



**Melhoria de Eficiência Operacional numa Fábrica de Transformação
de Carne Através de Metodologias *Lean***

João Gabriel Vidal Ferreira do Amaral

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Amílcar José Martins Arantes

Júri

Presidente: Professor Miguel Simões Torres Preto

Orientador: Professor Amílcar José Martins Arantes

Arguente: Professor Diogo Cunha Ferreira

Novembro 2021

RESUMO

Num mercado sujeito a uma tendência crescente para a globalização, existe no mundo empresarial uma grande competitividade entre empresas do mesmo setor, e a consequente necessidade de melhoria de resultados torna-se cada vez mais evidente. Este facto e o recente aumento de consumo de carne em Portugal, originam na Empresa A, uma empresa líder no setor pecuário, uma pressão para alcançar resultados de excelência.

A metodologia *Lean* apresenta-se como resposta a esta necessidade, tendo sido provada na sua eficácia na redução de custos operacionais e no aumento de produtividade. Como tal, a Empresa A, produtora de produtos à base de carne, empregou os serviços dos Kaizen Institute de modo a desenvolver um projeto *Lean* no âmbito da sua unidade de transformação de carne em Torres Novas, com o objetivo de melhorar as respetivas operações.

A presente dissertação aborda a aplicação de conceitos e ferramentas *Lean* numa linha de produção da secção Novilho da unidade da Empresa A, de modo a aumentar a sua produtividade e reduzir a percentagem de quebras no processo da linha.

As metodologias aplicadas na linha em questão resultaram num aumento de produtividade de 24%, através da remoção de desperdício associado à quantidade de operadores afetos à linha, e numa redução de percentagem quebras de 45%, recorrendo a uma resolução estruturada de problemas para identificar e mitigar as causas-raiz do problema.

Os princípios de melhoria abordados neste documento resultaram num benefício anual de 181k€ para a Empresa A.

Palavras-chave: Lean, Kaizen, Pull Planning, Melhoria Contínua

ABSTRACT

In a market subject to a growing trend towards globalization, there is in the business world a great competitiveness between companies in the same sector, and the consequent need for improvement of results becomes increasingly evident. This fact and the recent increase in meat consumption in Portugal, originate in Company A, a leading company in the livestock sector, a pressure to achieve excellent results.

The Lean methodology presents itself as a response to this need, having been proven effective in reducing operational costs and increasing productivity. As such, Company A, producer of meat-based products, employed the services of Kaizen Institute to develop a Lean project within its meat processing plant in Torres Novas, with the objective of improving its operations.

This dissertation addresses the application of Lean concepts and tools in a production line in the Bovine section of Company A's plant, in order to increase its productivity and reduce the percentage of breaks in the line's process.

The methodologies applied to the line resulted in a productivity increase of 24%, by removing the waste associated with the number of operators assigned to the line, and a reduction of percentage breaks of 45%, by using structured problem solving to identify and mitigate the root causes of the problem.

The improvement principles addressed in this paper resulted in an annual benefit of €181k for Company A.

Keywords: Lean, Kaizen, Pull Planning, Continuous Improvement

ÍNDICE

Resumo.....	i
Abstract	ii
Índice	iii
Lista de figuras	vi
Lista de tabelas.....	vii
Lista de Equações	viii
Acrónimos.....	ix
1 Introdução.....	1
1.1 Contextualização e Motivação	1
1.2 Objetivos da Dissertação.....	1
1.3 Metodologia da Dissertação.....	2
1.4 Estrutura Da Dissertação.....	2
2 Caracterização do Problema.....	4
2.1 Introdução.....	4
2.2 Empresa A	4
2.2.1 Contextualização	4
2.2.2 Fluxo de Produção.....	5
2.2.3 Secção Novilho	6
2.3 Kaizen Institute.....	7
2.3.1 Contextualização	7
2.3.2 <i>Kaizen Business System</i>	8
2.3.3 <i>Kaizen Change Model</i>	9
2.3.4 <i>Quality, Cost & Delivery</i>	10
2.4 Contextualização do Problema - Geral.....	11
2.4.1 Aumento de Produtividade Global	11
2.4.2 Redução de Quebras.....	13
2.4.3 Desenvolvimento de uma Cultura de Melhoria Contínua.....	13
2.5 Contextualização do Problema – Novilho	13

2.5.1	Linha 6	14
2.6	Conclusões do Capítulo.....	15
3	Revisão de Literatura	17
3.1	O Pensamento <i>Lean</i>	17
3.1.1	Valor	18
3.1.2	Desperdício	18
3.1.3	Fluxo Contínuo	20
3.1.4	Sistema Pull.....	20
3.1.5	Procura pela Perfeição.....	21
3.2	Metodologias Lean	21
3.2.1	Pull Planning.....	21
3.2.2	Kaizen	23
3.3	Ferramentas Lean	24
3.3.1	<i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	24
3.3.2	Relatório A3	25
3.3.3	<i>Mizusumashi</i>	27
3.3.4	<i>Single-Minute Exchange of Dies (SMED)</i>	28
3.3.5	<i>Standard Work</i>	29
3.3.6	<i>Layout Design</i>	30
3.4	Metodologia a Aplicar.....	30
3.4.1	Análise da Situação Atual - Passos 1, 2 & 3.....	31
3.4.2	Implementação de Soluções - Passos 4, 5, 6 & 7.....	31
3.4.3	Discussão de Resultados - Passos 8 & 9.....	32
3.5	Conclusões do Capítulo.....	32
4	Análise Situação Atual.....	34
4.1	Fase de Diagnóstico	34
4.1.1	Passo 1 – Contextualização do Problema	34
4.1.2	Passo 2 – Descrição da Situação Atual.....	35
4.1.3	Passo 3 – Identificação do Objetivo.....	38
4.2	Aumento de Produtividade	39

4.2.1	Passo 1 – Contextualização do Problema	39
4.2.2	Passo 2 – Descrição da Situação Atual.....	40
4.2.3	Passo 3 – Identificação do Objetivo.....	43
4.3	Redução de Quebras.....	45
4.3.1	Passo 1 - Contextualização do Problema	45
4.3.2	Passo 2 - Descrição da Situação Atual.....	45
4.3.3	Passo 3 - Identificação do Objetivo	47
5	Implementação de Soluções	48
5.1	Aumento de Produtividade	48
5.1.1	passo 4 – Análise de CAusas Raiz do Problema	48
5.1.2	Passo 5 – Identificação de Contramedidas	58
5.1.3	Passo 6 – Teste de Soluções.....	62
5.1.4	Passo 7 – Implementação de Standards e Atualização do Plano de Ações.....	64
5.2	Redução de Quebras.....	66
5.2.1	Passo 4 - Análise de CAusas Raiz do Problema.....	66
5.2.2	Passo 5 – Identificação de Contramedidas	68
5.2.3	Passo 6 - Teste de Soluções.....	69
5.2.4	Passo 7 – Implementação de Standards e Atualização do Plano de Ações.....	71
6	Discussão de Resultados	74
6.1	Aumento de Produtividade	74
6.1.1	Passo 8 – Confirmação de Objetivos.....	74
6.1.2	Passo 9 – Análise de Lições Aprendidas.....	76
6.2	Redução de QUEbras	76
6.2.1	Passo 8 – Confirmação de Objetivos.....	76
6.2.2	Passo 9 – Análise de Lições Aprendidas.....	77
6.3	Comentário sobre o Resultado Geral.....	78
7	Sobre o Envolvimento do Autor no Projeto do KI.....	79
8	Conclusão.....	80
	Referências	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas de negócio da Empresa A.....	4
Figura 2 - Estrutura organizacional da unidade de Torres Novas.....	5
Figura 3 - Fluxo de produção da unidade de Torres Novas.....	6
Figura 4 - Organização da secção Novilho.....	6
Figura 5 - Significado de Kaizen (<i>Kaizen Institute, 2021</i>).....	7
Figura 6 - Kaizen Business System (<i>Kaizen Institute, 2021</i>).....	8
Figura 7 - Os 3 métodos do KCM (<i>Kaizen Institute, 2021</i>).....	9
Figura 8 - As ferramentas do QCD (<i>Kaizen Institute, 2021</i>).....	10
Figura 9 - Processos da Linha 6.....	15
Figura 10 - Estrutura da revisão de literatura.....	17
Figura 11 - Diagrama de <i>Ishikawa</i>	26
Figura 12 - Metodologia a aplicar.....	31
Figura 13 - VSM da unidade de Torres Novas.....	36
Figura 14 - <i>Layout</i> de operadores na categoria 'Jardineira'.....	42
Figura 15 - <i>Layout</i> de operadores na categoria 'Bifes'.....	42
Figura 16 - <i>Layout</i> de operadores na família A.....	50
Figura 17 - Processo de produção da família A.....	50
Figura 18 - <i>Yamazumi</i> inicial da família A.....	52
Figura 19 - <i>Yamazumi</i> inicial da família B.....	54
Figura 20 - <i>Layout</i> de operadores na família C.....	55
Figura 21 - Processo de produção da família C.....	56
Figura 22 - <i>Yamazumi</i> inicial da família C.....	57
Figura 23 - <i>Yamazumi</i> inicial da família D.....	58
Figura 24 - Solução planeada para processo de remoção de carne da fatiadora.....	60
Figura 25 - <i>Yamazumi</i> final da família A.....	62
Figura 26 - <i>Yamazumi</i> final da família B.....	63
Figura 27 - <i>Yamazumi</i> final da família C.....	63
Figura 28 - <i>Yamazumi</i> final da família D.....	64
Figura 32 - Norma <i>Line Design</i> para família D.....	65
Figura 33 - Quadro Controlo Horário para a linha 6.....	65
Figura 34 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> para quebras na linha 6.....	66
Figura 35 - Norma de escolha de programas da fatiadora B36.....	72
Figura 36 - Norma de verificação de troca de lâmina da B36.....	72
Figura 37 - Norma do procedimento de preparação de jardineira.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da produção de Novilho	14
Tabela 2 - <i>Baseline</i> de produtividade da unidade de Torres Novas.....	38
Tabela 3 - <i>Baseline</i> de percentagem de quebras da unidade de Torres Novas.....	38
Tabela 4 - Objetivo de melhoria de produtividade para a unidade de Torres Novas	38
Tabela 5 - Objetivo de melhoria de quebras para a unidade de Torres Novas	39
Tabela 6 - Produtividade inicial da linha 6	40
Tabela 7 - OEE da linha 6	41
Tabela 8 - Alocação inicial de operadores aos processos da linha 6	42
Tabela 9 - Média de operadores alocados à linha 6 durante um turno.....	42
Tabela 10 - Objetivo de melhoria de produtividade da linha 6.....	44
Tabela 11 - Percentagem de quebras inicial da linha 6	46
Tabela 12 - Percentagem atualizada de quebras da secção Novilho.....	46
Tabela 13 - Percentagem de quebras inicial por família.....	46
Tabela 14 - Objetivo de melhoria de quebras.....	47
Tabela 15 - Objetivo horário de produção por família	59
Tabela 16 - Projeção da alteração da alocação de operadores aos processos da linha 6.....	62
Tabela 17 - Percentagem inicial de quebras devido à lâmina da fatiadora	67
Tabela 18 - Percentagem inicial de quebras na balança.....	68
Tabela 19 - Percentagem inicial de quebras na preparação de jardineira.....	68
Tabela 20 - Projeção do impacto de troca diária da lâmina da fatiadora	69
Tabela 21 - Definição de programas da fatiadora por artigo	70
Tabela 22 - Percentagem quebras após implementação de soluções devido à lâmina da fatiadora	71
Tabela 23 - Percentagem de quebras após implementação de soluções devido a cortes na balança	71
Tabela 24 - Percentagem de quebras após implementação de soluções devido a cortes excessivos na preparação de jardineira.....	71
Tabela 25 - Comparação de percentagem de quebras entre semana 18 e a semana 20	71
Tabela 26 - Melhoria de produtividade alcançada	74
Tabela 27 - Benefício monetário anual devido à redução de operadores alocados à linha 6.....	75
Tabela 28 - Percentagem final de quebra na linha 6s.....	76
Tabela 29 - Melhoria de percentagem de quebras	77
Tabela 30 - Benefício monetário anual da redução de quebras.....	77
Tabela 31 - Benefício total do trimestre na linha 6	78

LISTA DE EQUAÇÕES

(1) Cálculo de Produtividade	11
(2) Produtividade.....	37
(3) Percentagem de Quebras	38
(4) OEE	40
(5) Disponibilidade.....	41
(6) Rendimento.....	41
(7) Qualidade.....	41

ACRÓNIMOS

A – Nome dado à empresa do caso de estudo, por motivos de confidencialidade

CIP – Cleaning in Process

EPEI – Every Part Every Interval

FIFO – First in, First out

GQCDM – Growth, Quality, Cost, Delivery and Motivation

JIT – Just-in-time

LM – Nome dado às linhas de enchimento da Empresa A

KBS – Kaizen Business System

KCM – Kaizen Change Management

KD – Kaizen Diário

KICG – Kaizen Institute Consulting Group

KI – Kaizen Institute

SKU – Stock Keeping Unit

MP – Matéria-prima

MTO – Make-to-order

MTS – Make-to-stock

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PDCA – Plan-Do-Check-Act

PM – Nome dado aos reatores da Empresa A

QCD – Quality, Cost and Delivery

SDCA – Standardize-Do-Check-Act

SMED – Single Minute Exchange of Die

SS – Stock de Segurança

SSI - Sourcing and Suppliers Improvement

SW – Standard Work

TFM – Total Flow Management

TPM – Total Productive Maintenance

TQM – Total Quality Management

TSM – Total Service Management vi

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Progress

1 INTRODUÇÃO

O presente documento insere-se no âmbito da cadeira de Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, pertencente ao Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, no Instituto Superior Técnico. Neste capítulo é feita uma introdução ao trabalho realizado neste documento, com base em quatro vertentes: a contextualização do problema e motivação, os objetivos do projeto, a metodologia adotada e a estrutura do documento.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO

A Empresa A dedica-se à comercialização de carnes e produtos à base de carne. Em Portugal, é líder no setor agroalimentar da carne, produzindo em grandes quantidades, e sendo fornecedora de alguns dos maiores retalhistas em Portugal, como a Jerónimo Martins, Sonae e a Macro.

A produção da Empresa A passa pela criação de animais até ao embalamento da carne, trata-se de um processo altamente sujeito a desperdício de produto, e uma vez que empresas que operam na comercialização de carnes sofrem constante pressão de competidores e dos próprios clientes, implementações de métodos que reduzam este desperdício são procurados e valorizados.

Neste contexto, surge como resposta o pensamento *Lean*, uma metodologia usada para colmatar os problemas de eficiência nas empresas através da redução de custos. Essa redução de custos resultante da eliminação de desperdícios é alcançada com a participação de todos os colaboradores, desde o *top management* até ao operador de fábrica.

De modo a implementar um sistema *Lean* na sua unidade de transformação de carne, a Empresa A recorreu ao Kaizen Institute, uma consultora com uma vasta experiência na implementação de culturas de melhoria contínua e na ajuda de líderes a atingirem os seus objetivos de melhoria de performance, que através das suas metodologias próprias trabalha para atingir resultados.

1.2 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

O objetivo da presente dissertação de mestrado é, numa linha da secção Novilho da empresa em questão, obter o aumento da produtividade e a redução da percentagem de quebras, usando metodologias e ferramentas Lean. Assim, o trabalho divide-se nos seguintes grupos:

- Apresentação do Kaizen Institute e dos seus processos e metodologias de melhoria contínua;
- Apresentação da Empresa A e dos problemas específicos das linhas de produção da secção Novilho;
- Revisão de Literatura sobre as metodologias e ferramentas *Lean* adequadas ao problema;
- Apresentação da situação inicial da Empresa A face ao problema abordado;

- Demonstração de soluções implementadas de modo a melhorar os valores definidos no grupo anterior;
- Avaliação dos dados finais e comparação com os dados iniciais.

1.3 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

A metodologia adotada no desenvolvimento desta dissertação é composta pelas 4 etapas apresentadas de seguida:

1. Caracterização das Empresas Envolvidas

Aqui são apresentadas a Empresa A, no âmbito da qual se insere o problema a ser abordado, e o Kaizen Institute, consultora que presta auxílio da resolução do problema.

2. Apresentação do Problema da Empresa A

A situação atual da Empresa A é analisada em detalhe, tal como o seu funcionamento e o problema que se pretende resolver.

3. Revisão da Literatura & Desenvolvimento de uma Metodologia a Aplicar

Através de uma pesquisa extensiva a livros e artigos científicos, são expostos os principais conceitos essenciais à resolução do problema por uma abordagem *Lean*. Por fim, faz-se uma ligação entre os temas *Lean* abordados na Revisão da Literatura e o problema concreto da Empresa A, propondo uma metodologia a aplicar na sua resolução.

4. Análise da Situação Inicial da Empresa A

O caso enfrentado pela Empresa A é concretizado e detalhado. É apresentado o âmbito de cada problema a resolver, é definido o ponto de partida para caso de estudo e é discutido o objetivo e visão futura para cada uma das iniciativas a implementar.

5. Implementação de Soluções

O processo de resolução de problemas é apresentado com detalhe, percorrendo análise de causas raiz, a discussão de contramedidas a adotar e os resultados dos testes de soluções.

6. Discussão de Resultados

O impacto das iniciativas é analisado relativamente aos indicadores definidos como métricas relevantes e aos ganhos monetários resultantes das ações de melhoria.

7. Conclusão

É feita uma reflexão no trabalho realizado e no sucesso da aplicação dos conceitos *Lean* ao problema em questão, com base nos resultados obtidos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O projeto apresenta a seguinte estrutura:

- **Capítulo 1: Introdução**

Apresenta-se a contextualização do problema a analisar, os objetivos da dissertação, a metodologia aplicada e a estrutura do mesmo.

- **Capítulo 2: Caracterização do Problema**

Desenvolve-se o problema a ser abordado e o contexto em que se insere, através de uma descrição da Empresa A, detentora do problema, da sua atividade e situação atual, e do Kaizen Institute, que presta o serviço de consultoria, analisando o seu funcionamento, filosofia e modelo de operações.

- **Capítulo 3: Revisão de Literatura**

Abordam-se os conceitos principais do pensamento *Lean*, as metodologias que dele derivam e possíveis ferramentas a ser aplicadas no contexto da Empresa A. Desenvolve-se ainda uma possível metodologia a aplicar no contexto da Empresa A, resolvendo o problema existente com recurso aos temas elaborados no capítulo.

- **Capítulo 4: Análise da Situação Atual**

Neste capítulo, são percorridos os passos 1 a 3 de 9 passos do relatório A3, para cada uma das iniciativas de melhoria a implementar. No passo 1, define-se o âmbito de cada iniciativa. No passo 2, é analisada a situação inicial de cada problema a abordar. No passo 3, são definidos objetivos para cada iniciativa de melhoria.

- **Capítulo 5: Implementação de Soluções**

É feito um relato das soluções implementadas relativamente a cada um dos problemas enfrentados. São percorridos os passos 4 a 7 do Diagrama A3. No passo 4, faz-se uma análise das causas-raiz de cada problema. No passo 5, são discutidas soluções para os mesmos. No passo 6, essas mesmas soluções são testadas. No passo 7, são implementadas normas para cada solução.

- **Capítulo 6: Discussão de Resultados**

Neste capítulo, é averiguado o impacto das soluções implementadas. Percorrem-se os passos 8 e 9 do A3 de 9 passos. No passo 8, analisa-se os resultados obtidos relativamente ao cumprimento dos objetivos definidos no passo 3. No passo 9, são retiradas conclusões sobre lições aprendidas na aplicação das iniciativas de melhoria, de modo a reforçar um comportamento de melhoria contínua.

- **Capítulo 7: Sobre o Envolvimento do Autor no Projeto do KI**

Neste capítulo, faz-se um esclarecimento do envolvimento do autor relativamente à implementação das iniciativas descritas, no âmbito de um estágio realizado no Kaizen Institute.

- **Capítulo 8: Conclusão**

Faz-se uma reflexão sobre o trabalho realizado e o impacto das soluções implementadas, averiguando retrospectivamente a aplicabilidade de fundamentos *Lean* ao caso em questão.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados o *Kaizen Institute Consulting Group* e a Empresa A (cujo verdadeiro nome não será divulgado, por razões de confidencialidade) relativamente à sua história, estrutura e funcionamento. A apresentação destas duas empresas permite contextualizar o problema a resolver, detalhado no fim deste capítulo.

2.2 EMPRESA A

2.2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Empresa A, presente no setor de atividade pecuária há mais de 40 anos, dedica-se à produção e comercialização de carnes e produtos à base de carne, atuando em Portugal e no mercado internacional com um conjunto de marcas reputadas. Através do controlo integrado da cadeia de abastecimento, a Empresa A cria os seus animais em explorações, os quais alimenta, seleciona, abate e transforma. Atualmente é uma das maiores comercializadoras de carnes e produtos à base de carne em Portugal e conta com presenças em mais de 30 países em quatro continentes.

A empresa atua em 3 áreas de negócio e todas elas se complementam (Figura 1). A criação dos animais, o abate dos animais e a transformação de matéria prima em produto final.

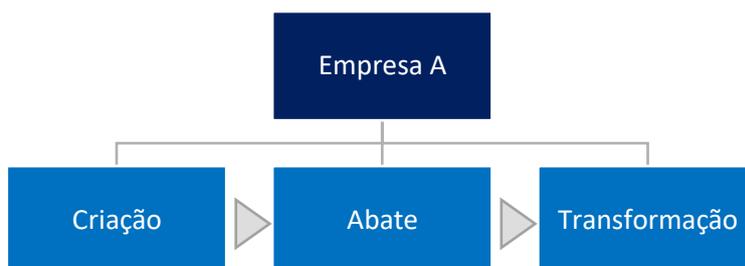


Figura 1 - Áreas de negócio da Empresa A

A presente dissertação foca-se na melhoria das operações na área de transformação da empresa A. Atualmente, a Empresa A tem duas unidades de transformação, um deles dedicado a frescos e outro a transformados. No âmbito desta dissertação, focar-nos-emos na unidade de transformação de frescos, localizada em Torres Novas.

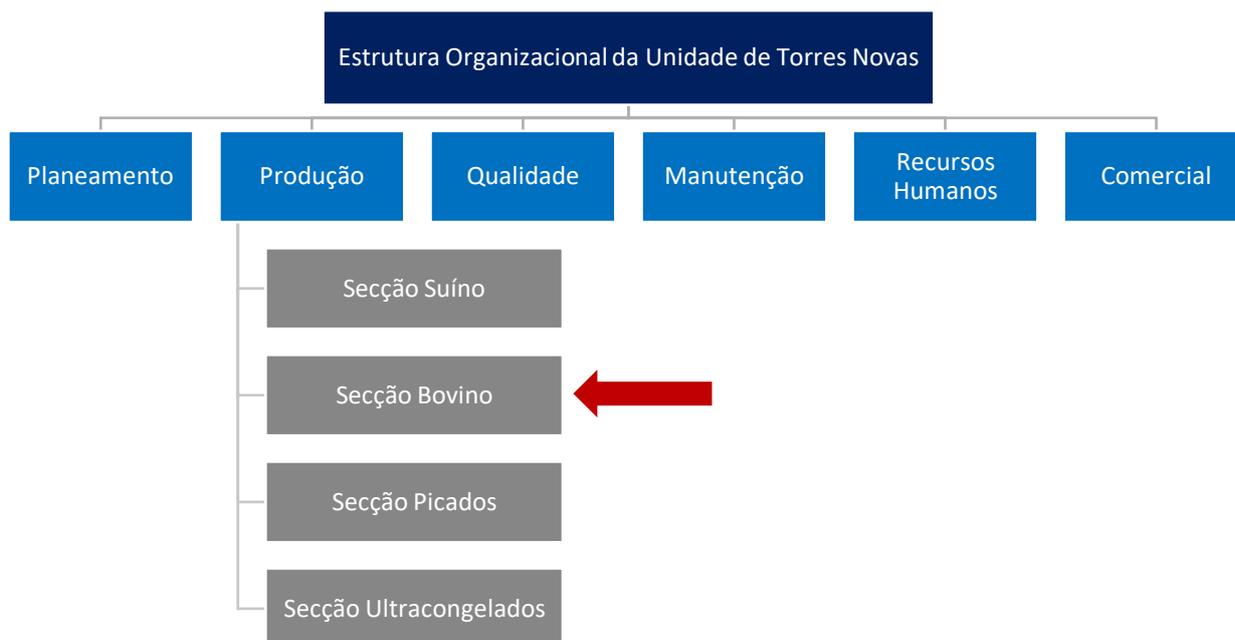


Figura 2 - Estrutura organizacional da unidade de Torres Novas

O foco desta dissertação irá incidir numa das linhas da secção Novilho, pertencente ao departamento de produção.

2.2.2 FLUXO DE PRODUÇÃO

A produção da unidade de Torres Novas é um processo composto por 4 etapas (Figura 3):

1. **Desmancha:** a carcaça do animal chega à fábrica e é enviada para a zona da desmancha. Na sala da desmancha são executados todos os cortes que necessitam de ser feitos para retirar a carne que de seguida vai para a linha de produção. Nesta fase a preocupação é a separação da parte comestível do corpo do animal.
2. **Cuvetização:** Esta etapa envolve o recebimento da carne proveniente da desmancha. A carne é cortada em filetes, cubos, bifes, etc., dependendo do produto que vai ser produzido, depois é colocada num tapete rolante onde é inserida numa cuvete. Por fim, a cuvete entra numa máquina chamada embaladora, onde uma camada de plástico embala o produto. A produção nas linhas pode envolver produtos com tipo de peso variável ou fixo. Para uma melhor avaliação da produção da fábrica, é explicada a diferença entre a produção de produto com peso fixo e produto com peso variável:
 - **Peso Variável:** A produção de um produto com peso variável é uma produção que não necessita de operadores a controlar o peso da cuvete. Isto porque os consumidores finais (geralmente nos retalhistas) pagam o valor pela cuvete associado ao seu peso. Na produção

em vez do foco de cada cuvete ser o peso, passa a ser outras variáveis como a espessura e/ou o número de itens por cuvete.

- **Peso Fixo:** A produção de produtos com peso fixo tende a ser mais complexa que a anterior, embora sejam semelhantes. Neste caso, a variável que tem de ser idêntica entre todas as cuvetes é o peso (tento em conta uma certa margem). Para estes produtos é necessário ter em certas linhas, um operador que apenas verifica e altera o peso das cuvetes rejeitadas pela balança. Se compararmos com a situação anterior, trata-se de mais uma medida que tem de ser tomada, justificando a possibilidade deste tipo de produtos serem um pouco mais complexos para produzir.
3. **Etiquetagem:** A cuvete embalada é arrastada, através de um tapete rolante, para uma máquina que coloca uma etiqueta referente ao cliente e ao produto em questão. Depois desta fase, o resultado é o produto final.
 4. **Expedição:** O produto final é levado em paletes para a zona do cais onde é expedido em camiões da empresa de transporte, que tem o cargo de levar o produto ao cliente.



Figura 3 - Fluxo de produção da unidade de Torres Novas

2.2.3 SECÇÃO NOVILHO

A secção Novilho é composta por 3 linhas de cuvetização, nomeadamente, a linha 5, a linha 6 e a linha 7 (Figura 4).

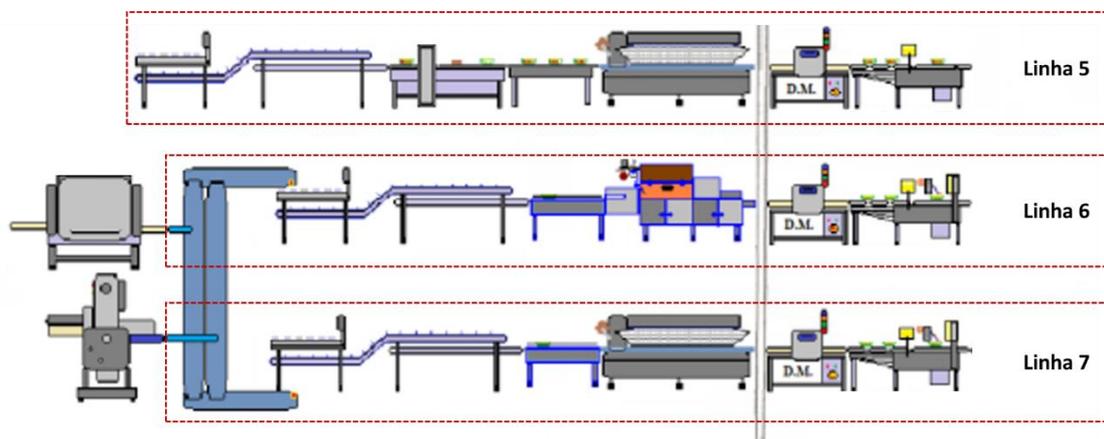


Figura 4 - Organização da secção Novilho

Quando as peças chegam da desmancha, são fatiadas por uma das duas máquinas que na figura se encontram do lado esquerdo, conforme as características de cada produto. Estas máquinas são denominadas de B36 e *Grasselli*, e fornecem o produto a todas as linhas de cuvetização da secção. As 3 linhas apresentam características diferentes, nomeadamente ao nível das máquinas embaladoras, sendo que ao contrário da linha 6, as embaladoras das linhas 5 e 7 deixam o produto final embalado em vácuo. Estas diferentes características fazem com que cada linha processe referências específicas:

- Linha 5: com peso fixo, processa bife da vazia, lombo, picanha, entrecôte e hambúrguer. Com peso variável, processa bife da vazia, lombo e escalopes;
- Linha 6: com peso fixo e peso variável, processa jardineira e bifos variados;
- Linha 7: Processa posta e hambúrguer com peso fixo.

Devido à natureza do produto final pretendido, a linha 6 é responsável por 49% da produção desta secção. É nesta linha de cuvetização que a presente dissertação se irá focar.

2.3 KAIZEN INSTITUTE

2.3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A palavra *Kaizen*, com a designação pela qual é conhecida atualmente, surge no Japão em 1986 com a publicação do livro “*KAIZEN: The Key to Japan’s Competitive Success*”, por Masaaki Imai. Este termo é a junção de duas palavras japonesas, *kai* (que significa ‘mudar’) e *zen* (que significa ‘melhor’), que combinadas geram o conceito de mudança para melhor, mudança esta que deve ser contínua, praticada todos os dias, em todo o lado e por toda a gente (Imai, 1997).



Figura 5 - Significado de Kaizen (Kaizen Institute, 2021)

Masaaki Imai começou a sua carreira profissional em 1955 em Washington D.C., onde trabalhava no Centro de Produtividade Japonesa, que tinha como objetivo apoiar empresas japonesas na sua recuperação económica num ambiente pós-Segunda Guerra Mundial. Imai colaborou com Schoichiro Toyoda e Taiichi Ohno, respetivamente os antigos presidente e diretor geral da *Toyota Motor Corporation*, e que juntos criaram o *Toyota Production System*, que por sua vez deu origem ao sistema de produção *Lean*.

Em 1985, Imai fundou, na Suíça, o *Kaizen Institute Consulting Group*, uma empresa multinacional dedicada a ajudar organizações a melhorar a sua performance operacional e a implementar culturas de melhoria contínua,

através de ferramentas *Lean*. O KICG atualmente está presente em mais de 60 países e colabora com empresas de variados setores e dimensões. A presente dissertação insere-se no âmbito da sede Ibérica, onde estão incluídos os escritórios de Lisboa, Porto, França, Reino Unido e Malta. Esta sede foi fundada em 1999 e, à data de hoje, emprega mais de 200 colaboradores (Kaizen Institute, 2021).

2.3.2 KAIZEN BUSINESS SYSTEM

O *Kaizen Business System* (KBS) é o modelo de negócio do *Kaizen Institute*, derivado de mais de 35 anos de experiência em consultoria operacional. Este modelo deriva do conhecimento adquirido pela empresa em vários setores e áreas de negócio, fazendo uso de um conjunto de metodologias e ferramentas *Lean*.

Como evidenciado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada. Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, a estrutura do KBS é apresentada como a de uma casa. A criação de valor para a empresa alvo é então representado pelo telhado da casa, envolvendo toda a cadeia de valor desde os clientes até ao fornecedor, fundamentada no respeito pelas pessoas, crescimento, qualidade, eficiência de recursos e eficiência de fluxo (Kaizen Institute, 2021).

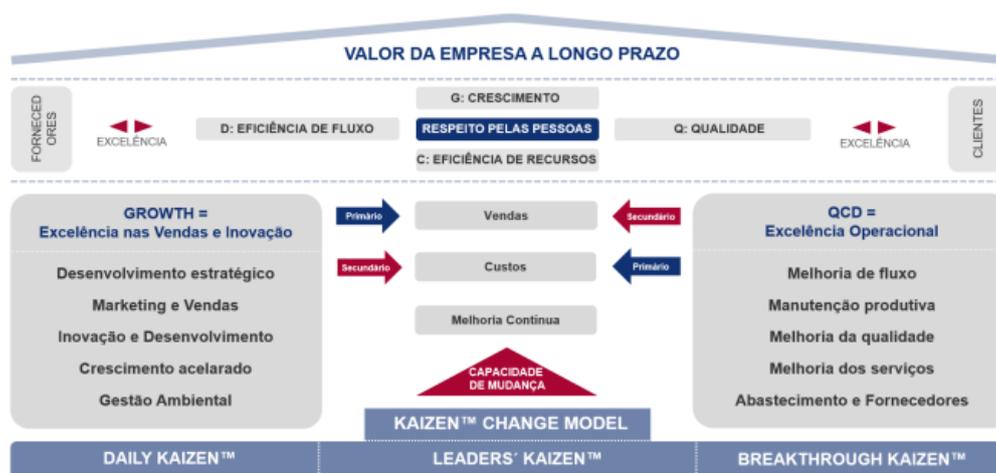


Figura 6 - Kaizen Business System (Kaizen Institute, 2021)

Como pilares da casa, encontram-se o *Growth* (G) e o *Quality, Cost & Delivery* (QCD), cada um com as suas respetivas ferramentas. Também como pilar, é ainda representado o *Kaizen Change Mode* (KCM), também conhecido como *Motivation* (M). Estes pilares formam entre si o sistema GQCDM, isto é, os 5 objetivos estratégicos do KBS:

- **Growth** (Crescimento): As ferramentas deste subsistema pretendem primariamente impactar o crescimento de vendas, recorrendo a métodos disruptivos relativamente a inovação, marketing e vendas, planeamento estratégico, desenvolvimento e impacto ambiental.
- **Quality** (Qualidade): Visa a aumentar a qualidade do produto ou serviço, de modo a gerar um aumento na satisfação do cliente.

- **Cost** (Custo): Pretende reduzir custos operacionais, aumentando a eficiência.
- **Delivery** (Serviço): Aumentar o nível de serviço através de um fluxo resultante de planos de trabalho.
- **Motivation** (Motivação): Com a implementação de uma cultura de melhoria contínua, envolvendo todos os colaboradores.

No envolvimento com a Empresa A, devido à natureza da sua situação atual, o Kaizen Institute recorrerá primariamente aos modelos QCD e KCM, pelo que os mesmos serão desenvolvidos de seguida.

2.3.3 KAIZEN CHANGE MODEL

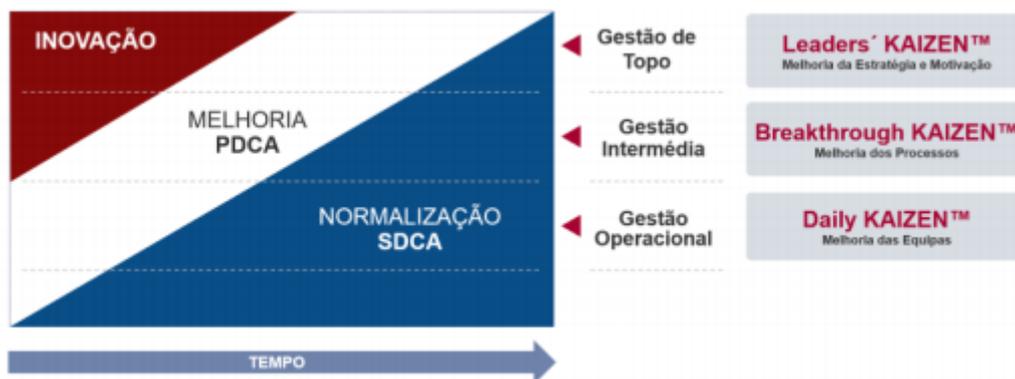


Figura 7 - Os 3 métodos do KCM (Kaizen Institute, 2021)

O KCM é o modelo que visa implementar uma cultura de melhoria contínua nas empresas clientes do KI, de modo a garantir que os restantes modelos do KBS são aplicados corretamente. Por isso mesmo, a natureza deste modelo distingue-se da natureza dos restantes no sistema GQCDM. Também conhecido como o módulo de *Motivation*, o KCM pretende promover a motivação de todos os colaboradores, de modo a gerar neles o sentimento de envolvimento na mudança contínua para melhor que acontece na empresa.

Como representado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada. Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, o KCM promove uma priorização de áreas de foco de acordo com o nível hierárquico dentro de uma empresa, de modo a que cada equipa tenha disponibilidade para se dedicar à área de melhoria que lhe é adequada. São então empregues 3 métodos na concretização deste modelo:

- **Daily Kaizen:** Este método traduz-se em reuniões diárias de curta duração, envolvendo todos os membros de cada equipa operacional de trabalho no local de atividade das mesmas, que tem como propósito o sustento de uma cultura de melhoria contínua e motivação das equipas. Nestas reuniões, é comum averiguar o que anda a correr bem de acordo com os standards implementados e o que anda a correr mal, tal como abordar temas específicos à equipa e a situações pontuais. Existem 4 níveis de Kaizen Diário, e uma vez que a sua implementação é um processo gradual, só se deve avançar para um nível superior uma vez que o atual esteja bem assente. Estes quatro níveis, identificados por número, apresentam as seguintes características: 1) formação e organização das equipas de trabalho; 2)

organização dos espaços de trabalho; 3) normalização de processos, através de ciclos PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*); 4) autonomia total das equipas relativamente a processos de melhoria contínua.

- **Breakthrough Kaizen:** A mudança que provém deste método tem, ao contrário do *Daily Kaizen*, uma natureza disruptiva. O *Breakthrough Kaizen* cumpre-se em ciclos de 3 meses, onde, através de Eventos Kaizen, compostos por equipas multidisciplinares, se implementam novos processos e paradigmas dentro da empresa com o objetivo de melhorar os sistemas existentes. Estes Eventos Kaizen são acompanhados regularmente em reuniões denominadas de *Mission Control*, onde se verifica o estado atual dos KPIs relativos ao Evento, ações implementadas até à data, ações por implementar e ainda possíveis constrangimentos que devam ser ultrapassados para cumprir o plano de ações. No fim do ciclo de 3 meses, realiza-se uma *Value Review*, onde se contabiliza os benefícios dos *Eventos Kaizen* realizados no último ciclo e se planeia o ciclo seguinte. Uma *Value Review* conta com a participação da administração da empresa cliente.
- **Leader's Kaizen:** Tem como objetivo desenvolver uma visão de melhoria contínua nos líderes da empresa. Ao incutir na gestão de topo um *mindset* de envolvimento tanto nas atividades de visão estratégica como na implementação de *Kaizen Diário*, este método pretende orientar os líderes a implementar e sustentar a mudança nas suas empresas.

2.3.4 QUALITY, COST & DELIVERY



Figura 8 - As ferramentas do QCD (Kaizen Institute, 2021)

O modelo QCD tem como primeiro objetivo a redução de custos operacionais, impactando a qualidade, nível de serviço e eficiência de recursos. Para isso recorre a um conjunto de ferramentas que, na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, são apresentados como os cinco pilares da excelência operacional (Kaizen Institute, 2021):

- **Total Flow Management (TFM):** Tem como propósito aumentar a eficiência do fluxo do processo ao longo de toda a cadeia de abastecimento, eliminando os desperdícios e pretendendo assegurar a maior quantidade possível de valor acrescentado em cada atividade. Divide-se em três partes: o fluxo de

produção, otimizando os processos produtivos através de ferramentas como *standard work* e *line design*; fluxo de logística interna, impactando o fluxo de material dentro da empresa, criando supermercados e sincronizando processos produtivos; e fluxo de logística externa, relativo ao fluxo de material à saída e entrada da empresa.

- **Total Productive Maintenance** (TPM): Procura reduzir o número de acidentes para zero, aplicando técnicas de manutenção preventiva e autónoma, ferramentas de resolução de problemas e formação de colaboradores. Recorre frequentemente ao indicador de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para a deteção e identificação de causas raiz de paragens de produção.
- **Total Quality Management** (TQM): As ferramentas TQM são direcionadas ao aumento de qualidade de produção, pretendendo também reduzir custos associados a defeitos e retrabalho.
- **Total Service Management** (TSM): Semelhante ao TQM, embora aplicado à prestação de serviços ao invés de produção. Pretende aumentar a eficiência de fluxo de informação de modo e nível de serviço ao cliente.
- **Sourcing & Suppliers Improvement** (SSI): Procura reduzir gastos e aumentar a qualidade associados a fornecedores, pretendendo alcançar stocks reduzidos e fornecimento mais rápido de materiais de fornecedores.

2.4 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA - GERAL

Embora o projeto do KI na Empresa A tenha começado em 2020 e se insira também no âmbito dos departamentos de Planeamento, Qualidade e Manutenção, a presente dissertação aborda apenas questões relativas ao departamento de Produção. Devido já referida necessidade de aumento de eficiência operacional, a Empresa A empregou os serviços do KI de modo a resolver três questões-chave:

- Como aumentar de produtividade global?
- Como reduzir de quebras?
- Como desenvolver uma cultura de melhoria contínua?

2.4.1 AUMENTO DE PRODUTIVIDADE GLOBAL

A produtividade de um determinado processo é medida através da seguinte fórmula de cálculo:

$$P = Q / t . N \text{ [kg/colaborador-hora]}$$

(1)

Em que:

P – Produtividade

Q – Quantidade de produto que sai do processo [kg]

t – Tempo que o processo demora [h]

N – Número de colaboradores envolvidos no processo

Uma vez que, ao contabilizar a produtividade de um processo, se tem em conta não só a quantidade de produto que dele sai, mas também o número de pessoas nele envolvido, este aumento pode ser alcançado por três vias:

1. Aumento de matéria que sai do processo por unidade de tempo;
2. Redução do número de operadores envolvidos no processo;
3. Redução do número de horas trabalhadas.

Uma vez que este projeto se insere no departamento de produção, a procura é considerada constante. Assim, mantendo tudo o resto constante, o modo de alcançar níveis de produtividade pode passar pela redução de operadores a trabalhar em cada secção ou pela redução de horas trabalhadas com o mesmo número de operadores. Devido a questões relacionadas com o modo de pagamento dos colaboradores, é comum não se abordar as horas trabalhadas no global, mantendo o número de horas de trabalho constante.

Assim sendo, o problema do aumento de produtividade global traduz-se em ajustar o número de operadores de cada secção aos níveis de produção exigidos pela procura do cliente, garantido que cada operador é o mais eficiente possível na realização das tarefas que lhe são impostas. Como tal, o objetivo passa por combater as ineficiências presentes em cada secção da produção.

De modo a determinar e localizar as ineficiências das várias secções, numa primeira fase de diagnóstico, a equipa KI (juntamente com as chefias intermédias da Empresa A) dirigiu-se cada local para observar as condições atuais de trabalho. Foram identificadas várias formas de desperdício em cada secção, dos quais se destacam:

- Desnívelamento nas secções (implicando conseqüentemente tempo de espera da parte de alguns operadores);
- Falta de normas de trabalho estabelecidas (operadores realizam as mesmas tarefas de maneiras diferentes);
- Muito transporte de produto;
- Excesso de material em inventário (o que leva a sobrelotação de espaço);
- Falta de procedimentos definidos para lidar com avarias;
- Tempos de *setup* elevados;
- Complexidade de ajuste da equipa a diferentes produções.

Era então pretendido, com a implementação do projeto, de modo a aumentar a produtividade, melhorar a distribuição de operações de forma a nivelar o tempo de ciclo dos operadores e responder à procura do cliente, maximizando o trabalho em valor acrescentado de cada operador. Note-se que este objetivo implica também a normalização da logística interna, de modo a que os operadores envolvidos neste processo acrescentem valor o máximo de tempo possível.

2.4.2 REDUÇÃO DE QUEBRAS

Outro objetivo do projeto do KI na Empresa A está relacionado com a redução de quebras na produção, mais especificamente nas secções das linhas de cuvetização. Neste contexto, como quebras entende-se a diferença entre o peso total que entra no processo e o peso que sai do mesmo. A Empresa A pretendia então que se implementasse um processo de análise estruturada de causas de quebras, que até ao momento era inexistente, que fosse monitorizado recorrendo a indicadores apropriados. Uma vez elaborado o processo de análise de produtos não conformes, proceder-se-ia à redução da viabilidade dos mesmos, estabelecendo processos estáveis que visam a alcançar este objetivo e elaborando planos de contramedidas.

2.4.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA CULTURA DE MELHORIA CONTÍNUA

A terceira questão que a Empresa A pretendia desenvolver ao empregar os serviços do KI prende-se com o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua em todos os níveis da hierarquia da Empresa. Atualmente não existe nos vários departamentos e secções da empresa um sistema que promova a motivação dos colaboradores e a sua iniciativa na melhoria dos processos em que estão envolvidos.

Na altura, as equipas de cada secção não tinham estabelecidos métodos de acompanhamento dos indicadores mais relevantes às suas atividades. Do mesmo modo, não existia nenhum tempo alocado na rotina de cada equipa para a discussão de oportunidades de melhoria dentro da secção. Isto leva a uma ineficiência na resolução de problemas no terreno. Para além disto, uma vez que a comunicação dentro de cada equipa estava limitada a iniciativas independentes dos seus diferentes membros, a devida implementação de iniciativas de mudança não acontece, uma vez que as equipas conhecem mal ou não conhecem de todo as ditas iniciativas.

Assim sendo, a Empresa A solicitou ao KI a implementação de uma forma de medir a produtividade das equipas e apresenta-las às mesmas, de modo a que as equipas consigam acompanhar o progresso das iniciativas estabelecidas. Do mesmo modo, pretendia-se que fossem implementadas medições e estabelecida a comunicação de diferentes métricas que fossem sendo relevantes, de acordo com as necessidades de cada equipa.

2.5 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA – NOVILHO

Como mencionado antes, o projeto do KI na Empresa A começou em 2020. Porém, como referido no capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, periodicamente são realizadas sessões de *Value Review*, onde, entre outras coisas, se planeia o trabalho a realizar no trimestre seguinte.

Na *Value Review* realizada no início de março de 2021, foi definido que o trabalho a realizar no trimestre em questão iria incidir na secção Novilho, uma vez que esta é a secção com o segundo maior volume (a secção com maior volume é a secção Suíno, que tinha previamente abordada num trimestre passado).

Dentro da secção Novilho, decidiu-se que a linha 6 deveria ser a linha piloto, isto é, deveria ser a primeira linha no qual atuar e testar soluções, posteriormente fazendo o desdobramento para as duas outras linhas da secção. Esta decisão deriva do facto da linha 6 ser a linha com maior volume de produção da secção, sendo-lhe atribuída, como previamente mencionado, 49% da produção da secção.

Tabela 1 - Distribuição da produção de Novilho

	Prod. Sem. (kgs)	%
Linha 5	11 750	28%
Linha 6	20 674	49%
Linha 7	9 542	23%
Total Secção	41 966	100%

Foram definidos 2 objetivos para o trimestre, relativos à linha 6, estando estes alinhados com os objetivos gerais do projeto na unidade de Torres Novas:

1. **Aumento da produtividade** garantido o nivelamento do número de operadores ao longo da linha, de acordo com a referência a produzir e o ritmo de produção desejado;
2. **Redução de quebras** de modo a assegurar o mínimo possível de perdas de matéria-prima ao longo dos processos da linha;

2.5.1 LINHA 6

De seguida são apresentados os processos da linha 6, (Figura 9) de modo a melhor compreender o problema em questão e as soluções apresentadas mais à frente nesta dissertação:

- **Fatiadoras/Mesa:** Como previamente mencionado, estas máquinas têm como função fatiar as peças de matéria-prima que nelas são inseridas, de modo a que estas fiquem com a forma final na qual serão enviadas para os clientes. Existem duas fatiadoras: a B36 (na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** representada em cima), mais adequada para cortar peças de acordo com o peso pretendido, e a *Grasselli* (na Figura 9 representada em baixo), mais adequada a cortar peças de acordo com a espessura pretendida para a fatia. Para o funcionamento da linha 6, apenas se recorre à B36. No caso de se estar a produzir jardineira, existe a necessidade de acrescentar um processo prévio às fatiadoras. Este processo é o de preparação (limpeza) de jardineira à mão numa mesa. Uma vez que a jardineira esteja limpa, procede para as fatiadoras.
- **Triagem:** Neste processo, são separadas as fatias adequadas e não adequadas, e são colocadas em montes de modo a facilitar o processo seguinte;
- **Balança:** No caso de se estar a produzir cuvetes com peso fixo, as fatias são colocadas numa balança com oito pratos (também chamada de aranha). Esta balança irá automaticamente conjugar pares ou trios de fatias que entre si apresentem o peso certo para colocar numa cuvete. Quando a balança faz uma combinação, os pratos correspondentes às fatias em questão projetam uma luz verde, e consequentemente as fatias são colocadas no tapete que as levará para o processo seguinte. No caso

de se estar a produzir cuvetes com peso variável, não se recorre à balança, mas é neste local que as fatias são colocadas no tapete para o processo seguinte;

- **Cuvetização:** As combinações de fatias aparecem uma a uma no tapete e são colocadas em cuvetes. Estas cuvetes aparecem num tapete localizado abaixo do primeiro, e são lá colocadas por um dispensador automático de cuvetes;
- **Embaladora:** A embaladora recebe as cuvetes com carne e aplica uma película de plástico por cima de cada uma;
- **Etiquetadora:** As cuvetes aparecem já embaladas e automaticamente é lhes colocada uma etiqueta relativa aos dados do produto e referência em questão.

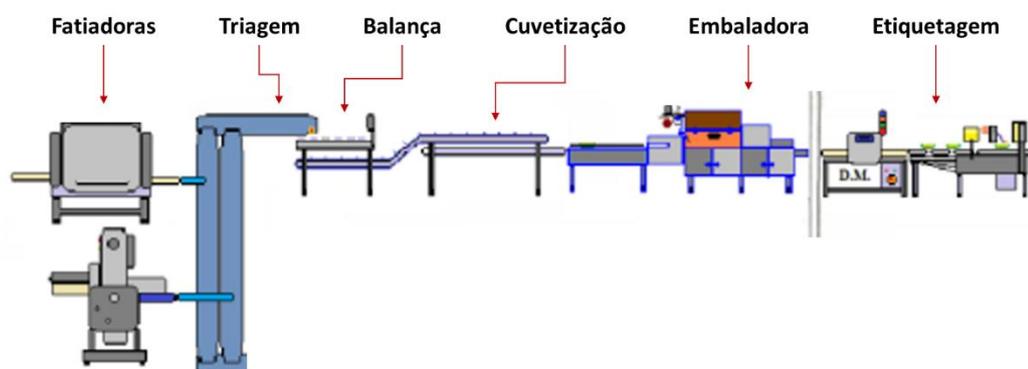


Figura 9 - Processos da Linha 6

2.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

No presente capítulo, foram apresentados os diferentes contribuintes para o âmbito do projeto a desenvolver na Empresa A pelo KI, entre os quais, as empresas intervenientes e o problema abordado.

Em primeiro lugar, fez-se uma descrição da Empresa A, tanto a nível de estrutura organizacional, como em relação ao fluxo no departamento de produção, na qual se foca o presente projeto. Uma vez mapeado o fluxo de produção, procedeu-se à análise da secção novilho, onde se localiza a linha 6, linha na qual irá incidir o foco desta dissertação.

De seguida, foi apresentado o Kaizen Institute, com foco na sua história e sistema de atuação. Enquanto consultora a nível operacional, os serviços do KI são adequados a lidar com situações semelhantes à situação atual da Empresa A. A dedicação do KI ao lema de envolver todas as pessoas, todos os dias em todo o lado, tal como o desenvolvimento ao longo de vários anos de materiais adequados à resolução de problemas variados enfrentados por empresas de diversos setores, garantem uma vantagem competitiva que os clientes da empresa valorizam.

Por último, apresentou-se o desafio proposto pela Empresa A ao contratar os serviços do Kaizen Institute em 2020. Os três assuntos a ser desenvolvidos ao longo do projeto do KI são então a melhoria de produtividade global, garantido a um nível maior de eficiência operacional da unidade de transformação de Torres Novas, a redução de quebras de produção, e o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua nos vários níveis da Empresa.

Relativamente ao trimestre de março a junho de 2021, o projeto do KI na Empresa A esteve orientado para a secção Novilho, com o objetivo de aumentar a produtividade das linhas de cuvetização da secção e reduzir as quebras no processo.

Concluída a análise, pretende-se no próximo capítulo estudar a literatura relevante ao tópico, de forma a identificar como é que recorrer à metodologia *lean* pode ajudar a Empresa A a abordar a sua situação corrente.

3 REVISÃO DE LITERATURA

No presente capítulo, é apresentado um estudo da literatura existente relativamente a conceitos relevantes para o desenvolvimento do projeto de melhoria da Empresa A. Uma vez que a abordagem *Lean* é popular no desenvolvimento de projetos semelhantes ao projeto em estudo, é pertinente relacionar o raciocínio que origina os fundamentos deste pensamento com as ferramentas que serão utilizadas ao resolver o problema da Empresa A. Assim sendo, para que os conceitos tratados sejam observados de modo compreensivo, esta revisão de literatura começa por considerar primeiro o enquadramento do pensamento *Lean*. Posteriormente, pretende-se esclarecer as características principais das metodologias *Lean* a aplicar e, por último, é apresentada uma descrição de algumas ferramentas que poderão ser utilizadas no contexto do problema descrito.

Os seguintes três subcapítulos seguem os três níveis apresentados na Figura 10, originando entre eles uma sequência necessária para a melhor compreensão desta abordagem à resolução do problema descrito. Deste modo, a compreensão de cada subcapítulo é necessária para a compreensão do seu sucessor.

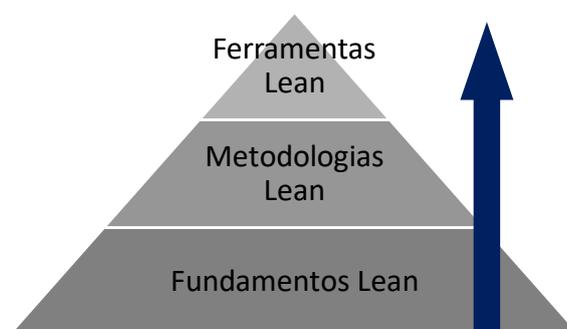


Figura 10 - Estrutura da revisão de literatura

3.1 O PENSAMENTO LEAN

O método de produção *Lean* “surgiu num país num momento específico porque as ideias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam impraticáveis” (Womack, Jones and Roos, 1990) . Assim sendo, de modo a compreender o pensamento por trás da produção *Lean*, é proposto que se estude a sua história.

Os princípios da filosofia *Lean* foram apresentados pela primeira vez à comunidade científica em 1911, por Frederick Taylor. No seu livro “The Principles of Scientific Management”, Taylor introduz *Lean* como um método de reduzir a mão de obra através do uso de boas práticas na empresa e da normalização de tarefas (Taylor, 1911).

No entanto, é num ambiente pós-Segunda Guerra Mundial que surge o sistema *Lean* de uma forma mais semelhante à conhecida atualmente. Esta transformação dá-se na Toyota, como resposta à crise económica enfrentada pelo Japão, cujas indústrias necessitavam de reformular os seus processos produtivos de modo a acompanharem a competição das grandes indústrias americanas. É então introduzido em 1988 o *Toyota*

Production System (TPS), criado por Taiichi Ohno e Shoichiro Toyoda. O TPS surge como um sistema de produção totalmente integrado, com uma fundação em processos e qualidade do produto, e foco em controlo de quantidade como método de redução de desperdício, fomentando mudança cultural dentro da organização (Wilson, 2010). Este sistema de produção veio trazer grandes benefícios à Toyota, na forma de níveis de inventário reduzidos, aumento de controlo de qualidade e redução de custo (Ohno, 1988).

Com o passar dos anos, o TPS começou a ser adotado por outras empresas como sistema para tornar o funcionamento das respetivas organizações mais eficiente com custos reduzidos, mantendo um fluxo operacional contínuo. No entanto, foi-se verificando que existiam limitações ao inserir esta metodologia em indústria com um contexto diferente da Toyota. (Bicheno and Holweg, 2009)

Esta variabilidade de processos produtivos em diferentes empresas deu origem à criação de uma nova ideologia abrangente a todas as indústrias com diferentes tamanhos e diversificação produtiva, denominada de Pensamento *Lean* (Melton, 2005).

Este conceito foi utilizado pela primeira vez por Womack, Jones e Roos, e nos dias de hoje já faz parte da cultura de renovação organizacional. Com base num estudo realizado em 1990, (Womack, Jones and Roos, 1990) numeram 5 passos essenciais que uma empresa deve percorrer na adoção de um sistema de produção *Lean*. Esses passos são:

1. Definir o que o cliente considera como valor;
2. Identificar e eliminar desperdício;
3. Criar um fluxo contínuo na cadeia de valor;
4. Implementar um sistema *Pull*;
5. Ambicionar a perfeição.

Nas seguintes subsecções, faz-se uma elaboração dos conceitos mencionados em cada um destes passos, de modo a compreender melhor os fundamentos do pensamento *Lean*.

3.1.1 VALOR

(Melton, 2005) defende que esta identificação de o que é Valor Acrescentado (VA) deve servir como ponto de partida para a aplicação do pensamento *Lean*. Assim, define como VA aquilo que vai ao encontro do que o cliente está à espera, e que varia conforme a indústria e o indivíduo (Ohno, 1988). Ohno (1988) identifica como Valor Acrescentado todas as atividades pelas quais o cliente está disposto a pagar, sendo estas as que alteram o produto na sua forma ou função.

3.1.2 DESPERDÍCIO

(Kiran, 2016) identifica três fontes principais de desperdício (isto é, tudo o que não é VA), categorizando-as com base em 3 expressões japonesas: *muri*, *mura* e *muda*. *Mura*, que significa variabilidade, refere-se ao desperdício

proveniente da falta de nivelamento, seja esta relativa ao planeamento, a qualidade ou ao balanceamento numa linha de produção. *Muri* é o desperdício associado a sobrecarga de máquinas, operadores ou processos de trabalho, que provém muitas vezes da falta de definição de condições de trabalho. *Muda* é a principal fonte de desperdício, é o tempo de operação gasto em tarefas que não acrescentam valor.

(Ohno, 1988) categoriza os 7 principais tipos de *muda* como:

1. Produção em excesso

Resultante da preocupação em garantir um maior uso possível dos recursos existentes, ao invés de um foco na produção em fluxo. Produzir mais do que é necessário gera uma sensação falsa de segurança, e leva a problemas como necessidade de espaço para guardar inventário, aumento de custos administrativos e consumo precoce e excessivo de matéria-prima. (Imai, 1997)

2. Inventário

Muitas vezes proveniente de um excesso de produção, este tipo de desperdício leva a custos adicionais, ao ocupar espaço e ao requerer o uso de equipamento de transporte, armazéns e sistemas computacionais de logística interna. É importante considerar que enquanto produtos finalizados ou semiacabados se encontram em espera num armazém, não estão a acrescentar qualquer tipo de valor ao cliente. (Imai, 1997)

3. Defeitos

Produtos defeituosos interrompem a produção e requerem retrabalho, e muitas vezes estes produtos rejeitados tem simplesmente de ser descartados. Num ambiente de produção em massa, onde máquinas funcionam a ritmos bastante elevados, antes que um defeito seja detetado e uma contramedida aplicada, já foram produzidas muitas unidades não conformes. (Imai, 1997)

4. Movimento

Esta categoria refere-se a qualquer movimento de uma pessoa que não esteja diretamente relacionado com uma atividade de valor acrescentado. Quando uma pessoa está a andar de um lado para o outro, quando está a carregar objetos ou quando está a transportar produtos, não está a acrescentar valor ao cliente, e assim sendo está a incorrer em desperdício. É comum que numa tarefa de um operador, o tempo de valor acrescentado seja uma pequena percentagem do tempo total da tarefa, sendo que a maior parte do tempo se enquadra neste *muda* de movimento. (Imai, 1997)

5. Sobre processamento

Referente a tarefas realizadas que não acrescentam valor ao produto. Este *muda* é geralmente originado por falta de sincronização ou coordenação. Quando um produto sofre uma alteração num determinado posto, e mais à frente sofre outra alteração que torna a primeira desnecessária, está-se a incorrer neste tipo de desperdício. Por exemplo, se um produto é embalado, para mais a frente ser lhe ser retirada essa mesma embalagem, o tempo gasto no primeiro embalamento é tempo desperdiçado. (Imai, 1997)

6. Espera

Muda de espera ocorre quando um operador está parado, geralmente quando o trabalho de um operador é posto em espera devido a desnivelamentos na linha, falta de material ou paragem de máquina. (Imai, 1997)

7. Transporte

Enquanto o transporte de material é uma parte essencial em operações industriais, é também uma grande fonte de desperdício, uma vez que enquanto está a ser transportado, o produto não está a sofrer qualquer tipo de alteração que o cliente valorize. Juntamente com os *mudas* de Inventário e Espera, o *muda* de transporte é uma das formas de desperdício mais facilmente identificadas. (Imai, 1997)

3.1.3 FLUXO CONTÍNUO

De modo a criar um fluxo contínuo, é necessário ter permanentemente em mente uma visão geral da cadeia de valor como um todo, e não apenas um foco em melhorar a eficiência processos ou operações individuais.

(Melton, 2005) comenta que fluxo é provavelmente o conceito *Lean* mais complicado de perceber num ambiente de produção em massa. A ideia de fluxo está diretamente relacionada com processos, pessoas e cultura, e como explicado no livro “The Goal” (Goldratt, 2014), deve ser analisado com base em três medições:

1. **Rendimento:** o ritmo a que o sistema gera dinheiro através de vendas;
2. **Inventário:** todo o dinheiro que o sistema tem investido em comprar coisas que pretende vender;
3. **Custos Operacionais:** todo o dinheiro que o sistema gasta ao transformar inventário em rendimento.

(Goldratt, 2014) define então que o objetivo de qualquer operação de produção deve ser o aumento de rendimento, reduzindo simultaneamente o inventário e os custos operacionais. Na definição de fluxo, é ainda importante abordar o conceito de *bottleneck*, isto é, a operação num processo que define o rendimento de todo o processo. Do mesmo modo que uma corrente é tão forte quanto o seu elo mais fraco, o rendimento de um sistema de produção é tão elevado quanto o rendimento do seu *bottleneck*.

3.1.4 SISTEMA PULL

No capítulo 3.2.1, a noção de *Pull Planning* é apresentada com mais detalhe enquanto metodologia a adotar nas organizações. Porém, uma vez que o pensamento *pull* é essencial na compreensão da filosofia *Lean*, é importante deixar claro o que este conceito implica enquanto fundamento.

A definição de um sistema *Pull* dita que o material, seja este na forma de componentes ou produto final, deve apenas ser entregue exatamente quando necessário, de modo a reduzir o desperdício. Este sistema está fundamentado no foco no consumidor final, cujo consumo é o indicador da necessidade de produção. (Liker, 2004)

3.1.5 PROCURA PELA PERFEIÇÃO

A ambição pela perfeição é uma das ideias-chave do pensamento *Lean*. Esta ideia está diretamente relacionada com o conceito de melhoria contínua, que dita que a procura pela perfeição é feita todos os dias, em todo o lado, envolvendo todas as pessoas (Kaizen Institute, 2021).

É devido a este princípio que a implementação de um sistema *Lean* obriga sempre a uma mudança cultural dentro de uma organização. Esta mudança cultural não acontece de um dia para o outro, mas com o passar do tempo, derivada da necessidade. (Liker, 2004) diz que reinvenção por si só é um desperdício e que só compensa se resultar em aprendizagem. Assim sendo, para uma organização ser *Lean*, tem de ser também uma comunidade de aprendizagem, focada constantemente em descobrir novos *standards* de trabalho, desenvolvendo assim uma cultura de melhoria contínua.

3.2 METODOLOGIAS LEAN

Num processo de implementação de pensamento *Lean*, é necessário adotar uma abordagem racional, baseada em dados. (Melton, 2005) apresenta 5 etapas necessárias à boa aplicação de *Lean*. São estas:

1. **Recolher dados**, observando o estado atual dos processos, com o objetivo de encontrar oportunidades de melhoria, e envolvendo as pessoas que lidam diariamente com os processos em questão;
2. **Analisar dados**, com recurso a equipas multidisciplinares, procurando incidentes que atualmente ocorrem, mas que não são desejados;
3. **Proposta de alternativa**, com a perspetiva de abordar os desperdícios encontrados anteriormente, recorrendo às equipas envolvidas nos predecessores, de modo a validar a sustentabilidade das alternativas propostas;
4. **Implementar a mudança**, no terreno, aplicando as soluções desenhadas e treinando as pessoas para garantir a correta implementação das mesmas;
5. **Medir os benefícios**, através de indicadores capazes de avaliar os ganhos da nova solução, face ao estado anterior.

De modo a sustentar a aplicação destes cinco passos nas suas organizações, são utilizadas metodologias *Lean*, que servem de ferramentas estruturadas para facilitar e implementar a mudança organizacional que este sistema requer.

Propõe-se então analisar algumas metodologias *Lean* que possam ser aplicadas no projeto do KI de modo a resolver o problema que enfrenta a Empresa A. São estas, *Pull Planning* e o *Kaizen*.

3.2.1 PULL PLANNING

O planeamento *pull*, referido frequentemente por *Just-In-Time* (JIT) é uma das principais bases da filosofia *Lean* (Liker, 2004). Foi desenvolvido pela Toyota nos anos 50, e veio servir de antítese ao paradigma de sistema *push*.

Enquanto a produção *push* visa a manter os níveis de stock para garantir a disponibilidade de produtos quando existe necessidade destes, o princípio por trás do conceito *pull* indica que a produção deve apenas ser despoletada pelo consumo, consumo este que não se refere apenas ao do consumidor final, mas também ao de qualquer etapa na cadeia de valor. Assim sendo, o nível de inventário na cadeia de valor deve manter-se constante e controlado, o que é permitido pela existência de fluxo, por processos transparentes e com controlo visual (Masuchun, Davis and Patterson, 2004).

Apesar de o *Pull Planning* garantir que a ordem de produção é sempre resultado do consumo pelo consumidor final, existem diferentes políticas de reabastecimento dentro desta metodologia, dependendo do sistema de inventário adotado (King, 2009). São estas:

- **Make-to-Order (MTO):** A produção é despoletada apenas por uma ordem do consumidor. Assim sendo, não existem inventários intermédios, e a satisfação do pedido do consumidor está sujeita ao *lead time* de produção. Esta política de reabastecimento é principalmente benéfica quando a procura é ocasional, e não constante, e em situações onde o custo de armazenamento é elevado (Packowski, 2014).
- **Make-to-Stock (MTS):** Neste sistema, a produção é do mesmo modo originada pelo consumo, no entanto, existe um ponto de inventário com supermercados de produto acabado de onde o consumidor retira o produto. O que faz com que esta política de reabastecimento não se insira num sistema *push* é o facto de o nível de stock desse supermercado estar controlado e ser reabastecido uma vez que atinja uma quantidade pré-estabelecida (Bicheno and Holweg, 2009). Esta estratégia é mais frequentemente usada quando se trabalha com encomendas com maior frequência, uma vez que garante um *lead time* inferior, embora implique maiores custos de armazenamento (Hopp and Spearman, 2011).
- **MTS-MTO:** Este terceiro sistema surge como uma abordagem híbrida que pretende anular as desvantagens dos dois anteriores. Deste modo, estabelece-se para cada produto uma das duas políticas de reabastecimento, com base na procura e standardização de produção. Produtos com procura irregular e grandes custos de customização e armazenamento ficam sujeitos a um sistema MTO, enquanto produtos com procura elevada e regular e elevada grau de standardização são produzidos segundo MTS (Beemsterboer, Land and Teunter, 2016).

Uma implementação correta do planeamento *pull* apresenta vários benefícios e vantagens adquiridas, entre os quais: aumento da eficiência produtiva e fluxo de materiais, aumento qualidade dos produtos, redução dos inventários de produto intermédio (WIP) e produto final, redução do tempo entre a encomenda do cliente e a entrega de produto acabado (*lead time*), redução dos custos operacionais através da eliminação do desperdício e aumento do nível de serviço (Alcaraz *et al.*, 2014).

Através destes benefícios, um sistema *pull* garante flexibilidade na produção, que é um fator importante na redução de variabilidade indesejada (ao minimizar o *bullwhip effect*, por exemplo) e uma maior capacidade de satisfazer flutuações na procura (Melton, 2005).

3.2.2 KAIZEN

Como referido anteriormente, de modo a implementar corretamente a filosofia *Lean*, é necessário estabelecer uma cultura de procura pela perfeição. É neste âmbito que entra a metodologia Kaizen, que tem como objetivo a melhoria contínua de práticas de trabalho e eficiência pessoal. (Imai, 1997)

Kaizen é uma metodologia que assenta num pensamento orientado para a melhoria de processos, ao invés da obtenção de grandes resultados, dando prioridade ao foco na melhoria contínua (Jain, Lad and Tandel, 2015). (Chera *et al.*, 2012) ditam que esta prática de melhoria contínua inclui realizar mudanças, controlar essas mudanças, e depois ajustar as práticas, caso estas sejam aperfeiçoadas com as mudanças.

As melhorias que surgem da aplicação de *kaizen* são pequenas, mas incrementais, e por isso mesmo originam resultados muito significativos ao longo do tempo. Enquanto o pensamento de gestão ocidental se foca em grandes inovações enquanto origem de mudança, surgindo estas na forma de novidades tecnológicas, grandes investimentos ou novos métodos de produção, o *kaizen* fundamenta-se em aplicar soluções de senso comum e baixo custo, que a longo prazo terão grande impacto. Esta abordagem, embora exija uma grande dedicação à mudança cultural, garante baixo risco na sua aplicação. (Imai, 1997)

Num sistema *kaizen*, a mudança frequentemente começa com um Evento Kaizen. Um Evento Kaizen foca-se num ponto da empresa que necessita de melhoria, seja uma máquina, uma linha de produção ou até um balcão de atendimento, e requer participação de colaboradores de todos os níveis hierárquicos de uma organização que estejam incluídos no processo em análise. Neste âmbito, é aplicado um plano de ações que visa a identificação e eliminação dos *muda* no processo em questão. O sucesso de um Evento Kaizen depende então de três fatores: (i) envolvimento dos colaboradores; (ii) vontade para mudar; (iii) boa comunicação (Chera *et al.*, 2012).

(Jain, Lad and Tandel, 2015) sugerem que se a metodologia seguir os seguintes passos, pode ser aplicada com sucesso nas mais variadas áreas de uma organização, sejam estas engenharia, produção, gestão ou áreas de suporte. Os passos identificados são:

1. Selecionar um processo alvo;
2. Criar uma equipa formada pelos operadores correspondentes ao processo, definindo um responsável, que será denominado como líder da equipa;
3. Definir indicadores e objetivos de modo a acompanhar o progresso do Evento Kaizen;
4. Observar o processo para o compreender;
5. Analisar o estado atual do processo, com foco nos *muda*;
6. Criar um plano de melhoria que visa a eliminar os *muda*;
7. Implementar o plano criado;
8. Apresentar os resultados obtidos;
9. Estandardizar e monitorizar o novo processo.

Kaizen apresenta-se então acima de tudo como um processo iterativo e contínuo, que gera melhorias constantes nos processos envolvidos, e como um sistema participativo, que requer o envolvimento de equipas multidisciplinares.

3.3 FERRAMENTAS LEAN

Tendo explorado os fundamentos do pensamento *Lean*, tal como as metodologias que deles surgem, de seguida são descritas algumas das ferramentas *Lean* que foram aplicadas na resolução do problema apresentado pela Empresa A. Estas ferramentas são então os meios pelos quais as metodologias abordadas anteriormente serão aplicadas nos contextos concretos dos processos a melhorar.

Nas seguintes subsecções, são apresentadas ferramentas muito distintas entre si, uma vez que cada uma tem o seu próprio propósito e um contexto específico no qual deve ser aplicado, sejam estes relativos a problemas de eficiência, de planeamento ou de motivação. No entanto, verifica-se que todas têm como base os princípios desenvolvidos na secção 3.2. As ferramentas abordadas são:

1. *Value Stream Mapping* (VSM)
2. Diagrama A3
3. *Mizusumashi*
4. *Single-Minute Exchange of Dies* (SMED)
5. *Standard Work*
6. *Layout Design*

3.3.1 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Value Stream Mapping, ou Mapeamento da Cadeia de Valor, é uma ferramenta que tem como propósito representar visualmente o fluxo de materiais ou informação, englobando todas as fases de processamento pelas quais um produto passa. Uma vez implementado, o VSM auxilia as organizações na procura, identificação e separação de VA e *Muda*, abrangendo os fluxos na sua globalidade e não se focando apenas em temas individuais (Liker and Meier, 2005).

Num VSM, são identificados não só todos os processos, mas também todas as pessoas, materiais e informação ao longo da cadeia de abastecimento e valor, estando representado normalmente do lado esquerdo do mapa a receção de materiais de fornecedores, e do lado direito a entrega do produto ou serviço ao consumidor final (Chera *et al.*, 2012).

Segundo (Manjunath *et al.*, 2014), a correta implementação desta ferramenta deve cumprir os seguintes passos:

1. **Identificar o produto ou a família de produtos do processo:** a abordagem mais comum sugere o foco no leque de artigos com maior frequência de produção, de modo a combater a possível complexidade de mapear todos os produtos;

2. **Criar o VSM que capte situação atual do processo:** referente ao fluxo dos produtos selecionados, analisando materiais, informação, número de operadores e tempos de ciclo;
3. **Avaliar o mapa e identificar possíveis melhorias:** através da identificação e distinção entre Valor Acrescentado e *Muda*;
4. **Criar o processo futuro:** tendo em conta as melhorias previamente identificadas, com foco em eliminar as atividades de desperdício, balancear tarefas, reduzir tempos de *setup* e dimensões de lotes.
5. **Implementar o plano final:** com o desenvolvimento de um plano de ações e recorrendo a ferramentas *Lean*.

Esta ferramenta deve ser empregue durante os primeiros *workshops* Kaizen numa determinada empresa, uma vez que através da sua implementação, as equipas multidisciplinares nela envolvidas identificam os desperdícios e elaboram as oportunidades de melhoria (Chera *et al.*, 2012).

A aplicação de VSM tem como benefício a visualização das interligações na cadeia de valor (permitindo também visualizar uma futura cadeia de valor *Lean*), um entendimento entre todos os intervenientes em relação aos processos e fluxo da organização e identificação de atividades que não acrescentam valor e consequentemente se pretendem remover (Yildiz and Güner, 2013).

3.3.2 RELATÓRIO A3

O Relatório A3 surge no âmbito de cada Evento Kaizen. Trata-se de uma ferramenta que tem como objetivo apresentar de forma concisa e visual a totalidade de um plano de implementação, independentemente da sua dimensão (Schawagerman III, Ulmer and William, 2013).

O diagrama A3 originou na Toyota, onde se identificou a necessidade de se apresentar relatórios de uma só página. O nome desta ferramenta deriva da folha de papel dimensões de 297mm por 420mm na qual o relatório seria disposto, reduzindo assim os desperdícios relativos à escrita e leitura de relatórios mais complexos. A uniformidade na apresentação de relatórios que provem do uso desta ferramenta permite a que qualquer pessoa consiga facilmente interpretar o documento (Schawagerman III, Ulmer and William, 2013).

Atualmente, o diagrama A3, usado em várias organizações, tem como propósito não só a demonstração visual de um relatório, mas também de todo o processo do pensamento relativo à resolução de um problema (Flinchbaugh, 2017).

Para (Schawagerman III, Ulmer and William, 2013), um A3 deve servir de base para a gestão de um PDCA (Plan, Do, Check, Act). O PDCA é um sistema de monitorização de planos de ação, é um veículo para a implementação de melhoria contínua. As 4 fases do PDCA são:

- **Plan:** trata-se da definição de um alvo de melhoria e do plano de ações que visam a alcançar o estado futuro desejado;
- **Do:** refere-se à implementação do plano;

- **Check:** a avaliação do estado de cumprimento do plano e a monitorização de progresso de melhoria;
- **Act:** relativo à estandardização dos novos processos de modo a evitar a recorrência dos problemas iniciais.

O PDCA é um ciclo em movimento constante, uma vez que quando uma melhoria é implementada, o *status quo* do sistema é alterado e deve ser alvo de novas melhorias, reiniciando-se o ciclo. (Imai, 1997)

Segundo (Schawagerman III, Ulmer and William, 2013) , o PDCA está então presente nos sete passos que devem estar contidos num A3:

1. Contextualização de um problema (Plan);
2. Descrição da situação atual (Plan);
3. Identificação do objetivo (Plan);
4. Análise das causas raiz do problema (Plan);
5. Identificação de contramedidas (Do);
6. Desenvolvimento de um plano de trabalho (Check);
7. Seguimento do processo de implementação (Act).

O Kaizen Institute, porém, propõe que um A3 não deve ter apenas 7 passos, mas sim 9. Assim sendo, mantém o uso dos passos 1 a 5, elimina os passos 6 e 7 apresentados acima e acrescenta os seguintes (Kaizen Institute, 2021):

6. Teste de soluções;
7. Atualização do PDCA;
8. Confirmação dos objetivos;
9. Análise de lições aprendidas.

No cumprimento do passo 4 do A3, é comum recorrer a uma ou ambas das seguintes ferramentas de identificação de causas raiz:

- **Diagrama de Ishikawa:** Onde as possíveis causas são expostas num esquema ramificado, de acordo com a área onde se inserem ou o processo onde ocorrem. Este diagrama é também identificado como o diagrama de espinha de peixe, uma vez que os ramos a identificar as diferentes áreas e causas fazem com a figura final se assemelhe a essa imagem (Jayswal *et al.*, 2011).

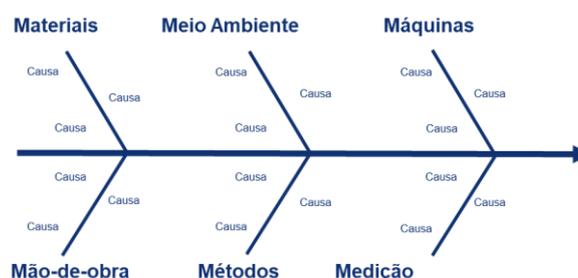


Figura 11 - Diagrama de Ishikawa

- **5 Whys:** O objetivo deste método é perguntar repetidamente e iterativamente ‘porquê’ relativamente à causa de um problema. Esta ferramenta é assim nomeada com base na ideia de que ao fim de 5 perguntas se terá identificado a causa raiz (Imai, 1997).

3.3.3 MIZUSUMASHI

O *mizusumashi*, ou comboio logístico, é uma ferramenta que não se insere num âmbito de produção, mas sim num de logística interna. Isto é, dentro da metodologia Just-in-Time, o *mizusumashi* é um operador logístico que abastece, através do uso de *kanbans*, apenas a quantidade de componentes necessária à produção, no lugar necessário e na altura necessária. Assim sendo, como característico de um sistema *Pull*, a reposição destes componentes é apenas despoletada pelo seu consumo (Ichikawa, 2009).

Uma vez que, como já foi abordado, movimento de pessoas e transporte de material são ambos considerados muda, num cenário ideal não haveria a necessidade de um *mizusumashi*. No entanto, não sendo possível a total eliminação destes desperdícios, o uso desta ferramenta permite concentrá-los num só operador, assim libertando os outros trabalhadores destes muda (Brito, 2019).

Estas tarefas de reposição são realizadas sequencialmente, baseando-se em rotas e horários fixos estabelecidos previamente, de modo a que o *mizusumashi* não percorra rotas sem transmissão de materiais ou informação (Coimbra, 2009). Como tal, para estabelecer o uso de um *mizusumashi*, é preciso que este esteja em sintonia com os ritmos da produção que este está a abastecer. Deste modo, é necessário:

1. Estabelecer as tarefas que cada operador realiza;
2. Definir o tempo de cada tarefa;
3. Desenhar a rota que deverá ser percorrida pelo comboio;
4. Dimensionar o número de carruagens do comboio;
5. Garantir que os supermercados estão dimensionados;
6. Treinar o operador.

Existem ainda alguns conceitos que devem ser esclarecidos, uma vez que a sua implementação é essencial para o funcionamento de um comboio logístico. São estes:

- **Bordo de linha:** refere-se ao espaço físico ao qual o operador tem fácil acesso, onde todos os materiais necessários à realização da sua tarefa devem ser colocados. Um bordo de linha bem estabelecido é uma fonte de redução do muda de movimento, uma vez que garante que o operador consegue alcançar todos os componentes de que necessita sem grande esforço, reduzindo o tempo em que não está a acrescentar valor (Brito, 2019).
- **Supermercado:** é o sítio onde se deve armazenar todo o material necessário para a operação em questão, deve ser visível e devidamente identificado.
- **Kanban:** cuja tradução do Japonês é simplesmente “cartão”, é uma referência visual a material que precisa de ser repostado num determinado posto. Este cartão é entregue ao *mizusumashi* quando o

material em questão atinge o nível de reposição pré-estabelecido, e assim é dada a ordem de reabastecimento ao comboio logístico (Gupta, Al-Turki and Perry, 1999).

- **Junjo:** um sistema muito semelhante ao *kanban*, mas ao contrário do *kanban*, inclui mais do que uma referência. Neste caso, a reposição baseia-se na produção futura, tendo em conta a sequência do consumo (Coimbra, 2009).

Uma vez que o uso de um comboio logístico leva à eliminação de grandes quantidades de desperdício relativos a transporte, movimentos e espera, a adoção desta ferramenta tem vindo a crescer nas empresas na procura por excelência operacional (Gupta, Al-Turki and Perry, 1999).

3.3.4 SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)

SMED é uma ferramenta *Lean* que tem como propósito a redução de tempos de *setup*. (Nakajima, 1988) define um *setup* como o processo despoletado pela produção de um novo produto, onde há necessidade de ajuste de equipamento de produção para o fazer. Assim sendo, o tempo de *setup* que o SMED pretende reduzir é contabilizado desde o último artigo a ser produzido de uma determinada referência até que a produção de artigos da referência seguinte esteja estável.

O nome desta ferramenta deve-se ao facto de o seu criador, Shigeo Shingo, afirmar que a sua utilização é capaz de reduzir tempos de *setup* para menos de 10 minutos, sendo isto possível ao identificar e racionalizar as tarefas que um operador tem de completar durante um *setup* (Shingo, 1985).

O SMED é composto pelos seguintes passos, que devem ser cumpridos pela ordem apresentada:

1. **Observação da situação atual:** Analisar simplesmente o processo como é feito habitualmente. É norma neste primeiro passo gravar o processo em vídeo e abordar os trabalhadores nele envolvidos, de modo a garantir a compreensão de todas as tarefas incluídas no *setup*.
2. **Separação de atividades internas e externas:** Com o auxílio do vídeo gravado previamente, faz-se uma identificação e separação entre tarefas internas (isto é, todas as atividades que só podem ser realizadas com o equipamento desligado, e conseqüentemente a produção parada) e tarefas externas (as tarefas que podem ser cumpridas com as máquinas em funcionamento, e assim não requerem paragem na produção).
3. **Conversão de atividades internas em externas:** Uma vez identificadas as atividades internas e externas, procede-se à conversão de atividades internas em externas, de modo a conseguir completar a maior parte das atividades de *setup* com a produção em funcionamento. Esta conversão faz-se recorrendo muitas vezes a trabalho prévio e preparação.
4. **Redução ou eliminação de trabalho interno:** Através de soluções inovadoras, reduzir o tempo de cumprimento das atividades internas.
5. **Redução ou eliminação de trabalho externo:** Semelhante ao passo anterior, mas relativo às atividades externas.

Após a realização destes passos, para que as mudanças que surgem da aplicação de SMED se mantenham, deve-se treinar os trabalhadores envolvidos no processo recorrentemente e implementar normas de trabalho (Moreira and Garcez, 2013).

Os benefícios do uso desta ferramenta não se apresentam apenas no aumento de produtividade que resulta de menos tempo de produção parada, mas também com um ganho de flexibilidade de produção, devido à redução do custo de troca de referências, que por sua vez leva a benefícios derivados da redução de stocks (Costa *et al.*, 2013).

3.3.5 STANDARD WORK

A ferramenta de *Standard Work*, traduzida para Normalização de Tarefas, trata-se de uma ferramenta de melhoria contínua que se refere à uniformização da forma mais eficaz e segura conhecida até ao momento que um trabalhador tem de realizar uma tarefa.

Estes *standards* baseiam-se no princípio de que, dentro de vários métodos para realizar uma atividade, existe sempre uma maneira mais correta de a realizar com base nos indicadores que se pretende maximizar, frequentemente indicadores relativos a qualidade e tempo. Assim sendo, de modo a criar e implementar *standards*, deve-se ter em conta todos os passos necessários para a execução de uma determinada tarefa, tendo em conta os seguintes elementos fundamentais (Mariz and Picchi, 2013):

- **Takt Time:** a frequência a que os clientes exigem os produtos acabados, apresentado através da razão entre o tempo disponível de um operador pela procura de um cliente para esse intervalo;
- **Sequência:** a ordem de tarefas que deve ser cumprida pelo operador na execução da atividade em questão;
- **Stock em processo:** trata-se da quantidade mínima que deve estar em processo entre cada atividade, de modo a não haver interrupções na realização de tarefas.

A definição de *Standard Work* para uma determinada tarefa é frequentemente acompanhada por uma norma visual, acessível aos trabalhadores que estarão envolvidos na atividade em questão. Segundo (Míkva, Prajová and Yakimovich, 2016), esta norma deve apresentar as 5 seguintes características:

1. Conter apenas a informação necessária para a realização da tarefa em questão;
2. Ser simples e visual, para facilitar a interpretação;
3. Permitir alterações em parâmetros dos processos;
4. Garantir que estão atribuídas atividades relevantes ao processo a todos os operadores envolvidos;
5. Permitir monitorização da implementação do *standard*.

Assim sendo, de modo a implementar *Standard Work* numa determinada operação, deve-se cumprir 5 passos (Fin *et al.*, 2017):

1. Definir tempo para produzir uma unidade de produção;

2. Identificar capacidade de produção;
3. Determinar rotina de operadores (Standard);
4. Implementar folhas que explicação as operações padronizadas (Norma);
5. Treinar os operadores.

Esta ferramenta é de uma grande importância para o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, uma vez que impacta a qualidade, segurança, produtividade e satisfação do cliente e é algo que deve ser mantido todos os dias (Krichbaum, 2008).

3.3.6 LAYOUT DESIGN

A disposição ideal de linhas de produção numa fábrica não é universal, uma vez que depende de fatores que variam com o que se pretende produzir. Geralmente, a adoção de um certo layout numa linha de produção envolve a preferência de redução de um certo *muda* em relação a outro (Silva, 2010). Assim sendo, cada um dos *layouts* analisados de seguida apresenta certos benefícios que serão mais ou menos importantes dependendo do contexto em que se insere:

- **Layout em Linha:** Esta distribuição promove simplicidade, orientando o fluxo de produção de modo a que não seja exigido um grande nível de complexidade na sua interpretação.
- **Layout Funcional:** Foca-se na redução de movimento desnecessário, organizando a posição de cada setor de modo a gerar proximidade entre estes.
- **Layout em U:** Muitas vezes utilizado em indústrias de produção, esta disposição da linha de produção permite uma grande flexibilidade no número de operadores que nela trabalham, possibilitando a que a mesma seja manuseada por apenas um operador (Salleh and Zain, 2012).

3.4 METODOLOGIA A APLICAR

A revisão de literatura realizada providencia uma abordagem que poderá ser adoptada no desenvolvimento do projeto na Empresa A.

A metodologia apresentada de seguida resulta da intersecção entres os problemas colocados pela Empresa A, nomeadamente a melhoria de produtividade e redução de quebras de produção na linha 6, da secção Novilho, da unidade de Torres Novas com as ferramentas e metodologias lean revistas no presente capítulo.

Para cada um dos dois problemas em questão, iremos aplicar o Diagrama A3 como estrutura de resolução de problemas. Como indicado, o A3 é uma ferramenta frequentemente utilizada como norma de organização de um *workshop* (outro nome para Evento Kaizen). Assim sendo, e de modo a melhor refletir o pensamento por trás de cada um dos *workshops*, orientados a cada um dos problemas, considero apropriado o seu uso na estruturação desta dissertação. Os seguintes capítulos desta dissertação irão refletir as conclusões retiradas de cada um dos passos para cada um dos problemas.

Passo 1: Contextualização do Problema	Passo 4: Análise das Causas-Raiz do Problema	Passo 7: Atualização do Plano de Ações
Passo 2: Descrição da Situação Atual	Passo 5: Identificação de Contramedidas	Passo 8: Confirmação dos Objetivos
Passo 3: Identificação do Objetivo	Passo 6: Teste de Soluções	Passo 9: Análise de Lições Aprendidas

Figura 12 - Metodologia a aplicar

3.4.1 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL - PASSOS 1, 2 & 3

Este capítulo tem dois principais propósitos: o de mapear a situação inicial da Empresa A relativamente a cada um dos problemas a abordar, e o de planejar a resolução dos ditos problemas. Como tal, serão expostas as principais conclusões retiradas da fase de diagnóstico realizada em 2020 (fase esta que antecede a fase de implementação do projeto do KI na Empresa), usando ferramentas como o VSM para averiguar as principais oportunidades de melhoria na unidade.

De seguida, para cada um dos 2 problemas a resolver, percorrer-se-á os primeiros 3 passos do Diagrama A3, de modo a garantir a contextualização necessária para a aplicação de soluções descrita no capítulo seguinte.

3.4.2 IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES - PASSOS 4, 5, 6 & 7

Este capítulo apresentará uma análise detalhada das causas-raiz dos problemas em questão, resultante de medições, discussões e observações no terreno, e a identificação e implementação de soluções para a resolução dos mesmos.

Os princípios de solução identificados serão a aplicação das ferramentas descritas previamente, de acordo com as causas-raiz identificadas em cada problema a resolver.

3.4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS - PASSOS 8 & 9

Neste capítulo, é feita uma reflexão do trabalho executado no capítulo anterior, face aos objetivos definidos para cada problema a resolver. É averiguado o sucesso de cada princípio de solução, com base na melhoria dos indicadores relevantes.

Posteriormente, como conclusão para cada iniciativa de melhoria, é feito um balanço do que correu bem e o que correu mal relativamente às práticas aplicadas, de modo a tornar o desdobramento para as outras linhas da secção o mais eficiente possível.

3.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo, foram apresentados, por ordem, o Pensamento *Lean*, Metodologias *Lean* e Ferramentas *Lean*. Enquanto que, como estabelecido previamente, a sequência de apresentação e estudo das ideias em questão deriva de uma lógica construtiva e progressiva de desenvolvimento de conceitos *Lean*, a sua apresentação aos colaboradores das organizações muitas vezes não segue este racional, deixando-se ficar pela exposição das ferramentas *Lean* diretamente relacionadas com resolver o problema em questão, apenas por uma questão de conveniência. Isto vai contra os princípios de melhoria contínua e envolvimento de pessoas. Assim sendo, a estrutura apresentada neste capítulo segue também o raciocínio pelo qual se deve entender *Lean*.

Relativamente ao Pensamento *Lean*, foram abordadas não só as suas origens, de modo a fornecer um contexto para a sua necessidade, mas também os conceitos-chave à volta dos quais será construído o sistema *Lean*. Assim sendo, para uma organização adotar um pensamento *Lean*, deve reconhecer o que o cliente valoriza, e aumentar as atividades que contribuem para isso, e o que é desperdício, reduzindo o máximo possível cada um dos *muda*. Esta orientação para o cliente implica um foco no fluxo de produção e um pensamento *pull*, sustentados por sua vez numa cultura de melhoria contínua. No caso da Empresa A, deve haver uma interiorização destes conceitos como primeiro passo para promover a mudança.

As metodologias *Lean* abordadas, nomeadamente o *Pull Planning* e *Kaizen*, apresentam-se como os sistemas que devem ser implementados de modo a cumprir o pensamento *Lean* numa organização. O *Pull Planning* evidencia o foco no cliente, seja este o consumidor final ou o processo seguinte na cadeia de produção, como único motivador para a produção, reduzindo principalmente os *muda* de inventário e sobreprodução. Por sua vez, o *Kaizen* motiva a procura pela perfeição e o envolvimento de todas as pessoas, em todo o sítio, a toda a hora, promovendo uma mudança de cultura na organização. Estas metodologias serão introduzidas no contexto da Empresa A de modo a alcançar os objetivos pretendidos e resolver o problema em questão.

As ferramentas *Lean* apresentadas serão então aplicadas no âmbito das metodologias abordadas, com um contexto e situação adequados para cada uma, sejam estes mais generalizados (como é o caso do Diagrama A3) ou mais específicos e pontuais. A utilização destas ferramentas no contexto da Empresa A ao longo de vários Eventos *Kaizen*, tornará concretas as metodologias em questão e a adoção de uma filosofia *Lean*.

Posteriormente, ao planejar aplicação das ferramentas e metodologias estudadas à situação da Empresa A, gerou-se uma multi-metodologia a adotar no desenvolvimento do projeto. Esta metodologia divide-se em 3 partes, relativos aos 3 seguintes capítulos desta dissertação, e seguirá a estrutura do Diagrama A3 previamente apresentado, relativamente a cada um dos problemas a resolver.

4 ANÁLISE SITUAÇÃO ATUAL

Nos seguintes três capítulos, procede-se à aplicação da metodologia expressa no fim do capítulo **Erro! A origem d a referência não foi encontrada.** Como referido, a estrutura desta metodologia orienta-se pela estrutura do Diagrama A3 de 9 passos. Neste capítulo, procede-se à análise da situação da linha 6 previamente à implementação de soluções. O capítulo vai então percorrer, para cada *workshop*, os 3 passos que ocorrem antes de se considerar soluções para os problemas em questão. Pretende-se então, que para cada *workshop*, o problema a abordar seja contextualizado, a situação inicial seja estudada e os objetivos definidos.

Na contextualização do problema, pretende-se averiguar o âmbito do *workshop*, deixando claro qual é o problema a resolver, o porquê de ser relevante para os objetivos da organização, os indicadores e métricas mais apropriados para a monitorização do problema e a equipa responsável pela resolução do mesmo.

Na descrição da situação atual, deve-se descrever o ponto de partida do *workshop*, recorrendo aos valores dos indicadores estabelecidos para definir um *baseline* (valor contra o qual o progresso do *workshop* será medido). Para além disso, recorre-se a *VSMs* e *Gemba Walks* para identificar e expor mudas e outros dados relevantes que se insiram no âmbito em questão.

Por último, define-se um objetivo para a resolução do problema. Este objetivo não se prende apenas com valores pretendidos para os indicadores em questão, mas também com todos os aspetos relativos à visão futura que se ambiciona alcançar, como mudas que se pretende eliminar, os hábitos que se deseja impor e a monitorização que se considera desejada.

4.1 FASE DE DIAGNÓSTICO

4.1.1 PASSO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

No início de 2020, a Empresa A contratou o *Kaizen Institute* para realizar uma fase de diagnóstico nas duas unidades de Frescos (situadas em Torres Novas e no Montijo), com a intenção de posteriormente implementar as melhorias planeadas ao longo dos cinco dias desta fase. Os dois diagnósticos foram conduzidos em separado, e para o âmbito desta dissertação e dos problemas a abordar, é apenas relevante a análise feita na unidade de Torres Novas.

Uma fase de diagnóstico visa a analisar a situação atual da unidade e propor iniciativas de melhoria a implementar num período de 2 anos, a começar diretamente a após esta fase, se a empresa cliente decidir seguir em frente com o projeto.

Na unidade de Torres Novas, a fase de diagnóstico teve a duração de 5 dias, nos quais foram percorridos os seguintes passos:

1. Formação de fundamentos *Kaizen* à equipa participante;

2. Identificação dos principais desperdícios e oportunidades de melhoria nos processos da unidade;
3. Concretização da visão futura a alcançar;
4. Desenho de um plano de implementação de iniciativas de melhoria ao longo de dois anos;

Esta fase de diagnóstico contou com a participação de uma equipa constante ao longo dos seus 5 dias. Incluídos na equipa estiveram:

- Dois consultores do KI;
- Diretor de produção da Empresa A;
- Diretora da unidade de Torres Novas;
- Um Chefe de Sala (atualmente existem três, são responsáveis pelas linhas de cuvetização);
- Chefe da Etiquetagem;
- Chefe da secção Suíno;
- Chefe da secção Novilho;
- Chefe da secção Picados;

Esta fase de diagnóstico teria como principal objetivo planear soluções para o aumento de produtividade e redução de quebras da unidade, sendo esses dois os indicadores de performance a usar como métricas do projeto de implementação futuro.

4.1.2 PASSO 2 – DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Durante a fase de diagnóstico, para identificar as principais fontes de desperdício e oportunidades de melhoria nos processos da unidade, recorreu-se a dois exercícios: a realização de um *VSM*, e um *Gemba Walk*. Também de modo a completar o estudo da situação da unidade, foram analisados os valores dos indicadores previamente designados.

1. VSM

O primeiro exercício foi a realização do VSM em sala (isto é, não diretamente no chão de fábrica) com o envolvimento de toda a equipa. O mapeamento resultante do exercício está representado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** O VSM permitiu então contextualizar os processos da fábrica, esquematizando as principais secções e atividades ao longo do fluxo de produção. Desta análise, retirou-se a conclusão de que a secção das linhas de cuvetização seria a área de maior impacto, uma vez que é a secção com maior número de operadores e processos mais complexos, onde ocorrem a maior parte das quebras e falhas de produtividade (*mudas*).

Ao situar as atividades do fluxo de produção nas várias salas e secções da unidade, o VSM serviu também de ponto de partida para o *Gemba Walk* posteriormente realizado, onde a equipa foi dividida em três subequipas. Cada subequipa ficou encarregue de ir a duas das divisões identificadas no VSM (na figura identificadas a azul-escuro) e identificar e descrever os *mudas* encontrados, para depois apresentar às restantes subequipas.

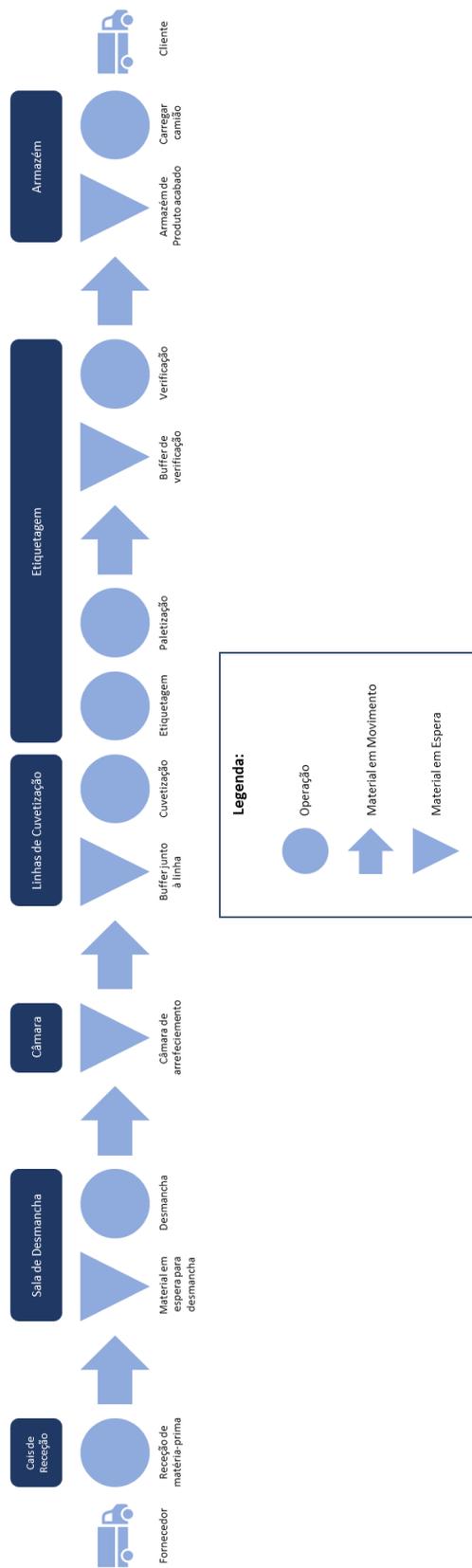


Figura 13 - VSM da unidade de Torres Novas

2. *Gemba Walk*

O objetivo de um Gemba Walk (que se traduz para “Passeio pelo Terreno”) é observar a situação atual de determinados processos. Deste modo, as subequipas dirigiram-se a cada uma das secções e observaram os processos de cada um, tendo um foco principal nos *mudas* presentes. De modo a descrever apenas a informação relevante para esta dissertação, aqui são apenas referidas as conclusões do *Gemba Walk* realizado na divisão das linhas de cuvetização. Os principais *mudas* encontrados foram:

- **Espera:** localizado maioritariamente nos operadores das linhas, devido a desnivelamentos na alocação a processos produtivos. Assim sendo, em cada linha de produção, observou-se operadores parados à espera de material com que trabalhar.
- **Inventário:** devido à falta de monitorização de objetivos de produção e à falta de planeamento sustentado em dados. Deste modo, as linhas de cuvetização produziam uma determinada referência em excesso, que depois levava a falta de tempo para produzir outras referências.

3. *Análise de Indicadores*

Numa fase de diagnóstico, de modo a completar as informações necessárias sobre a situação atual de uma dada empresa, procede-se a análise de indicadores relacionados com os processos produtivos. Novamente, de modo a manter sucintas e relevantes as conclusões retiradas desta análise, são apresentados apenas os dados relativos às linhas de cuvetização.

Como mencionado previamente, um dos objetivos da Empresa A ao contratar os serviços do KI seria a melhoria de eficiência nas linhas de cuvetização, tendo como principais métricas a produtividade e a percentagem de quebras. Estes dois indicadores já eram monitorizados pela Empresa, sendo os dois obtidos através de um documento chamado ‘folha única’. Este documento era preenchido diariamente pelos chefes de cada secção, e inserido num ficheiro de Excel para gerar os indicadores pretendidos.

De modo a calcular o valor de produtividade, o chefe de secção indica na folha única as horas de início e fim de produção, o tempo de pausa, a quantidade produzida e o número de operadores em cada linha.

Para calcular a percentagem de quebras, o chefe de secção insere diariamente na folha única a quantidade (em kg) de matéria-prima que entra na linha e a quantidade que sai da linha. O valor de quebras seria a percentagem de diferença.

$$\textit{Produtividade} = \frac{\textit{Quantidade Produzida}}{(\textit{Hora Saída} - \textit{Hora Entrada} - \textit{Tempo Pausa} - \textit{Tempo Almoço}) * N^{\circ} \textit{ Operadores}}$$

(2)

$$\% \text{ Quebras} = \frac{\text{Quantidade Entrada} - \text{Quantidade Saída}}{\text{Quantidade Entrada}}$$

(3)

Os valores destes dois indicadores eram, em média até à data da fase de diagnóstico, como indicados na tabela seguinte:

Tabela 2 - *Baseline* de produtividade da unidade de Torres Novas

Produtividade (kg/hH)	
Secção	Baseline (= média 2019)
Fatiados Suíno	31,5
Fatiados Novilho	20,1
Picados	74,2
Ultracongelados	34,4
Total	45,2

Tabela 3 - *Baseline* de percentagem de quebras da unidade de Torres Novas

% Quebras	
Secção	Baseline (= média 2019)
Fatiados Suíno	9,4%
Fatiados Novilho	8,5%
Picados	3,75%
Ultracongelados	--
Total	6,8%

4.1.3 PASSO 3 – IDENTIFICAÇÃO DO OBJETIVO

Com base nas observações e análises realizadas, foram definidos objetivos para cada uma das secções das linhas de cuvetização. Estes objetivos, relativos aos dois indicadores em questão, foram determinados com base nas características de cada secção (nomeadamente, complexidade do processo e número de operadores envolvidos) e nos *mudas* observados.

Os objetivos foram então quantificados, não com base num sistema apurado de cálculo, mas através de um consenso entre os membros da equipa da fase de diagnóstico em relação à visão futura relativa a cada secção. Após discussão, foram obtidos os seguintes valores:

Tabela 4 - Objetivo de melhoria de produtividade para a unidade de Torres Novas

Produtividade (kg/hH)			
Secção	Média 2019	Objetivo	Melhoria

Fatiados Suíno	31,5	34,0	7,9%
Fatiados Novilho	20,1	21,7	8,0%
Picados	74,2	77,9	5,0%
Ultracongelados	34,4	36,1	4,9%
Total	45,2	48,0	6,2%

Tabela 5 - Objetivo de melhoria de quebras para a unidade de Torres Novas

% Quebras (kg entrada/kg saída)			
Secção	Média 2019	Objetivo	Melhoria
Fatiados Suíno	9,4%	4,0%	60%
Fatiados Novilho	8,5%	4,0%	56%
Picados	3,75%	3,0%	25%
Ultracongelados	--	--	--
Total	6,8	3,5	49%

4.2 AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

4.2.1 PASSO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como referido previamente, na *Value Review* de Março 2021, foi decidido que no seguinte trimestre se iria incidir sobre a secção Novilho, abordando a produtividade e quebras. Assim sendo, foram planeados 2 *workshops* para o Novilho. O primeiro *workshop* teria como objetivo o aumento de produtividade da secção. Como tal, designou-se a Linha 6 (por razões previamente explicadas) como linha piloto para os *workshops* de melhoria da secção.

O primeiro *workshop* a realizar seria o de melhoria de produtividade. Designou-se que no âmbito deste *workshop* não seria abordado o planeamento para a linha. Como tal, um aumento de produtividade passaria por reduzir o número de operadores afetos à linha, mantendo a produção constante, reduzindo assim o fator 'homem' na equação de produtividade (kg/hora.homem). O *workshop* a realizar seria então um *Line Design*, um dimensionamento de operadores à linha de acordo com os processos de produção da mesma.

Para o desenvolvimento deste *workshop*, foi estabelecida uma equipa composta por:

- Consultor Kaizen Sénior
- Consultor Kaizen Júnior (*o autor*)
- Chefe da secção Novilho
- Chefe de sala
- Chefe da secção Etiquetagem

- Operador da secção (fatiadora)

Este workshop foi liderado pelo consultor sénior acima mencionado. Ao autor, devido à inexperiência do mesmo, foram delegadas tarefas de recolha de dados numa fase inicial, e de implementação de normas numa fase final.

4.2.2 PASSO 2 – DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Tendo sido composta a equipa do workshop, procedeu-se à análise da situação atual da secção.

Produtividade

O primeiro passo na análise foi o cálculo do valor atual do indicador do *workshop*, nomeadamente, a produtividade. Devido aos registos da folha única, previamente mencionada, estes valores já eram monitorizados, pelo que a definição de um valor *baseline* para o indicador foi facilitado.

Assim sendo, para a definição deste valor, teve-se em conta os dados do ano anterior, que apesar de impactados pela pandemia, foram designados como os mais relevantes para uma aproximação eficaz, devido a ser o ano com valores de procura mais semelhantes aos valores atuais. Fazendo uma média ponderada entre os dois turnos das linhas de cuvetização (dia e noite), ficou definido um valor *baseline* de 20,9 kg/hH.

Este valor corresponde a uma procura média de 1765 kgs (cerca de 4412 cuvetes) por turno, trabalhando 07h45 (um turno tem 08h, nos quais estão incluídos 15 minutos de pausa). O cálculo do valor de produtividade considera ainda uma alocação média de 10,9 operadores por turno afetos à linha 6. O cálculo deste valor é elaborado mais à frente.

Tabela 6 - Produtividade inicial da linha 6

	Procura (kgs)	Tempo Trabalho (h)	Tempo Pausa (h)	Nº operadores	Produtividade
Por turno	1765	8	0,25	10,9	20,9
Por dia	3530	16	0,5	10,9	20,9

OEE

Foi também calculado o valor de OEE (*Overall Equipment Efficiency*). Este indicador, expresso em percentagem, é geralmente o valor escolhido como indicador de eficiência das linhas de produção. O OEE tem em conta 3 níveis de desperdício diferentes: a disponibilidade, o desempenho (ou rendimento) e a qualidade. Os valores do cálculo diferem de linha para linha de produção e são calculados através da equação:

$$OEE = Disponibilidade * Rendimento * Qualidade$$

(4)

O valor de Disponibilidade refere-se à percentagem de tempo de abertura menos todas as paragens planeadas (como pausas ou uma paragem para manutenção preventiva) e não planeadas (como a avaria de uma máquina). O tempo de almoço, porém, não entra para o tempo de abertura. No caso da linha 6, o tempo de abertura é de

8h, o tempo médio histórico de paragens planeadas é de 48 minutos por turno, e o tempo médio de paragens não planeadas é de 38 minutos por turno. Assim sendo, o tempo calcula-se segundo a seguinte equação:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de abertura} - \text{Paragens planeadas} - \text{Paragens não planeadas}}{\text{Tempo de abertura}} \quad (5)$$

Neste caso, a Disponibilidade é de 82%.

O valor de Rendimento refere-se ao aproveitamento do tempo disponível para produção. É a percentagem de tempo disponível menos o tempo perdido em perdas de rendimento (como arranques de produção, trocas de produto e atrasos nos processos produtivos).

$$Rendimento = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo de perdas de rendimento}}{\text{Tempo disponível}} \quad (6)$$

No caso da linha 6, o tempo perdido com falhas de rendimento era cerca de 98 minutos por turno, maioritariamente devidos a atrasos no arranque (cerca de 27 minutos por turno), trocas de produto (cerca de 24 minutos por turno), várias paragens inferiores a 5 minutos (cerca de 36 minutos por turno) e outros motivos menos relevantes, originando um rendimento de 75%.

O valor de Qualidade refere-se à percentagem de produtos conformes, isto é, sem erros e defeitos, que completa o processo produtivo.

$$Qualidade = \frac{\text{Número de produtos conformes}}{\text{Número de produtos totais}} \quad (7)$$

No caso da linha 6, a percentagem de produtos não conformes era cerca de 4%, devidos principalmente a falhas na etiquetagem (1,5%, devido a etiquetas mal colocadas) ou na embaladora (2,5%, devido a embalagem mal feita). A Qualidade nessa linha era de 96%.

Multiplicando os valores de Disponibilidade, Rendimento e Qualidade, é calculado o valor para o OEE, que no caso da linha 6 é de 59%. Este valor será posteriormente relevante para o cálculo de tempo de ciclo da linha 6.

Tabela 7 - OEE da linha 6

Disponibilidade	Rendimento	Qualidade	OEE
82%	75%	96%	59%

Alocação de Operadores à Linha

O valor de 10,9 operadores por turno deriva de uma média ponderada entre as duas disposições possíveis de operadores na linha, conseqüentes das duas categorias de artigos produzidos. Assim sendo, sempre que a linha

estivesse a produzir a categoria de artigos designada de 'Jardineira', contaria com 13 operadores à sua disposição. Quando a linha estivesse a produzir 'Bifes' a sua disposição contaria com 10 operadores.

Tabela 8 - Alocação inicial de operadores aos processos da linha 6

	Mesa	Fatiadora	Triagem	Balança	Cuvetização	Embaladora	Etiquetadora	Total
Jardineira	4	3	0	2	2	1	1	13
Bifes	0	3	1	2	2	1	1	10

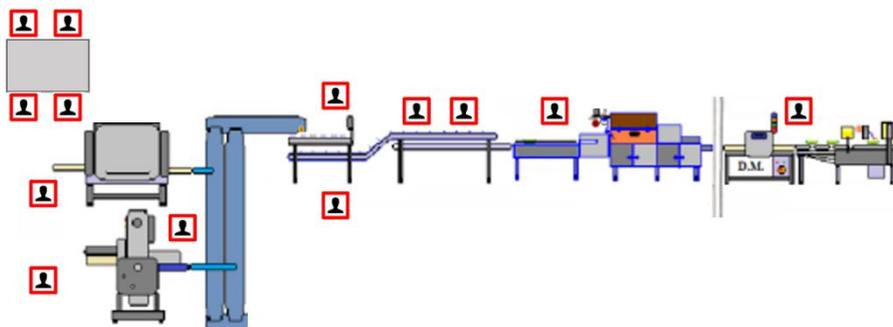


Figura 14 - Layout de operadores na categoria 'Jardineira'

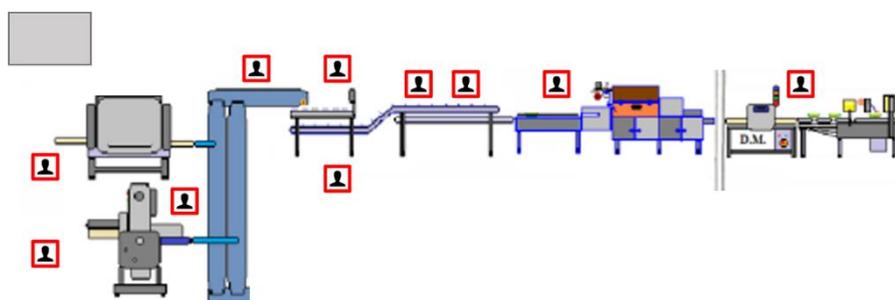


Figura 15 - Layout de operadores na categoria 'Bifes'

O tempo alocado à produção de 'Jardineira' ou 'Bifes' não era o mesmo entre os dois turnos. Tendencialmente, o turno da noite dedicava mais tempo à produção dos artigos da categoria 'Jardineira'. A tabela seguinte representa a alocação média de tempo à produção de artigos de cada categoria, recorrendo aos valores históricos previamente definidos.

Tabela 9 - Média de operadores alocados à linha 6 durante um turno

	Turno Dia	Truno Noite	Média Horas	Média Ocupação	Operadores	Média Operadores
Jardineira	01h36	02h54	02h15	29%	13	10,9
Bifes	06h09	04h51	05h30	71%	10	

Categorias de Artigos

Tendo verificado que a produção da linha 6 está dividida entre as duas categorias de artigos mencionadas, cada uma com a sua alocação de operadores aos diferentes processos, procedeu-se a verificar que artigos estavam englobados em cada categoria.

A categoria 'Jardineira' englobava os seguintes artigos (a sua designação original deriva do nome dos respetivos clientes. De modo a preservar confidencialidade, a designação dos artigos é diferenciada numericamente):

- **Jardineira 1:** cuvetes com um peso fixo de 500g
- **Jardineira 2:** cuvetes com um peso fixo de 600g
- **Jardineira 3:** cuvetes com um peso fixo de 400g
- **Jardineira 4:** cuvetes com um peso variável entre 500g e 700g

A categoria 'Bifes' englobava os seguintes artigos:

- **Redondo:** cuvetes com um peso variável entre 400g e 600g
- **Alcatra:** cuvetes com um peso fixo de 400g
- **Pojadouro:** cuvetes com um peso fixo de 400g
- **Pá:** cuvetes com um peso variável entre 400g e 600g
- **Acém Comprido:** cuvetes com um peso variável entre 400g e 600g
- **Rabadilha:** cuvetes com um peso fixo de 300g
- **Dianteiro:** cuvetes com um peso fixo de 300g
- **Medalhões:** cuvetes com um peso fixo de 300g
- **Escalopes:** cuvetes com um peso variável entre 400g e 600g

Uma análise aos artigos de cada categoria permitiu imediatamente identificar uma oportunidade de melhoria. Como se verifica na lista acima, certos artigos requerem cuvetes com peso fixo e outros com peso variável. Os artigos de peso fixo requerem um processo adicional relativamente aos de peso variável, o de garantir o peso certo. Porém, artigos de peso fixo e de peso variável estavam englobados nas mesmas categorias, indicando que estariam sujeitos aos mesmos processos e que a alocação de operadores à linha não se alterava conforme o tipo de peso.

De modo a complementar a análise à situação atual, procedeu-se à observação do funcionamento da linha 6. Como esperado, a falta de rigor na alocação de operadores à linha resultava numa falta de nivelamento de tarefas, que por sua vez gerava o *muda* de espera. Com base nesta observação inicial, foi definido o objetivo para a melhoria de produtividade neste *workshop*.

4.2.3 PASSO 3 – IDENTIFICAÇÃO DO OBJETIVO

Tendo analisado a situação inicial da linha 6 relativamente aos fatores que contribuem para o seu nível de produtividade, procedeu-se a definir um objetivo para o *workshop*. O principal objetivo a definir seria o de nível de produtividade futura.

Como mencionado no capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, o projeto Kaizen na Empresa A teria como objetivo aumentar a produtividade da secção Novilho em 8,0%, pelo que este valor seria uma referência para a melhoria pretendida neste *workshop*. Porém, como já foi estabelecido, a melhoria de produtividade na linha 6 seria atingida através da redução do número de operadores afetos à linha, pelo que o objetivo foi definido através de uma projeção deste valor.

De modo a chegar ao número de operadores que se pretenderia retirar da linha, separou-se o processo de produção em quatro categorias, as quais passaram a ser designadas de ‘famílias’. Os vários artigos produzidos nesta linha seriam atribuídos a cada família com base no seu processo de produção. Assim sendo, artigos com processos semelhantes, pertenceriam à mesma família. A atribuição de artigos por famílias foi a seguinte:

- **Família A (Jardineira de peso fixo):** Jardineira 1, Jardineira 2, Jardineira 3
- **Família B (Jardineira de peso variável):** Jardineira 4
- **Família C (Bifes de peso fixo):** Alcatra, Pojadouro, Rabadilha, Dianteiro, Medalhões
- **Família D (Bifes de peso variável):** Redondo, Pá, Acém Comprido, Escalopes

Uma vez feita a distribuição, e sabendo o número de operadores afetos a cada família, procedeu-se a analisar o tempo médio, com base nos valores históricos, alocado à produção de artigos de cada família. Tendo feita esta análise, definiu-se um estado futuro pretendido relativamente ao número de operadores. Este estado futuro foi definido com base nas observações realizadas e na quantidade de *muda* de espera encontrado. Assim sendo, definiu-se que se pretendia retirar um operador da linha em todas as famílias, mais um operador para as famílias de peso variável.

Estes valores permitiram o cálculo da média ponderada de operadores alocados à linha, como indicado na tabela abaixo. A comparação entre os valores atuais e os valores pretendidos providenciou a melhoria de produtividade a obter no *workshop*. O valor seria de um aumento objetivo de 15%.

Tabela 10 - Objetivo de melhoria de produtividade da linha 6

Família	Op. Atual	Op. Objetivo	Ocupação (h)	Ocupação (%)	Média Op. Atual	Média Op. Objetivo	Prod. Atual	Prod. Objetivo	Melhoria
A	13	12	1h35	20,5%	10,9	9,5	20,9 kg/hH	24,0 kg/hH	15%
B	13	11	0h41	8,8%					
C	10	9	2h52	37,0%					
D	10	8	2h37	33,7%					

É importante realçar que, para o propósito deste *workshop*, manter-se ia o tempo de ocupação para cada família. Isto é, não era pretendido alterar o número de horas alocado à produção de cada família, uma vez que isso iria alterar a disponibilidade de operadores para serem alocados a outras tarefas. Como se verifica, quando a linha está a produzir ‘Bifes’, necessita de menos 3 operadores do que quando está a produzir ‘Jardineira’. O planeamento, tendo isto em conta, aloca esses 3 operadores a outras tarefas não relacionadas com a secção Novilho durante este tempo. Uma vez que essa alocação está fora do âmbito deste *workshop*, manteve-se o tempo médio dedicado à produção de cada família.

4.3 REDUÇÃO DE QUEBRAS

4.3.1 PASSO 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O segundo *workshop* planeado para a linha 6 no trimestre em questão foi o de redução de quebras na secção de Novilho. Uma diferença entre este *workshop* e o de *Line Design* descrito acima, é que não existe nenhuma ferramenta específica para a redução de quebras de produção. Deste modo, decidiu-se na *Value Review* que se recorreria ao A3 de 9 passos como ferramenta de redução de quebras.

Embora o Diagrama A3 seja usado como forma visual de demonstrar os processos e progressos de determinadas iniciativas (como acontece no caso do *workshop* de *Line Design*), é também frequentemente usado diretamente como metodologia de resolução de problemas que não sejam resolvidos por ferramentas mais específicas. Quando tal acontece, os respetivos *workshops* ganham o nome de *Kobetsu Kaizen*. Neste caso, este *workshop* ficou designado de *Kobetsu Kaizen* de Quebras de Novilho.

A equipa selecionada neste workshop contou com os seguintes membros:

- Consultor Kaizen Sénior
- Consultor Kaizen Júnior (*o autor*)
- Chefe da secção Novilho
- Chefe de Sala (não o mesmo presente no *workshop* de *Line Design*)
- Responsável de Manutenção

À semelhança do outro *workshop* aqui descrito, foi selecionada a linha 6 como linha piloto.

Tal como no workshop de *Line Design*, este workshop foi liderado pelo consultor sénior acima mencionado. Ao encargo do autor, ficaram mais uma vez tarefas de recolha de dados numa fase inicial, e de implementação de normas numa fase final.

4.3.2 PASSO 2 - DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Tal como no *workshop* de aumento de produtividade, a descrição da situação atual começou com uma análise ao indicador chave, a percentagem de quebras. Graças aos registos da folha única, foi possível averiguar o valor médio de percentagem de quebras. Mais uma vez, esta análise teve em conta os valores do ano anterior como *baseline*. Assim sendo, os valores de quebras tiveram em conta a quantidade de matéria-prima que entra no processo da linha 6 por semana, e a quantidade de matéria-prima que sai do processo, o valor da diferença seria a quantidade, em kgs, de quebra nesta linha. A Tabela 11 apresenta os valores médios semanais de quebras na linha 6.

Tabela 11 - Percentagem de quebras inicial da linha 6

Ent. Sem.	Saíd. Sem.	Queb. Sem.	% Quebras
20 578	19 521	1 056	5,13%

Como se verifica, o valor de percentagem de quebras aqui observado é muito diferente do valor calculado na fase de diagnóstico, onde as quebras da secção Novilho rondavam os 8,5%. Uma vez que o valor de 5,13% se refere apenas à linha 6, esta diferença podia ser resultado de valores muito elevados quebras nas linhas 5 e 7. No entanto, tal não é o caso, uma vez que esta discrepância de valores se devia a uma atualização no processo que reduziu severamente a quantidade de quebras expressa na secção Novilho. Em fevereiro de 2020, já depois da fase de diagnóstico, foi feita uma alteração ao processo da desmancha, que resultou numa preparação mais rigorosa das peças de novilho, que por sua vez implicou que as peças chegassem mais “limpas” à secção. Isto levou a que, no processo de preparação de jardineira na mesa, fosse necessário retirar menos gorduras e que, no processo de triagem de bifés, não fosse necessário remover fatias com partes indesejadas.

O valor atualizado de percentagem de quebras da secção não rondava então os 8,5%, mas sim 4,96%, como indicado na Tabela 12.

Tabela 12 - Percentagem atualizada de quebras da secção Novilho

	Ent. Sem. (kgs)	Saíd. Sem.	Queb. Sem.	% Quebras
Linha 5	11 750	11 202	548	4,67%
Linha 6	20 578	19 522	1 056	5,13%
Linha 7	9 542	9 071	471	4,93%
Total Secção	41 870	39 795	2 075	4,96%

Tendo estudado a percentagem de quebras da secção e linha, procedeu-se a analisar as quebras por família de artigos da linha 6 (esta é separação por famílias referida no *workshop* de aumento de produtividade, que por esta altura já tinha sido implementada). Deste modo, seria possível obter uma melhor visão da situação atual da secção. Os valores encontrados foram os indicados na Tabela 13.

Tabela 13 - Percentagem de quebras inicial por família

	Ent. Sem.	Saíd. Sem.	Queb. Sem.	% Quebras Rel.	% Quebras Tot.
A	3 873	3 626	247	6,38%	1,20%
B	2 693	2 483	210	7,79%	1,02%
C	6 291	5 888	403	6,41%	1,96%
D	7 720	7 524	195	2,53%	0,95%
Total	20 578	19 522	1 056	5,13%	5,13%

O valor de quebras relativa refere-se à quantidade de quebras de matéria-prima de uma determinada família, enquanto o valor de quebras totais refere-se à quantidade de quebras de cada família face à quantidade de matéria-prima total que entra no sistema. Deste modo, através do valor de quebras relativas conseguimos averiguar que famílias têm mais oportunidades de melhoria, enquanto através do valor de quebras totais é possível ver qual tem mais impacto.

4.3.3 PASSO 3 - IDENTIFICAÇÃO DO OBJETIVO

Embora o valor inicial que quebras da secção tenha sofrido uma alteração de 8,5% para 4,96%, o objetivo manteve-se chegar ao valor de 4,0%. A razão para este valor não ter sofrido alteração foi porque o mesmo foi determinado com base numa visão futura a alcançar, e não numa melhoria prevista. Deste modo, o objetivo definido para este workshop foi também de um valor final de quebras de 4,0%. Uma vez que, como se verifica na Tabela 1, a linha 6 é a que apresenta o maior valor de quebras, ficou claro que seria um bom objetivo para uma linha piloto, visto que nas restantes linhas a melhoria não teria de ser tão elevada.

É importante lembrar que o valor de quebras é obtido subtraindo a quantidade que carne que sai do processo à quantidade de carne que nele entra. Deste modo, existem quebras necessárias, uma vez que não se pretende aproveitar toda a matéria-prima que chega à linha, como é o caso de gorduras e outras partes indesejadas. Assim sendo, o objetivo deste *workshop* seria reduzir a quantidade de quebras não necessárias, resultantes de falhas e desperdícios ao longo do decorrer do processo da linha 6.

A redução de percentagem de quebras de 5,13% para 4,00% implicaria uma melhoria de 28%, como indicado na Tabela 14.

Tabela 14 - Objetivo de melhoria de quebras

Baseline	Objetivo	Melhoria
5,13%	4,00%	28%

5 IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES

Tendo definido o âmbito *workshops*, a situação inicial e os objetivos de melhoria para cada um, procedeu-se à implementação de soluções. Este capítulo descreve os 4 seguintes passos, 4 a 7, no A3 de 9 passos.

No passo 4, é realizada a análise às causas raiz de cada problema a resolver. Assim sendo, recorre-se a mapas visuais, diagramas *Ishikawa*, análises no *Gemba* e ‘5 porquês’ de modo a encontrar as causas principais e explicar os desvios face à situação ideal. Nesta análise, é importante detalhar todos os fatores que possam causar efeitos negativos e deixar claras as relações causa-efeito.

No passo 5, deve-se identificar todas as soluções possíveis para alcançar os resultados pretendidos. Deve-se selecionar a ferramenta ou solução que poderá desencadear o melhor resultado e projetar um impacto para cada contramedida a aplicar.

No passo 6, são realizados testes às soluções identificadas no passo anterior, de modo a garantir a sua eficácia. Para concluir este passo, é necessário garantir que a solução funciona e desencadeia os resultados esperados, recorrendo a dados concretos e dissipando dúvidas relativas ao impacto das soluções identificadas.

No passo 7, após terem sido testadas as soluções, deve-se implementar normas de modo a garantir as mesmas e atualizar o plano de ações. Este plano de ações deve contemplar eventuais próximos passos a executar, como manter os *standards* definidos e como mitigar os problemas que podem surgir no futuro.

5.1 AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

5.1.1 PASSO 4 – ANÁLISE DE CAUSAS RAIZ DO PROBLEMA

Como já foi mencionado, uma das causas raiz base para a baixa produtividade é a alocação pouco rigorosa de operadores às linhas de produção. Na altura em que se realizou o *workshop*, os artigos da linha 6 não estavam separados pelas 4 famílias, mas apenas pelas 2 categorias ‘Bifes’ e ‘Jardineira’. Para além disto, não estavam definidos quaisquer objetivos de produção por hora, o que não permitia os operadores e chefes de secção averiguar se a produção ao longo do dia estava a correr bem ou não. Este fator é crítico, pois uma vez que não se mede o progresso ao longo de um dia, não é possível reagir a valores baixos e identificar as suas causas. Nomeadamente, este facto tem um impacto negativo no valor de Rendimento do OEE, que por sua vez, prejudica a produtividade.

Num *workshop* de *Line Design*, está subentendido que a principal causa raiz para uma baixa produtividade é o tempo de NVA dos operadores. Isto é, verifica-se que os operadores não estão tempo inteiro a contribuir para o *output* de kgs da linha. Este facto deve-se a desnivelamentos de processos produtivos e um mau dimensionamento do número de operadores.

Numa linha de produção onde existem vários processos, distribuídos pelos vários operadores, é comum que a distribuição não esteja bem nivelada, resultando em determinados operadores estarem responsáveis por tarefas ou processos que tem uma duração inferior a outros. Este desnivelamento vai necessariamente resultar em *muda*, seja este material em excesso ou, no caso da linha 6, operadores em espera.

De modo a quantificar o tempo de cada processo da linha e o tempo de espera de operadores, procedeu-se à análise de cada uma das seguintes famílias definidas, procurando definir:

- **Takt time:** de quanto em quanto tempo deve ser produzida uma cuvete na linha, em segundos. Este valor é calculado dividindo o número de horas disponíveis para a produção num turno e pela procura por turno;
- **Tempo de ciclo:** Tendo em conta que a linha não funciona eficazmente a 100% do tempo, multiplica-se o valor de *takt time* pelo OEE da linha, para uma melhor aproximação de quanto em quanto tempo deve sair uma cuvete, considerando que existem paragens e atrasos;
- **Tempo de cada processo:** quanto tempo demora a realizar cada processo na linha;
- **Gráfico Yamazumi:** representa o tempo de ocupação de cada operador da linha face ao tempo de ciclo.

Família A

1) Cálculo do *takt time* & tempo de ciclo

Verificando o histórico com o horizonte temporal previamente definido, concluiu-se que a procura média por turno seria de 766 cusetes. Como previamente definido, a linha dedica em média, por turno, 1h38 minutos à produção de artigos desta família, originando um *takt time* de 7,7 segundos/cuvete. Porém, tendo em conta um OEE de 59%, o tempo disponível para a produção destes artigos seria 58 minutos. Dividindo as 766 cusetes por esses 58 minutos, o objetivo de produção deveria ser 792 cusetes/hora, correspondente a um tempo de ciclo de 4,6 segundos/cuvete.

2) Quantificação dos tempos de processo

De seguida, procedeu-se à análise dos processos de produção da linha e da alocação de operadores aos mesmos. A equipa do *workshop* dirigiu-se à secção Novilho e desenhou-se o *layout* de operadores como indicado na Tabela 17. De seguida, foram identificados os processos realizados por cada operador, como indicado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, e contabilizados os tempos de realização de cada processo. Para uma quantificação adequada dos tempos de realização de cada tarefa, observou-se cada operador durante cerca de 5 minutos, cronometrando o tempo que este estaria ocupado a realizar a respetiva tarefa. Os resultados de tempos indicados de seguida representam a média das observações realizadas.

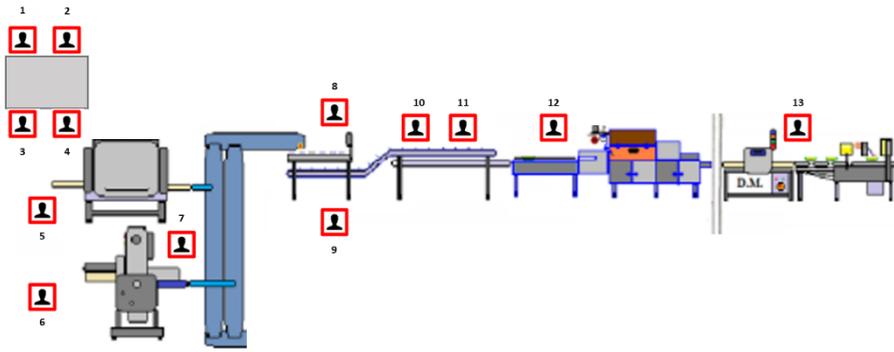


Figura 16 - Layout de operadores na família A

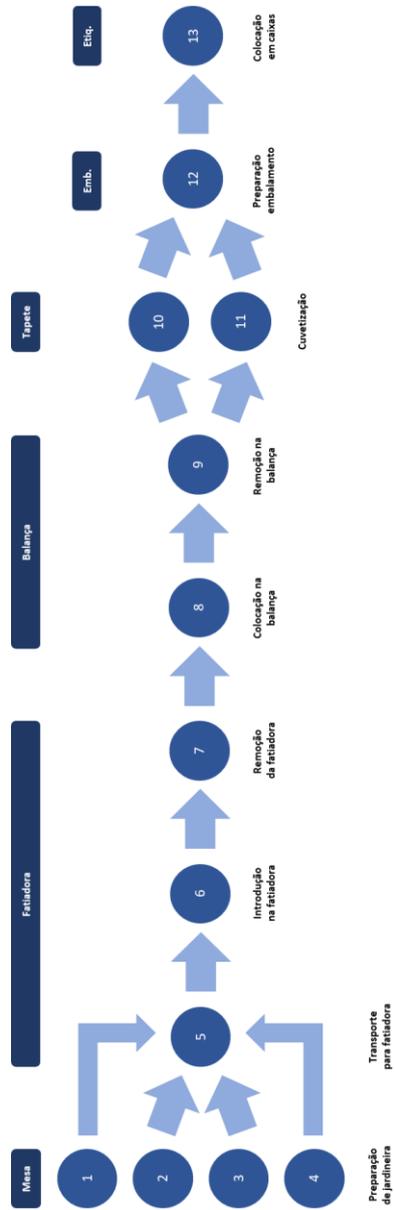


Figura 17 - Processo de produção da família A

De seguida, é feita uma descrição sucinta de cada processo, por ordem sequencial, incluindo o número de operadores que realizam cada uma e o respetivo tempo de execução:

- **Preparação de jardineira:** este processo é realizado na mesa por 4 operadores (1 a 4). Os operadores devem retirar de uma caixa as peças de carne que vêm da sala da desmancha, cortar cada peça ao meio e retirar gorduras e outras partes indesejadas. Cada peça alimenta em média 2 cuvetes, e cada operador demora cerca de 36,8 segundos por peça, resultando em 18,4 segundos/cuvete por operador. Assim sendo, o aglomerado deste processo equivale a 4,6 segundos/cuvete.
- **Transporte para fatiadora:** o operador 5 transporta, em caixas contendo em média 2 peças, as peças limpas da mesa para a entrada da fatiadora. Este processo demora cerca de 8,4 segundos/caixa, equivalendo a 4,2 segundos/peça e 2,1 segundos/cuvete.
- **Introdução na fatiadora:** o operador 6 retira as peças limpas da caixa e coloca no tapete de entrada da máquina fatiadora. Este processo demora 5 segundos/peça, equivalente a 2,5 segundos/cuvete.
- **Remoção da fatiadora:** o operador 7 remove as peças já cortadas da fatiadora. A fatiadora alimenta diretamente os tapetes que transportam o material para os próximos processos. Porém, no caso da jardineira, que é uma categoria de produto onde a carne é cortada em cubos pequenos na fatiadora, existe a necessidade constante de garantir que as peças não ficam presas dentro da máquina, e para isso é necessário um operador endireitar as peças no tapete e garantir que não caiem para o chão à medida que vão saindo. Em média, foi estimado que este processo demora cerca de 1,4 segundos/cuvete.
- **Introdução na balança:** O operador 8 recebe as peças de jardineira já cortadas através do tapete e insere num dos 8 pratos da balança. A balança de seguida conjuga os pesos em cada prato, fazendo acender uma luz verde em todos os pratos cujo peso conjunto completa o peso pretendido para uma cuvete. Este processo tem a duração de cerca de 3 segundos/cuvete.
- **Remoção da balança:** O operador 9 recolhe os conjuntos de carne cujos pratos mostram uma luz verde e insere no tapete que tem início debaixo da balança e que transportará a carne para o processo de cuvetização. Este processo liberta pratos da balança onde o operador 8 poderá colocar mais conjuntos de carne. O processo do operador 9 demora 2,8 segundos/cuvete.
- **Cuvetização:** Os operadores 10 e 11 têm ambos a função de colocar os conjuntos de carne que lhes chegam no tapete dentro das cuvetes. Cada cuvete é disponibilizada aos operadores através de um outro tapete (localizado uns centímetros abaixo do primeiro), que por sua vez é alimentado através de um dispensador automático de cuvetes sincronizado com o tapete de carne. Os operadores dividem o trabalho entre eles, pelo que o operador 10 (que está mais adiantado na linha), procede à cuvetização de 1 em cada 2 conjuntos de carne, deixando passar o outro para ser cuvetizado pelo operador 11. O processo de cuvetização de jardineira tem a duração média de 1,2 segundos/cuvete.
- **Preparação de embalamento:** Como já foi mencionado, o embalamento é feito pela máquina embaladora. Assim sendo, o trabalho do operador 12 é garantir que as cuvetes estão prontas para o

embalamento. Isto implica garantir o devido espaçamento entre cuvetes e ajustar a carne para que esteja bem centrada na cuvete. Para produtos de jardineira, este processo tem a duração de 2,4 segundos/cuvete.

- **Colocação em caixas:** Depois de passar na embaladora, a cuvete prossegue no tapete onde lhe é colocada uma etiqueta automaticamente na parte de cima. O operador 13 recebe a cuvete, coloca uma etiqueta na parte de baixo da cuvete e coloca a numa caixa. É um processo com duração média de 2,6 segundos/cuvete.

3) Gráfico Yamazumi

Tendo contabilizado o tempo de cada processo, de seguida representou-se a situação da linha 6 num gráfico Yamazumi (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Este gráfico representa o tempo de ocupação de cada operador em segundos (a azul) face ao tempo de ciclo (a vermelho), implicando que a diferença entre estes dois é o tempo de espera, *muda* que se pretende reduzir com um *workshop* de *Line Design*. O gráfico Yamazumi para a família A da linha 6 era o seguinte:

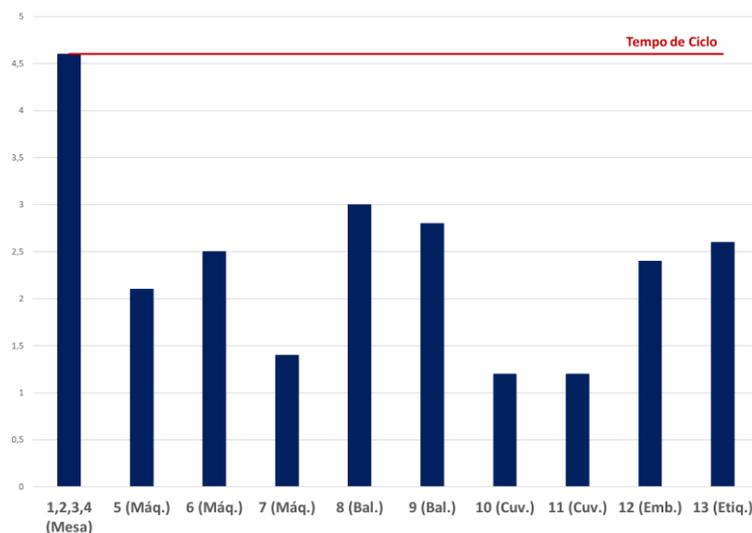


Figura 18 - Yamazumi inicial da família A

É importante notar que o gráfico representado acima não segue todas as normas de um gráfico Yamazumi, onde se deve separar claramente todos os operadores envolvidos no processo. Porém, por uma questão de facilidade de representação, para o processo da linha 6 foram agrupados os operadores alocados à preparação de jardineira, uma vez que realizam processos idênticos simultaneamente.

Do gráfico na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** são retiradas 3 principais conclusões relativamente ao tempo de ocupação e espera dos operadores:

- 1) Os 4 operadores da Mesa de preparação de jardineira estão sobrecarregados, não sendo capazes de atingir em muitas circunstâncias o tempo de ciclo de 4,6 segundos/cuvete. Isto implica um atraso no processo e resulta em menos kgs/h, baixando a produtividade da linha;

- 2) Os 3 operadores da máquina fatiadora passam muito tempo em espera, em média 58% do tempo de ciclo, não acrescentando valor ao processo;
- 3) Os 2 operadores da cuvetização passam muito tempo em espera, em média 74% do tempo de ciclo, não acrescentando valor ao processo.

Estas 3 situações são causas-raiz de uma baixa produtividade e devem ser mitigadas.

Família B

1) Cálculo do *takt time* e tempo de ciclo

Para o cálculo do tempo de ciclo da família B, foi repetido o processo aplicado à família A. Para uma procura de 445 cuvetes, um tempo disponível de 0h42 minutos e um OEE de 59%, o *takt time* é 5,7 segundos/cuvete. Foi definido um tempo de ciclo de 1066 cuvetes/hora tendo em conta o OEE, correspondente a um tempo de ciclo de 3,4 segundos/cuvete.

2) Quantificação dos tempos de processo

Como já foi referido, a alocação de operadores ao processo produtivo na família B era idêntica à família A, uma vez que esta diferenciação não existia na organização da secção. Porém, devido a características do material que entra na linha, alguns tempos de realização de certos processos são diferentes, e devido a diferentes requerimentos de peso de produto final, o rigor em certos processos é diferente também.

De seguida, segue uma descrição dos processos que são diferentes entre a família A e B, sendo todos os outros idênticos em realização e tempo de execução:

- **Preparação de Jardineira:** A matéria-prima do artigo Jardineira 4 é substancialmente diferente da matéria-prima dos artigos da família A. Ao contrário dos outros artigos, as peças da família B não passam pelo processo de Desmancha da unidade. Quem realiza este trabalho é o fornecedor, pelo que quando as peças chegam à linha 6, vêm preparadas com outro rigor e no geral, mais limpas. Assim sendo, o processo de limpeza de gorduras e corte de peças na Mesa é relativamente mais curto, tendo uma duração média de 28,8 segundos/peça por operador, ao invés de 36,8. Esta diferença implica que cada operador demora 14,4 segundos/cuvete e que o aglomerado da Mesa é 3,6 segundos/cuvete, uma vez que se mantém a relação de uma peça para cada duas cuvetes.
- **Processo na balança:** o facto das cuvetes do artigo Jardineira 4 poderem ter um peso entre 500g e 700g, providencia uma facilidade no processo da balança. Assim sendo, os operadores 8 e 9 já não necessitam de colocar um peso exato, sendo necessário menos tempo na escolha de que conjuntos de carne poderão ser conjugados. Deste modo, o operador 8 utiliza a balança apenas como uma mesa onde colocar as peças ao alcance do operador 9. O operador 9, por sua vez, coloca as peças no tapete “a olho”, que não gera quebras devido à margem de 200g de variação de peso de cada cuvete. Os operadores 8 e 9 demoram, respetivamente, 2 e 1,7 segundos/cuvete.

3) Gráfico Yamazumi

O gráfico *Yamazumi* da família B é então:

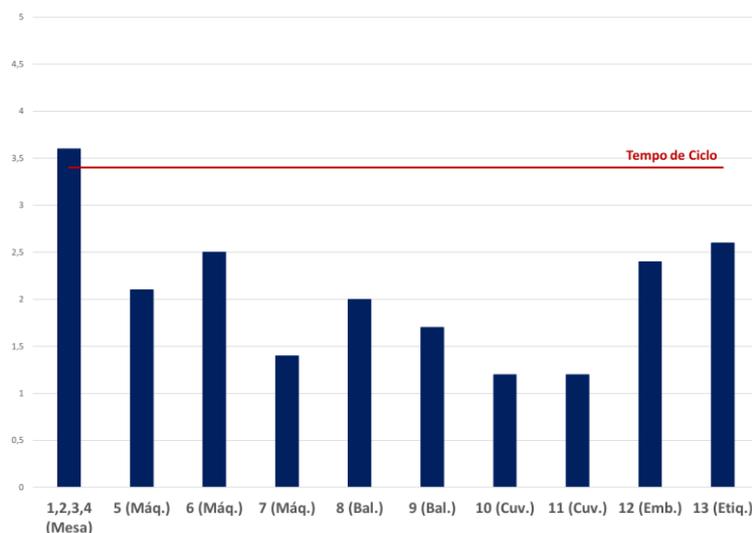


Figura 19 - *Yamazumi* inicial da família B

As principais causas-raiz da baixa produtividade da linha na família B são:

- 1) Sobrecarga de operadores da mesa, à semelhança da família A. Apesar do tempo de execução da tarefa de preparação de jardineira ser mais reduzido na família B, o tempo de ciclo do processo é, por sua vez, também mais reduzido.
- 2) O tempo de espera dos operadores da máquina, à semelhança da família A;
- 3) O tempo de espera dos operadores da cuvetização, à semelhança da família A;
- 4) O *muda* de retrabalho presente na operação da balança, onde o operador 8 coloca os conjuntos de carne em cima da balança para o operador 9 colocar no tapete, em vez de o próprio operador 8 colocar a carne diretamente no tapete.

Família C

1) Cálculo do *takt time* e tempo de ciclo

Para uma procura por turno de 1563 cuvetes, um tempo disponível de 2h58 minutos e um OEE de 59%, o *takt time* é de 6,8 segundos/cuvete. Aplicando o valor de OEE, obteve-se um valor de 891 cuvetes/hora, correspondente a um tempo de ciclo de 4,0 segundos/cuvete.

2) Quantificação do tempo de cada processo

O layout de operadores nas famílias C e D é diferente do layout das famílias A e B, como já foi abordado. Nestas duas famílias, não se utiliza a mesa de preparação de carne, mas existe a necessidade de acrescentar um operador para um processo de triagem antes da balança. O layout e o processo produtivo da família C são os seguintes:

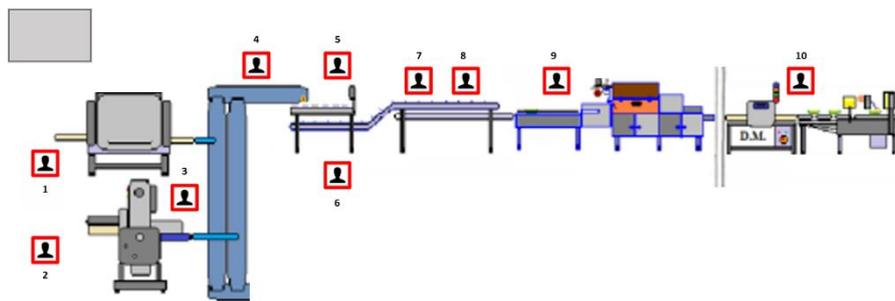


Figura 20 - Layout de operadores na família C

Os processos da família C, como representados na Figura 21, são caracterizados da seguinte forma:

- **Abertura de carne:** O operador 1 recebe caixas com peças que vêm da câmara de refrigeração. Estas peças chegam embrulhadas a vácuo em sacos de plástico, dos quais têm de ser retiradas antes de serem colocadas na fatiadora. O operador 1 procede a abrir os sacos com uma faca e deixar prontos numa pequena mesa de apoio para o operador 2. Cada peça (em cada saco) contém material para em média 3 cuvetes, o operador demora cerca de 4,8 segundos por saco, o que corresponde a 1,6 segundos/cuvete.
- **Introdução na fatiadora:** O operador 2 retira as peças da mesa de apoio e coloca na entrada da máquina fatiadora. Este processo demora cerca de 6,3 segundos/peça, equivalente a 2,1 segundos/cuvete.
- **Remoção da fatiadora:** Esta tarefa é semelhante à realizada nas famílias A e B, porém, o uma vez que o produto é cortado às fatias, e não cubos, o tempo que o operador demora a ajustar as peças e garantir que não ficam presas é mais reduzido. Nesta família de produtos, este processo demora 1,1 segundos/cuvete.
- **Triagem:** O processo de triagem não existe na categoria 'Jardineira'. Neste processo, o operador 3 recebe as fatias de carne que chegam no tapete, separa as que são demasiado pequenas e prepara para o operador seguinte poder colocar na balança. Esta preparação envolve agrupar as fatias de carne em conjuntos, para ser mais fácil o operador 4 conseguir as conseguir agarrar. Normalmente, cada 2 conjuntos de carne são suficientes para fazer uma cuvete. Este processo demora 3 segundos/cuvete.
- **Introdução na balança:** Processo semelhante ao da família A, embora devido ao facto de se tratar de fatias e não cubos, seja um processo mais rápido. O tempo de execução é de 2,5 segundos/cuvete.
- **Remoção da balança:** Processo semelhante ao da família A, embora também mais rápido. O tempo de execução é de 2,2 segundos/cuvete.
- **Cuvetização:** Processo semelhante ao da família A. O tempo de execução é de 1,1 segundos/cuvete por operador.
- **Preparação de embalagem.** Processo semelhante ao da família A. O tempo de execução é de 1,4 segundos/cuvete.

- **Colocação em caixas:** Processo semelhante ao da família A. O tempo de execução é de 2,6 segundos/cuvete.

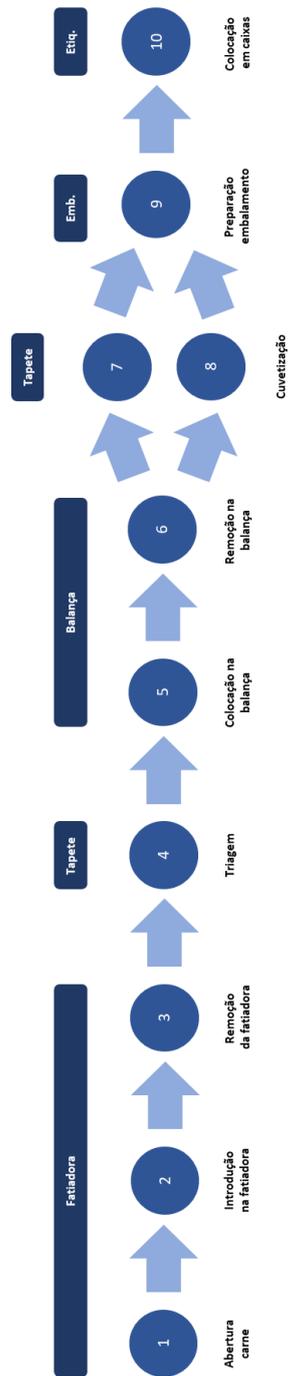


Figura 21 - Processo de produção da família C

O gráfico Yamazumi referente à situação inicial dos processos da família C está representado na Figura 22.

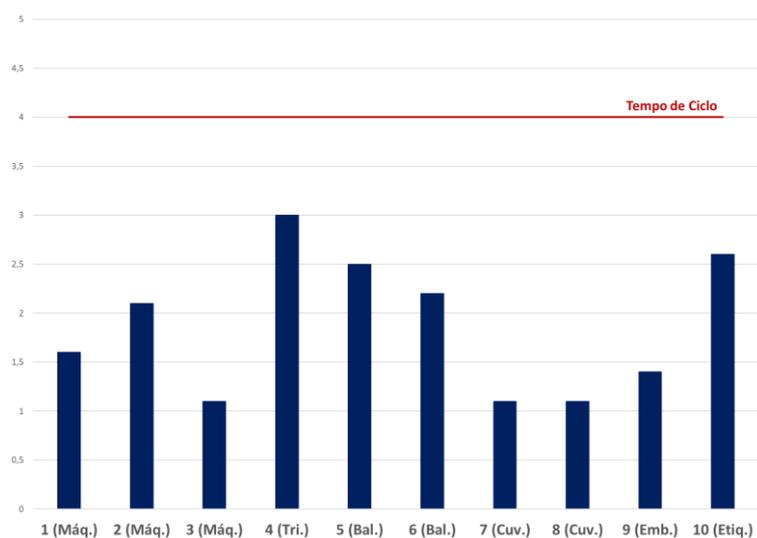


Figura 22 – Yamazumi inicial da família C

As principais causas-raiz da baixa produtividade da linha na família B são:

- 1) O tempo de espera dos operadores da máquina, à semelhança da família A e B;
- 2) O tempo de espera dos operadores da cuvetização, à semelhança da família A e B.

Família D

1) Cálculo do *takt time* e tempo de ciclo

Para uma procura por turno de 1525 cuvetes, um tempo disponível de 2h42 minutos e um OEE de 59%, o *takt time* é 6,4 segundos/cuvete. Aplicando o OEE, obteve-se o valor de 955 cuvetes/hora, correspondente a um tempo de ciclo de 3,8 segundos/cuvete.

2) Quantificação do tempo de cada processo

A alocação de operadores ao processo produtivo na família C era idêntica à família D, conforme descrito. Porém, as diferenças entre estas duas famílias surgem, mais uma vez, no processo da balança. À semelhança da família A, os operadores 5 e 6 já não necessitam de colocar um peso exato, sendo necessário menos tempo na escolha de que conjuntos de carne poderão ser conjugados. Deste modo, o operador 5 utiliza a balança apenas como uma mesa onde colocar as peças ao alcance do operador 6. O operador 6, por sua vez, coloca as peças no tapete “a olho”, que não gera quebras devido à margem de variação de peso de cada cuvete. Os operadores 5 e 6 demoram, respetivamente, 1,6 e 1,4 segundos/cuvete.

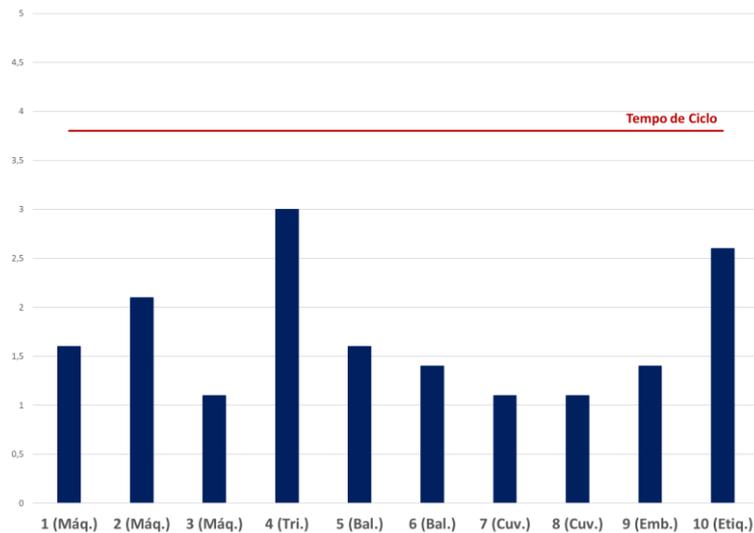


Figura 23 – Yamazumi inicial da família D

As principais causas-raiz da baixa produtividade da linha na família D são:

- 1) O tempo de espera dos operadores da máquina, à semelhança das restantes famílias;
- 2) O tempo de espera dos operadores da cuvetização, à semelhança das restantes famílias;
- 3) O *muda* de retrabalho presente na operação da balança, onde o operador 5 coloca os conjuntos de carne em cima da balança para o operador 6 colocar no tapete, em vez de o próprio operador 5 colocar a carne diretamente no tapete, à semelhança da família B.

5.1.2 PASSO 5 – IDENTIFICAÇÃO DE CONTRAMEDIDAS

Tendo identificado as causas raiz da baixa produtividade da linha, procedeu-se à identificação de contramedidas para resolver o problema em questão. As causas raiz analisadas foram divididas em 2 grupos:

1. Famílias & Objetivos
2. Desnivelamentos

Famílias & Objetivos

De modo a contrariar a categorização inapropriada, dividiu-se as duas categorias ‘Bifes’ e ‘Jardineiras’ nas famílias identificadas, conforme descrito. Estas famílias deveriam ser a referência para o chefe da secção deste ponto em diante.

De seguida, de modo a monitorizar o progresso da produção ao longo do dia, foi definido para cada família um objetivo horário de produção. Estes objetivos corresponderiam ao tempo de ciclo definido anteriormente, arredondados para valores ligeiramente superiores por uma questão visual, como indicado na Tabela 15.

Tabela 15 - Objetivo horário de produção por família

Família	Tempo Ciclo Atual	Cuv/h Atual	Tempo Ciclo Futuro	Cuv/h Futuro
A	4,6	792	4,5	800
B	3,4	1066	3,3	1080
C	4,0	891	4,0	900
D	3,8	955	3,7	970

Tendo estabelecido os objetivos de produção, foi definido que se pretendia implementar um Quadro de Controlo Horário. Este quadro estaria afixado numa parede ao lado da linha 6, de modo que todos os operadores o pudessem ver facilmente.

O chefe de secção teria então como responsabilidade atualizar este Quadro todas as horas, escrevendo em cada hora:

- A família de produtos que foi produzida na última hora;
- A quantidade de cuvetes produzidas;
- A quantidade acumulada de cuvetes produzidas do respetivo dia até à hora em questão;
- Um indicador visual de modo a mostrar se na hora em questão, o objetivo de cuvetes foi cumprido ou não.

Desnívelamentos

Num *workshop* de *Line Design*, o passo 5 refere-se a identificar oportunidades de redução de tempo de espera de cada operador, garantindo que estão a acrescentar valor a maior parte de tempo possível. Isto é conseguido ao agrupar tarefas que previamente estavam distribuídas por vários operadores no menor número de operadores possível, garantindo que cumprem o tempo de ciclo sem que aconteçam perdas de qualidade.

Como identificado no subcapítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, as maiores fontes de desperdício das linhas eram:

- Para as famílias A, B, C & D: O tempo de espera dos operadores da máquina;
- Para as famílias A, B, C & D: O tempo de espera dos operadores da cuvetização;
- Para as famílias A & B: A sobrecarga dos operadores da mesa;
- Para as famílias B & D: O tempo de espera e retrabalho no processo da balança.

Foram então discutidas contramedidas para colmatar cada uma destas fontes de desperdício:

1. Espera dos operadores da máquina

Na operação da máquina fatiadora (que para as famílias A e B inclui transporte, introdução e remoção e que para as famílias B & C inclui abertura, introdução e remoção), a quantidade de tempo em *muda* era muito elevada, principalmente no operador responsável pela remoção de carne da máquina. As percentagens de tempo em desperdício eram:

- Família A: 58% (operador da remoção com 70%)

- Família B: 41% (operador da remoção com 59%)
- Família C: 60% (operador da remoção com 73%)
- Família D: 58% (operador da remoção com 51%)

A primeira opção considerada foi o agrupar as tarefas de transporte e remoção num só operador para as famílias A e B e o agrupar as tarefas de abertura e remoção para as famílias B e C. Porém, esta opção foi quase imediatamente excluída por não ser viável, uma vez que o agrupar destas tarefas implicaria um movimento constante por parte do operador desde a parte da máquina onde sai a carne até à parte da máquina onde entra a carne. Uma vez que facilmente se averiguou que esta movimentação demoraria mais que 2 segundos por peça, verificou-se que não era uma alteração viável.

No entanto, ao analisar a tarefa do operador responsável pela remoção, verificou-se que, na tarefa de remoção, o único fator a garantir de modo a que as peças não ficassem presas na máquina seria assegurar que estas não se desviassem do centro do tapete. Assim sendo, a equipa do *workshop* consultou um membro da manutenção a averiguar se seria possível adicional uma proteção de cada lado do tapete de modo a que a carne não se desviasse do centro. O responsável da manutenção afirmou que isto não só era possível, mas também fácil de executar, e que poder-se-ia testar essa solução. Esta contramedida eliminaria a necessidade de ter um operador dedicado ao processo de remoção de carne da fatiadora, permitindo retirar um operador da linha, como representado na Figura 24.

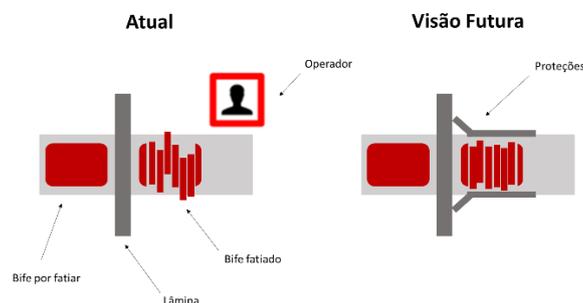


Figura 24 - Solução planeada para processo de remoção de carne da fatiadora

2. Espera dos operadores da cuvetização

Segundo os dados retirados, os 2 operadores da cuvetização passariam, para cada família, a seguinte percentagem de tempo em espera:

- Família A: 74%
- Família B: 65%
- Família C: 73%
- Família D: 71%

Neste caso, a solução seria simples: agrupar o processo de cuvetização num só operador, ao invés de dois. Uma vez que esta solução parecia óbvia, questionou-se o chefe da secção em relação à razão de não ser já esta a

norma. O chefe de secção respondeu que, até cerca de dois anos antes, não existia na linha um dispensador automático de cuvetes, pelo que cada operador tinha de colocar uma cuvette na linha manualmente. Uma vez que se instalou o dispensador de cuvetes, não se alterou o número de operadores afetos ao processo de cuvetização porque, uma vez que o tempo de ciclo é tão reduzido, é difícil reparar que o operador passa tanto tempo em espera.

Estando um operador responsável pela cuvetização de todas as unidades que passam na linha, é possível retirar mais um operador da linha.

3. Sobrecarga dos operadores da mesa

Como já foi mencionado, num *workshop de Line Design* pretende-se nivelar o número de operadores relativamente ao tempo de execução de cada tarefa e ao tempo de ciclo do processo. Normalmente, como se verifica também nesta linha, existem mais operadores alocados ao processo de produção do que os necessários, pelo que o nivelamento de operadores e tarefas resulta num aumento de produtividade.

Porém, o objetivo último não é simplesmente aumentar a produtividade da linha, mas sim aumentar a produtividade satisfazendo a procura. Deste modo, deve-se garantir que é possível cumprir todos os processos dentro do tempo de ciclo.

Nas famílias A & B, onde os 4 operadores alocados à mesa não conseguem, conjuntamente, cumprir o tempo de ciclo, devem-se fazer ajustes para que isto seja possível. Assim sendo, chegou-se à conclusão que se deveria adicionar um operador a este processo, sacrificando um aumento de produtividade pelo cumprimento do tempo de ciclo e a conseqüente satisfação da procura.

É importante notar que a adição de um operador pode, por vezes, resultar num aumento de produtividade. Se o aumento percentual de produção que esse operador causa compensar o aumento percentual do número de pessoas alocadas à linha, dá-se um aumento de produtividade. No entanto, não se pretende, ao adicionar um operador à mesa de preparação de jardineira, que este aumente a quantidade produzida, pois nesse caso a produção iria gerar inventário em excesso, que como já foi abordado, é um dos *mudas* de produção.

4. Espera e retrabalho no processo da balança

Nas famílias B e D, onde o peso por cuvette é variável, verificou-se de imediato que a presença de dois operadores no processo da balança incorria em duas formas de desperdício: espera e retrabalho.

Deste modo, chegou-se à conclusão que só seria necessário ter um operador afeto a este processo, e que o mesmo deveria apenas retirar as peças do tapete onde estas chegam, e colocá-las diretamente no tapete que segue para a cuvetização.

Esta solução permitiria a remoção de um operador da linha enquanto se produzisse artigos da família B e D.

Após uma discussão de soluções, as alterações a testar na linha relativamente ao número de operadores seriam as indicadas na tabela seguinte.

Tabela 16 - Projeção da alteração da alocação de operadores aos processos da linha 6

Família	Mesa	Fatiadora	Triagem	Balança	Cuvetização	Embaladora	Etiquetadora	Total
A	+1	-1	-	-	-1	-	-	-1
B	+1	-1	-	-1	-1	-	-	-2
C	-	-1	-	-	-1	-	-	-2
D	-	-1	-	-1	-1	-	-	-3

5.1.3 PASSO 6 – TESTE DE SOLUÇÕES

Tendo discutido as contramedidas a aplicar na resolução, procedeu-se a testá-las no terreno. Aguardou-se então que o responsável da manutenção instalasse as proteções na máquina fatiadora. Estas proteções foram feitas soldando duas placas pequenas de aço inoxidável para cada lado do tapete, de modo a fazerem entre elas a dobra a forma demonstrada na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, e prendendo-as à placa por baixo do tapete rolante com parafusos.

Uma vez instalada a proteção, agendou-se os testes de soluções das 4 famílias para o mesmo dia. Nesse dia, os operadores foram alocados aos processos de acordo com as disposições discutidas e a equipa do *workshop* dirigiu-se ao terreno para medir tempos, à semelhança do que foi feito na análise de causas raiz, dedicando 5 minutos de medição a cada operador.

Os gráficos *Yamazumi* para cada família são apresentados de seguida.

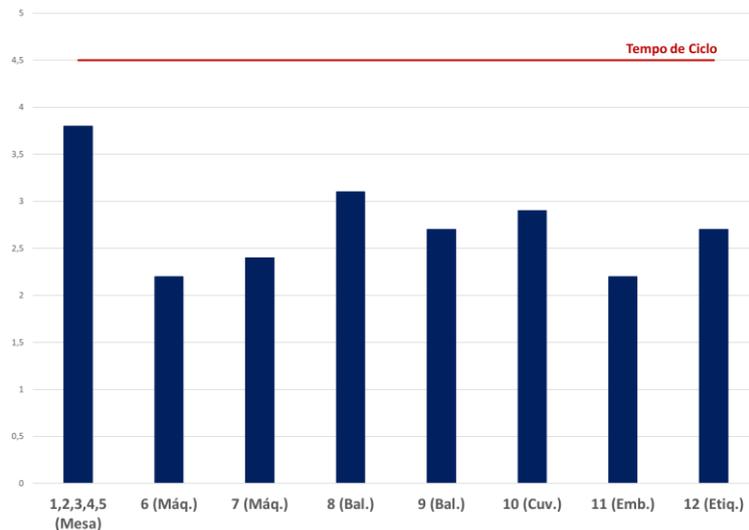


Figura 25 - Yamazumi final da família A

Como se verifica na Figura 25, adicionando um novo operador ao processo de preparação da jardineira, já seria possível cumprir o tempo de ciclo. Este novo operador permitiu a produção de uma caixa a cada 13,2 segundos, face aos valores originais de 18,4 segundos/caixa. Como nas restantes famílias, a eliminação do processo de remoção de carne da máquina fatiadora não afetou o restante processo de produção, provando a instalação das proteções uma solução eficaz.

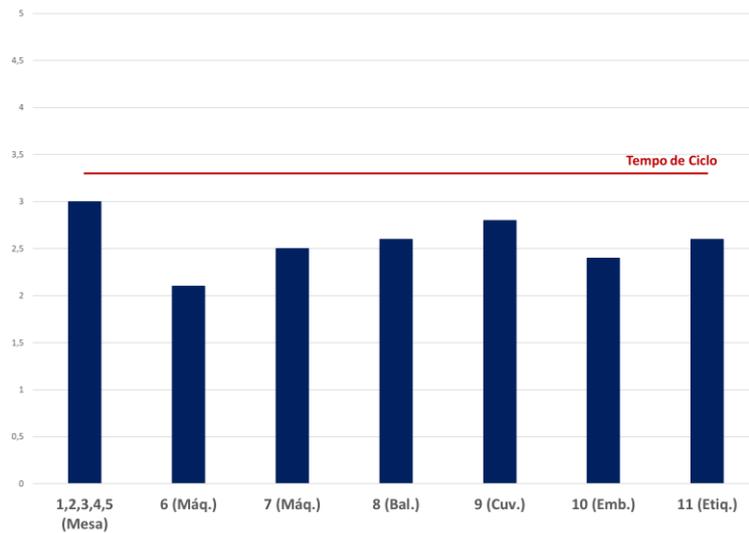


Figura 26 - Yamazumi final da família B

No teste realizado à família B, verificou-se que esta era a família na qual os operadores passavam a menor quantidade de tempo em espera, ultrapassando por vezes o tempo de ciclo no processo de cuvetização. Porém, a média de tempo de ocupação durante o período observado não ultrapassou o tempo de ciclo, uma vez que operador em causa conseguia acelerar o processo de cuvetização sempre que necessário, de modo a compensar atrasos.

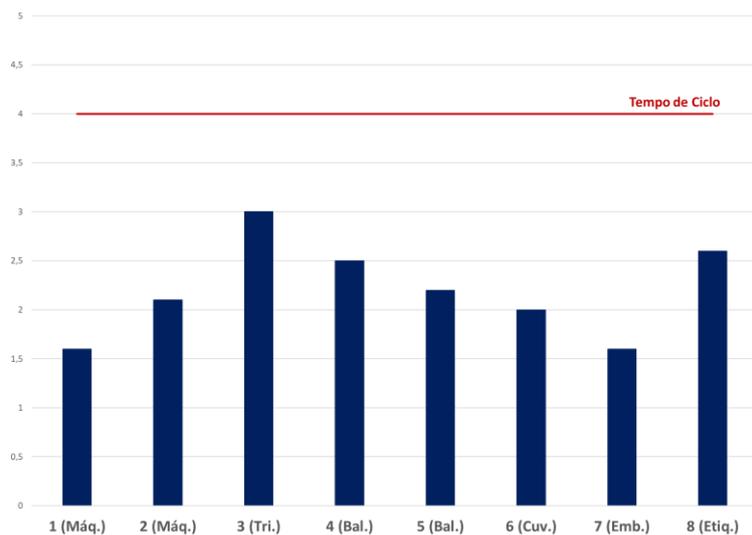


Figura 27 - Yamazumi final da família C

Na família C, o teste realizado foi cumprido sem nenhuma observação significativa ou algum ponto que se pudesse vir a tornar crítico. A remoção do operador da máquina funcionou com sucesso na produção de 'Bifes', como já tinha funcionado para 'Jardineira', e a remoção de um dos operadores de cuvetização não causou qualquer constrangimento ao outro.

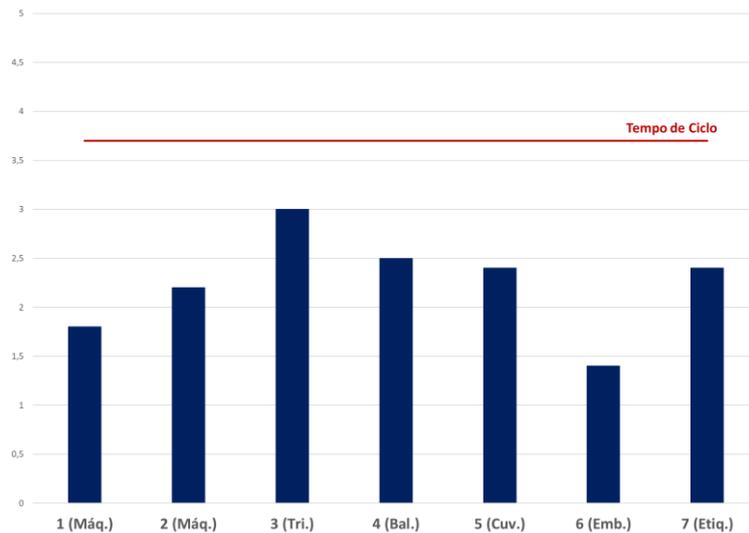


Figura 28 - Yamazumi final da família D

Para a família D, onde se removeu um operador da balança, foi sempre cumprido o tempo de ciclo, sem nenhuma circunstância que pudesse causar um atraso durante o período observado.

É importante notar que, embora certos processos não tenham sofrido qualquer alteração, os tempos observados não foram os mesmos, com diferenças de décimas de segundos entre elas. Este facto deve-se apenas a desvios de medições, uma vez que, ao cronometrar cada processo, existe sempre um erro associado ao tempo de reação de quem está a medir ou ao tempo de execução de quem está a realizar a tarefa analisada. Por este motivo, foi importante na implementação destas soluções deixar no mínimo um tempo de folga de 10% face ao tempo de ciclo.

Os resultados observados nos testes provaram o sucesso das soluções discutidas, sem haver a necessidade de ajustes posteriores.

5.1.4 PASSO 7 – IMPLEMENTAÇÃO DE STANDARDS E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÕES

O sucesso dos testes realizados permitiu passar ao passo seguinte no A3 de 9 passos, nomeadamente, à implementação de standards e atualização do plano de ações. Deste modo, procedeu-se ao desenho de uma norma visual relativa à alocação de operadores aos processos da linha 6 para cada família, deixando claro que artigos estariam incluídos em cada família e qual o seu objetivo horário.

As figuras seguintes representam os standards implementados numa parede junta à linha 6. Por motivos de confidencialidade, o nome da Empresa A aparece coberto nas figuras, tal como os nomes dos artigos de jardineira.

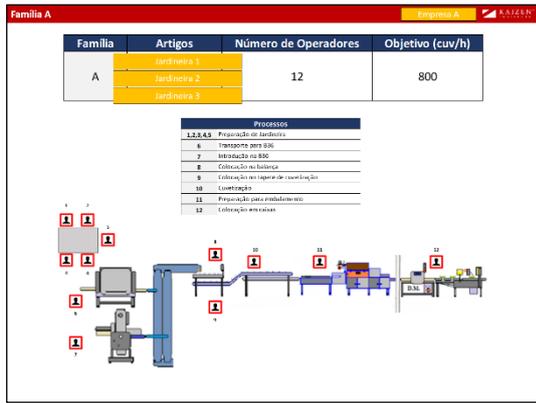


Figura 29 - Norma Line Design para família A

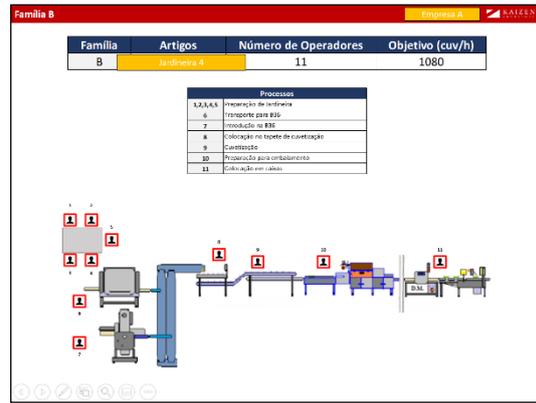


Figura 30 - Norma Line Design para família B

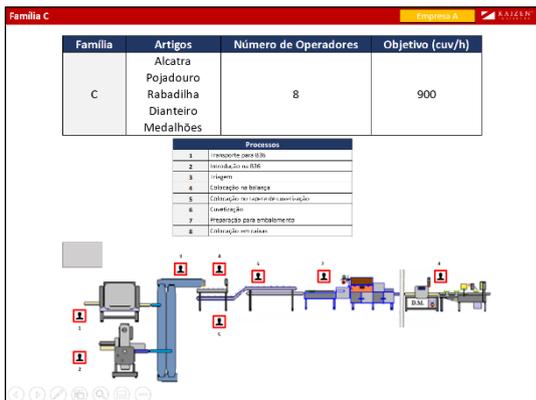


Figura 31 - Norma Line Design para família C

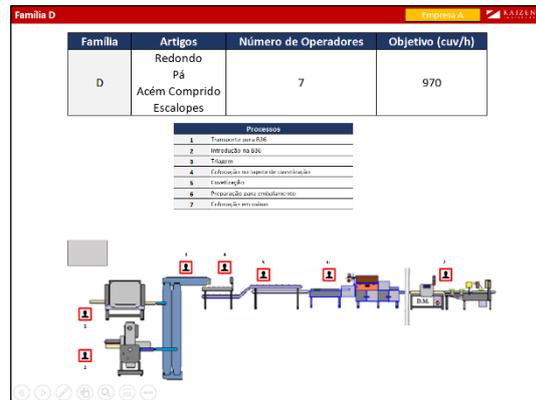


Figura 29 - Norma Line Design para família D

De seguida, adicionou-se à linha o 'Quadro Controlo Horário', a ser preenchido pelo chefe de secção a cada hora, de modo a que o progresso do dia ficasse visível a todos os operadores da linha.

Quadro Controlo Horário									
Empresa A									
Hora	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15
Família									
Produzido									
Acumulado									
Indicador									
Hora	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-01
Família									
Produzido									
Acumulado									
Indicador									

Figura 30 – Quadro Controlo Horário para a linha 6

Com a colocação dos quadros e *standards*, a fase de implementação de soluções do *workshop* de *Line Design* ficou concluída.

5.2 REDUÇÃO DE QUEBRAS

5.2.1 PASSO 4 - ANÁLISE DE CAUSAS RAIZ DO PROBLEMA

A análise de causas raiz de quebras na linha 6 começou com a realização de um diagrama de *Ishikawa* em sala. Deste modo, a equipa do *workshop* foi reunida e foram debatidos os motivos que levariam a quebras na linha 6. Uma vez que a equipa do *workshop* contava com a presença do chefe da secção Novilho, foram de imediato identificadas as causas principais., representadas na Figura 31.

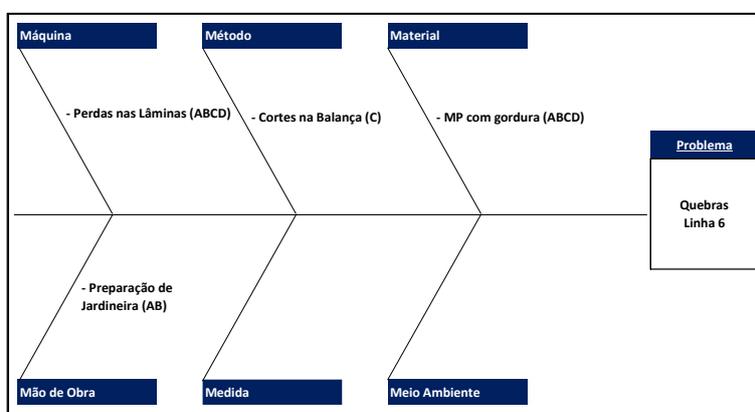


Figura 31 – Diagrama de *Ishikawa* para quebras na linha 6

As principais causas identificadas foram então:

- **Perdas nas lâminas da fatiadora:** Como já foi descrito, na máquina fatiadora são inseridas peças inteiras que são cortadas em cubos (no caso das famílias A e B) e fatias (no caso das famílias C e D). Neste processo, o corte de cada peça de carne é realizado com uma lâmina que se movimenta a uma velocidade elevada e que, ao passar pela peça, leva com ela resíduos de carne em cada corte, uma vez que não está perfeitamente afiada. Uma vez que nesta máquina são fatiadas muitas peças ao longo de um turno, a máquina vai acumulando resíduos de carne, que embora sejam mínimos em cada fatia, ao fim de um turno acumulam para valores consideráveis. Para o chefe da secção, esta fonte de quebras era evidente, uma vez que gerava a necessidade de limpar a máquina e retirar o desperdício no fim de cada turno.
- **Cortes na balança:** Enquanto linha produz artigos da família C (bifes de peso fixo), o processo da balança implica que esta faça pares de fatias entre os seus pratos, de modo a dar o peso certo para cada cuvete. No entanto, como o peso varia muito de fatia para fatia, por vezes não existem pares disponíveis entre fatias, pelo que nesse caso, o operador responsável pela colocação de fatias no tapete

de cuvetização faz um corte numa fatia que tenha um peso superior ao suposto, retirando um pedaço de carne da peça, de modo a facilitar uma parelha entre pratos da balança. Neste caso, os pedaços de carne retirados das peças são removidos da linha, gerando quebras. A variabilidade do peso das fatias era originada por sua vez devido a uma má calibração da máquina fatiadora, que deveria cortar fatias sempre com o mesmo peso.

- **Preparação de Jardineira:** Nos artigos das famílias de jardineira (A e B), onde existe o processo de preparação das peças de jardineira, o chefe da secção referiu que alguns dos operadores cortavam mais partes da peça do que as necessárias, uma vez que existe um nível de gordura admissível. A remoção de partes que não necessitam de ser removidas gerava quebras.
- **Matéria-prima com gordura:** O chefe de secção identificou que algumas peças que chegavam da desmancha à linha 6 tinham mais gordura que outras, as quais deveriam ser removidas, e que isso naturalmente implicaria quebras no processo. No entanto, como já foi referido, este facto dependeria do trabalho da Desmancha, pelo que se encontrava fora do âmbito deste *workshop*.

Tendo listado as principais causas-raiz, procedeu-se a averiguar quanto é que cada uma das causas contribuiria para a percentagem de quebras.

Quebras na Lâmina da Fatiadora

Para averiguar a quantidade de matéria-prima perdida na fatiadora, o chefe da secção começou a pesar a quantidade de carne removida da máquina no fim do turno, comparando este valor com a quantidade de carne colocada à entrada da máquina. Após uma semana de teste, estes foram os resultados obtidos.

Tabela 17 - Percentagem inicial de quebras devido à lâmina da fatiadora

Turno Manhã			
Dia	Entrada (kg)	Resíduos (kg)	%
03/mai	1899	10	0,53%
04/mai	2024	19	0,94%
05/mai	1946	23	1,20%
06/mai	2003	28	1,38%
07/mai	1830	27	1,45%

Como se verifica, a quantidade relativa de resíduos retirados da fatiadora foi aumentando ao longo da semana, quase triplicando o seu valor. Isto devia-se ao facto de todas as segundas-feiras (como foi o caso no dia 03/05), antes da produção começar, se trocaram as lâminas da máquina. Outra observação pertinente é que os resíduos, quando retirados da máquina, vêm molhados devido á água que circula dentro da fatiadora, o que aumenta o seu peso. Assim sendo, os valores de percentagem de resíduos não são absolutos, mas sim relativos.

Quebras na Balança

De modo a averiguar a quantidade de matéria-prima perdida nos cortes efetuados na balança, pesou-se durante a mesma semana, a quantidade de carne removida neste processo, comparando os resultados com a quantidade de carne da família C que entrava na linha 6, como indicado na Tabela 18.

Tabela 18 - Percentagem inicial de quebras na balança

Turno Manhã			
Dia	Entrada (kg)	Quebras (kg)	%
03/mai	629	16	2,54%
04/mai	671	20	3,00%
05/mai	645	14	2,10%
06/mai	664	18	2,70%
07/mai	606	14	2,30%

Como se verificou, esta era uma grande fonte de desperdício para artigos da família C.

Quebras na Preparação de Jardineira

Um teste semelhante foi realizado para averiguar os desperdícios na preparação de jardineira. Em cada um dos dias da mesma semana, o chefe de secção deveria pegar numa amostra de partes removidas no processo de preparação e pesar a mesma. De seguida, deveria remover dessa amostra todos os pedaços que considerasse que não deveriam ser retirados das peças de carne (na tabela abaixo, este valor aparece como 'Matéria Admissível'). Comparando esse valor com o valor de quebras totais do respetivo dia, obteve-se uma aproximação da percentagem de matéria mal removida no corte de jardineira, como indicado na Tabela 19.

Tabela 19 - Percentagem inicial de quebras na preparação de jardineira

Turno Manhã					
Dia	Amostra Total (kg)	Matéria Admissível (kgs)	% Matéria Admissível	% Quebra Total	% Mal Removida
03/mai	10,3	2,99	29%	6,4%	1,85%
04/mai	12,1	4,60	38%	7,9%	3,00%
05/mai	9,8	3,04	31%	5,7%	1,77%
06/mai	10,8	2,48	23%	6,6%	1,52%
07/mai	11,4	2,17	19%	7,4%	1,41%

5.2.2 PASSO 5 – IDENTIFICAÇÃO DE CONTRAMEDIDAS

Tendo uma ideia da quantificação de cada uma das causas-raiz de quebras, procedeu-se a discutir soluções para cada uma.

Quebras na Lâmina Fatiadora

O aumento de quebras na fatiadora ao longo da semana tornou evidente que a solução para uma redução deste valor seria a troca regular da lâmina da máquina. Uma vez que o aumento do primeiro dia para o segundo foi quase o dobro, como indica a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, a solução ótima seria a troca diária da lâmina. Porém, a troca e afiação diária das lâminas teria um custo associado, pelo que realizou uma análise custo/benefício a esta opção, de modo a averiguar se seria viável.

Primeiro, calculou-se o impacto que a mudança diária de lâminas pudesse ter no valor de quebras. Para isto, identificou-se a diferença de quebras em pontos percentuais e em kgs entre o primeiro dia após a lâmina ter sido trocada, com os restantes dias da semana. A diferença seria uma estimativa da quantidade de matéria-prima que seria possível recuperar em cada dia. De seguida, multiplicou-se esse valor pelo valor de custo médio

de matéria-prima de novilho (valor solicitado ao departamento comercial). Deste modo, foi possível estimar quanto seria a poupança em cada dia da semana após a troca da lâmina. Por último, subtraiu-se a este valor o custo de afiação de uma lâmina, tendo em conta que se incorreria neste custo todos os dias.

Tabela 20 - Projeção do impacto de troca diária da lâmina da fatiadora

Dia	% Quebras	Diferença	Produção Diária (kgs)	Diferença (kgs)	Custo MP (€/kg)	Ganho (€)	Custo Afiação Lâminas (€)	Benefício Diário	Benefício Semanal
1º dia	0,53%	-	3530	-	4,98	-	20	-	421
2º dia	0,94%	0,41%		14,47		72			
3º dia	1,20%	0,67%		23,65		118			
4º dia	1,38%	0,85%		30,01		149			
5º dia	1,45%	0,92%		32,48		162			

O valor final estimado indicou um benefício de 421€ por semana, demonstrando que a troca de lâminas diária seria benéfica.

Quebras na Balança

Como foi mencionado, as quebras na balança originavam de uma variabilidade no peso de cada fatia resultante da má calibração da máquina fatiadora. Uma análise ao funcionamento da máquina explicou o porquê de isto acontecer.

Como já foi referido, a fatiadora B36 corta as peças de carne com base no peso pretendido para cada fatia. Assim sendo, deve-se inserir o peso desejado por fatia, e para cada peça que passa no tapete da máquina, esta faz uma medição do seu volume através de um sensor, e com base num valor indicado de densidade da peça, a fatiadora calcula quanto deve ser a espessura de cada fatia, tendo sempre um erro associado devido aos desvios de peça para peça.

O problema presente devia-se a que, para todos os artigos, se usava o mesmo valor base de densidade, embora as peças de cada família tivessem densidades diferentes. A solução identificada passava por inserir na programação da fatiadora uma densidade base para cada artigo diferente. O responsável de manutenção (membro da equipa do *workshop*) já tinha proposto esta solução anteriormente, porém, nunca chegou a ser cumprida, uma vez que nunca ninguém se dedicou a calibrar a máquina para cada peça.

Quebras na preparação de jardineira

A solução para a questão da remoção excessiva de matéria na preparação de jardineira foi rapidamente identificada. A chefe de secção deveria formar os operadores do turno da tarde e da manhã relativamente ao procedimento correto da preparação de jardineira. Posteriormente, implementar-se-ia uma norma visual de modo a garantir que o *standard* de trabalho ensinado se mantinha.

5.2.3 PASSO 6 - TESTE DE SOLUÇÕES

De modo a testar as soluções discutidas, iriam ser realizadas medições semelhantes às que foram feitas no passo 4, tendo implementado as soluções discutidas para verificar a sua eficácia. O primeiro passo na implementação das soluções foi a calibração do programa da fatiadora aos artigos da família C.

Calibração do Programa da Linha 6

Para inserir a densidade base correta na fatiadora, deve-se pegar numa peça de carne de um determinado artigo, pesar numa balança ao lado da máquina e anotar o seu peso. De seguida, deve-se passar a peça na máquina sem a fatiar, de modo a que a máquina meça o seu volume, este valor aparece escrito num ecrã. Tendo o volume e o peso de uma determinada peça, é possível calcular a densidade da matéria-prima desse artigo. De seguida, basta inserir o valor de densidade no programa e atribuir um número. Assim, sempre que se escolher o programa com um determinado número, a máquina muda o valor da densidade para o correspondente ao selecionado.

Assim sendo, ao longo de uma semana, à medida que se ia produzindo artigos da família C, fazia-se a calibração da máquina para cada um. Deste modo, no fim da semana, estavam definidos os programas para cada artigo, de acordo com a tabela seguinte.

Tabela 21 - Definição de programas da fatiadora por artigo

Programa	Artigo	Densidade (g/cm³)
1	-	1,031
2	Pojadouro	1,241
3	Alcatra	1,056
4	Medalhões	1,192
5	Rabadilha	1,023
6	Dianteiro	1,257

O programa 1 indicado na tabela era o programa utilizado até à altura para todos os artigos. A discrepância entre os valores de cada artigo e do valor usado no programa 1 deixa evidente que a utilização de um só programa era inadequada.

Formação de Corte de Jardineira

Na mesma semana, o chefe de secção deu a formação aos operadores dos dois turnos relativa ao procedimento de preparação de jardineira. Os operadores foram instruídos a parar a produção e observarem o chefe de secção enquanto este exemplificava o procedimento em várias peças, deixando claro que partes se deveria retirar e que partes não deveriam ser retiradas.

Teste das Soluções Implementadas

Na semana seguinte, estando implementadas as soluções, foram realizados os testes. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 22 - Percentagem quebras após implementação de soluções devido à lâmina da fatiadora

Turno Manhã			
Dia	Entrada (kg)	Resíduos (kg)	%
17/mai	1995	12	0,61%
18/mai	2051	10	0,51%
19/mai	2011	11	0,53%
20/mai	1989	14	0,71%
21/mai	1792	10	0,58%

Tabela 23 - Percentagem de quebras após implementação de soluções devido a cortes na balança

Turno Manhã			
Dia	Entrada (kg)	Quebras (kg)	%
17/mai	654	5	0,70%
18/mai	630	6	1,00%
19/mai	657	2	0,30%
20/mai	668	3	0,50%
21/mai	584	7	1,20%

Tabela 24 - Percentagem de quebras após implementação de soluções devido a cortes excessivos na preparação de jardineira

Turno Manhã					
Dia	Amostra Total (kg)	Matéria Admissível (kgs)	% Matéria Admissível	% Quebra Total	% Mal Removida
03/mai	11,8	1,42	12%	6,4%	0,77%
04/mai	10,4	1,46	14%	7,9%	1,11%
05/mai	10,0	0,70	7%	5,7%	0,40%
06/mai	12,8	2,05	16%	6,6%	1,06%
07/mai	9,4	1,03	11%	7,4%	0,81%

Comparando os valores da semana 18 (semana onde se realizaram os testes no passo 4) e da semana 20 (onde se realizaram os testes no passo 6), verifica-se que as soluções implementadas reduziram significativamente as quebras nos pontos abordados.

Tabela 25 - Comparação de percentagem de quebras entre semana 18 e a semana 20

Dia	Semana 18	Semana 20
% Quebras Fatiadora	1,10%	0,47%
% Quebras Balança	2,53%	0,74%
% Quebras Preparação Jardineira	1,91%	0,83%

5.2.4 PASSO 7 – IMPLEMENTAÇÃO DE STANDARDS E ATUALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÕES

Tendo sido verificado o sucesso das soluções discutidas no período de realização de testes, procedeu-se a implementar normas que garantissem a continuação da aplicação destas mesmas soluções. Deste modo, para cada uma das soluções implementadas, foi implementada uma norma visual na parede mais próxima da linha 6.

Standard de Escolha de Programas da Fatiadora

Relativamente ao problema dos cortes na balança e à solução de ajustes de densidade nos programas da fatiadora, foi implementada uma norma que relaciona os artigos a serem produzidos com os programas que contenham das densidades corretas para cada artigo. Deste modo, o operador que está responsável por colocar as peças na fatiadora, fica também responsável por alterar o programa da mesma com base no artigo a ser produzido, de acordo com o indicado na tabela na norma representada na **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

Empresa A		Programas B36		KAIZEN	
Artigo		Programa			
Pojadouro		2			
Alcatra		3			
Medalhões		4			
Rabadilha		5			
Dianteiro		6			

Figura 32 - Norma de escolha de programas da fatiadora B36

Standard de Troca de Lâmina da Fatiadora

Empresa A		Troca de Lâmina B36		KAIZEN	
Dia Planeado		Dia Realizado		Assinatura	

Figura 33 - Norma de verificação de troca de lâmina da B36

A responsabilidade de garantir a troca da lâmina da fatiadora com a frequência devida ficou ao encargo da manutenção. Deste modo, segundo a norma implementada, devem escrever na coluna da esquerda a data dos dias úteis da quinzena seguinte, e cada dia o operador que efetuar a troca de lâminas deve colocar um certo na segunda coluna, tal como uma assinatura a identificar quem fez a troca, como representado na Figura 33.

Standard de Corte de Jardineira



Figura 34 - Norma do procedimento de preparação de jardineira

A norma relativa ao corte de jardineira, representada na Figura 34, baseia-se na formação dada pelo chefe de secção. Deste modo, estão representadas na norma que partes de cada peça devem ser retiradas e que partes não devem ser.

6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os últimos dois passos do A3 de 9 passos visam a sedimentar e refletir nos resultados obtidos em cada *workshop*. Assim sendo, para cada um dois *workshops* realizados, os passos 8 e 9 foram discutidos em equipa e apresentados à administração como sendo os resultados finais de cada um, indicando a conclusão destas duas iniciativas de melhoria.

No passo 8, pretende-se analisar o impacto a longo prazo das melhorias implementadas. Deve-se ter em conta as métricas que foram inicialmente definidas como indicadores de sucesso do *workshop*, medindo o impacto real com o impacto esperado no início do *workshop*. Para além disto, pretende-se expor os benefícios resultantes do cumprimento do objetivo definido, nomeadamente, o benefício relativo a ganhos monetários para a empresa cliente.

No passo 9, é feita a análise de lições aprendidas ao longo de cada *workshop*, de modo a serem aplicadas em iniciativas futuras. Neste passo, deve-se refletir nos obstáculos e dificuldades encontrados e como se prevenir dos mesmos em casos futuros.

6.1 AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

6.1.1 PASSO 8 – CONFIRMAÇÃO DE OBJETIVOS

O objetivo de aumento de produtividade definido no início do *workshop* era de 15%. Este valor corresponderia a uma redução no número médio de operadores por turno na linha 6 de 10,9 para 9,5. Nomeadamente, a redução de um operador nas famílias A e C, e dois operadores nas famílias B e D. No entanto, tendo implementado com sucesso as alterações discutidas no Passo 5, verificou-se que o impacto na produtividade da linha seria bastante superior, como indicado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

Tabela 26 - Melhoria de produtividade alcançada

Família	Op. Inicial	Op. Final	Ocupação (h)	Ocupação (%)	Média Op. Inicial	Média Op. Final	Prod. Inicial	Prod. Final	Melhoria
A	13	12	1h35	20,5%	10,9	8,7	20,9 kg/hH	26,0 kg/hH	24%
B	13	11	0h41	8,8%					
C	10	8	2h52	37,0%					
D	10	7	2h37	33,7%					

Com a implementação dos standards definidos para a alocação de operadores aos processos da linha 6, mantendo constante a quantidade produzida por turno, foi possível retirar da linha:

- 1 operador da família A;
- 2 operadores nas famílias B e C;
- 3 operadores na família D.

Devido ao tempo de produção médio de cada família por turno, o número de operadores afeto à linha passaria a ser em média 8,7, apresentando uma diferença de 2,2 operadores por turno. Esta alteração no número de operadores implica uma melhoria de 24% na produtividade da linha, confirmando o sucesso do *workshop* de *Line Design*.

Uma vez que para a administração da Empresa A, o interesse na melhoria de produtividade está relacionado com os benefícios monetários a ela associados, foi feita uma estimativa dos ganhos que este aumento poderia trazer.

Uma vez que o aumento de produtividade pode ser obtido através da alteração de qualquer uma das três variáveis que a compõem (kgs produzidos, horas trabalhadas e número de operadores alocados ao processo), também o impacto monetário varia dependendo de qual a variável que sofreu alteração. Assim sendo, visto que o aumento de produtividade nesta iniciativa foi obtido através da redução do número de operadores afetos ao processo, o benefício monetário deve ser calculado com base no custo associado a cada operador.

A estimativa dos custos associados a um operador da unidade de Torres Novas, tendo em conta o salário base, valor de segurança social suportado pela empresa, seguro de trabalho inerente ao setor de transformação alimentar e subsídios de alimentação, ronda os 15 000€/ano. Tendo em conta a redução média de 2,2 operadores por turno, equivalente a 4,4 operadores no total, o benefício associado ao aumento de produtividade proveniente da redução de operadores é de 66 000€/ano.

Tabela 27 - Benefício monetário anual devido à redução de operadores alocados à linha 6

Custo Anual/Op.	Nº Operadores	Benefício Anual
15 000 €	4,4	66 000 €

Este raciocínio, porém, apresenta algumas falhas. Entre as quais:

- **Número de operadores retirados do processo:** o valor de 2,2 operadores por turno é um valor médio, deste modo, é preciso ter em conta que, por exemplo, durante a produção de artigos da família A, a linha necessita de 12 operadores, apenas 1 a menos que na situação inicial, pelo que este operador terá custos associados.
- **Número decimal de operadores:** precisamente por se tratar de um valor médio, o número de operadores retirado da linha apresenta valores decimais. No entanto não é possível fazer a conversão de 15 000€/ano a valores decimais, uma vez que se trata de um cálculo que não pode ser convertido a um número decimal de operadores.

Tendo em conta estas imprecisões, porém, foi decidido que este método de estimar o benefício monetário incorrido seria o mais correto, uma vez que, apesar de a redução do número de operadores afetos à linha 6 não ser constante ao longo de um dia, à medida que vão sendo libertos do processo da linha 6, estão livres para executar outras tarefas durante o tempo que ainda têm disponível num turno, tarefas estas que poderiam previamente estar alocadas a um só operador a trabalhar a tempo inteiro nas mesmas.

Deste modo, esta estimativa de benefício monetário foi aprovada pela Empresa A e definida como o impacto final do *workshop* de *Line Design*.

6.1.2 PASSO 9 – ANÁLISE DE LIÇÕES APRENDIDAS

Como previamente mencionado, a linha 6 foi definida como linha piloto para a implementação de iniciativas de melhoria contínua na secção Novilho. Deste modo, era pretendido retirar conclusões dos *workshops* implementados nesta linha de modo a facilitar a implementação dos mesmos nas linhas 5 e 7.

O processo de implementação de um *workshop* de *Line Design* não varia muito de linha para linha. Deste modo, o processo envolve sempre a categorização correta por famílias de acordo com os processos da linha, a definição do *takt time* e do tempo de ciclo com base na procura, a quantificação atual dos tempos de cada processo da linha, o desenho de gráficos *Yamazumi*, a aglomeração de tarefas de modo a eliminar *muda* de espera e eventuais automações de baixo custo. Assim sendo, o mesmo processo seria implementado nas linhas 5 e 7.

No entanto, devido ao trabalho realizado no *workshop*, poder-se-ia ter em conta a disponibilização de operadores da linha 6 em certas horas do dia, devido à diferente alocação de operadores aos processos da linha conforme a família a produzir. Se, do mesmo modo nas linhas 5 e 7, diferentes famílias contassem com um número de diferente de operadores, a sincronização do plano de produção de cada linha com base no número de operadores requeridos poderia maximizar o aproveitamento dos operadores da secção. A secção poderia, por exemplo, estar a produzir na linha 6 artigos da família D (que necessita de menos operadores) enquanto nas restantes linhas estaria a produzir artigos de famílias que necessitassem de mais operadores. Porém, estas conclusões poderiam ser retiradas apenas após o dimensionamento das linhas 5 e 7.

6.2 REDUÇÃO DE QUEBRAS

6.2.1 PASSO 8 – CONFIRMAÇÃO DE OBJETIVOS

Após a implementação dos *standards* definidos para a linha 6 relativamente à diminuição da percentagem de quebras, procedeu-se implementação dos mesmos durante o período de duas semanas, de modo a averiguar o impacto das mesmas. Os resultados, em média por semana, foram os seguintes:

Tabela 28 - Percentagem final de quebra na linha 6s

	Ent. Sem.	Saíd. Sem.	Queb. Sem.	% Quebras Rel.	% Quebras Tot.
A	3 815	3 681	134	3,52%	0,62%
B	2 216	2 107	109	4,92%	0,51%
C	7 785	7 474	311	3,99%	1,44%
D	7 723	7 666	57	0,74%	0,27%
Total	21 539	20 928	611	2,84%	2,84%

Comparando estes valores com os obtidos no Passo 2, obtemos uma melhoria de 45% relativamente à percentagem de quebras da linha. Comparando este valor com a objetivo projetado de 28%, correspondente a

um valor de quebras final de 4%, verifica-se que a melhoria proveniente das soluções implementadas foi quase o dobro da originalmente proposta.

Tabela 29 - Melhoria de percentagem de quebras

% Quebras Inicial	% Quebras Final	% Melhoria
5,13%	2,84%	45%

À semelhança do que foi feito para o *workshop* de *Line Design*, foram apresentados à administração da Empresa A os resultados obtidos neste *workshop Kobetsu Kaizen* de Quebras relativamente aos benefícios monetários resultantes das iniciativas implementadas.

De modo a calcular este valor, fez-se uma estimativa de quantos quilogramas de carne se conseguiria aproveitar por semana em comparação com os valores de *baseline*. Uma vez que se passa a ter esta matéria-prima disponível, não existe necessidade de comprar mais para satisfazer a procura. Assim sendo, o impacto do aproveitamento da carne que não vai para quebras reflete-se poupança na compra de matéria-prima. Deste modo, os benefícios monetários estimados para este *workshop* tiveram por base o valor médio do custo da matéria-prima (já referido na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) e a quantidade de matéria-prima poupada por semana. Como indicado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, o impacto monetário estimado para *workshop* foi um benefício de 115 118€ por ano.

Tabela 30 - Benefício monetário anual da redução de quebras

Kgs Quebras Inicial	Kgs Quebras Final	Kgs Ganhos /Semana	Custo MP (€/kg)	Benefício Monetário /Semana	Benefício Monetário /Ano
1 056	611	445	4,98	2 214 €	115 118 €

6.2.2 PASSO 9 – ANÁLISE DE LIÇÕES APRENDIDAS

O facto de este se tratar de um *workshop* de *Kobetsu Kaizen* indica que a adaptação desta iniciativa às linhas 5 e 7 poderá não ser tão linear como no caso do *workshop* de *Line Design*. As soluções implementadas neste *workshop* são mais apropriadas a problemas específicos da linha 6, sendo que as causas raiz de quebras das restantes linhas da secção poderão ser bastante diferentes.

Porém, as causas raiz (e consequentemente as soluções) discutidas neste *workshop* servirão de ponto de partida para a análise das linhas 5 e 7, que embora não sejam alimentadas pela mesma máquina fatiadora, por exemplo, poderão ser vítimas de problemas da mesma ordem, que porventura poderão ter soluções idênticas. De qualquer modo, na procura de redução da percentagem de quebras nas restantes linhas da secção, seguir-se-á o mesmo método do A3 de 9 passos. Deste modo, tratar-se-ão de *workshops* idênticos em forma, embora provavelmente diferentes em conteúdo.

6.3 COMENTÁRIO SOBRE O RESULTADO GERAL

Na *Value Review* de junho de 2021 analisou-se, entre outros, os resultados e respetivo impacto dos *workshops* realizados na linha 6. A estimativa do benefício monetário anual é o indicado na tabela abaixo.

Tabela 31 - Benefício total do trimestre na linha 6

Benefício <i>Line Design</i>	Benefício <i>Kobetsu Kaizen</i>	Benefício Total
66 000 €	115 118 €	181 118 €

Como se pode ver, os ganhos obtidos na linha 6 foram substanciais. Comparativamente ao que definiu como objetivo na Fase de Diagnóstico realizada em 2020, a melhoria relativa ao aumento de produtividade e redução de quebras superou a expectativa, pelo menos na linha em questão. O desdobramento para as restantes linhas da secção viria a ser feito no trimestre seguinte.

É importante realçar que a aplicação das iniciativas de melhoria propostas foi realizada com relativa facilidade. Em ambos os *workshops*, as causas raiz do problema foram rapidamente e claramente identificadas, e as soluções implementadas provaram-se eficazes à primeira tentativa. No entanto, é comum encontrar-se mais dificuldades e constrangimentos na resolução de problemas e implementação de soluções de melhoria. Ao contrário do que foi observado nos dois *workshops* aqui apresentados, muitas vezes o processo de definir as causas raiz de um determinado problema é mais iterativo, e não tão direto como aqui relatado. Do mesmo modo, é comum que nos testes de soluções realizados no Passo 6 do A3, as soluções necessitem de ser revistas ou simplesmente não funcionem.

Felizmente, tal não aconteceu em ambas as situações analisadas nesta dissertação. Deste modo, os dois *workshops* aqui apresentados são casos de estudo que comprovam a eficácia do pensamento *Lean*, e demonstram que com pouco investimento, tendo por base os fundamentos adequados, se podem alcançar grandes ganhos com soluções de senso comum.

7 SOBRE O ENVOLVIMENTO DO AUTOR NO PROJETO DO KI

Uma vez que esta dissertação foi realizada no âmbito de um estágio no Kaizen Institute, é relevante esclarecer o envolvimento do autor na implementação das iniciativas descritas.

O estágio realizado começou em Fevereiro de 2021 e teve a sua conclusão em Agosto do mesmo ano. Entre o trabalho realizado neste período, destacam-se os *workshops* realizados na Empresa A no trimestre de Março a Junho de 2021. Nestes *workshops*, as responsabilidades atribuídas ao autor relacionaram-se maioritariamente com a assistência ao consultor sénior à frente dos mesmos.

Assim sendo, no *workshop* de *Line Design*, coube ao autor: a medição inicial dos tempos de cada tarefa do processo da Linha 6, para cada uma das famílias; a medição de tempos após a implementação de tarefas; e o desenho e implementação de normas visuais relativas às soluções implementadas.

No *workshop Kobetsu Kaizen* de Quebras, ficou à responsabilidade do autor: a recolha de dados relativos às situações inicial e final da Linha e a implementação de normas visuais relativamente às soluções implementadas.

No decorrer destes dois *workshops*, foram assimilados os conceitos *Lean* descritos nesta dissertação, tal como inúmeras boas práticas relativas à implementação de melhoria contínua, aproveitando a aplicação destes mesmos conceitos em casos práticos para fundamentar um conhecimento ganho em formações teóricas tanto no KI como no IST.

O conhecimento adquirido ao longo do período abordado nesta dissertação é fortemente estimado pelo autor da mesma.

8 CONCLUSÃO

O caso abordado nesta dissertação de mestrado relata uma solicitação feita pela Empresa A ao Kaizen Institute, de modo a melhorar a eficiência das suas unidades de negócio e conseqüentemente garantir a sua sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo. Deste modo, as iniciativas descritas nesta dissertação abordam o trabalho realizado na unidade de transformação de carne de Torres Novas. No âmbito desta unidade, realizou-se no início de 2020 uma fase de diagnóstico, de modo a planear as ações de melhoria a implementar ao longo dos seguintes dois anos, com o objetivo de aumentar a produtividade dos processos da unidade, reduzir a quantidade de quebras incorrida nos mesmos processos e incutir nos vários níveis da hierarquia da Empresa uma cultura de melhoria contínua. É neste âmbito que surge o caso de estudo desenvolvido nesta dissertação.

A presente dissertação aborda então as iniciativas de melhoria iniciadas em março de 2021 e concluídas em junho de 2021, relativamente à secção de produção de Novilho, e mais concretamente à linha 6. Para o trimestre de Março a Junho de 2021, foi definido como objetivo aumentar a produtividade e reduzir as de quebras na linha 6. Pretendia-se então que esta linha servisse de linha piloto, onde seriam testadas soluções a implementar nas restantes linhas da secção. De modo a alcançar os objetivos pretendidos, recorreu-se a metodologias *Lean*, realizando um *workshop* relativo a cada objetivo. Cada um dos *workshops* é aqui apresentado segundo os 9 passos do Diagrama A3, de modo a melhor simplificar e estruturar o raciocínio por trás da resolução de cada um dos problemas abordados. Deste modo, no capítulo 4, relativo à análise da situação inicial, são apresentados os passos 1 a 3, no capítulo 5, que aborda a implementação de soluções, são apresentados os passos 4 a 7, e no capítulo 6, onde é apresentada a discussão de resultados, os capítulos 8 e 9.

O primeiro *workshop* a realizar foi o de *Line Design*, com o objetivo de nivelar o número de operadores aos processos de produção da linha 6. Deste modo, os diferentes artigos da linha foram categorizados de acordo com os seus processos, tendo sido definidas 4 famílias de produtos. Para cada uma das famílias, observou-se o processo produtivo diretamente no terreno, recorrendo a gráficos *Yamazumi* para quantificar o tempo em que cada operador da linha não estaria a acrescentar valor. Tendo feito isto, procedeu-se a analisar as tarefas em questão e questionar a sua existência, ponderando maneiras de reduzir o número de operadores envolvidos na linha. Através da implementação de automações de baixo custo, aglomeração de tarefas e redefinição de processos, foi possível reduzir, em média, 2,2 operadores alocados à linha por turno, correspondente a 4,4 por dia. Esta redução do número de operadores resultou num aumento de produtividade de 24%.

No segundo *workshop*, designado de *Kobetsu Kaizen*, foram averiguadas e observadas as causas raiz de quebras no processo produtivo da linha 6 para cada uma das famílias definidas no *workshop* anterior. De seguida, foram discutidas contramedidas a implementar de como colmatar as causas descobertas. As soluções implementadas, embora simples, resultaram numa redução de percentagem de quebras de 5,13% para 2,84%, indicando uma melhoria de 45%.

As soluções implementadas nos dois *workshops* realizados na secção Novilho no trimestre em questão resultaram num benefício monetário conjunto de cerca 181 k€ por ano, um ganho significativo para a Empresa A.

A conclusão a retirar deste caso de estudo está alinhada com a afirmação do Masaaki Imai, fundador do Instituto Kaizen, “as soluções com maior impacto são normalmente resultantes de aplicações de senso comum”, uma afirmação fundada no pensamento *Lean*. Deste modo, as soluções abordadas neste documento podem parecer simples, e de facto são, mas isso não significa, como se vê, que não tenham um grande impacto, desde que sejam claramente estruturadas e fundamentadas em princípios lógicos, como os fundamentos apresentados no capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

Na sua aplicação ao caso da Empresa A, o pensamento *Lean* prova-se, como já o fez no várias vezes passado, como solução para os problemas enfrentados por muitas empresas dos mais variados setores, e como chave para a sobrevivência num mercado global

REFERÊNCIAS

- Alcaraz, J.L.G. *et al.* (2014) "A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as case study," *Computers in Industry*, 65(4), pp. 761–773.
- Beemsterboer, B., Land, M. and Teunter, R. (2016) "Hybrid MTO-MTS production planning: An explorative study," *European Journal of Operational Research*, 248(2), pp. 453–461.
- Bicheno, J. and Holweg, M. (2009) *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*.
- Brito, L. (2019) "Process Improvement Using Lean Methodologies."
- Chera, B.S. *et al.* (2012) "Improving Quality of Patient Care by Improving Daily Practice in Radiation Oncology," *Seminars in Radiation Oncology* [Preprint]. W.B. Saunders.
- Coimbra, E. (2009) *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Costa, E.S.M. da *et al.* (2013) "An industrial application of the SMED methodology and other lean production tools," in: *Edições INEGI*.
- Fin, J.C. *et al.* (2017) "Improvement based on standardized work: an implementation case study," *Brazilian Journal of Operations & Production Management* [Preprint].
- Flinchbaugh, J. (2017) *A3 Problem Solving: Applying Lean Thinking, Leanpub*.
- Goldratt, E.M. (2014) *The Goal: A Process of Ongoing Improvement, Fourth Revised Edition*. North River Press.
- Gupta, S.M., Al-Turki, Y.A.Y. and Perry, R.F. (1999) "Flexible kanban system," *International Journal of Operations and Production Management*, 19(10), pp. 1065–1093.
- Hopp, W.J. and Spearman, M.L. (2011) *Factory Physics: Third Edition*. Waveland Pr Inc.
- Ichikawa, H. (2009) "Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly," in *Proceedings - Winter Simulation Conference*, pp. 2272–2280.
- Imai, M. (1997) *Gemba Kaizen: A commonsense, low-cost approach to management*. McGraw-Hill Education - Europe.
- Jain, A.O., Lad, A.B. and Tandel, D.R. (2015) *The Kaizen Philosophy for Industries: A Review Paper*.
- Jayswal, A. *et al.* (2011) "A sustainability root cause analysis methodology and its application," *Computers and Chemical Engineering* [Preprint].

- Kaizen Institute (2021) *O Que é KAIZEN?*, Kaizen Institute. Available at: <https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen.html#core-kaizen> (Accessed: June 4, 2021).
- King, P. (2009) *Lean for the process industries*. Productivity Press.
- Kiran, D. (2016) *Total quality management: Key concepts and case studies*. Butterworth-Heinemann.
- Krichbaum, B.D. (2008) "Process Coaching Incorporated Standardized Work: The Power of Consistency," *Process Coaching Inc* [Preprint].
- Liker, Dr.J.K. (2004) *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education.
- Liker, J. and Meier, D. (2005) *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill.
- Manjunath, M. et al. (2014) "Value Stream Mapping: A Lean Tool," *The International Journal of Business & Management* [Preprint].
- Mariz, R. and Picchi, F. (2013) "Method for the application of standardized work in construction," *SciELO Analytics* [Preprint].
- Masuchun, W., Davis, S. and Patterson, J.W. (2004) "Comparison of push and pull control strategies for supply network management in a make-to-stock environment," *International Journal of Production Research* [Preprint].
- Melton, T. (2005) "The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries," *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), pp. 662–673.
- Mílkva, M., Prajová, V. and Yakimovich, B. (2016) "Standardization—one of the tools of continuous improvement," *Procedia Engineering* [Preprint].
- Moreira, A.C. and Garcez, P. (2013) "Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in small to medium-sized enterprises: A Portuguese case study.," *International Journal of Management* [Preprint].
- Nakajima, S. (1988) *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Packowski, J. (2014) *LEAN Supply Chain Planning: The New Supply Chain Management Paradigm for Process Industries to Master Today's VUCA World*. CRC Press.
- Salleh, M. and Zain, M.Z.M. (2012) "The study of lean layout in an automotive parts manufacturer," in *Applied Mechanics and Materials*. Trans Tech Publications Ltd.
- Schawagerman III, W., Ulmer, J.M. and William, C. (2013) "The A3 Lean Management and leadership thought process.," *The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering* [Preprint].

Shingo, S. (1985) *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.

Silva, A.L. da (2010) "Critical Analysis of Layout Concepts," *ICIEOM* [Preprint].

Taylor, F.W. (1911) *Principles of Scientific Management*. New York & London : Harper & Brothers Publishers.

Wilson, L. (2010) *How to Implement Lean Manufacturing*. Jenson Books Inc.

Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1990) *The machine that changed the world*. New York: HarperCollins Publisher.

Yildiz, E.Z. and Güner, M. (2013) "Applying value stream mapping technique in apparel industry," *International Journal of Lean Thinking* [Preprint].