenda anterior, e posterior **preparação da tinta** para a encomenda seguinte. Como as máquinas são divididas em duas partes, a mudança de ferramenta é ligeiramente distinta para cada uma das partes:

1. **Impressão lateral – Esmaltagem (CALF 1 / CALF 2.1):** A máquina só apresenta um rolo principal, e funciona da seguinte forma, a tinta é colocada numa espécie de recipiente que se encontra por baixo do rolo, e este ao rodar entra em contato com a tinta presente no recipiente, que permite que o rolo imprima a cor na cápsula. Desta forma, é necessário limpar com diluente o seguinte: Rolo principal; Tinteiro; Rolos secundários; Reservatório e Cones.
2. **Impressão lateral – Offset (CALF 1 / CALF 2.2):** A máquina apresenta vários rolos e gravuras, e funciona da seguinte forma, a tinta é colocada num tinteiro para cada uma das gravuras a serem utilizadas (o número máximo de gravuras utilizadas foram 3), os rolos colocam a tinta na gravura e a gravura imprime na cápsula o desenho definido, com a cor e à altura pretendidos. Além desta impressão é possível colocar lacagem na cápsula, existindo um rolo só para esse efeito. Desta forma, é necessário limpar com diluente o seguinte: Vários rolos (cerca de 5 por cada gravura utilizada); Gravuras (número varia conforme o utilizado, até 5); Cones; Telas; Raspadores; Tinteiros (número varia conforme o utilizado, até 5).

Apesar de as máquinas funcionarem de forma diferente e a mudança ser distinta, esta é realizada em parte enquanto a máquina esvazia, ou seja, enquanto a máquina está em funcionamento.

No Anexo E apresentam-se as tabelas correspondentes ao processo de mudança de ferramenta da Impressão Lateral – CALF 1 Esmaltagem / CALF 2.1; CALF 1 Offset / CALF 2.2 – identificado o tipo de etapa e respetivo tempo. Como é possível verificar a partir das tabelas referidas, o tempo das etapas internas são sempre inferiores ao tempo das etapas externas, no entanto o tempo total da mudança é muito elevado. O tempo de mudança de ferramenta da Esmaltagem é 2.241 segundos (37 min e 21 seg) e do Offset é 3.083 segundos (51 min e 23 seg), para os quais 22% e 39% do tempo de mudança é efetuada com a máquina parada, respetivamente.

4.4.2. Converter etapas internas em externas

- PRENSA / ALONGAMENTO

Na mudança de ferramenta da Prensa, não foi possível converter etapas internas em externas, uma vez que as etapas internas que existem neste processo só são possíveis de serem executadas com a máquina parada. É de referir que a etapa “**Verificar duas chapas (alinhamento)**”, tem que ser executada com a máquina parada, pois tem como propósito verificar a qualidade da prensagem da chapa no início da produção, caso a máquina não fosse parada poderia resultar em chapas prensadas de forma errada e obtenção de sucata, ou seja, desperdício.

- RECARTILHADO E DISCO

Na mudança de ferramenta do Recartilhado e Disco, é possível converter etapas internas em externas, neste caso as etapas “**Fechar registos encomenda anterior**” e “**Fazer caixas**”. No caso do fecho dos registos, os funcionários ficaram de registar a hora final da encomenda e a quantidade de encomenda realizada, posterior à colocação dos discos (passaria a ser a etapa 8). No que diz respeito à realização das caixas para a encomenda seguinte, os funcionários ficaram de fazer caixas a mais para a encomenda anterior e assim desta forma este tempo é suprimido, realizando mais caixas quando a máquina já estiver a trabalhar. No caso de as caixas da nova encomenda serem diferentes da anterior, os funcionários alteram as caixas que tinham a mais posteriormente sem que o tempo de mudança de encomenda seja afetado.

- IMPRESSÃO LATERAL

Na mudança de ferramenta de ambas as partes da Impressão lateral, é possível converter etapas internas em externas. Para cada uma das partes, é possível verificar as etapas internas a serem convertidas:

1. **Impressão lateral – Esmaltagem (CALF 1 / CALF 2.1)**: No caso da primeira parte da máquina é possível verificar a partir da tabela no Anexo E, que as etapas internas que podem ser convertidas em externas são todas relacionadas com a limpeza da restante tinta presente na máquina e seus constituintes. Posto isto, uma das formas possíveis para reduzir o tempo de paragem da máquina (728 seg ou seja, 12 min e 8 seg) é realizar a etapa “**Colocar cápsulas velhas para teste**” e “**Colocar cápsulas novas (pré-forno)**” de forma consecutiva e logo que o forno esvazie (passariam a ser as etapas 13 e 14). Desta forma garantia-se a poupança de 480 seg (8 min) do tempo que a máquina se encontrava parada, pois esta estaria a ser preenchida de forma seguida com as cápsulas velhas e novas, enquanto se terminavam as limpezas da máquina. É de referir que a etapa “**Ajustar/afinar máquina**” não pode ser convertida de uma etapa interna para externa, uma vez que é necessário parar a máquina para verificar a qualidade da impressão e se está dentro dos parâmetros.

2. **Impressão lateral – Offset (CALF 1 / CALF 2.2):** No caso da segunda parte da máquina, e da mesma forma que a primeira parte, é possível verificar a partir da tabela no Anexo E, que as etapas internas que podem ser convertidas em externas são relacionadas com a limpeza da restante tinta presente na máquina e seus constituintes. Apesar da semelhança entre as duas partes da máquina, o tempo das etapas internas é superior ao da primeira parte, devido à maior quantidade de material envolvido neste tipo de impressão, que posteriormente tem de ser limpo. Posto isto, uma das formas possíveis para reduzir o tempo de paragem da máquina (1.080 seg ou seja, 18 min) é realizar a etapa **“Colocar cápsulas velhas para teste”** e **“Colocar cápsulas novas (pré-forno)”** de forma consecutiva e logo que o forno esvazie (passariam a ser as etapas 6 e 7). Desta forma garantia-se a poupança de 480 seg (8 min) do tempo que a máquina se encontrava parada, pois esta estaria a ser preenchida de forma seguida com as cápsulas velhas e novas, enquanto se terminavam as limpezas da máquina. É de referir que a etapa **“Ajustar/afinar máquina”** não pode ser convertida de uma etapa interna para externa, uma vez que é necessário parar a máquina para verificar a qualidade da impressão e se está dentro dos parâmetros.

4.4.3. Melhorar tempo de mudança de ferramenta

- PRENSA / ALONGAMENTO

Como é possível verificar nas tabelas do Anexo C, a etapa **“carregar chapas à mão”**, corresponde à etapa interna que despence mais tempo de paragem da máquina, cerca de 500 segundos (ou seja, 8 min e 20 seg). Desta forma para otimizar a mudança de ferramenta da Prensa, foi sugerido a realização do corte da chapa metálica sempre para paletes de ferro, pois desta forma garantia-se que o carregamento da plataforma da Prensa era executado num curto espaço de tempo. No entanto, tal só era exequível investindo em paletes de ferro com as medidas específicas da plataforma. Como a produção destas paletes de ferro é morosa e não vinham no intervalo de tempo do projeto efetuado, foi necessário intervir no sentido de reduzir o tempo de paragem da máquina. Assim foram dadas indicações aos funcionários no sentido de utilizar as paletes de ferro para todas as encomendas, mas no caso de não ser possível, utilizar as paletes de ferro para as encomendas de maior quantidade, e o carregamento à mão para encomendas com menor dimensão.

- RECARTILHADO E DISCO

De forma a minimizar o tempo de mudança da alteração dos discos, foi proposto à organização um aspirador, para que a etapa mais morosa **“Recolher discos à mão”** (170 seg, ou seja, 2 min e 50 seg) fosse realizada de uma forma mais fácil e automatizada. No entanto o orçamento para a compra do aspirador, com as características necessárias, foi considerado excessivo. Assim sendo,

a única forma de reduzir o tempo desta etapa era definir um método para que a troca manual fosse realizada de uma forma mais eficaz. O método proposto foi o seguinte:

1. Colocar a quantidade de discos conforme a quantidade da encomenda. Cada caixa de discos *Saranex* e *Tin Saran* apresentam cerca de 16.200 e 17.000 discos respectivamente, portanto uma encomenda de 50.000 cápsulas, no primeiro caso eram necessárias três caixas inteiras e uma parte da quarta (cerca de 400 discos), para o segundo caso seriam necessárias 3 caixas praticamente inteiras (menos 1.000 discos da última caixa).
2. Inserir os discos na bacia de alimentação da máquina, garantindo desta forma que não se perde o tempo inicial da inserção dos discos do tambor da máquina para as bacias, iniciando de imediato a preencher os canais dos discos automaticamente.
3. Eliminar a etapa “Soprar os dois canais dos discos”, utilizando a encomenda seguinte para esvaziar a máquina. Apesar de os discos serem distintos da encomenda, a máquina de visão artificial permite rejeitar as cápsulas com os discos diferentes, sendo cerca de 15 a 20 cápsulas, é possível substituir o disco à mão quando a máquina estiver a trabalhar, facilitando a troca dos discos.

- IMPRESSÃO LATERAL

Para ambas as partes da Impressão lateral, é possível minimizar o tempo de mudança. Para cada uma das partes, verificamos as etapas possíveis de serem otimizadas, tendo em conta a sua duração e possibilidade de melhoria.

1. **Impressão lateral – Esmaltagem (CALF 1 / CALF 2.1):** Na otimização da mudança de ferramenta da primeira parte da máquina da impressão lateral, conforme é possível verificar na tabela no Anexo E, foi necessário intervir em dois pontos específicos, quer na limpeza da máquina, quer na afinação da tinta. Estes dois pontos compreendem as etapas que dependem mais tempo na mudança de ferramenta, como “**Afinar tinta (nova encomenda)**” (300 seg, ou seja, 5 min) e as etapas 4 a 15 que correspondem à **limpeza da máquina** (858 seg, ou seja, 14 min e 18 seg). Para o tempo destas etapas ser reduzido era preciso ter em atenção, quer à organização das tintas e ao teste das tintas numa das cápsulas da encomenda, quer com a proximidade do material de limpeza (panos, pinceis e diluente) de cada uma das máquinas. Desta forma, ficou decidido aplicar a metodologia 5S na organização das latas de tinta, que permitiu aos trabalhadores que a procura e a posterior mistura entre tintas fosse realizada de uma forma mais eficaz, sem perder tempo à procura das latas de tinta necessárias. No que concerne à limpeza da máquina, foi necessário criar uma mesa para ambas as máquinas e assim permitir a colocação de todos os materiais de limpeza próximos dos funcionários, garantindo também um suporte para a limpeza do material, conforme o Anexo F.

2. **Impressão lateral – Offset (CALF 1 / CALF 2.2):** Na otimização da mudança de ferramenta da segunda parte da máquina da impressão lateral, conforme é possível verificar na tabela no Anexo E, foi necessário intervir em dois pontos específicos, quer na limpeza da máquina, quer na afinação da tinta. Assim como na primeira parte da máquina, os dois pontos referidos anteriormente compreendem as etapas que despendem mais tempo na mudança de ferramenta, como “**Afinar tinta (nova encomenda)**” e as etapas 4 a 10 que correspondem à **limpeza da máquina**. Posto isto, da mesma forma que na primeira parte da máquina, ficou decidido intervir na organização das tintas e na criação de um local e suporte para o material de limpeza (panos, pinceis e diluente) de cada uma das máquinas. Com isto, os benefícios foram comuns aos anteriores referidos, a procura e a afinação das tintas são realizadas mais eficazmente, assim como a possibilidade de acesso rápido dos materiais de limpeza da máquina e com um suporte para facilitar a limpeza, conforme Anexo F.

De salientar, que a etapa “**afinar gravura**” é uma etapa externa, pois o processo de procurar a gravura e colocar a mesma no rolo suplente é realizado previamente numa máquina colocada no posto, conforme o Anexo G. No entanto há uma possibilidade de reduzir mais este tempo, com a organização das gavetas onde se encontram as gravuras e películas. Uma vez que o número de gravuras e películas distintas deve rondar as 300 unidades, foi proposto o seguinte:

- Separar por cliente nacional / internacional as películas e gravuras existentes;
- Em cada caixa definir cliente nacional / internacional e letra inicial do respetivo cliente (por exemplo Sogrape: Nacional, letra S); pegando no exemplo dado, todos os clientes nacionais, iniciados pela letra S estariam naquela caixa.
- Associado a cada caixa com as gravuras, estaria uma mica de plástico com as películas respetivas, isto para garantir que as películas e as gravuras estariam sempre juntas, sem que fossem danificadas.

Este método de organização permitiria procurar as gravuras e as películas o mais rápido possível. Apesar de não ter sido aplicado, o método estaria prestes a ser implementado pela organização, estando suspenso devido à espera do material de apoio, como armários e caixas de plástico para não danificar o material.

Além do referido anteriormente, é preciso ter em consideração mais dois aspetos, ambos associados ao tempo de mudança das duas máquinas:

- No estudo da redução do tempo de limpeza das máquinas mais propostas surgiram: uma das proposta foi realizar a limpeza com dois operadores, um a limpar a máquina e outro as peças retiradas, no entanto devido aos poucos recursos e por cada operador ter uma máquina à sua responsabilidade, esta proposta não foi a avante. A outra proposta sugerida foi investir num novo reservatório de tinta e em mais rolos de gravuras (são necessários até 5 por

máquina, ou seja, 10 no total para ambas as máquinas), para fazer a substituição destes de uma forma instantânea, no entanto devido ao orçamento e por serem peças tão específicas, esta proposta também não foi considerada.

- Por fim, é necessário ter em conta que as etapas, “**Esvaziar a máquina**”, ou seja, a secagem das cápsulas no forno e a conseqüente saída das mesmas, “**Colocar cápsulas velhas**” e “**Colocar cápsulas novas (pré-forno)**”, apresentam tempo de mudança elevado (cerca de 1.240 seg, ou seja, 20 min e 40 seg). No entanto são etapas necessárias para se efetuar uma correta impressão na cápsula, pois permitem a secagem da cápsula antes e após a impressão, para além de que só desta forma é possível retirar e introduzir as cápsulas na máquina.

4.4.4. Resultados da implementação da metodologia

Na Tabela 7 são apresentados, com a respetiva comparação entre o diagnóstico inicial e a implementação da metodologia *SMED*, os resultados obtidos nas várias máquinas da produção:

Tabela 7 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para as máquinas de produção

Máquina	Tempo de mudança inicial (seg)	Tempo de mudança final (seg)	Melhoria	
			Tempo reduzido (seg)	% Tempo reduzido
Prensa/Alongamento	447	425	22	5%
Recartilhado e Disco	835	590	245	29%
Impressão lateral - Esmaltagem (CALF1; CALF2.2)	2.241	1.403	838	37%
Impressão lateral - Offset (CALF 1; CALF 2.2)	3.083	2.250	833	27%
TOTAL	6.606	4.668	1.938	29%

Os resultados verificados deveram-se às alterações que foram referidas anteriormente para cada uma das máquinas. Conforme o Anexo H, é possível verificar detalhadamente quais as etapas que foram alteradas, removidas e acrescentadas. Mas de uma forma geral, todas as máquinas apresentaram melhorias no tempo de mudança, sendo apresentadas nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 as etapas que foram melhoradas no processo de mudança de ferramenta de cada máquina.

Prensa/Alongamento

Tabela 8 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Prensa/Alongamento

Etapa alterada	Tempo de mudança inicial (seg)	Tempo de mudança final (seg)	Melhoria	
			Tempo reduzido (seg)	% Tempo reduzido
Carregar chapas	305	282	22	7%

A redução não foi muito significativa, mas como a mudança pode ser realizada mais de 10 vezes por dia (5 em cada máquina), no final de um mês de trabalho, supondo 23 dias de trabalho, teríamos uma poupança de 5.060 segundos, ou seja, cerca de 84 min – 1h24 min de trabalho.

De referir que o tempo de mudança corresponde à média entre a mudança de ferramenta realizada à mão e com o empilhador. Para além disto, o tempo de mudança de ferramenta poderá a vir ser mais reduzido com o uso das paletes de ferro e com o respetivo carregamento com o empilhador em todas as encomendas existentes.

Recartilhado e Disco

Tabela 9 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para o Recartilhado e Disco

Etapa alterada	Tempo de mudança inicial (seg)	Tempo de mudança final (seg)	Melhoria	
			Tempo reduzido (seg)	% Tempo reduzido
Soprar os dois canais dos discos	95	0	95	100%
Recolher discos à mão	170	80	90	53%
Inserir novos discos	90	60	30	33%
Fazer caixas	30	0	30	100%
TOTAL	385	140	245	64%

A redução do tempo de mudança da respetiva máquina, já foi considerada relevante. Como há possibilidade de existir uma mudança de ferramenta, pelo menos, duas vezes por dia (uma em cada máquina), no final de um mês de trabalho, supondo 23 dias de trabalho, teríamos uma poupança de 11.270 segundos, ou seja, cerca de 187 min – 3h07 min de trabalho.

De referir que a etapa “Fechar registos encomenda anterior” foi alterada para ser realizada enquanto a máquina está em funcionamento, ou seja, foi alterada de uma etapa interna para uma etapa externa.

Impressão Lateral – Esmaltagem (CALF 1; CALF 2.1)

Tabela 10 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Impressão Lateral - Esmaltagem

Etapa alterada	Tempo de mudança inicial (seg)	Tempo de mudança final (seg)	Melhoria	
			Tempo reduzido (seg)	% Tempo reduzido
Afinar tinta (nova encomenda)	300	278	22	7%
Limpar de uma forma mais profunda os rolos e a máquina	308	282	26	8%
Limpar reservatório	150	120	30	20%
Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	340	0	340	100%
Colocar cápsulas novas (pré-forno)	420	0	420	100%
TOTAL	1.518	680	838	55%

A redução do tempo de mudança foi extremamente positiva, tendo em conta que podem existir, pelo menos, duas mudanças diárias (uma em cada máquina), no final de um mês de trabalho, supondo 23 dias de trabalho, teríamos uma poupança de 38.548 segundos, ou seja, cerca de 642 min – 10h42 min de trabalho.

Ter em atenção que as etapas de limpeza foram todas convertidas para etapas externas, uma vez que enquanto a máquina esvazia e enche de cápsulas, as etapas eram realizadas.

Impressão Lateral – Offset (CALF 1; CALF 2.2)

Tabela 11 – Comparação dos tempos de mudança da situação inicial e final para a Impressão Lateral - Offset

Etapa alterada	Tempo de mudança inicial (seg)	Tempo de mudança final (seg)	Melhoria	
			Tempo reduzido (seg)	% Tempo reduzido
Afinar tinta	180	150	30	17%
Limpar telas	90	75	15	17%
Limpar rolos com duanol e raspador	336	317	19	6%
Limpar tinteiro com Mek e colocar tinteiro	72	63	9	13%
Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	340	0	340	100%
Colocar cápsulas novas (pré-forno)	420	0	420	100%
TOTAL	1.438	605	833	58%

Da mesma forma que a primeira parte da máquina da impressão lateral, a redução foi extremamente positiva, pois tendo em conta a possibilidade de se realizar diariamente duas mudanças de ferramenta (uma em cada máquina), no final de um mês de trabalho, supondo 23 dias de trabalho, teríamos uma poupança de 38.318 segundos, ou seja, cerca de 638 min – 10h38 min de trabalho.

Em termos gerais, analisando a Tabela 7, é verificável que a redução dos tempos de mudança das várias máquinas foram satisfatórios, pois foi possível reduzir em 29% do tempo de mudança inicial, que corresponde a 1.938 segundos, isto é, cerca de 32 minutos. Visualmente na Figura 27 é possível verificar e comparar o tempo de mudança de ferramenta das várias máquinas, para a situação inicial e final.

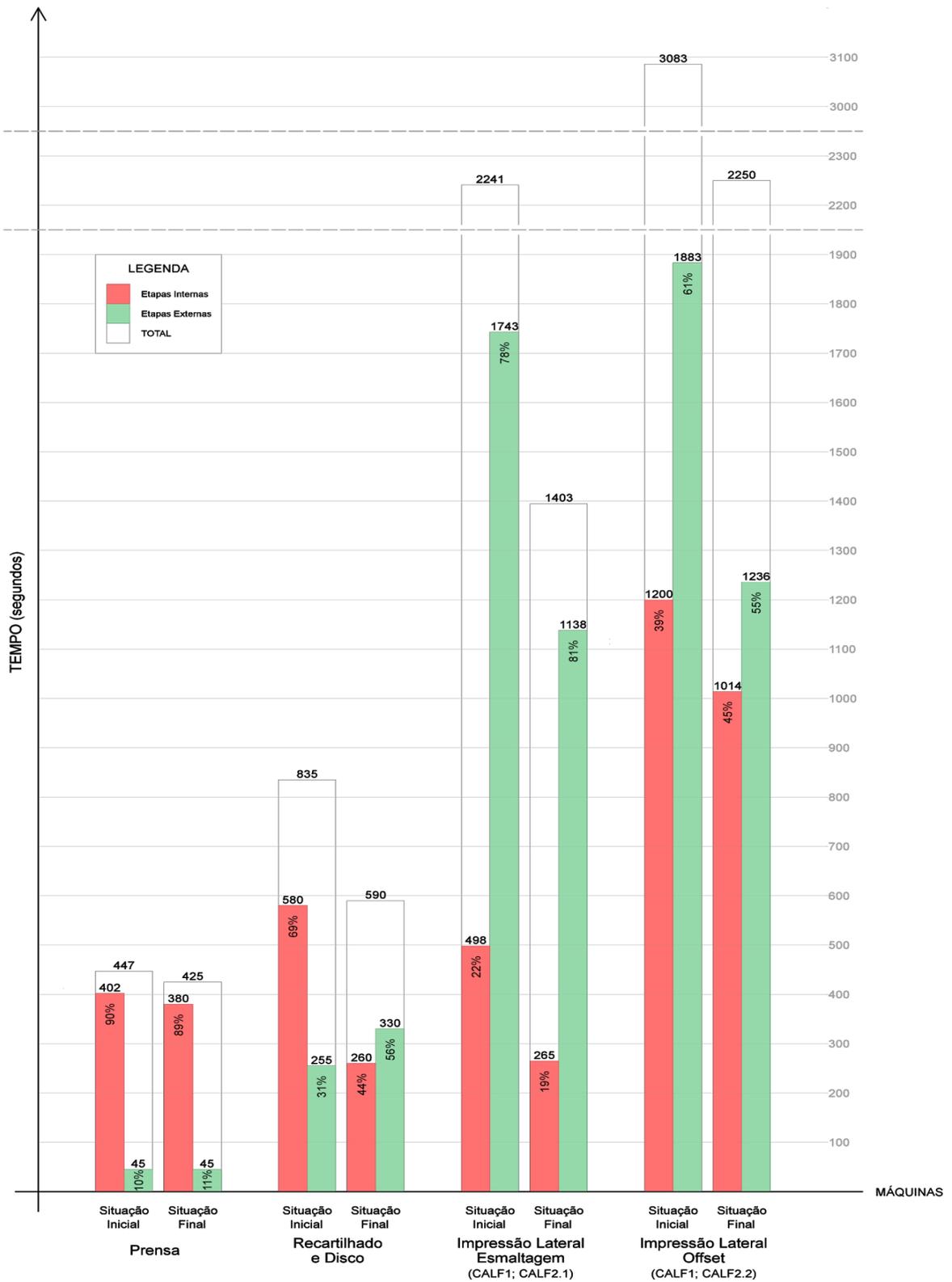


Figura 27 – Gráfico resumo das mudanças de ferramenta das principais máquinas de produção – Comparação da situação inicial e final

4.5. Discussão e Avaliação de resultados

Neste ponto do trabalho é feita a sintetização dos resultados, verificando a eficácia da aplicação das várias técnicas descritas na revisão de literatura.

Inicialmente no levantamento dos resultados, verificou-se que os principais problemas que surgiam na produção de cápsulas de rosca eram associados à desorganização do setor e dos postos de trabalho, assim como a fatores externos que provocam paragens nas várias máquinas de produção. Tendo em conta estes problemas, a revisão de literatura proposta nesta dissertação visou algumas técnicas *Lean*, tais como a metodologia 5S, gestão visual, *A3 Thinking* e o método *SMED*.

Após a revisão destas técnicas seguiu-se para a sua implementação no setor, de forma a resolver os problemas referidos. Os resultados obtidos por cada técnica foram os seguintes:

Metodologia 5S e Gestão Visual

Com a aplicação desta técnica foi possível definir todas as áreas necessárias no setor, libertando espaço de áreas consideradas supérfluas. De forma específica as vantagens retiradas foram as seguintes:

- Eliminação de *stocks*, quer de produto intermédio (chapas metálicas), quer de matéria-prima (caixas e discos).
- Locais de passagem para o empilhador bem definidos e garantia que o material auxiliar à produção e a matéria-prima não interrompem a sua passagem, como inicialmente ocorria.
- Definição de áreas e garantia que tudo tem o seu devido lugar, não ficando fora de sítio, nem em excesso.
- Postos de trabalho limpos, com a matéria-prima colocada próxima dos postos, sem que haja desta forma movimentações desnecessárias do material, reduzindo o risco de defeitos e excesso de material nos próprios postos.
- Organização, contabilização e identificação do excesso de produção, permitindo a redução deste excesso em 17% (339 para 281 caixas), sendo incorporado nas encomendas com o mesmo código do material.
- Área utilizada é cerca de 50% do setor, no entanto toda ela é útil.

A3 Thinking

Com a aplicação desta técnica foi possível verificar e quantificar as várias paragens que ocorriam nas máquinas da produção, sendo o ponto de partida para analisar este problema. Esta análise estruturada permitiu averiguar em que paragens e de que forma intervir. As paragens mais significativas e que foram tratadas, primeiro a falta de contentores, verificando através da simulação em *Arena Software* a quantidade de contentores a investir, a segunda foi a mudança de ferramenta das várias máquinas de produção, sendo necessária a aplicação do método *SMED* para a redução deste tempo.

Tempos de paragem

Inicialmente com a aplicação do método *SMED* foi possível reduzir um dos tempos de paragem comuns a todas as máquinas, o tempo de mudança de ferramenta. De forma específica as vantagens retiradas foram as seguintes:

- Alteração dos procedimentos *standards* de mudança de ferramenta.
- Maior simplicidade e facilidade na mudança de ferramenta.
- Redução do tempo de mudança para todas as máquinas de produção, garantindo desta forma mais tempo útil de produção. A redução foi de 29% do tempo inicial, ou seja, cerca de 32 minutos na soma do tempo de mudança de todas as máquinas de produção.

Para efeitos de comparação com a situação inicial, verificou-se os tempos de paragem entre **16/04/2015** e **14/05/2015 – 20 dias** (14h/dia, ou seja, 16.800 minutos por cada máquina, ou seja, 33.600 minutos para as máquinas das linhas de produção 1 e 2 e 50.400 minutos para as máquinas de impressão lateral) no final do projeto realizado. Os resultados obtidos para todas as máquinas da produção são apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14.

Tabela 12 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais na Prensa/Alongamento

PRENSA/ALONGAMENTO		Tempo paragem relativamente ao tempo total de produção			
Situação (tempo de produção)		Inicial		Final	
		min	%	min	%
Causa da paragem	Afinar máquina	1.905	5,7%	1.655	4,9%
	Limpeza	-	-	175	0,5%
	Manutenção	150	0,5%	165	0,5%
	Mudança de ferramenta	1.460	4,3%	1.750	5,2%
	Sem contentores	1.955	5,8%	-	-
	Sem funcionário	1.200	3,6%	910	2,7%
	Sem matéria-prima	215	0,6%	345	1,0%
Tempo de paragem total (min/%)		6.885	20,5%	5.000	14,8%

No que diz respeito à Prensa/Alongamento, é possível verificar que o tempo de paragem final foi mais reduzido (-5,7%), que o tempo de paragem inicial. De realçar que o tempo de paragem associado à falta de contentores na produção, deixou de existir com o investimento realizado em mais 15 destes contentores. Indicação retirada da simulação realizada em *Arena Software* do sistema de produção. Outro tempo de paragem em destaque é o tempo de mudança de ferramenta, que apesar de ter um aumento de 0,9%, isto é explicado pelo aumento de mudanças realizadas, sem que a rentabilidade seja afetada, conforme é visível no Anexo I, a rentabilidade foi crescente em termos médios para ambas as linhas de produção.

Tabela 13 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais no Recartilhado e Disco

RECARTILHADO E DISCO		Tempo paragem relativamente ao tempo total de produção			
Situação (tempo de produção)		Inicial		Final	
		min	%	min	%
Causa da paragem	Afinar máquina	620	1,8%	765	2,3%
	Limpeza	30	0,1%	80	0,2%
	Manutenção	180	0,5%	140	0,4%
	Mudança de ferramenta	1.570	4,7%	1.520	4,5%
	Sem funcionário	760	2,3%	185	0,6%
	Sem cápsulas	3.035	9,0%	2.440	7,3%
	Prioridade de encomenda	70	0,2%	-	-
Tempo de paragem total (min/%)		6.265	18,6%	5.130	15,3%

No que diz respeito ao Recartilhado e Disco, é possível verificar que o tempo de paragem final foi mais reduzido (-3,3%), que o tempo de paragem inicial. Com particular desta que para o tempo de paragem associado à falta de cápsulas, este tempo deve-se à diferença da capacidade de produção da impressão lateral e as máquinas do recartilhado e disco, que apesar de continuar a existir, este tempo reduziu 1,7%, após um melhor planeamento e controlo da produção. Outro tempo de paragem em destaque é o tempo de mudança de ferramenta, que apresentou uma diminuição de 0,2%, sendo este tempo explicado pela aplicação do método *SMED*, apesar do aumento de mudanças realizadas, conforme é possível verificar nas tabelas de rentabilidade no Anexo J, a qual foi crescente em termos médios para ambas as linhas de produção.

Tabela 14 – Comparação dos tempos de paragem iniciais e finais na Impressão Lateral

IMPRESSÃO LATERAL		Tempo paragem relativamente ao tempo total de produção			
Situação (tempo de produção)		Inicial		Final	
		min	%	min	%
Causa da paragem	Afinar máquina	840	1,7%	1575	3,1%
	Limpeza	1370	2,7%	1215	2,4%
	Manutenção	890	1,7%	-	-
	Mudança de ferramenta	1040	2,1%	1590	3,2%
	Sem funcionário	310	0,6%	-	-
	Aquecimento	1395	2,8%	1400	2,8%
Tempo de paragem total (min/%)		5845	11,6%	5780	11,5%

No que diz respeito à Impressão Lateral, é possível verificar que o tempo de paragem final foi mais reduzido (-0,1%), que o tempo de paragem inicial. Com particular desta que para o tempo de mudança de ferramenta, que apresentou um aumento de 1,1%, sendo este tempo explicado pelo aumento de utilização da nova máquina de produção, com particular destaque para a CALF 2.2, que funcionou consecutivamente todos os dias da situação final, conforme é possível verificar nas tabelas de rentabilidade no Anexo K. De salientar que as paragens devido à manutenção e por não ter funcionário foram eliminadas, pois a primeira foi realizada enquanto as máquinas estavam paradas sem encomendas e a segunda devido a um melhor planeamento, garantindo sempre a presença de um operador por máquina.

Análise financeira

- Implementações

Tabela 15 – Análise financeira das implementações realizadas

Melhoria	Custos (€)	Ganhos (€)
Redução do excesso de produção (339 para 281 caixas)	-	35€ (1000 cápsulas) x 58 caixas (1000 cápsulas) = 2.030 €
Eliminação da paragem devido a falta de contentores (investimento em 15 contentores)	122,45 € x 15 contentores = 1.836,75 €	<u>Qtd. Linha 1:</u> (1.185/60)h x 28.500 cápsulas/h <u>Qtd. Linha 2:</u> (770/60)h x 29.700 cápsulas/h (40€/1000 cápsulas) x 944.025 cápsulas = 37.761 €
Melhoria do processo de limpeza nas máquinas de impressão lateral (investimento em 4 mesas de apoio)	300 € + 8h (um operador)	-
Reafecção das áreas e Aproveitamento de 2 estantes para organização das latas de tinta	Não é facilmente quantificável, mas verificou-se um ganho considerável na procura das latas de tinta e de outras matérias-primas	

Como é possível verificar a partir da Tabela 15, que resume as implementações, os ganhos verificados são muito superiores ao valor dos custos ou investimentos realizados, isto é, investiu-se **2.136€ e 8h de operação**, para obter um ganho de **39.791€**.

Analisando ponto a ponto da tabela anterior é possível verificar o seguinte:

- Ao analisar o excesso de produção e introdução dos artigos similares consoante as encomendas que surgiram, houve uma redução de 58 caixas em *stock*, isto per fez um ganho de 2.030€. Tendo em conta que não houve custos, o saldo é totalmente positivo.
- O investimento em 15 contentores após uma simulação gerada no *Arena Software*, teve um custo associado de 1.836,75€. No entanto ao permitir que a paragem associada à falta de contentores fosse eliminada, levou a um ganho significativo de 37.761€.
- Com a aplicação do *SMED* nas máquinas de impressão lateral, verificou-se que um ponto a melhorar era referente à limpeza da máquina e seus constituintes. Com isto, foi necessário investir em 4 mesas de apoio, para apoiarem a limpeza e aproximar os materiais de limpeza das respetivas máquinas. O custo associado foi de 300€ e 8h de mão-de-obra, tendo em conta que foi realizado por um operador da organização. O ganho é difícil de quantificar, no entanto o objetivo das mesas foi cumprido.

- A reafecção das áreas de todo o setor, foi difícil de quantificar a nível de custos e ganhos, uma vez que apenas se organizou o setor consoante as áreas que eram necessárias no mesmo. No entanto a área das tintas estava desorganizada, tendo sido necessário utilizar duas estantes, que estavam paradas no setor, garantindo desta forma que a procura pelas latas de tinta fosse realizada de uma forma mais rápida e eficaz.

- Produtividade

Tabela 16 – *Análise financeira da produtividade das máquinas*

Máquina	Início (20 dias: 23/Jan – 23/Fev)	Fim (20 dias: 16/Abril – 14/Maio)	Diferença (Quantidade / %)	Diferença (€)
Linha 1 Prensa / Alongamento	Quantidade inic. = 4.129.100 cápsulas	Quantidade final = 5.016.210 cápsulas	+887.110 cápsulas (+21%)	40€/1.000 cápsulas = +35.484,40 €
Linha 2 Prensa / Alongamento	Quantidade inic. = 4.692.440 cápsulas	Quantidade final = 6.263.467 cápsulas	+1.571.027 cápsulas (+33%)	(40€/1.000 cápsulas) = +62.841,08 €
Linha 1 Recartilhado e Disco	Quantidade inic. = 4.629.875 cápsulas	Quantidade final = 4.823.132 cápsulas		
Linha 2 Recartilhado e Disco	Quantidade inic. = 4.306.500 cápsulas	Quantidade final = 5.894.468 cápsulas		
Impressão Lateral – CALF1	Quantidade inic. = 2.438.100 cápsulas	Quantidade final = 2.062.125 cápsulas		
Impressão Lateral – CALF2.1	Quantidade inic. = 1.755.300 cápsulas	Quantidade final = 1.353.148 cápsulas		
Impressão Lateral – CALF2.2	Quantidade inic. = 2.893.600 cápsulas	Quantidade final = 3.405.430 cápsulas		

Como é possível verificar na Tabela 16, com a análise à produtividade das máquinas do setor de produção de cápsulas de rosca, é facilmente perceptível que em termos gerais a produtividade aumentou. Este aumento de produtividade é facilmente verificado nas duas primeiras máquinas, pois são estas que permitem a formação da cápsula (Prensa / Alongamento) e que são obrigatórias na produção, isto é, etapas por onde passam todas as cápsulas de rosca.

As variações de produção do momento inicial para o momento final são explicadas da seguinte forma:

- **Prensa /Alongamento:** Melhoria no planeamento e controlo da produção, melhor definição das encomendas a produzir, garantindo que haviam sempre encomendas para que as máquinas não estivessem paradas;

Melhoria na utilização das paletes de ferro, dando prioridade às encomendas de maior quantidade, permitindo poupar tempo nas mudanças de ferramenta de ambas as linhas de produção;

Eliminação da paragem por falta de contentores, o investimento permitiu que ambas as linhas deixassem de parar por falta de contentores, como já referido anteriormente.

- **Recartilhado e Disco:** Melhoria no planeamento e controlo da produção, da mesma forma que nas máquinas anteriores, garantindo que as paragens por falta de cápsulas e pela falta de funcionário fossem reduzidas.

- **Impressão Lateral:** Melhoria no planeamento e controlo da produção, da mesma forma que nas máquinas anteriores, neste caso com uma maior afetação e distribuição das encomendas, conforme a preparação das máquinas. Neste caso, a produção destas máquinas deriva do número de encomendas que exigem personalização ou impressão nas cápsulas de rosca;
Eliminação da paragem por falta de funcionário, tendo por base a distribuição de operadores, para que estas máquinas nunca ficassem isoladas.

Ao realizar uma análise aos custos e ganhos, consoante a durabilidade dos investimentos e dos ganhos, ou seja, investimentos realizados uma vez e com um ganho esporádico ou investimentos a longo prazo para obter um ganho constante, obteve-se o seguinte:

- Ano 1: Investimento de **2.136€ e 8h de operação**, com um ganho de **98.325,48€** (estando incluído o ganho com os contentores, pois refletiu-se na produtividade das máquinas de ambas as linhas de produção).

- Anos seguintes: Investimento consoante os **projetos futuros**, espera-se um ganho **superior** ao do Ano 1, com automatização do planeamento e controlo da produção, diminuição dos tempos de paragens e flexibilidade para as várias máquinas, sendo medidas com impacto na produtividade das máquinas.

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas no projeto, realizado na empresa de produção de cápsulas, a Américo Coelho Relvas Sucrs., S.A., assim como algumas limitações do referido projeto e posteriormente propostas para implementação no futuro com o intuito de continuar a melhoria da produção.

5.1. *Conclusões gerais e Limitações*

Na organização, o projeto foi desenvolvido ao nível do setor de produção das cápsulas de rosca. Este setor é relativamente recente, com cerca de 10 anos, e apresentava alguma desorganização com influência na produção, excesso de produção e paragens das máquinas devido a diversos fatores.

Após a perceção dos problemas que afetavam a organização, a filosofia *Lean* teve um papel preponderante na perspetiva da sua resolução. Tendo em conta que este tipo de filosofia tem como principal objetivo minimizar os desperdícios e a criação de maior valor, foi o que se pretendeu com a aplicação de técnicas como a metodologia 5S, gestão visual e o método *SMED* diretamente ao setor de produção. Com a aplicação destas técnicas foi possível atingir os objetivos propostos, que eram a organização do setor de produção e dos postos de trabalho, assim como a redução dos fatores que provocam paragens nas várias máquinas da produção, mais precisamente a falta de contentores e as mudanças de ferramenta que afetavam todas as máquinas de produção.

Posto isto, é preciso considerar que este projeto deve ser o início da mudança na organização, o qual poderá a vir ser reavaliado e melhorado futuramente. Seguindo o ciclo *PDCA* e procurando sempre a melhoria contínua dentro da organização.

Apesar dos objetivos cumpridos é necessário ter em conta alguns aspetos positivos e outros menos positivos que se sucederam no desenvolvimento deste projeto. Os aspetos considerados positivos foram: a abertura das organizações para a oportunidade de desenvolvimento de projetos no seio das mesmas, dando desta forma uma experiência profissional a alunos, que futuramente será uma base importante para os mesmos; aplicação dos conceitos teóricos num ambiente industrial, demonstrando os resultados, dificuldades, vantagens e desvantagens da sua implementação; perceção de que as organizações dão valor aos alunos, pois aceitam com muito grande parte das suas propostas. As limitações ou os aspetos considerados negativos foram: o reduzido número de vezes que a gestão de topo se apresentou perante o projeto, sendo complicado apresentar os vários momentos deste projeto; a reduzida especificidade do projeto inicialmente proposto; o tempo considerado reduzido, tendo em conta a introdução de uma nova máquina enquanto o projeto estava a meio termo, sendo necessário reformular grande parte do

projeto. Apesar destes aspetos serem considerados menos positivos, acabou por permitir o desenvolvimento da autonomia e a desenvoltura por parte do responsável pelo projeto.

5.2. *Projetos futuros*

Os projetos identificados e que poderiam ser implementados futuramente são:

- Tratamento dos restantes fatores que influenciam as paragens das máquinas, ou seja, as causas que ainda ocorrem com frequência são:
 - Afinar as máquinas, ou seja, pequenos ajustes que ocorrem em todas as máquinas de produção;
 - Falta de funcionário pontualmente na Prensa/Alongamento, e no Recartilhado e Disco;
 - Falta de chapas de alumínio e cápsulas na Prensa/Alongamento, e no Recartilhado e Disco respetivamente;
 - Aquecimento dos fornos da Impressão Lateral.

- Alteração do *layout* do setor de cápsulas de rosca, com duas propostas distintas:
 1. Retirar máquinas inativas do setor de produção: Máquina de impressão de topo e lateral – ROTAFLEX; Máquina de impressão lateral – APEX; Forno; *Conveyor* (Fig. 28 a).
 - Definição de novas áreas para contentores, permitindo a proximidade destes ainda mais às máquinas de produção.
 2. Retirar as máquinas inativas do setor de produção como na proposta anterior; Alterar formato linha de produção 1: colocar Prensa, Impressão de topo, Alongamento e Recartilhado e Disco a formar um U (Fig. 28 b).
 - Ocupação do espaço “morto” atrás da impressão lateral (CALF 2).
 - Proximidade entre a Prensa e o Alongamento, uma vez que só trabalha um operador nestas duas máquinas.
 - Proximidade do Recartilhado e Disco da área de encomendas saldadas: o trajeto a realizar com as encomendas é diminuído.
 - Maior facilidade de abastecimento das máquinas da linha 1 com matéria-prima: próximas do corredor do empilhador.
 - Maior facilidade para recolher a sucata da máquina do Alongamento da linha 1: próxima do corredor do empilhador.

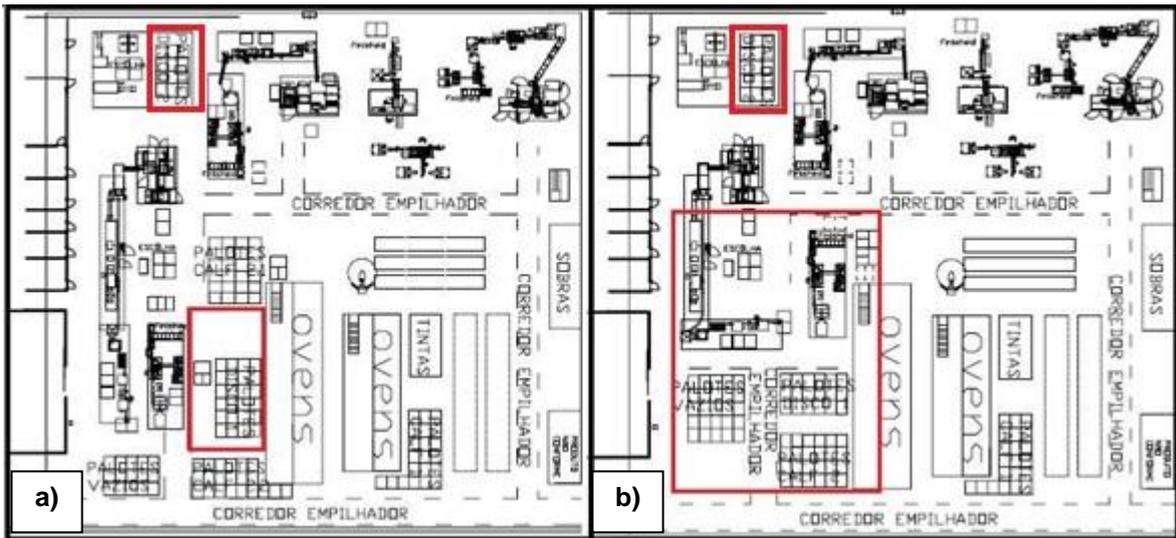


Figura 28 – Novos Layouts: a) Proposta 1 b) Proposta 2

- Formação dos trabalhadores de forma a tornar a produção mais flexível:
 - Realizar matriz de competências dos operadores;
 - Formar operadores para que saibam trabalhar em qualquer posto, caso necessário;
 - Capacidade para todos os trabalhadores realizar a manutenção e substituir peças sem dependência de ninguém.
- Adotar sistema de planeamento e controlo da produção para:
 - Redução dos papéis nos postos de trabalho;
 - Melhor planeamento da produção: a ordem das encomendas encontra-se no *software*;
 - Maior controlo da produção: verificar a cada instante encomendas realizadas e em atraso.
 - Redução de *Stocks* existentes: matéria-prima e produto acabado.

Análise financeira dos projetos futuros

Na Tabela 17 são indicados os custos necessários para implementação dos futuros projetos, de forma a entender o necessário para atingir a viabilidade económica.

Tabela 17 – Análise financeira dos projetos futuros

Proposta	Custos (€)
Investimento em 3 paletes de ferro	260 € x 3 paletes de ferro = 780 €
Aproveitamento de armário e investimento em caixas de plástico para organização das películas e gravuras	Custo irrelevante
Retirar máquinas inutilizadas do centro do setor	Custo de movimentação das máquinas (Grua e mão-de-obra)
Alterar o local das máquinas da Linha 1 de produção (Alongamento; Recartilhado e Disco)	Custo de movimentação das máquinas e Custo de paragem
Formar operadores para todos os postos (matriz de competências)	Custo de formação
Adotar sistema de planeamento e controlo de produção	Por estimar

No que diz respeito aos ganhos com estas implementações, temos para o investimento nas paletes uma redução do tempo de mudança de ferramenta na Prensa / Alongamento de **38%** face tempo de mudança inicial (os 447 segundos iniciais, passa a 277 segundos); ao retirar as máquinas inutilizadas do centro do setor é possível poupar **56,09 m²**, isto é, 2.2% da área total, permitindo ainda que a proposta “Alterar o local das máquinas da Linha 1 de produção” possa ir a avante. Em relação às outras propostas são apresentadas as suas vantagens anteriormente.

Ao realizar uma análise aos custos e ganhos, consoante a durabilidade dos investimentos e dos ganhos, ou seja, investimentos realizados uma vez e com um ganho esporádico ou investimentos a longo prazo para obter um ganho constante, obteve-se o seguinte:

- Propostas de investimento e retorno imediato: investimento em 3 paletes de ferro; investimento em caixas de plástico para organização das películas e gravuras; retirar máquinas inutilizadas do setor.
- Propostas de investimento imediato e retorno contínuo: o investimento na alteração das máquinas da linha 1 é feito de forma imediata, isto é, realizado apenas uma vez parando as máquinas e movimentando-as para a posição referida. No entanto o retorno será de acordo com a produtividade das máquinas, ou seja, de uma forma contínua, à medida que os operadores se habituem à proximidade das máquinas.
- Propostas de investimento e retorno contínuo: formação contínua dos operadores para tornar a produção mais flexível, colmatando as competências em falta; adotar sistema de produção para garantir um maior controlo e melhorar produtividade das máquinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ablanedo-Rosas, J. H., & Alidaee, et al. (2010). Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations. *International Journal of Production Research*, 4, 7063–7087. <http://doi.org/10.1080/00207540903382865>
- Anderson, J. S., Morgan, J. N., & Williams, S. K. (2011). Using Toyota's A3 Thinking for Analyzing MBA Business Cases. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 9(2), 275–285. <http://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2011.00308.x>
- Balci, O. (1994). Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *Annals of Operations Research*, 53, 121–173.
- Carreira, B. (2005). *Lean manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits*. (AMACOM, Ed.). New York.
- Early, T. (2015). Lean 6S; 5S + Safety. Retrieved from <http://leanmanufacturingtools.org/210/lean-6s-5s-safety/>
- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. *PhD Interdisciplinary Journal*, 127 – 133. Retrieved from http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03_2013_18-falkowski.pdf
- Flinchbaugh, J. (2012). *A3 Problem Solving: Applying Lean Thinking*. Lean Learning Center. Retrieved from <http://leanpub.com/a3problemsolving>
- Gupta, S., Kumar, S., Gupta, S., Kumar, S., Bayo-moriones, A., Bello-pintado, A., ... Kobayashi, K. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 73–88.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace - The Sourcebook for 5S implementation*. New York: Productivity Press.
- Imai, M. (1986). *Kaizen – The Key to Japan's Competitive Success*. New York.
- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., & Tanco, M. (2013). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52, 1755–1770. <http://doi.org/10.1080/00207543.2013.848482>
- Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 52, 4574–4586. <http://doi.org/10.1080/00207543.2013.878481>
- Kelleher, K., Garhart, C., & Dam, L. (1995). *Cause-and-effect diagrams: Plain and Simple*. Joiner Associates.
- Kumar, B. S., & Abuthakeer, S. S. (2012). Implementation of lean tools and techniques in an automotive industry. *Journal of Applied Sciences*, 12, 1032–1037. <http://doi.org/10.3923/jas.2012.1032.1037>

- Law, A. M. (2003). How to conduct a successful simulation study. In *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*. (pp. 66–70). IEEE. <http://doi.org/10.1109/WSC.2003.1261409>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2004). *The Toyota way - 14 management principles the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- MacInnes, R. L. (2002). *The Lean Enterprise - Memory jogger*. (C. Kingery, Ed.) (1st ed.). GOAL/QPC.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <http://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Cambridge.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. (Lidel, Ed.) (6th ed.). Lisboa.
- Ross, G. (2014). Lean Kaizen: Visual Management. Retrieved from <http://www.leankaizen.co.uk/visual-management.html>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Shook, J. (2008). *Managing to learn: Using the A3 management process*.
- Singh, V. K. (2013). PDCA Cycle: A Quality Approach. *The Journal of Management Sciences*, 89 – 96. Retrieved from <http://www.ujms.open-journal.com/index.php/UJMS/article/viewFile/17/16>
- Sobek, D. K., & Smalley, A. (2008). *Understanding A3 thinking: A Critical component of Toyota's PDCA Management System*.
- Stages, C. (2013). SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIES. Retrieved from <http://www.leanproduction.com/smed.html>
- Van Vliet, V. (2012). 5 times why (Toyoda). Retrieved from <http://www.toolshero.com/problem-solving/5-times-why-toyoda/>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: HarperCollins Publishers.

ANEXOS

Anexo A - Tabelas da capacidade de produção das principais máquinas de produção

Máquina	Amostras (seg)	Média (seg)	Tempo de ciclo (seg)	Capacidade de produção por hora (cápsulas)
Linha 1 Prensa	6,22	6,226	0,1132	31.802
	6,31			
	6,16			
	6,22			
	6,25			
	6,26			
	6,15			
	6,25			
	6,22			
	6,22			
Linha 1 Alongamento	1010,87	1008,063	0,1260	28.570
	1045,93			
	1000,25			
	1038,24			
	984,22			
	982,4			
	1004,76			
	1000,03			
	978,87			
	1035,06			
Linha 1 Recartilhado e Disco	142,22	146,761	0,1223	29.436
	142,75			
	142,32			
	142,4			
	152,57			
	155,19			
	158,41			
	143,41			
	144,65			
	143,69			

Máquina	Amostras (seg)	Média (seg)	Tempo de ciclo (seg)	Capacidade de produção por hora (cápsulas)
Linha 2 Prensa	5,85	5,855	0,1065	33.817
	6,03			
	5,81			
	5,79			
	5,82			
	5,91			
	5,97			
	5,93			
	5,72			
	5,72			
Linha 2 Alongamento	978,81	967,924	0,1210	29.754
	954,85			
	959,56			
	954,87			
	985,25			
	957,31			
	980,82			
	957,2			
	958,00			
	992,57			
Linha 2 Recartilhado e Disco	143,78	143,845	0,1199	30.032
	143,47			
	143,97			
	143,34			
	144,75			
	143,77			
	144,94			
	142,87			
	144,68			
	142,88			

Máquina	Amostras (seg)	Média (seg)	Tempo de ciclo (seg)	Capacidade de produção por hora (cápsulas)
Impressão lateral - CALF	1771,71	1796,978	0,2246	16.027
	1763,36			
	1810,34			
	1793,49			
	1808,39			
	1803,32			
	1788,76			
	1804,25			
	1814,89			
	1811,27			
Impressão lateral - CALF 2.1	1603,22	1592,279	0,1991	18.087
	1580,62			
	1585,78			
	1605,02			
	1618,45			
	1597,32			
	1581,79			
	1608,34			
	1583,91			
	1558,34			
Impressão lateral - CALF 2.2	1572,22	1595,697	0,1995	18.049
	1584,62			
	1575,78			
	1589,35			
	1591,47			
	1609,05			
	1611,89			
	1612,09			
	1607,63			
	1602,87			

Anexo B - Tabelas das causas e dos tempos de paragens das principais máquinas de produção

Causa da paragem	Prensa/Alongamento (Linha 1)		Prensa/Alongamento (Linha 2)		Total geral		
	Tempo perdido (min)	Produção possível	Tempo perdido (min)	Produção possível	Tempo perdido (min)	Produção possível	% Tempo paragem
Afinar máquina	930	441.750	975	482.625	1.905	924.375	27,7%
Manutenção	-	-	150	74.250	150	74.250	2,2%
Mudança de ferramenta	515	244.625	945	467.775	1.460	712.400	21,2%
Sem contentores	1.185	562.875	770	381.150	1.955	944.025	28,4%
Sem funcionário	780	370.500	420	207.900	1.200	578.400	17,4%
Sem matéria-prima	-	-	215	106.425	215	106.425	3,1%
Total Geral	3.410	1.619.750	3.475	1.720.125	6.885	3.339.875	100%

Causa da paragem	Recartilhado e Disco (Linha 1)		Recartilhado e Disco (Linha 2)		Total geral		
	Tempo perdido (min)	Produção possível	Tempo perdido (min)	Produção possível	Tempo perdido (min)	Produção possível	% Tempo paragem
Afinar máquina	255	124.950	365	182.500	620	307.450	9,9%
Limpeza	30	14.700	-	-	30	14.700	0,5%
Manutenção	-	-	180	90.000	180	90.000	2,9%
Mudança de ferramenta	685	335.650	885	442.500	1.570	778.150	25,1%
Sem funcionário	270	132.300	490	245.000	760	377.300	12,1%
Sem cápsulas	1.200	588.000	1.835	917.500	3.035	1.505.500	48,4%
Prioridade de encomenda	-	-	70	35.000	70	35.000	1,1%
Total Geral	2.440	1.195.600	3.825	1.912.500	6.265	3.108.100	100%

Causa da paragem	CALF 1		CALF 2.1		CALF 2.2		Total geral		
	Tempo perdido (min)	Produção possível	% Tempo paragem						
Afinar máquina	240	120.000	325	162.500	275	137.500	840	420.000	14,4%
Limpeza	420	210.000	390	195.000	560	280.000	1.370	685.000	23,4%
Manutenção	460	230.000	260	130.000	170	85.000	890	445.000	15,2%
Mudança de ferramenta	415	207.500	190	95.000	435	217.500	1.040	520.000	17,8%
Sem funcionário	-	-	60	30.000	250	125.000	310	155.000	5,3%
Aquecimento	465	232.500	390	195.000	540	270.000	1.395	697.500	23,9%
Total Geral	2.000	1.000.000	1.615	807.500	2.230	1.115.000	5.845	2.922.500	100%

Anexo C – Tabelas da situação inicial da mudança de ferramenta da Prensa/Alongamento

PRENSA / ALONGAMENTO – Carregamento à mão				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Baixar plataforma elevatória	interna	37	5,8%
2	Carregar chapas à mão	interna	500	77,9%
3	Verificar duas chapas (alinhamento)	interna	60	9,3%
4	Ativar conveyor	externa	15	2,3%
5	Abrir registos nova encomenda	externa	30	4,7%
			642	100%

Legenda

	Apenas para Linha 1
--	---------------------

PRENSA / ALONGAMENTO – Carregamento com empilhador				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Baixar plataforma elevatória	interna	37	14,7%
2	Retirar palete de ferro	interna	30	11,9%
3	Carregar palete de ferro	interna	80	31,7%
4	Verificar duas chapas (alinhamento)	interna	60	23,8%
5	Ativar conveyor	externa	15	6,0%
6	Abrir registos nova encomenda	externa	30	11,9%
			252	100%

Legenda

	Apenas para Linha 1
	Uso do empilhador

Anexo D - Tabela da situação inicial da mudança de ferramenta do Recartilhado e Disco

RE CARTILHADO E DISCO				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Esvaziar máquina / Reset	externa	120	14,4%
2	Fechar registos encomenda anterior	interna	75	9,0%
3	Soprar os dois canais dos discos	interna	95	11,4%
4	Recolher discos à mão	interna	170	20,4%
5	Inserir novos discos	interna	90	10,8%
6	Ligar sistema da máquina/visão artificial	interna	60	7,2%
7	Fazer caixas	interna	30	3,6%
8	Carregar máquina com cápsulas	interna	60	7,2%
9	Teste e afinar visão artificial	externa	60	7,2%
10	Fazer teste da calibragem	externa	18	2,2%
11	Fazer teste da medição do torque	externa	22	2,6%
12	Recolher amostras da encomenda	externa	5	0,6%
13	Abrir registos nova encomenda	externa	30	3,6%
			835	100,0%

Anexo E - Tabelas da situação inicial da mudança de ferramenta da Impressão Lateral

CALF 1 Esmaltagem / CALF 2.1				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado	% Tempo mudança
1	Afinar tinta (nova encomenda)	externa	300	13,4%
2	Desligar flamadores em funcionamento	externa	10	0,4%
3	Esvaziar máquina	externa	480	-
4	Separar rolos	externa	20	0,9%
5	Baixar reservatório de tinta	externa	5	0,2%
6	Limpar rolo principal	externa	90	4,0%
7	Retirar tinta do tinteiro	externa	60	2,7%
8	Limpar tinteiro	externa	20	0,9%
9	Substituir tinta do tinteiro por diluente	externa	15	0,7%
10	Subir reservatório com tinteiro para entrar em contacto com os rolos	externa	5	0,2%
11	Limpar com pincel partes mais específicas e lavar rolos	externa	127	5,7%
12	Retirar reservatório e tinteiro	externa	38	1,7%
13	Limpar de uma forma mais profunda os rolos e a máquina	externa / interna	100 + 208	13,7%
14	Limpar reservatório (pano e mek)	interna	150	6,7%
15	Limpar cones	interna	20	0,9%
16	Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	externa	340	15,2%
17	Colocar tinta nova encomenda	externa	193	8,6%
18	Colocar cápsulas novas (pré-forno)	externa	420	18,7%
19	Ajustar/afinar máquina (tinta)	interna	120	5,4%
			2.241	100,0%

Legenda:

	Etapa realizada em simultâneo com as seguintes – tempo não contabilizado para a mudança
	Etapa realizada em parte com a máquina em funcionamento (externa), e outra parte com a máquina parada (interna)

CALF 1 Offset / CALF 2.2				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Afinar tinta	externa	180	5,8%
2	Afinar gravura	externa	230	7,5%
3	Esvaziar máquina	externa	480	-
4	Limpar rolo Lacagem	externa	240	7,8%
5	Limpar cones	externa	136	4,4%
6	Retirar tinta/tinteiros (3)	externa / interna	104 / 376	15,6%
7	Retirar gravuras (3)	interna	206	6,7%
8	Limpar telas	interna	90	2,9%
9	Limpar rolos com duanol e raspador (1)	interna	336	10,9%
10	Limpar tinteiro com Mek e colocar tinteiro (1)	interna	72	2,3%
11	Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	externa	340	11,0%
12	Colocar nova gravura	externa	40	1,3%
13	Colocar tinta nova encomenda	externa	193	6,3%
14	Colocar cápsulas novas (pré-forno)	externa	420	13,6%
15	Afinar máquina (tinta/gravura na máquina)	interna	120	3,9%
			3.083	100,0%

Legenda:

	Etapa realizada em simultâneo com as seguintes – tempo não contabilizado para a mudança
	Etapa realizada em parte com a máquina em funcionamento (externa), e outra parte com a máquina parada (interna)

Anexo F – Imagens do material de limpeza da Impressão Lateral



Anexo G - Imagem do material da Impressão Lateral (Em cima: gravuras, máquina de afinar gravura; Em baixo: telas, rolos para esmaltagem)



Anexo H – Tabelas da situação final das mudanças de ferramenta das principais máquinas de produção

PRENSA / ALONGAMENTO – Carregamento à mão				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Baixar plataforma elevatória	interna	37	6,47%
2	Carregar chapas	interna	430	75,17%
3	Verificar duas chapas (alinhamento)	interna	60	10,49%
4	Ativar conveyor	externa	15	2,62%
5	Abrir registos nova encomenda	externa	30	5,24%
			572	100%

Legenda

	Apenas para Linha 1
	Etapa com tempo mais reduzido, realizada em encomendas com menor quantidade

PRENSA / ALONGAMENTO – Carregamento com empilhador				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Baixar plataforma elevatória	interna	37	13,36%
2	Retirar palete de ferro	interna	40	14,44%
3	Carregar chapas	interna	95	34,30%
4	Verificar duas chapas (alinhamento)	interna	60	21,66%
5	Ativar conveyor	externa	15	5,42%
6	Abrir registos nova encomenda	externa	30	10,83%
			277	100%

Legenda

	Apenas para Linha 1
	Uso do empilhador

RECARTILHADO E DISCO				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Esvaziar máquina / Reset	externa	120	14,40%
2	Soprar os dois canais dos discos	interna	-	-
3	Recolher discos à mão	interna	80	20,40%
4	Inserir novos discos	interna	60	10,80%
5	Ligar sistema da máquina/visão artificial	interna	60	7,20%
6	Fazer caixas	interna	-	-
7	Carregar máquina com cápsulas	interna	60	7,20%
8	Fechar registos encomenda anterior	externa	75	9,00%
9	Teste e afinar visão artificial	externa	60	7,20%
10	Fazer teste da calibragem	externa	18	2,20%
11	Fazer teste da medição do torque	externa	22	2,60%
12	Recolher amostras da encomenda	externa	5	0,60%
13	Abrir registos nova encomenda	externa	30	3,60%
			590	100,00%

Legenda

	Etapa interna convertida em etapa externa
	Etapa removida do processo
	Etapa com tempo mais reduzido

CALF 1 Esmaltagem / CALF 2.1				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado	% Tempo mudança
1	Afinar tinta (nova encomenda)	externa	278	19,81%
2	Desligar flamadores em funcionamento	externa	10	0,71%
3	Esvaziar máquina	externa	480	-
4	Separar rolos	externa	20	1,43%
5	Baixar reservatório de tinta	externa	5	0,36%
6	Limpar rolo principal	externa	90	6,41%
7	Retirar tinta do tinteiro	externa	60	4,28%
8	Limpar tinteiro	externa	20	1,43%
9	Substituir tinta do tinteiro por diluente	externa	15	1,07%
10	Subir reservatório com tinteiro para entrar em contacto com os rolos	externa	5	0,36%
11	Limpar com pincel partes mais específicas e lavar rolos	externa	127	9,05%
12	Retirar reservatório e tinteiro	externa	38	2,71%
13	Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	externa	50	-
14	Colocar cápsulas novas (pré-forno)	externa	420	-
15	Limpar de uma forma mais profunda os rolos e a máquina	externa	282	20,10%
16	Limpar reservatório (pano e mek)	externa	120	8,55%
17	Limpar cones	externa	20	1,43%
18	Colocar tinta nova encomenda	externa / interna	48 / 145	13,76%
19	Ajustar/afinar máquina (tinta)	interna	120	8,55%
			1.403	100,00%

Legenda:

	Etapa realizada em simultâneo com as seguintes – tempo não contabilizado para a mudança
	Etapa realizada em parte com a máquina em funcionamento (externa), e outra parte com a máquina parada (interna)
	Etapa interna convertida em etapa externa
	Etapa com tempo mais reduzido

CALF 1 Offset / CALF 2.2				
Nº ETAPA	Etapas	Tipo de etapa (interna/externa)	Tempo utilizado (seg)	% Tempo mudança
1	Afinar tinta	externa	150	6,67%
2	Afinar gravura	externa	230	10,22%
3	Esvaziar máquina	externa	480	-
4	Limpar rolo Lacagem	externa	240	10,67%
5	Limpar cones	externa	136	6,04%
6	Colocar cápsulas velhas para teste (5/6 bacias)	externa	50	-
7	Colocar cápsulas novas (pré-forno)	externa	420	-
8	Retirar tinta/tinteiros (3)	externa	480	21,33%
9	Retirar gravuras (3)	interna	206	9,16%
8	Limpar telas	interna	75	3,33%
9	Limpar rolos com duanol e raspador (1)	interna	317	14,09%
10	Limpar tinteiro com Mek e colocar tinteiro (1)	interna	63	2,80%
12	Colocar nova gravura	interna	40	1,78%
13	Colocar tinta nova encomenda	interna	193	8,58%
15	Afinar máquina (tinta/gravura na máquina)	interna	120	5,33%
			2.250	100,00%

Legenda:

	Etapa realizada em simultâneo com as seguintes – tempo não contabilizado para a mudança
	Etapa interna convertida em etapa externa
	Etapa com tempo mais reduzido

**Anexo I – Tabelas resumo da rentabilidade da Prensa/Alongamento
(Linha 1 e 2)**

Linha 1 Prensa e Alongamento				
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
55%	53%	17%	69%	78%
55%	63%	24%	50%	51%
37%	78%	45%	53%	65%
70%	59%	40%	58%	53%
45%	53%	44%	57%	73%
64%	58%	74%	69%	34%
61%	63%	58%	60%	65%
72%	55%	37%	60%	63%
53%	15%	46%	77%	68%
57%	38%	28%	65%	71%
61%	64%	68%	70%	68%
58%	64%	56%	49%	77%
35%	41%	61%	58%	81%
43%	58%	41%	75%	45%
70%	58%	67%	59%	
33%	56%	69%	66%	
36%	64%	15%	76%	
	41%	27%	49%	
	14%	64%	64%	
		60%		
		64%		
		83%		
53%	52%	49%	62%	64%

Linha 2 Prensa e Alongamento				
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
54%	69%	68%	63%	77%
54%	59%	67%	58%	81%
61%	56%	67%	65%	73%
80%	44%	70%	73%	83%
74%	38%	37%	74%	77%
83%	67%	20%	62%	73%
68%	38%	82%	68%	73%
77%	59%	66%	76%	68%
78%	55%	73%	78%	48%
77%	58%	65%	78%	72%
83%	40%	71%	79%	68%
79%	54%	60%	66%	67%
70%	52%	67%	85%	77%
59%	56%	58%	78%	76%
57%	70%	77%	79%	
61%	68%	77%	80%	
55%	37%	74%	75%	
	60%	78%	75%	
	59%	69%	80%	
		50%		
		29%		
		24%		
69%	55%	61%	73%	72%

As percentagens presentes nas tabelas correspondem aos dias de produção no setor de cápsulas de rosca. O valor foi retirado através dos relatórios de produção realizados desde que a nova máquina de impressão lateral iniciou o seu funcionamento no setor, ou seja, Janeiro de 2015.

**Anexo J – Tabelas resumo da rentabilidade do Recartilhado e Disco
(Linha 1 e 2)**

Linha 1 Recartilhado e disco					Linha 2 Recartilhado e disco				
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
33%	70%	50%	67%	51%	71%	53%	43%	59%	66%
55%	54%	50%	64%	58%	53%	48%	6%	65%	78%
76%	34%	51%	56%	54%	46%	64%	56%	29%	55%
62%	56%	51%	60%	72%	69%	48%	47%	72%	83%
52%	63%	57%	76%	63%	28%	37%	35%	71%	70%
81%	62%	45%	66%	66%	51%	56%	77%	75%	68%
75%	61%	73%	50%	57%	72%	46%	22%	69%	65%
86%	64%	76%	64%	28%	74%	53%	41%	63%	78%
30%	62%	78%	58%	71%	61%	24%	50%	65%	70%
65%	62%	46%	65%	58%	80%	22%	57%	50%	47%
51%	62%	67%	62%	89%	76%	74%	51%	78%	64%
66%	69%	65%	77%	67%	67%	36%	43%	56%	71%
21%	68%	66%	51%	76%	70%	55%	71%	64%	76%
33%	45%	59%	76%	73%	69%	54%	72%	77%	75%
63%	85%	50%	62%		63%	40%	52%	86%	
52%	53%	65%	41%		51%	58%	69%	85%	
57%	41%	34%	37%		36%	53%	74%	55%	
	48%	66%	58%			51%	65%	81%	
	58%	66%	65%			42%	67%	75%	
		78%					49%		
		57%					47%		
		50%					22%		
56%	59%	59%	61%	63%	61%	48%	51%	67%	69%

As percentagens presentes nas tabelas correspondem aos dias de produção no setor de cápsulas de rosca. O valor foi retirado através dos relatórios de produção realizados desde que a nova máquina de impressão lateral iniciou o seu funcionamento no setor, ou seja, Janeiro de 2015.

