



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**Aurélio João
Ferreira da Costa**

**ANÁLISE E MELHORIA DO CONTROLO DE
PRODUÇÃO NA HELIFLEX**



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**Aurélio João
Ferreira da Costa**

ANÁLISE E MELORIA DO CONTROLO DE PRODUÇÃO NA HELIFLEX

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Marlene Amorim, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha mãe e pai pelo inesgotável apoio.

o júri

presidente

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

vogal- arguente principal

Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
professor associado da Universidade de Aveiro

vogal- orientador

Prof. Doutora Marlene Paula Castro Amorim
professor associado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha orientadora, Professora Marlene Amorim, por todo o apoio prestado durante a realização deste projeto.

À Heliflex, em especial ao Eng.º Rui Martins pela aprendizagem, acompanhamento e amizade que me proporcionou ao longo da realização do estágio.

A todos os meus amigos, pelo constante apoio.

À minha família por todo o que fez e faz por mim, um especial obrigado.

palavras-chave

Controlo de produção, ciclo PDCA, qualidade, lean, base de dados.

resumo

Este projeto foi proposto pela Heliflex com o objetivo de melhorar o processo de controlo da produção. A incerteza provocada pela pandemia trouxe outras preocupações às organizações. Devido ao aumento inflacionado do preço das matérias-primas, há agora uma ainda maior preocupação por parte das empresas em executar um melhor controlo e previsão dos custos.

Assim este trabalho teve como objetivo responder a essa necessidade de melhoria. Com recurso ao ciclo PDCA, a ferramentas da qualidade e ao Lean Thinking foi possível analisar todo o processo, identificar oportunidades de aperfeiçoamento, estabelecer um plano de ação, executar este mesmo e atestar a eficácia destas melhorias.

As melhorias sugeridas e implementadas permitiram à organização atingir os objetivos iniciais, com a transformação do processo de controlo num processo rápido, simplificado, eficaz e automatizado. Os processos foram padronizados sendo utilizados diariamente pela organização após a implementação do projeto de melhoria.

keywords

Production control, PDCA cycle, quality, lean, database.

abstract

This project was proposed by Heliflex with the aim of improving the production control process. The uncertainty caused by the pandemic has brought other concerns to organizations. Due to the inflated price of raw materials, there is now an even greater concern on the part of companies to perform a better cost control and forecasting.

Thus this work aimed to respond to this need for improvement. Using the PDCA cycle, quality tools, and Lean Thinking, it was possible to analyze the entire process, identify opportunities for improvement, establish an action plan, execute it, and attest the effectiveness of these improvements.

The suggested and implemented improvements allowed the organization to achieve its initial objectives, with the transformation of the control process into a fast, simplified, effective, and automated process. The processes were standardized and are used daily by the organization after the implementation of the improvement project.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Motivação e contextualização do projeto.....	1
1.2 Objetivos e Metodologia	1
1.3 Estrutura.....	2
2. Revisão da literatura	3
2.1 Ciclo PDCA.....	3
2.2 Qualidade	5
2.3 PDCA vs Qualidade.....	8
2.4 BPM	9
2.4.1 BPMN.....	11
2.4.2 Ciclo de vida BPM	12
2.5 Bases de dados.....	13
2.6 Gemba Walks	14
2.7 Lean	14
2.8 Diagrama de Esparguete.....	16
2.9 Controlo de Produção.....	17
3. Apresentação do caso de estudo.....	19
3.1 Apresentação da empresa.....	19
3.1.1 Atividade.....	19
3.1.3 Missão.....	20
3.1.4 Valores	20
3.2 Sistema produtivo.....	20
3.2.1 Setor das misturas.....	22
3.2.2 Setor Heliflex	23
3.2.3 Setor Helivil	23
3.2.4 Setor Helidur	24
3.3 Documentação	25
3.3.1 Fichas Técnicas.....	25
3.3.2 Relatórios de Controlo	26
3.3.3 Ordem de Produção	26
4. Desenvolvimento do Projeto	27
4.1 Identificação dos problemas	27
4.2 Metas.....	28
4.3 Identificação de dados a recolher	28
4.4 Análise do processo	30
4.5 Problemas identificados no processo.....	32
4.6 Plano de ação.....	34
4.7 Construção da base de dados	36
4.7.1 Periodicidade da recolha de dados.....	36
4.7.2 Folhas de Verificação	36
4.7.3 Ferramentas utilizadas	36
4.7.4 Como fazer o controlo dos parâmetros selecionados	36
4.7.5 Apresentação da ferramenta.....	38
4.7.6 Introdução de dados	38

4.7.7 Funcionamento.....	43
4.8 Novo processo de alteração das FT	45
4.9 Diagrama de esparguete	46
4.10 Análise gráfica e estatística	48
4.11 Atualização das FT	52
4.12 Análise e discussão dos resultados	56
4.12.3 Base de dados.....	56
4.12.2 Novo processo de alteração das FT	57
4.12.3 Diagrama de Spaghetti	58
4.12.4 Análise gráfica e estatística	58
4.12.5 Atualização das FT	59
5. Conclusão.....	61
5.1 Conclusões e limitações do projeto	61
5.2 Trabalho futuro	61
Referências	63

Índice de Figuras

FIGURA 1- FASES DO PDCA.....	3
FIGURA 2- ITERAÇÕES DO CICLO PDCA.	5
FIGURA 3- EXEMPLO DE UM FLUXOGRAMA (NEYESTANI, N.D.)	6
FIGURA 4 - EXEMPLO DE FOLHA DE VERIFICAÇÃO (NEYESTANI, N.D.)	7
FIGURA 5- EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE PARETO (NEYESTANI, N.D.)	7
FIGURA 6- EXEMPLO BPMN.....	12
FIGURA 7- CICLO DE VIDA BPM	13
FIGURA 8- TIPOS DE MUDA.....	16
FIGURA 9- HELIFLEX.....	19
FIGURA 10- PROCESSO DE EXTRUSÃO (BRITTI BACALHAU ET AL., 2018)	21
FIGURA 11- SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO	22
FIGURA 12- PRODUTO HELIFLEX.....	23
FIGURA 13- PRODUTO HELIVIL	24
FIGURA 14- PRODUTO HELIDUR.....	24
FIGURA 15- MAPEAMENTO DO PROCESSO	32
FIGURA 16- MEDIÇÃO DE PASSO	37
FIGURA 17- FOLHAS DE CÁLCULO DA BASE DE DADOS	38
FIGURA 18- FOLHA VELOCIDADES HELIVIL	40
FIGURA 19- FOLHA VELOCIDADES HELIVIL (CONTINUAÇÃO)	40
FIGURA 20- FOLHA VELOCIDADE HELIVIL ORGANIZADA	41
FIGURA 21- FOLHA PESOS HELIVIL.....	41
FIGURA 22- FOLHA VELOCIDADES HELIFLEX.....	42
FIGURA 23- FOLHA PESOS HELIFLEX.....	42
FIGURA 24- FOLHA ESPIRA E PASSO HELIFLEX.....	43
FIGURA 25- BASE DE DADOS HELIVIL.....	44
FIGURA 26- BASE DE DADOS HELIVIL (CONTINUAÇÃO)	44
FIGURA 27- BASE DE DADOS HELIFLEX.....	44
FIGURA 28- BASE DE DADOS HELIFLEX (CONTINUAÇÃO)	45
FIGURA 29- NOVO PROCESSO DE ALTERAÇÃO DAS FT	46
FIGURA 30- PROPOSTA DA LOCALIZAÇÃO DE UMA BALANÇA.....	48
FIGURA 31- DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DAS OCORRÊNCIAS POR LINHA (HELIVIL).....	49
FIGURA 32- VELOCIDADE MÉDIA DAS LINHAS HELIVIL	50
FIGURA 33- DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DAS OCORRÊNCIAS POR LINHA (HELIVIL).....	51

FIGURA 34- DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DAS OCORRÊNCIAS POR LINHA (HELIFLEX).....	52
FIGURA 35-DIAGRAMA DE PARETO CAUSAS DESVIO VELOCIDADE (HELIVIL)	53
FIGURA 36- DIAGRAMA DE PARETO CAUSAS DESVIO VELOCIDADE (HELIFLEX)	54
FIGURA 37- DIAGRAMA DE PARETO CAUSAS DESVIO PESO (HELIVIL)	55
FIGURA 38- DIAGRAMA DE PARETO CAUSAS DESVIO PESO (HELIFLEX)	55
FIGURA 39- ANTES E APÓS A ATUALIZAÇÃO.....	60

Índice de tabelas

TABELA 1- CARATERÍSTICAS DO PRODUTO	29
TABELA 2- 5W2H	35
TABELA 3- DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS POR LINHA (HELIVIL)	49
TABELA 4- DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS POR LINHA (HELIFLEX)	51
TABELA 5- CAUSAS DESVIO VELOCIDADE	53
TABELA 6- CAUSAS DESVIO PESO	54
TABELA 7- ANÁLISE DAS MELHORIAS (BASE DE DADOS)	57
TABELA 8- ANÁLISE DAS MELHORIAS (NOVO PROCESSO DE ALTERAÇÃO DAS FT)	57
TABELA 9- ANÁLISE DAS MELHORIAS (DIAGRAMA DE SPAGHETTI)	58
TABELA 10- ANÁLISE DAS MELHORIAS (ATUALIZAÇÃO DAS FT)	59

Lista de Acrónimos

FT- ficha técnica

ID- Investigação e Desenvolvimento

OP- ordem de produção

PDCA- *plan, do, check, act*

RC- relatório de controlo

1. Introdução

1.1 Motivação e contextualização do projeto

Com a alta competitividade existente nos mercados de hoje em dia, é cada vez mais necessário que as empresas inovem os procedimentos a fim de satisfazer uma procura cada vez maior e exigente dos clientes. As empresas devem ser capazes de antecipar e responder às mudanças de estratégia organizacional, bem como de como implementar essas mudanças à própria empresa, a fim de alcançar uma vantagem competitiva sobre a concorrência.

As mudanças provocadas pela Covid-19 resultaram numa série de modificações nos relatórios financeiros e na auditoria financeira. As empresas foram obrigadas a encerrar ou reduzir determinadas áreas de negócio na maioria dos casos, o que teve um impacto direto sobre o pessoal e as receitas das empresas. Além disso, as rápidas flutuações nos preços e na procura de matérias-primas específicas perturbaram o bom funcionamento do mercado económico, resultando num alvoroço na cadeia do abastecimento que obrigou as empresas a gerir melhor os seus processos, os stocks e recursos existentes (Crucean & Hategan, 2021).

O trabalho desenvolvido teve lugar na Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A localizada em Ílhavo, integrado na equipa de investigação e desenvolvimento (ID). O projeto elaborado e proposto pela empresa, consistiu na análise e controlo de processos de produção de mangueiras e tubos, com foco em parâmetros específicos dos processos e dos produtos, no sentido de propor e implementar melhorias deste controlo.

1.2 Objetivos e Metodologia

Pretende-se com o desenvolvimento de projeto estabelecer melhorias de forma a tornar mais abrangente e rápido o controlo dos principais processos produtivos da empresa.

O objetivo passa pela identificação e implementação de propostas de melhoria de controlo de processos produtivos.

Para a execução deste objetivo e como linha primária condutora do projeto passa por realizar uma contínua recolha, análise e controlo de dados relativos aos processos de produção de mangueiras e tubos, controlam-se os parâmetros dos processos e as características/especificações dos produtos.

O desenvolvimento do projeto passará então numa primeira fase e de forma contínua até ao término do estágio como referido pela recolha dos parâmetros específicos de produção e produtos, com a finalidade de desenvolver uma base de dados que compreenda todas as nuances do controlo da produção recolhidas, sendo então possível através desta fazer uma análise global e detalhada deste mesmo controlo, de forma que seja possível analisar, medir e atuar sobre possíveis alterações, garantido a estabilidade do mesmo e das características do produto e, por consequência, do seu custo.

Paralelamente a este objetivo principal, o trabalho a desenvolver passa também por identificar e propor/implementar melhorias dentro da temática Lean em toda a área fabril.

1.3 Estrutura

O documento está organizado em cinco capítulos:

- Neste primeiro capítulo é feita uma introdução ao projeto e temática a abordar;
- No segundo capítulo é realizada uma revisão literária das ferramentas que guiaram a realização do projeto;
- O terceiro capítulo representa a apresentação do caso de estudo;
- O quarto capítulo é desenvolvido e explorado o projeto, desde a fase de recolha de dados até à concretização das melhorias;
- No quinto capítulo são apresentadas conclusões sobre o estudo bem como sugestões de trabalho futuro.

2. Revisão da literatura

2.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (do inglês: *Plan-Do-Check-Act*), também conhecido como ciclo de Deming ou de Shewhart (Strotmann et al., 2017), é um ciclo de fabrico assente numa metodologia baseada em quatros passos fundamentais que visa o controlo, a gestão e a melhoria da qualidade dos processos associados à produção (Mariano de Souza, 2016; Silva et al., 2017). A ferramenta descrita é bastante difundida em vários setores empresariais, caracterizada por uma repetição exaustiva e sucessiva, com o intuito de otimizar continuamente para garantir o cumprimento das metas necessárias ao desenvolvimento de uma dada organização (Maruta, 2012; Sangpikul, 2017). A questão da iteração (repetição) é extremamente importante, pois é o princípio crucial do método científico relativo ao ciclo PDCA, uma vez que a hipótese sujeita à respetiva metodologia pode ser confirmada ou negada, pelo que a execução sucessiva do ciclo permitirá uma ampliação contínua do crescimento. Além disto, o ciclo PDCA é definido pela sua versatilidade, já que pode ser aplicado em qualquer ramo de atividade, de forma a alcançar um nível de gestão totalmente aprimorado, cujo principal objetivo é tornar todos os processos associados à produção de uma empresa mais assertivos e rápidos.

O conceito ligado ao ciclo PDCA baseia-se no método científico desenvolvido por Francis Bacon (*Novum Organum*, 1620), descrito na hipótese, experiência/ação e avaliação (Cláudia & de Queiroz Albuquerque, n.d.; Pinto & Mendes, 2017). Sob um controlo estatístico, Walter A. Shewhart estabeleceu o ciclo PDCA original, em 1930, porém William Edward Deming foi quem desenvolveu o método, nos anos 50, inicialmente utilizada como ferramenta para o controlo de qualidade de produção, no entanto, foi a respetiva metodologia foi adotada para a realização de melhorias nos processos e na organização, convertendo o ciclo PDCA numa filosofia de melhoria contínua, alicerçada em quatro fases (Figura 1) (Gorenflo et al., n.d.).

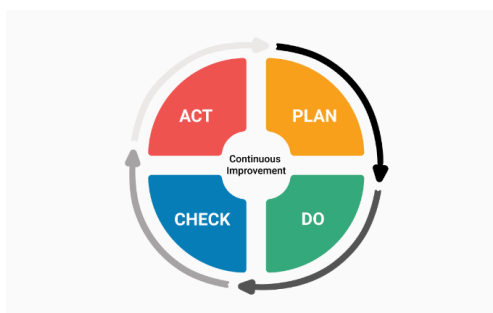


Figura 1- Fases do PDCA

- **Plan (Planear):** Nesta fase, são identificadas as oportunidades associadas às melhorias, estabelecer prioridades e projetar objetivos, na qual uma situação é avaliada e descrita por dados coerentes, com o intuito de identificar as causas do problema, de forma a solucioná-lo.
- **Do (Fazer):** Esta fase, é implementado um plano de ação, para executar o processo.
- **Check (Verificar):** Nesta fase, são analisados os resultados das ações executadas na etapa anterior, de forma a estabelecer comparações com a mudança estabelecida e a situação anterior, mas também verificar se houve melhorias ou se os objetivos estabelecidos foram atingidos. Para tal, existem várias ferramentas gráficas, destacando o gráfico Pareto ou o diagrama de Ishikawa.
- **Act (Agir):** Esta etapa consiste no desenvolvimento de métodos destinados a padronizar as melhorias identificadas.

Para executar eficazmente as etapas que compõem o ciclo PDCA, podem ser necessárias outras ferramentas para efetuar a monitorização da qualidade de produção, cuja utilidade primordial é analisar o problema e estabelecer as ações necessárias para corrigir o panorama (Maruta, 2012). De acordo com vários autores (Kumar Khanna et al., 2010; Maruta, 2012), algumas das ferramentas mais utilizadas com o propósito descrito pelas empresas, e que oferecem apoio tecnológico ao ciclo PDCA, são a 5S, *Failure Mode Analysis and Effects* (FMEA), 5W1H o 5W2H, *Statistical Process Control* (SPC), listas de verificação ou histogramas. A informação obtida da análise e revisão da produção visam a melhoria da qualidade dos processos associados, recorrendo a ajustes que refinam a hipótese sugerida, onde o crescimento é acumulável, à medida que o ciclo progride. Se o processo for demasiado complexo, podem ser necessárias várias repetições do ciclo PDCA, até que o problema existente seja totalmente repetido (Figura 2) (Luo et al., 2015; Shahar & Salleh, 2017).

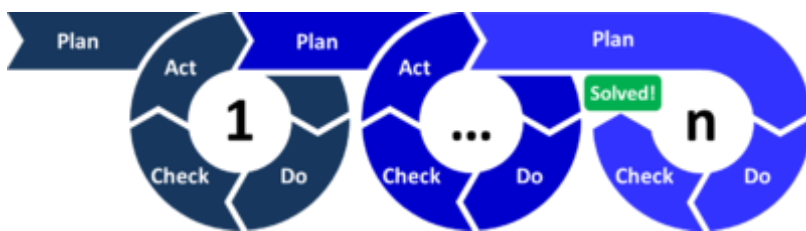


Figura 2- Iterações do ciclo PDCA.

Na literatura, é possível verificar que o apoio estatístico possibilita diferentes aplicações do ciclo PDCA, culminando em resultados positivos, tais como a redução de custos e defeitos, bem como a melhoria de qualidade de processos e produtos.

2.2 Qualidade

As sete ferramentas de controlo de qualidade (7 QC Tools) realizadas que podem ajudar a desenvolver e resolver com eficiência os problemas operacionais. Estas ferramentas recolhem e aplicam estatísticas de dados em causa e efeito, incluindo ciência do conhecimento selecionada para lidar com cada uma delas em problemas de produção e entrega de bens ou serviços para satisfazer as necessidades dos clientes (Kuendee, 2017).

As Sete Ferramentas de Controlo de Qualidade pressupõem um processo contínuo de melhoria da qualidade, e exigem mesmo que a equipa de peritos na área, bem como a liderança da empresa utilizem ativamente as ferramentas de qualidade nas suas atividades de melhoria e processo de tomada de decisões. As ferramentas de qualidade podem ser utilizadas em todas as fases do processo de produção, desde o início do desenvolvimento do produto até ao marketing do produto e apoio ao cliente. Neste momento, existe um número significativo de ferramentas de garantia e gestão da qualidade à disposição dos peritos e gestores de qualidade, pelo que a seleção da mais apropriada nem sempre é uma tarefa fácil (Kuendee, 2017).

As sete ferramentas básicas da qualidade são:

- **Fluxograma:** um fluxograma é uma ferramenta visual que mostra o fluxo de trabalho para um processo de trabalho específico, facilitando a compreensão, padronização e melhoria de tal processo. Mais precisamente, um fluxograma é uma imagem que contém as etapas de um processo de trabalho. Utiliza símbolos diferentes para representar os diferentes tipos de atividades de um processo. Por exemplo, utiliza caixas ou retângulos para representar as atividades ou etapas do

processo ou tarefa, ovais, ou círculos para indicar o início e o fim do processo, diamantes para indicar que a decisão deve ser tomada, bem como setas para indicar a sequência das referidas etapas. Permite identificar a sequência das etapas necessárias para realizar uma tarefa. Permite identificar as relações entre as etapas. Destaca as transferências, ou seja, os locais de onde o processo flui de uma pessoa para outra. Permite detetar problemas no processo de trabalho analisado. Embora as etapas necessárias para executar uma tarefa possam ser identificadas através de uma lista, um fluxograma é mais fácil de interpretar, seguir e lembrar. Além disso, um fluxograma permite identificar o processo a ser analisado, as etapas totais do processo, e o início e o fim do processo (Realyvásquez-Vargas et al., 2018). Na figura 3 é mostrado o exemplo de um fluxograma.

Test Plan Creation Process

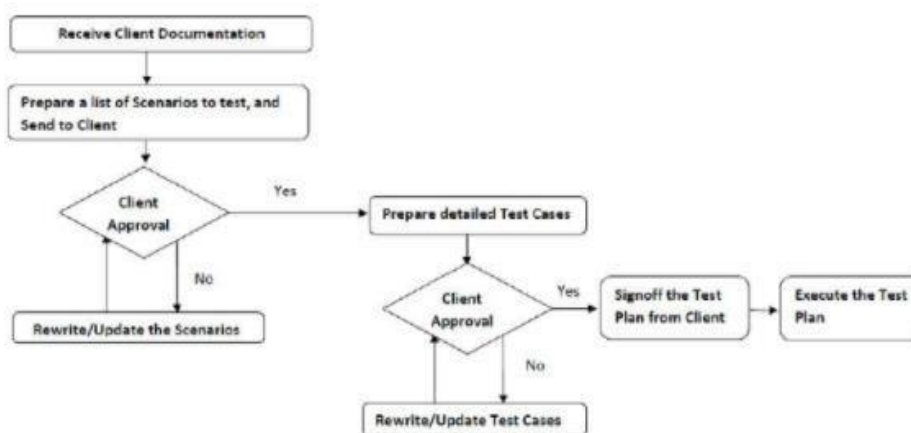


Figura 3- Exemplo de um fluxograma (Neyestani, n.d.)

- **Folha de verificação:** um formulário estruturado e preparado para a recolha e análise de dados; uma ferramenta genérica que pode ser adaptada para uma grande variedade de fins (Kuendee, 2017). Exemplificado na figura 4.

Reason	Day					Total
	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	
Wrong number						20
Info request						10
Boss						19
Total	12	6	10	8	13	49

Figura 4 - Exemplo de folha de verificação (Neyestani, n.d.)

- Diagrama de Pareto:** o diagrama de Pareto é um tipo especial de gráfico de barras em que cada barra representa uma categoria diferente ou parte de um problema. Foi criado quando o cientista italiano chamado Wilfredo Pareto descobriu que 80% da riqueza era recebida por 20% das pessoas em Itália. As categorias são colocadas no eixo horizontal e as frequências no eixo vertical. Ao falar em categorias, devem estar em ordem descendente da esquerda para a direita, enquanto a percentagem acumulada de frequências é representada por uma linha. As barras mais altas representam as categorias que mais contribuem para o problema. Os diagramas de Pareto ajudam a identificar o quanto alguns fatores específicos influenciam um problema em relação a outros fatores, ou seja, os gráficos de Pareto ajudam a identificar as melhores oportunidades de melhoria (Realyvásquez-Vargas et al., 2018). A figura 5 exemplifica um diagrama de Pareto.

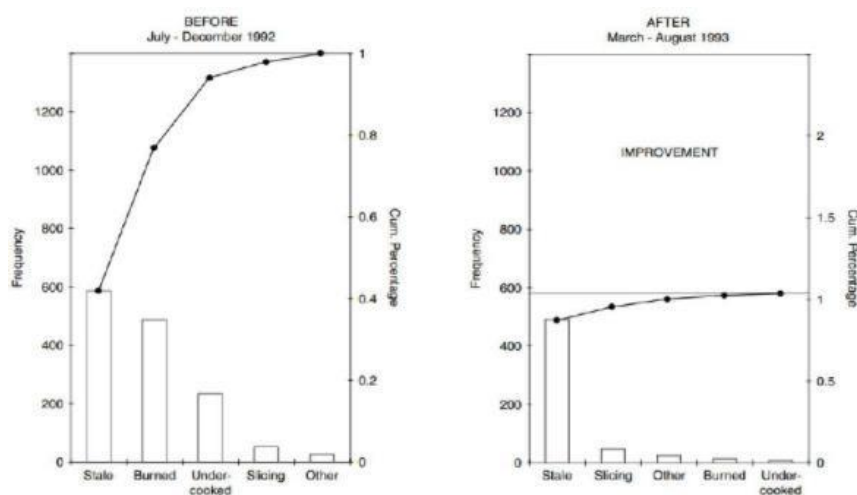


Figura 5- Exemplo de um diagrama de pareto (Neyestani, n.d.)

- **Histograma:** o gráfico mais comumente utilizado para mostrar as distribuições de frequência, ou a frequência com que cada valor diferente num conjunto de dados ocorre (Kuendee, 2017)
- **Diagrama de causa e efeito** (também chamado Ishikawa ou gráfico de espinha de peixe): identifica muitas causas possíveis para um efeito ou problema e classifica as ideias em categorias úteis (Kuendee, 2017).
- **Diagrama de dispersão:** gráficos pares de dados numéricos, uma variável em cada eixo, para procurar uma relação entre as variáveis de processo (Kuendee, 2017).
- **Gráficos de controle:** Gráficos utilizados para estudar a forma como o processo muda ao longo do tempo (Kuendee, 2017).

2.3 PDCA vs Qualidade

A abordagem da qualidade e o ciclo de Deming ou PDCA (Plan, Do, Check, Action) apresenta um método básico de gestão, existindo vários conjuntos de ferramentas que podem ser aplicadas para operacionalizar cada fase do ciclo e utilizadas em função da maturidade da gestão da qualidade da empresa, e também da complexidade do problema. Estes conjuntos variam de ferramentas muito simples e simples a programas mais complexos e baseados em estatísticas Seis Sigma (Lopes Silva et al., 2013).

Existem diversas ferramentas de qualidade simples e eficazes que são aplicadas no ciclo PDCA, conforme descrito abaixo:

- **Fluxogramas.**
- **Brainstorming:** é um método estruturado para gerar um grande número de ideias criativas num curto período de tempo de um grupo de pessoas (Lopes Silva et al., 2013).
- **Benchmarking:** é um processo estruturado para comparar práticas ou resultados organizacionais com as melhores práticas semelhantes em outras organizações,

mesmo numa indústria diferente, a fim de identificar oportunidades de melhoria (Lopes Silva et al., 2013).

- **5W2H** (o quê, quando, quem, onde, porquê, como, quanto, plano de ação): é uma ferramenta muito simples e eficaz para descrever ações planejadas de uma forma cuidadosa e objetiva, assegurando assim a sua execução organizada. O formulário mais completo responde a sete perguntas para cada ação planejada: o que vai ser feito, por quem, onde, quando, porquê, quanto vai custar e como vai ser feito. No entanto, poderiam ser utilizadas versões mais simples dependendo da complexidade de cada situação (Lopes Silva et al., 2013).
- **Matriz de Tendência de Urgência por Gravidade (GUT)**: é uma ferramenta de priorização muito simples, qualitativa e subjetiva que avalia um problema com base nos três critérios: gravidade, urgência e tendência. O critério da gravidade considera efeitos a longo prazo e impactos nas pessoas, coisas e resultados se o problema não for resolvido. A urgência trata de quão urgente é a sua eliminação, enquanto a tendência avalia se é possível que o problema aumente progressivamente, diminua ou desapareça por si só. Todos eles poderiam ser classificados de 1 a 5 por cada membro do grupo e a avaliação final é alcançada multiplicando as três taxas de critérios (Lopes Silva et al., 2013).

2.4 BPM

BPM significa gestão de processos empresariais, que é o estudo, concepção, implementação, e melhoria contínua dos processos organizacionais. Embora as primeiras contribuições se tenham centrado na reconcepção de processos específicos, a investigação atual exige uma abordagem mais abrangente da gestão de processos organizacionais. Para esse fim, a gestão de processos empresariais (BPM) é definida como um conjunto integrado de competências corporativas abrangendo alinhamento estratégico, governação, técnicas, tecnologia, pessoas, e cultura (Brocke & Rosemann, 2015).

As abordagens BPM ajudam as organizações no alinhamento necessário para o cumprimento de estratégias empresariais.

O BPM é um campo de conhecimento na intersecção entre negócios e tecnologia da informação, abrangendo métodos, técnicas e ferramentas de análise, melhorar, inovar, conceber, implementar e controlar processos empresariais que envolvam clientes, humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (Ravesteyn & Batenburg, 2010).

Business Process Management (BPM) não é apenas um conceito, é a forma de gerir um negócio, através da utilização de uma estrutura de gestão de processos. Assim, o objetivo é consolidar toda a gestão empresarial numa estrutura simplista que permite determinar um determinado processo.

Existem quatro fatores contextuais relacionados com BPM, que são os objetivos, os processos, as organizações e o ambiente.

Quanto aos seus objetivos, o BPM está orientado para a exploração, visa inovar processos, serviços, produtos e modelos empresariais, utilizando melhores técnicas de comunicação e design criativo. As atividades tradicionais de gestão são menos conducentes à eficácia organizacional, uma vez que se procura a inovação.

Quanto aos processos, as abordagens BPM devem ser adaptadas ao tipo de processo a ser investigado, pois há processos que podem diferir em termos de complexidade e criatividade, e os mais processos criativos requerem ser mais flexíveis, autónomos e com baixos níveis de estrutura.

No que diz respeito às organizações, as grandes organizações devem concentrar-se mais do que nas mais pequenas empresas em práticas BPM. As mesmas práticas de BPM podem não se aplicar a todas as empresas, uma vez que a indústria pode ser um fator de contexto crítico para BPM.

No que diz respeito ao BPM na vertente ambiental, a incerteza tem uma influência sobre a possibilidade de padronização de processos, requisitos de processamento de informação e gestão de projetos abordagem. As atividades tradicionais de gestão estão associadas à eficácia organizacional apenas durante períodos de estabilidade (Brocke et al., 2016).

Existem várias vantagens associadas às abordagens do BPM (do Carmo & Albuquerque, 2014), entre elas:

- Aumento da visibilidade e conhecimento das atividades da empresa;

- Aumento da capacidade de identificar estrangulamentos e áreas potenciais para otimização;
- Reduz o tempo de comercialização;
- Melhorar a definição de funções e papéis na empresa;
- Previne fraudes;
- Auditoria de apoio e revisão da conformidade regulamentar.

2.4.1 BPMN

BPMN é a linguagem padrão na modelação de processos empresariais e tem como objetivo fornecer profissionais da área com uma linguagem padronizada que permite o intercâmbio de informação dentro da organização, bem como o alinhamento das TI e as colaborações entre parceiros. O BPMN foi desenvolvido pela OMG (Object Management Group), que também gere a UML (Unified Modeling Language) e a MDA (Model Driven Architecture). Em tempos recentes, tem-se observado a utilização desta notação como a principal em termos de descrição, simulação e execução de processos, uma vez que se tornou universal, e capaz de ser entendida por ambos profissionais da área e utilizadores finais (Chinosi & Trombetta, 2012). Devido ao seu crescimento popularidade, a BPMN tornou-se a língua oficial da modelação de processos empresariais (Kurz, 2016), tendo sido visto, devido à sua capacidade inata de melhoria da modelação de processos e gestão como a solução que permitiria abranger os elementos introduzidos por Indústria 4.0. A figura 6 exemplifica o mapeamento através do BPMN.

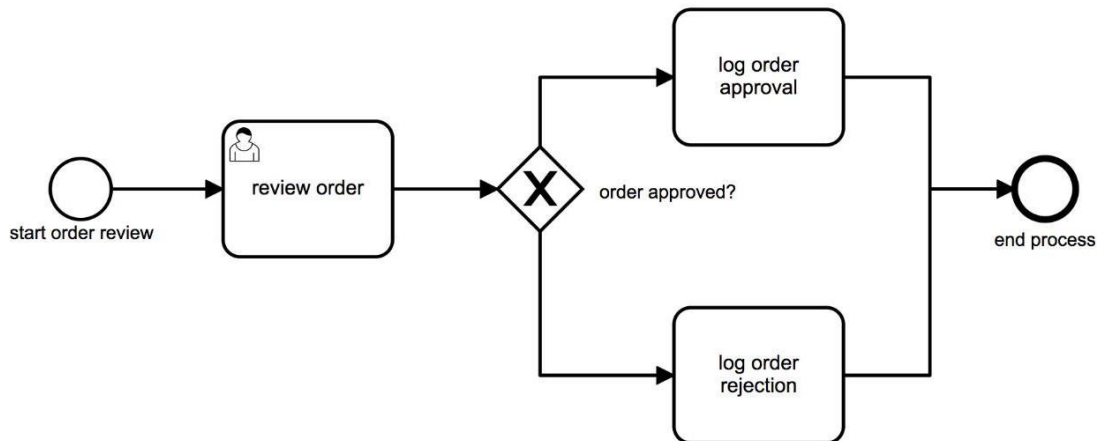


Figura 6- Exemplo BPMN

2.4.2 Ciclo de vida BPM

Como mostrado na Figura 4 (Dumas et al., 2018), o ciclo de vida BPM consiste em seis fases. A primeira fase que fornece a base para o ciclo contínuo é a identificação do processo. Nesta fase, são identificados problemas empresariais e os processos empresariais relacionados, definidos e ligados. Na fase de descoberta do processo, o estado atual do processo relevante é normalmente registado sob a forma de um modelo de negócio "tal como está". Na fase seguinte, os problemas relacionados com o estado atual do processo será identificado, registado e registado, e as medições serão feitas sempre que possível. O objetivo da fase de redesenho do processo é determinar a alterações necessárias no processo para resolver problemas previamente descobertos. Na implementação deste processo, as mudanças necessárias foram preparadas e feitas para a transição do estado em que estava para o estado atual. Monitorizar e controlar o processo é o passo seguinte. Isto envolve recolha e análise de dados relevantes para determinar o desempenho do processo em comparação com os dados relevantes indicadores de desempenho e objetivos. Na figura 7 está representado o ciclo de vida BPM

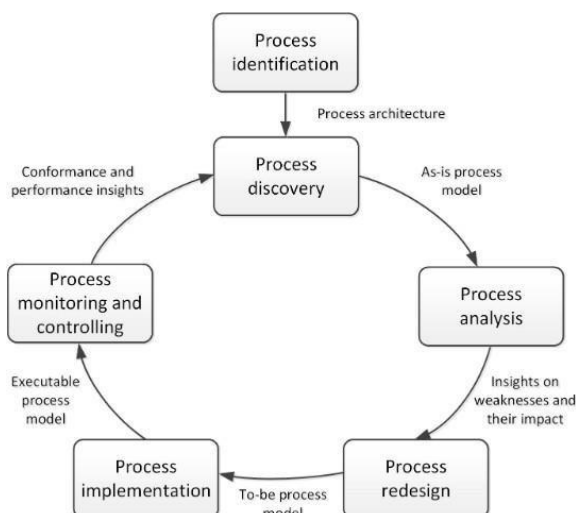


Figura 7- Ciclo de vida BPM

2.5 Bases de dados

A construção de bases de dados de conhecimento com base na construção do processo de conhecimento é um ponto crítico para o bom desempenho de sistemas inteligentes. O processo começa por ter dados à disposição, estes dados são selecionados e direcionados para que o pré-processamento seja mais fácil. Os dados tornam-se pré-processados, sofrem uma transformação, são extraídos, tornam-se padrão ou modelo de conhecimento e, depois, o processo de conhecimento é concluído (Figueiredo & Pereira, 2017).

O processo de construção é dividido em três fases: a criação do conhecimento, a utilização do conhecimento e a manutenção do conhecimento. No primeiro ponto, pode subdividir-se na aquisição de conhecimento, onde se extrai conceitos e relações entre conceitos de texto e de documento utilizando qualquer terminologia que envolva linguagem natural, técnicas de processamento e aplica técnicas estatísticas ou simbólicas para extrair relações entre termos e conceitos; a representação do conhecimento, que consiste em promover uma especificação formal de um domínio do conhecimento, fazendo uma utilização lógica para representar conceitos, propriedades dos conceitos, relações entre conceitos e regras desse domínio do conhecimento; as condições e restrições da formação do conhecimento e organizações formalmente especificadas; o armazenamento e manipulação de grandes bases de dados que consiste no desenho de um meio físico e lógico, no qual os utilizadores e repositórios de conhecimento podem ser apoiados a fim de armazenar e partilhar conhecimento (Figueiredo & Pereira, 2017).

2.6 Gemba Walks

A *Toyota* desenvolveu a tecnologia *gemba walk* para identificar resíduos no seu processo de fabrico e propor possíveis alterações para tornar o sistema mais eficiente. Como poderoso instrumento de melhoria, a *gemba walk* envolve "onde agir" para compreender o problema na sua origem e interagir com as pessoas diretamente responsáveis pelo processo (Alnajem, 2020).

Gemba Walks pode ser utilizado como uma ferramenta poderosa para os líderes coordenarem dentro da organização e ligarem a equipa à realidade. Durante um passeio *Gemba*, terá a oportunidade de ver "em primeira mão" com os seus próprios olhos e ganhar uma compreensão mais profunda da situação real dentro da organização. Em comparação com os pressupostos condicionais, um olhar mais atento sobre a situação real da operação real do processo pode responder a uma série de perguntas que irão desencadear novas ideias sobre a formação de talentos e melhorias fundamentais do processo.

O *Gemba walk* tem duas vantagens. Primeiro, esta é uma forma eficaz de apoiar a melhoria contínua e a padronização do processo com a ajuda dos líderes, gestores e supervisores da empresa. Em segundo lugar, assegurar que os esforços de todos os membros da equipa sejam consistentes (Tyagi et al., 2015)

2.7 Lean

A produção Lean é uma filosofia de produção amplamente aceite que é utilizada no sector industrial em todo o mundo, tanto em grandes como em pequenas organizações. Ao proporcionar maior flexibilidade nos sistemas e técnicas de produção, tendo a eliminação de resíduos como principal fator, foi capaz de fornecer produtos e cadeias de fornecimento mais limpos e sem resíduos, desafiando assim com sucesso as técnicas de produção em massa.

Lean tem as suas origens nos sistemas de produção da *Toyota* e é referida como uma filosofia de gestão que consiste num processo de melhoria contínua em toda a organização, fazendo mais com menos (Dombrowski et al., 2017).

Para alcançar estes objetivos, propõe-se reduzir e/ou eliminar todas as atividades e etapas que não sejam necessárias durante o processo de trabalho, eliminando o desperdício que é percebido como qualquer ação que não acrescenta valor ao produto ou serviços. Na sua génese, concentrou-se principalmente na eliminação de resíduos, tais como defeitos que

requerem retrabalho, etapas de processamento desnecessárias, movimentação de materiais ou pessoas, tempo de espera, excesso de stock e sobreprodução. Atualmente, e devido à evolução de todo o processo industrial, abrange também vários aspetos do fabrico, desde a fase inicial do ciclo de vida do produto, tais como o desenvolvimento do produto, o aprovisionamento, e o fabrico até à distribuição. É implementado como uma filosofia e conjunto de ferramentas e práticas destinadas a alcançar a mais alta qualidade, o mais baixo custo e o mais baixo tempo de execução. É o efeito de uma gestão complexa e de qualidade em todas as áreas de atividade da empresa. Pode também ser considerado como "just-in-time" alargado, incluindo todas as partes envolvidas na cadeia de fornecimento, intra e interorganizações. Portanto, é uma abordagem multidimensional que pode trabalhar sinergicamente para criar um sistema eficiente e de alta qualidade para fornecer produtos de acordo com o ritmo da procura do cliente com o mínimo de desperdício (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

Há cinco passos essenciais para implementar o lean (Rauch et al., 2016) :

- 1) Valor (define precisamente o valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através do diálogo com clientes específicos)
- 2) Fluxo de valor (o processo de identificação e remoção dos resíduos que estão envolvidos no fornecimento dos produtos que são de valor para os seus clientes)
- 3) Foco no fluxo rápido de produtos
- 4) Puxar (abordagens de planeamento)
- 5) Perfeição (gestão da qualidade)

A abordagem básica de Lean é uma melhoria contínua da produção através de uma integração dos seguintes princípios (Wagner et al., 2017) :

- 5S;
- Kaizen;
- Just-in-Time (JIT);
- Jidoka;
- Heijunka;
- Padronização;
- Takt time;
- Puxar o fluxo;

- Separação homem-máquina;
- Pessoas e trabalho de equipa;
- A redução dos resíduos, um dos princípios básicos e essenciais da Lean é a prevenção das causas dos resíduos. Tornar-se Lean é eliminar desperdícios (o termo japonês é Muda) de todas as áreas do seu negócio. Existem sete tipos de Muda (Figura 8): resíduos de sobreprodução, desperdício de tempo, desperdício do transporte, desperdício do excesso de processamento, desperdício de inventário, desperdício de movimento e desperdício da produção de defeitos e retrabalho (Palmer, 2001);



Figura 8- Tipos de Muda

Embora vários artigos e revistas científicas tenham publicado nos últimos anos vários artigos que se concentram na caracterização e descrição do conteúdo Lean, não existe uma forma concreta e precisa de definir ou medir Lean (Tortorella & Fettermann, 2017).

2.8 Diagrama de Esparguete

Para eliminar desperdícios, existe uma gama de métodos e ferramentas de apoio, tais como o método 5S, Poka-Yoke, Just in Time, Kaizen, Jidoka, etc. O primeiro passo para eliminar o desperdício é identificá-los e mostrá-los. Para tal fim, pode ser utilizado o diagrama Spaghetti. Diagrama Spaghetti, gráfico Spaghetti, modelo Spaghetti ou também gráfico Spaghetti é um método para visualizar o movimento do objeto no sistema com a

ajuda de uma linha. O objeto em movimento pesquisado pode ser um trabalhador, material e assim por diante. Um sistema em que esse objeto se move pode ser uma área de produção, parte de um edifício, ou uma oficina. O resultado parecido com o esparguete dá o seu nome (Senderská et al., 2017).

2.9 Controlo de Produção

A função de controlo da produção é descrita como uma série de ações numa organização de fabrico destinadas a controlar o volume e os tipos de produtos produzidos em locais especificados em função do tempo.

As empresas querem satisfazer as expectativas do mercado, quer sejam declaradas em termos de procura real ou antecipada. Para tal, as empresas criam um Plano de Produção Mestre (MPS) que especifica o número de produtos a serem fabricados num determinado período de tempo, bem como um Programa de Vendas que especifica o número de produtos a serem vendidos. O objetivo da função PPC e dos seus sistemas associados é planear e regular a produção de modo que uma empresa possa satisfazer as suas necessidades de produção da forma mais eficiente possível. Os sistemas de PPC são estruturados de forma hierárquica. O PPC emprega um método de planeamento hierárquico para assistir um gestor na compreensão e controlo dos processos pelos quais ele é responsável (Bonney, 2000).

O principal objetivo do planeamento e controlo da produção é assegurar que os componentes e produtos sejam produzidos de uma forma que cumpra o Plano Mestre de Produção (MPS), cumprindo ao mesmo tempo os outros objetivos de desempenho da empresa. O MPS especifica o número de cada produto que será produzido ao longo do horizonte de planeamento, que é um período de tempo no futuro (Bonney, 2000).

3. Apresentação do caso de estudo

3.1 Apresentação da empresa

3.1.1 Atividade

A principal atividade da Heliflex é a conceção, desenvolvimento, fabricação e comercialização de tubos flexíveis e rígidos em Policloreto de Vinilo (PVC), Polietileno (PE) e sistemas em Polipropileno (PP). A Heliflex destaca-se como fabricante de tubos, mangueiras e sistemas de rega, que definem as 4 áreas de negócio (Heliflex, n.d.) :

- Heliflex Casa-Jardim;
- Heliflex Agro;
- Heliflex Tecno-Indústria;
- Heliflex Construção;

Possui uma unidade de produção em Portugal (Ílhavo, Aveiro), composta por 22 linhas de extrusão ativas, com capacidade para extrudir 16 milhões de metros de tubo/ano, num total de 5 mil toneladas/ano, divididos em 60 gamas de diferentes produtos, com 28 áreas de utilização. A Heliflex conta com 5 filiais e a marca está presente em 4 dos 5 continentes existentes (Heliflex, n.d.). Na figura 9 é possível observar a fachada da Heliflex.



Figura 9- Heliflex

3.1.2 História

Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A. foi fundada em resposta a um requisito básico de um novo tubo para sucção de água de poços. Um sócio da firma Henrique Vieira & Filhos, Lda

(Henrique Simes Vieira) conheceu o grupo A. G. Petzetakis, S.A. de origem grega numa exposição agrícola em Paris, que ofereceu a gama necessária de tubos.. A multinacional grega manifestou interesse em estabelecer uma presença em Portugal como resultado deste encontro, semeando rapidamente a semente que produzia fruta, e a Heliflex Portuguesa (Tubos Flexíveis), Lda foi fundada em 1 de Setembro de 1969, que posteriormente passou a ser Heliflex Petzetakis Tubos, S.A. e a 6 de Fevereiro de 2007 assumiu a atual designação social: Heliflex Tubos e Mangueiras, S.A (Heliflex, n.d.).

3.1.3 Missão

Como líderes de mercado, a Heliflex pretende ser uma empresa de referência no fabrico e comercialização de tubos, mangueiras e sistemas de rega. Evoluir, inovar e satisfazer o cliente pela qualidade e serviço. Ser eficaz na gestão dos recursos, de forma a gerar valor aos Acionistas e Colaboradores. Ser uma empresa cumpridora e responsável, contribuindo para o desenvolvimento socioeconómico de toda a comunidade envolvente (Heliflex, n.d.).

3.1.4 Valores

A Heliflex guia-se pelos valores de (Heliflex, n.d.):

- Qualidade;
- Saber fazer;
- Inovação;
- Solidez;

3.2 Sistema produtivo

Os tubos e as mangueiras produzidas na Heliflex são obtidos pelo processo de extrusão de perfis (regime de processamento contínuo). Este processo resume-se a uma técnica capaz de transformar uma matéria-prima termoplástica num produto acabado ou quase acabado em forma de anel. Os granulados ou pó de plástico são normalmente utilizados como matéria-prima, sendo que no caso da Heliflex são utilizados os granulados de PVC, obtidos também pelo processo de extrusão, que seguem então para as linhas de produção para o processamento de perfis tubulares. Este granulado PVC de natureza rígida ou

flexível, pode ser produzido internamente, comprado a fornecedores externos ou reciclado internamente a partir de produções

O processo começa com a formação de um derretimento homogêneo na extrusora, que é depois forçado sob pressão através de uma abertura de bocal de extrusão que define a forma da secção transversal do produto (fieira). O material gerado, ou extrudido, é arrefecido e extraído a um ritmo controlado a partir da saída do bocal. Depois disso, a extrusão pode ser enrolada numa bobina ou aparada ao comprimento. A figura 10 é exemplificativa do processo de extrusão.

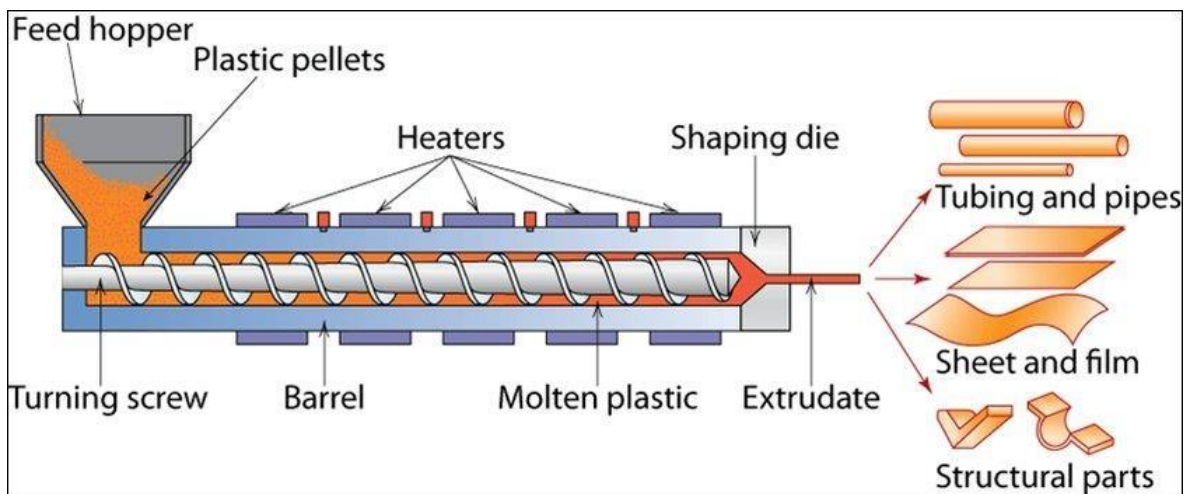


Figura 10- Processo de extrusão (Britti Bacalhau et al., 2018)

- Feed hopper: Tremonha;
- Plastic pellets: Granulados de plástico,
- Turning screw: Fuso sem-fim;
- Barrel: Cilindro;
- Heaters: Resistências de aquecimento,
- Shaping die: Fieira;
- Extrudate: Extrudido.

A Heliflex está organizada em quatro setores de produção:

- Setor das misturas;
- Setor Heliflex;
- Setor Helivil;

- Setor Helidur;

A figura 11 resume a atividade produtiva da Heliflex.

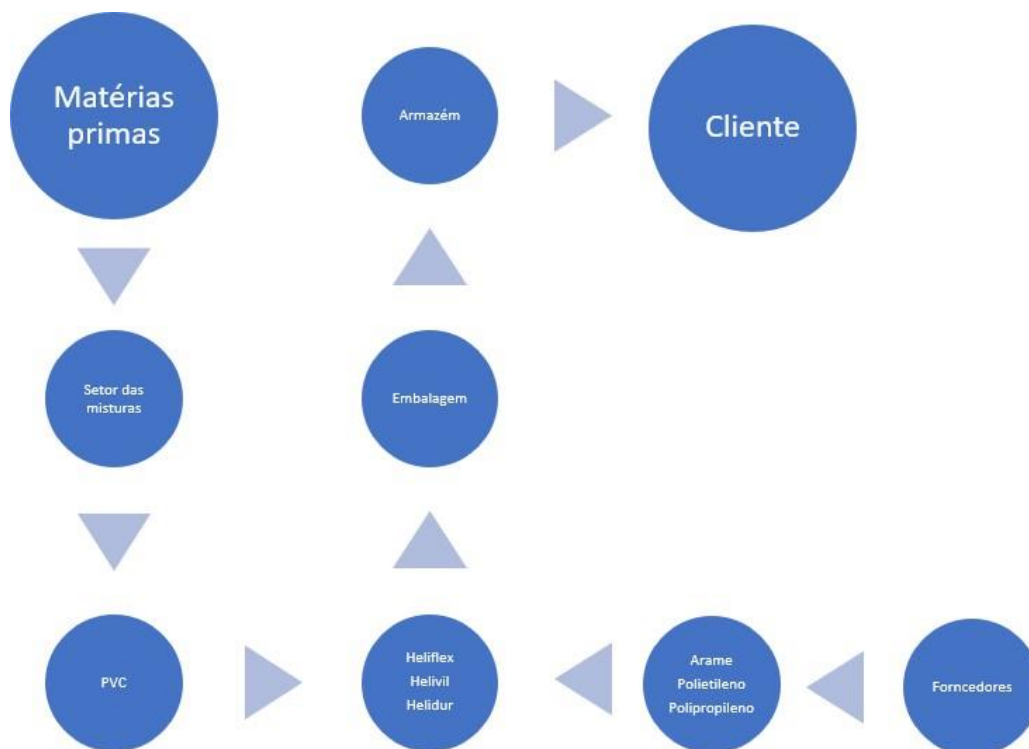


Figura 11- Sequência de produção

3.2.1 Setor das misturas

Neste setor é onde inicia toda a atividade produtiva e se fazem as misturas, ou seja, a matéria-prima (PVC) que irá abastecer as linhas de produção dos diferentes setores.

O processo enceta com a recepção das matérias-primas (resina PVC, plastificantes, carga, corantes, estabilizantes, ...) que irão se transformar no granulado PVC, que são depositados nos silos.

Estes materiais são encaminhados mecanicamente para as linhas das misturadoras onde são misturados de forma automática de acordo com a ordem que é recebida no setor pelo chefe de setor (CS) e através das granuladoras finalmente transformados em granulado PVC (rígido ou flexível) em conformidade com o desejado para determinado produto.

Existem quatro misturadoras e duas granuladoras. O granulado pode ser depositado em silos ou em big bags.

3.2.2 Setor Heliflex

Este setor partindo do PVC vindo do setor das misturas produz tubos (figura 12) em PVC flexível e tubos em PVC flexível com espiral rígida (PVC rígido ou arame, o qual é comprado externamente). As linhas de produção produzem uma variedade de produtos com diversidade de propósitos:

- Sucção (líquidos e sólidos);
- Condução de produtos alimentares e água;
- Limpeza de piscinas;
- Aspiração e ventilação;
- Proteção de cabos elétricos e telefónicos;



Heliflex

Figura 12- Produto Heliflex

3.2.3 Setor Helivil

O setor Helivil caracteriza-se por ser o setor com mais linhas de produção. Produz tubos com enorme flexibilidade (figura 13) com reforço de fio de poliéster (existindo, no entanto, tubos sem o reforço do fio). A matéria-prima para estes tubos é, portanto, o PVC flexível e o fio poliéster. Tem uma ampla gama de aplicações:

- Jardim;
- Condução de gás e água;

- Pulverização;
- Ar-comprimido;
- Condução de produtos alimentares;
- Combate a incêndio;
- Transporte de combustíveis;



Heliflex

Figura 13- Produto Helivil

3.2.4 Setor Helidur

No setor Helidur são produzidos tubos rígidos (figura 14) em PVC (PVC rígido proveniente das misturadoras, em Polipropileno ou em Polietileno, proveniente de fornecedores. Contempla apenas duas linhas de produção. Satisfaz também uma ampla gama de usos:

- Rede de canalização doméstica;
- Sistemas de rega;
- Aspiração central;
- Construção;



Figura 14- Produto Helidur

3.3 Documentação

No processo de arranque de linha o operador recebe na mesa de trabalho (existe uma em cada linha) três documentos, ficha técnica (FT), relatório de controlo (RC) e ordem de produção (OP).

3.3.1 Fichas Técnicas

As FT desempenham um papel central de extrema importância na Heliflex, em todo o seu processo produtivo.

Estes documentos fornecem um conjunto alargado de informações sobre o produto. Incluem a composição do produto, os métodos de uso, as ferramentas necessárias, os parâmetros requeridos para o equipamento e afinação, bem como todas as especificações do produto (peso, diâmetro, espessura, espira, velocidade, ...).

É seguro afirmar que as FT são os documentos mais importantes da organização. Contêm todo o know-how produtivo e suportam todo um conjunto de departamentos e de processos:

Os CT que são os responsáveis pela montagem e preparação de uma linha, necessitam da FT do artigo que vai ser produzido, para uma correta seleção, afinação e calibração dos equipamentos.

Os operários através da FT estão dotados de fazer o controlo de qualidade, na medida em que verificam se o produto se encontra dentro das especificações.

Os RC estão diretamente ligados às FT. A especificação do RC abrange informação das FT.

As OP contêm também informações baseadas nas FT. Cada OP contém informação acerca do tempo que essa produção demorará (tendo como antecedente a produção/hora das FT) bem como o material gasto em convergência com o peso (kg/m) das FT.

O planeamento de produção executa a sua atividade alicerçada nas FT. A calendarização e alocação das linhas a trabalhar baseiam-se na velocidade de produção dos artigos.

Toda a previsão de custos é feita mediante as FT e este é um dos pontos mais importantes da organização. As previsões financeiras auxiliam a organização a atingir seus objetivos de negócios. São previsões futuras da situação financeira da sua empresa. Prever o futuro

financeiro do seu negócio não é fácil, especialmente se não existe um histórico de produções. No entanto, previsões e ajustes frequentes o tornarão mais preciso. As previsões regulares permitem que se monitore de perto a situação financeira e desenvolva estratégias para resolver problemas antes que se tornem grandes. Dentro das características que entram no custo do produto, ao ter em conta os detalhes das FT, caso estes detalhes estejam corretos é possível estabelecer uma correta previsão relativamente ao custo que o produto terá. Tendo em conta a produção horária é possível por exemplo deduzir a taxa de ocupação da linha que o produto “requer” para a sua produção, bem como o material utilizado necessário apoiado pela informação do peso por metro que está presente na FT.

Como referidas as FT afetam diretamente toda a organização. É de importância urgente manter estas fichas corretas e atualizadas, para um correto funcionamento de toda a organização.

3.3.2 Relatórios de Controlo

O RC permite o registo periódico das características do produto e funciona também como checklist, identificando as características que se encontram fora das especificações, para que se atue na sua correção de forma mais expedita.

Através do seu preenchimento o operário é capaz de verificar se o produto se encontra com a qualidade necessário bem como testemunhar eventuais alterações das características do produto (ex: peso a mais).

O controlador da Qualidade também faz uma verificação neste RC.

3.3.3 Ordem de Produção

Uma OP é um documento, o qual é entregue a cada colaborador no início de cada produção.

Indica o número de unidades a fabricar, a data em que a ordem é liberada para produção, a BOM (bill of materials), o tempo de execução, a data de fim dessa ordem, a descrição do artigo, o código do mesmo, a operação bem como um espaço de preenchimento relativamente aos dados do fabrico, em que cada operário tem de introduzir as unidades e quilos produzidos, as unidades por fazer e os quilos de material desperdiçado.

4. Desenvolvimento do Projeto

Para o desenvolvimento do projeto e como já referido e identificado na revisão foi utilizado o ciclo PDCA e ferramentas da qualidade.

Numa primeira fase foi delineado o plano de ação para corrigir os problemas encontrados, numa segunda fase foi executado este plano, seguidamente foi avaliado a eficiência das melhorias.

4.1 Identificação dos problemas

-O maior problema encontrado foi a ausência de um sistema de recolha e tratamento dos dados relativos ao controlo de produção e que permitisse atuar sobre os mesmos e verificar parâmetros defeituosos.

-FT desatualizadas a nível do peso do artigo, o qual afeta diretamente o custo de produção do artigo, a logística, bem como todas as atividades. Aqui foi notado a situação mais alarmante. A desatualização das FT do produto impacta diretamente a sua ordem de produção, logo a FT ao se encontrar desatualizada a nível da velocidade vai dar origem a um incorreto tempo de execução previsto. Aqui todo o planeamento de produção é afetado, pois o mesmo não está atualizado o que afeta a alocação das linhas bem como o custo previsto de produção e a previsão dos prazos de entrega.

-Este RC na prática apenas serve para o operário da linha ter controlo sobre o que está a produzir e verificar se os parâmetros medidos e registados estão de acordo com as especificações da ficha técnica, existindo dificuldades em atuar ou justificar sobre parâmetros fora de controlo. O controlador da qualidade tem também de medir e registar os parâmetros de forma a verificar se o artigo vai ao encontro das especificações. Estes RC como descrito têm uma ação limitada, visto que apenas servem para os operários e controladores procederem à verificação do produto, sendo estes relatórios arquivados.

-Os rolos no setor Heliflex não são pesados devido à ausência de uma balança/báscula no setor e dado o seu tamanho torna esta operação complexa e, como tal, não é praticada.

-As velocidades de produção não eram medidas.

-Conhecimento técnico não traduzido no “papel, isto é, inexistência de procedimentos de produção para muitos dos produtos existentes

4.2 Metas

- Desenvolver melhorias de forma a tornar mais abrangente, rápido e simplificado o controlo dos principais processos produtivos da empresa.
- Assegurar a robustez dos custos de produção que estarão na base do cálculo da margem comercial e que permitirão a implementação de medidas necessárias à otimização da rentabilidade;
- Contribuir para a elaboração do orçamento e, previsões de médio e longo prazo;
- Dotar as equipas de manutenção de informação detalhada das linhas;
- Possibilitar a análise dos desvios face ao orçamento, justificando e atuando sobre os mesmos;
- Identificar e propor melhorias ao nível do custo de produção;
- Promover melhoria contínua com a implementação de ferramentas LEAN.

4.3 Identificação de dados a recolher

Com recurso ao Brainstorming, a Gemba Walks e à análise das FT foi listado todas as características que por um lado afetam a qualidade e por outro afetam a estabilidade do produto e por consequência o seu custo.

Em colaboração e concordância com o ID e através das ferramentas anteriormente referidas, foi possível classificar as características do produto/processo de acordo em parâmetros que afetavam ou a qualidade do artigo ou o seu custo, sendo estas últimas o objetivo primário de análise e controlo.

Foi definido pelo ID que apenas os setores Heliflex e Helivil iriam ser alvos de estudo e consequente recolha de dados e melhoria.

Na tabela 1, estão então listadas todas as características, a sua descrição bem como a sua classificação quanto ao fato de afetarem a qualidade ou o custo. Apesar de afetarem ambos elas foram separadas nas que mais contribuía seja para a qualidade ou para o custo.

Tabela 1- Características do produto

Caraterísticas	Descrição	Qualidade	Custo
Marcação	Correta inscrição do texto no artigo	X	
Colagem	Boa colagem entre a camada interior e exterior	X	
Peso por metro	-		X
Passo espira	Relativamente aos artigos que possuem espira		X
Espessura total	-	X	
Diâmetro interior	-	X	
Imperfeições	Incorreções visuais	X	
Distância entre marcações	Correta distância entre as inscrições	X	
Peso de 1 rolo			X
Enrolamento	Enrolamento correto do artigo	X	
Etiquetas	Correta etiquetagem	X	
Espessura espira	Relativamente aos artigos que possuem espira		X
Diâmetro exterior	-	X	
Velocidade	Velocidade de produção (m/h)		X

As caraterísticas então analisadas serão o peso por metro, o passo da espira, o peso do rolo, a espessura da espira e a velocidade de produção, as quais afetam diretamente o custo de produção e sendo por isso o objetivo primordial do projeto.

Foi definido com base na conclusão desta tabela que para os dois diferentes setores iria ser recolhido para cada produto além do código, linha e descrição:

- Setor Helivil: a velocidade de produção (metros produzidos numa hora), peso de referência (peso de 1 metro), peso do rolo. (dados reais e dados ficha técnica).
- Setor Heliflex: a velocidade de produção (metros produzidos numa hora), peso de referência (peso de 1 metro), espessura da espira, passo da espira (dados reais e dados ficha técnica).

4.4 Análise do processo

Novamente através do recurso paralelo e constante às ferramentas de Brainstorming e Gemba Walks, estas se revelaram poderosíssimas para uma profunda percepção e compreensão de todo o meio fabril e especificamente para o entendimento de como todo o processo de controlo de produção e da atualização e alteração dos parâmetros específicos de cada produto/produção estava a ser realizado.

Através da linguagem BPMN, foi possível mapear e analisar todo este procedimento, ver todas as etapas envolvidas bem como todos os intervenientes e departamentos envolvidos, desde que se começa uma produção e como é feito o seu controlo. Aquando do início de cada produção o gestor da qualidade alocado a esse turno, imprime a ficha técnica específica para cada produto bem como uma ficha de relatório de controlo base que é comum para todos os artigos, a qual deve ser preenchida pelo operador. Estes dois documentos são assim entregues ao operador de cada linha.

O operador responsável então por essa linha, de duas em duas horas, corta uma amostra do produto e mede as várias características e parâmetros necessários que garantam a qualidade do artigo. Este regista no RC esses mesmos parâmetros. Caso as características convergirem com as da ficha técnica, não ocorre alteração. Pelo contrário, o operador tem de informar o chefe de turno.

O chefe de turno após receber informação por parte do colaborador que certos parâmetros do produto se encontra desviante, decide ou não, baseando-se no seu conhecimento relativamente à produção desse artigo e em produções anteriores se deve alterar a ficha técnica. Se decidir não alterar, é assim cancelada a possível alteração. Se altera, passa o documento para a gestão da produção ou para o ID dependendo das características que têm a palavra final neste processo. Tipicamente, o I&D só faz a

alteração ou criação de FT para o desenvolvimento de novos produtos, não estando envolvido em alterações normais.

A gestão da produção ou o ID pode não aprovar essas alterações e assim termina o processo. Aprovando as alterações, a ficha segue para a gestão da qualidade que altera assim no sistema as alterações procedidas.

Na figura 15 é possível ver o mapeamento do processo descrito através da linguagem BPMN.

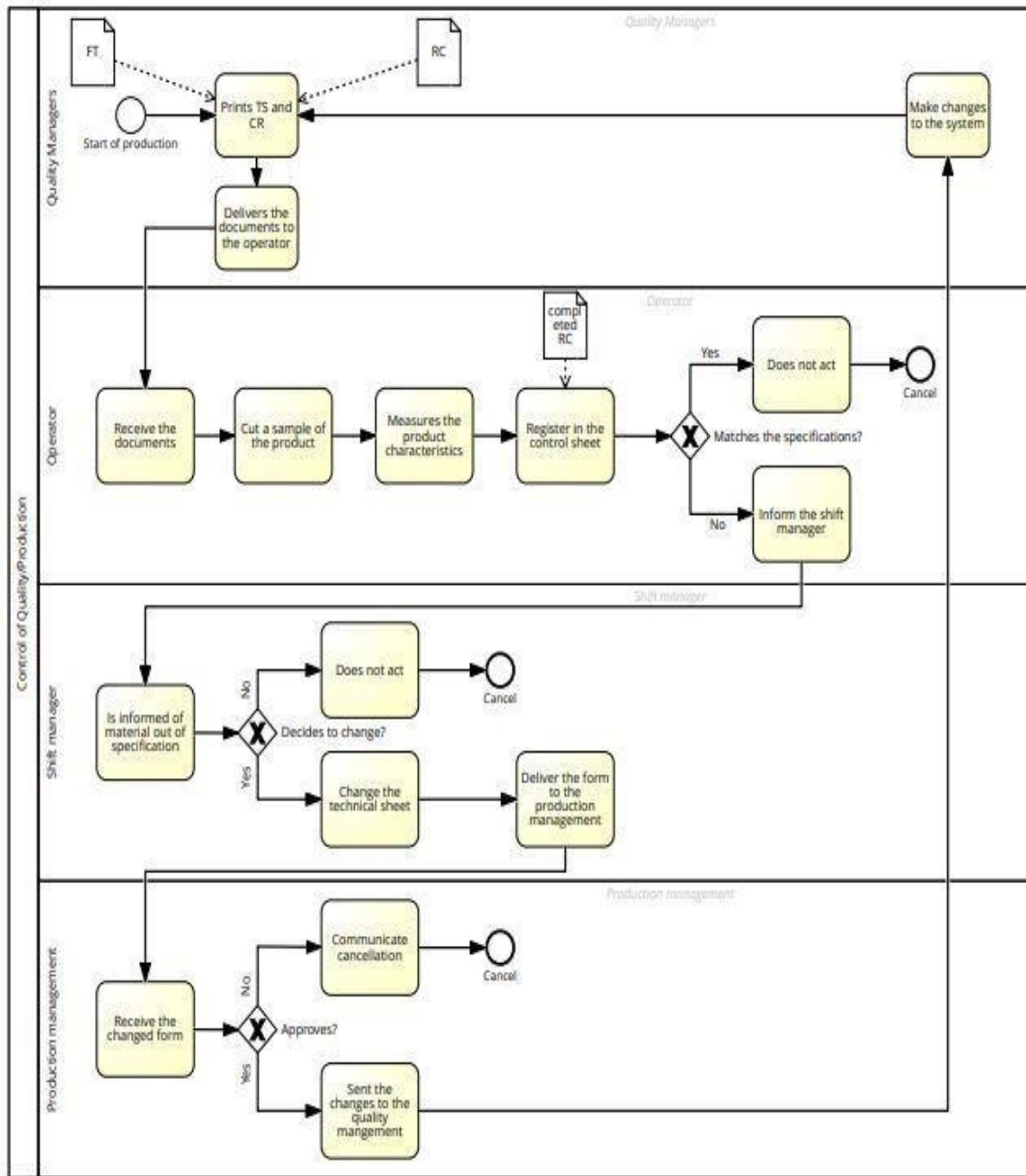


Figura 15- Mapeamento do processo

4.5 Problemas identificados no processo

Como pode ser observado através do modelo AS-IS com recurso à linguagem BPMN, o mesmo encontra-se excessivamente complexo e sem uma clara linha orientadora para os demasiados intervenientes no processo de controlo de qualidade e consequente possível alteração das FT do produto. Este último não estava a acontecer com a frequência e

regularidade desejada, o que levava a que grande parte das FT dos produtos se encontrassem desatualizadas.

Os problemas que mais afetavam este processo eram:

-A principal problemática encontrada centrava-se no facto de as decisões de alteração não se recorrerem de uma base de dados de apoio à tomada de decisão (sem a mesma é extremamente difícil observar um padrão histórico de desvio nas características do produto relativamente às FT). Tanto o chefe de turno como o gestor da produção aprovavam as alterações mediante o seu conhecimento alargado da produção, mas sem se recorrerem a uma base de dados que facilitasse em muito esta decisão.

-O processo de aprovação de alteração tinha de passar por dois “departamentos” diferentes.

-A atividade identificada em que o operador informa em caso das características do produto não se encontrarem dentro das especificações é também um fator problemático. Este comportamento seria o esperado por parte de todos os operadores, mas não é o que acontece. Existe algum descuido por parte dos mesmos, pois o principal enfoque é garantir que o produto fabricado se encontre com boa qualidade (o facto de por exemplo o peso por metro de determinado produto estar ligeiramente diferente das especificações recomendadas não significa que o produto não se encontre com perfeita qualidade). O operador tem uma maior preocupação em informar o chefe de turno em caso de falha de qualidade do produto, o que em caso de falha resulta em desperdício, e assim tentarem em conjunto com as equipas de manutenção resolverem o problema.

-O controlo de velocidade de produção não estava a ser efetuado.

-O ID não estava a ter um papel ativo para a possível alteração das características específicas padrão dos produtos (peso, passo) visto que a atividade de controlo estava mais focada no controlo da velocidade de produção (a qual como referido não estava a ser efetuado). Mais do que isto, era importante introduzir alguém que tivesse um papel importante neste controlo dos parâmetros e características. A figura do controlador (que está integrado na equipa do I&D, mas poderia perfeitamente estar no Dep. Produção) veio trabalhar sobre este problema (com o início do projeto de estágio) para o tratar.

-Este conjunto de dificuldades afetava negativamente todo o processo a nível do planeamento de produção e a nível da previsão dos custos. Muitos produtos tinham a velocidade de produção e peso referência desatualizado o que provocava erros no planeamento e na previsão de custos. O planeamento e a previsão de custos estão diretamente ligados tanto à velocidade de produção como às características do produto.

4.6 Plano de ação

Depois de determinado todos os possíveis problemas e suas causas, tanto problemas gerais a nível de controlo bem como problemas específicos do processo em si foi preparado um plano para resolver estes mesmos problemas por intermédio da ferramenta de qualidade chamada 5W2H, explícita na Tabela 2.

Tabela 2- 5W2H

Medida (what)	Motivo (why)	Procedimento (how)	Onde (Where)	Responsável (Who)	Prazo (When)	Custo (How Much)
Desenvolver uma base de dados que compreenda todas as medidas efetuadas e vem colmatar a ausência do mesmo anteriormente.	Ausência de um sistema de recolha e tratamento dos dados relativos ao controlo de produção e que permitisse atuar sobre os mesmos e verificar parâmetros defeituosos	Criação de uma base de dados em formato excel	ID Chão de fábrica	ID	Curto prazo	Sem custo associado
Atualização das FT	FT desatualizadas a qual como referido afeta negativamente todo o funcionamento da organização	Partindo da base de dados das medições	ID Chão de Fábrica Gestão da Qualidade	Autor ID Gestão da Qualidade	Médio prazo	Sem custo associado
Redesenho do processo de alteração das FT	Processo demasiado moroso e complexo	Simplificação do processo com recurso ao BPMN		ID	Médio Prazo	Sem custo associado
Análise gráfica e estatística da produção	Dotar toda a chefia e manutenção sobre o funcionamento específico das linhas de produção	Partindo da base de dados das medições		ID	Médio Prazo	Sem custo associado
Simulação do novo layout com a inclusão da balança/báscula no setor Heliflex.	Os rolos no setor Heliflex não são pesados devido à ausência de uma balança/báscula no setor.	Simulação com recurso ao diagrama de esparguete		ID	Médio prazo	Sem custo associado

4.7 Construção da base de dados

4.7.1 Periodicidade da recolha de dados

Como explanado na fase anterior a recolha de dados incidiu sobre os parâmetros que afetavam o custo de produção dos artigos.

Foi definido que esta recolha deve ser um trabalho com frequência diária, de forma a completar todo o novo processo de CP.

4.7.2 Folhas de Verificação

Apesar da existência dos RC que são preenchidos diariamente pelo operador, era necessário garantir independência na recolha de informação.

Dessa maneira o método selecionado para a recolha de dados utilizado baseou-se numa adaptação das folhas de verificação, a qual é uma das ferramentas básicas da qualidade.

Os dados foram recolhidos pelo autor em colaboração com os operários

4.7.3 Ferramentas utilizadas

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- Paquímetro;
- Cronómetro;
- Balança;
- Computador;

4.7.4 Como fazer o controlo dos parâmetros selecionados

Heliflex

- **Medição da espessura da espira**

Medir com o paquímetro a espessura do tubo em pelo menos 6 pontos de amostragem ao longo do diâmetro do tubo e registrar na folha de controlo os valores máximos e mínimos.

- **Medição de passo**

Usando o paquímetro com as pontas mais finas, colocar o mesmo como na figura 16 e medir.



Figura 16- Medição de passo

- **Peso por metro**

Cortar um metro de tubo final e pesar na balança.

- **Velocidade**

Marcar um ponto na linha, cronometrar sessenta segundos e medir a distância que o tubo percorreu (em metros).

Helivil

- **Peso por metro**

Cortar um metro de tubo final e pesar na balança.

- **Peso do rolo**

Pegar um rolo final e pesar na balança.

- **Velocidade**

Cronometrar sessenta segundos e verificar no conta metros o valor.

4.7.5 Apresentação da ferramenta

A ferramenta informática desenvolvida para ir ao encontro do objetivo principal do projeto proposto pela Heliflex ao autor recaiu na elaboração de uma base de dados em formato Excel, sistema que é comum e transversal a toda a organização e é o sistema de tratamento de dados mais utilizado.

Esta base de dados tem como principal benefício agrupar todas as medições diárias de forma digital, o que admite analisar e atuar sobre as mesmas numa forma rápida e eficaz sobre os parâmetros de produção dos artigos. Permite ao utilizador observar a percentagem de desvio das medições face ao estipulado nas FT (através de cálculos definidos no template), quantificar o número de artigos produzidos em uma determinada linha, códigos cujos valores medidos diferem mais de 10% em relação ao valor da ficha técnica, códigos sem ficha técnica, número de medições por código, médias de velocidade de produção por linha, entre outras inúmeras outras informações que é possível obter através desta aplicação.

Devido à extensão que a base de dados das medições iria atingir e para uma melhor organização, visualização e controlo, definiu-se que esta deveria ser atualizada automaticamente após o preenchimento do relatório semanal relativo aos dados de produção.

4.7.6 Introdução de dados

O relatório semanal de controlo para mais fácil estruturação e análise dividiu-se em quatro folhas de cálculo diferentes, conforme a figura 17. Cada folha corresponde a uma tabela de preenchimento. Para facilitar a visualização e análise, foram introduzidos filtros de pesquisa em todas as colunas.

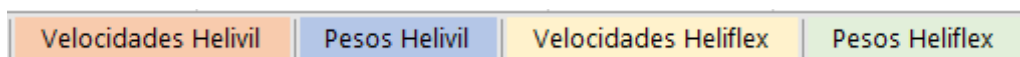


Figura 17- Folhas de cálculo da base de dados

Velocidades Helivil- velocidades medidas no setor helivil

Pesos Helivilv- pesos medidos no setor helivil

Velocidades Heliflex- velocidades medidas no setor heliflex

Pesos Heliflex- pesos medidos no setor heliflex

Espessura e Passo Heliflex- espessura e passo da espira (tubos espiralares) medidos no setor heliflex

Velocidades Helivil

Nesta folha de cálculo o utilizador deve introduzir a linha em que o artigo foi produzido, o código do artigo, a descrição do artigo, a velocidade referência (dado na FT), eventuais notas e as velocidades medidas na tabela ao lado para cada artigo (figura abaixo, devido a constrangimento de espaço, mas na folha de cálculo encontra-se imediatamente ao lado das notas).

Por intermédio de cálculos previamente estabelecidos no template, a coluna média medições e Δ % (percentagem de desvio da média das velocidades medidas em relação à velocidade referência) automaticamente se preenchem para cada nova linha introduzida.

As colunas representadas a laranja estão intercaladas com a base de dados e preenchem-se automaticamente. A velocidade atualizada é a média de todas as medições existentes para esse artigo (em todas as semanas anteriores de produção) que caso ainda não exista medições anteriores será igual à média de medições do artigo nessa semana. Δ % é a percentagem de desvio dessa velocidade atualizada face à velocidade referência. Estas duas colunas revelam-se de assinalado interesse, pois revela se o artigo já tem um historial desviante relativamente ao estabelecido nas FT ou se eventualmente está apenas a ter um comportamento desviante nessa semana de medição, que pode corresponder a uma medição dos cinco dias da semana ou pode ter sido uma produção curta e correspondido a uma só medição. De forma geral, auxilia no processo de tomada de decisão na alteração das FT.

As colunas das notas permitem também verificar a existência (caso exista) de uma justificativa para o desvio das medições.

Na figura 18 e 19 não se encontra organizado por nenhuma ordem em especial, mas através dos filtros de pesquisa é possível organizar por linha ou por percentagem de desvio por exemplo como na figura 20.

Linha	Artigo	Descrição	Velocidade Ref	Média Medições	Δ %	Velocidade atualiz	Δ % (Atualizada)	Notas
23	21039004505019	Manga Agrofilat SL 45mm 50mt	340/350	300,0	-13,04%	300	-13,04%	
16	11020501305055	helijardim vita 13mm 50m	350/360	360,0	1,41%	360	1,41%	
18	35021701902591	helivil ar cristal 19mm 25m	460/480	384,0	-18,30%	384	-18,30%	
19	11021203405015	Helijardim-Gil 3/4" 50m vd	390/410	348,0	-13,00%	366	-8,50%	
15	11021001505010	Tb Quatroflex 15mm 50mt	370/390	384,0	1,05%	378	-0,53%	
21	22072500710081	Microro tubo 4x7mm 100m	838/845	652,5	-22,46%	652,5	-22,46%	alterado (28/05) na ficha técnica para 645
16	11020501302555	helijardim vita 13mm 25m	350/360	324,0	-8,73%	324	-8,73%	
18	11020001902517A	Tubo tipo 200A 19mm 25m	480/500	396,0	-19,18%	396	-19,18%	
19	11021203401515	helijardim-Gil 3/4" 15m vd	390/410	372,0	-7,00%	372	-7,00%	
15	11021305801511	helijardim green 5/8" 15mt	480/500	408,0	-16,73%	408	-16,73%	
21	11019000510091A	heliorizal 4.5x7mm 100m	600/625	480,0	-21,63%	540	-11,84%	
16	11020501302561	helijardim platinum 13 mm 25m	350/360	252,0	-29,01%	252	-29,01%	
18	11020001905017A	Tubo tipo 200A 19mm 50m	480/500	396,0	-19,18%	396	-19,18%	
19	111232003401515	Helijard-Gil 3/4" 15mt c/Kit Ac	390/410	432,0	8,00%	432	8,00%	
20	33022203506121C	helivil petroflex 35mm 61m vm	155/160	162,0	2,86%	156	-0,95%	
24	21038410310021	monoFlat h 103mm 100m vm	080/085	91,2	10,55%	91,2	10,55%	
15	11021305802511	helijardim green 5/8" 25mt	480/500	390,0	-20,41%	390	-20,41%	
16	11020501305061	helijardim platinum 13mm 50m	350/360	348,0	-1,97%	348	-1,97%	
18	11021001901510	Tb Quatroflex 19mm 15mt FV/DACF	400/420	384,0	-6,34%	384	-6,34%	
19	11027901905071	helijardim listado 50 19mm 50m	480/500	339,0	-30,82%	339	-30,82%	
23	210393040050581E	agrofilat m 40mm 50m az	250/260	240,0	-5,88%	240	-5,88%	
16	11020501301561	helijardim platinum 13mm 15m	350/360	258,0	-27,32%	258	-27,32%	velocidade reduzida (rolos de 15m)
18	11020301902510	Tb Flexigelo 19mm 25m vdAcros	400/420	390,0	-4,88%	390	-4,88%	

Figura 18- Folha velocidades helivil

1	2	3	4	5
300	300	300		
360				
384				
348				
384				
672	660	648	630	
324				
396				
372				
408				
480				
252				
396				
432				
162				
92,4	90			
396	384			
348				
384				
342	336			
240				
258				
390				

Figura 19- Folha velocidades helivil (continuação)

Linha	Artigo	Descrição	Velocidade Ref	Média Medições	Δ %	Velocidade atualiz	Δ % (Atualizada)	Notas
15	11021001505010	Tb Quatroflex 15mm 50mt	370/390	384,0	1,05%	378	-0,53%	
15	11021305801511	helijardim green 5/8" 15mt	480/500	408,0	-16,73%	408	-16,73%	
15	11021305802511	helijardim green 5/8" 25mt	480/500	390,0	-20,41%	390	-20,41%	
16	11020501305055	helijardim vita 13mm 50m	350/360	360,0	1,41%	360	1,41%	
16	11020501302555	helijardim vita 13mm 25m	350/360	324,0	-8,73%	324	-8,73%	
16	11020501302561	helijardim platinum 13 mm 25m	350/360	252,0	-29,01%	252	-29,01%	
16	11020501305061	helijardim platinum 13mm 50m	350/360	348,0	-1,97%	348	-1,97%	
16	11020501301561	helijardim platinum 13mm 15m	350/360	258,0	-27,32%	258	-27,32%	velocidade reduzida (rolos de 15m)
18	35021701902591	helivil ar cristal 19mm 25m	460/480	384,0	-18,30%	384	-18,30%	
18	11020001902517A	Tubo tipo 200A 19mm 25m	480/500	396,0	-19,18%	396	-19,18%	
18	11020001905017A	Tubo tipo 200A 19mm 50m	480/500	396,0	-19,18%	396	-19,18%	
18	11021001901510	Tb Quatroflex 19mm 15mt FV/DACF	400/420	384,0	-6,34%	384	-6,34%	
18	11020301902510	Tb Flexigelo 19mm 25m vdAcros	400/420	390,0	-4,88%	390	-4,88%	
19	11021203405015	Helijardim-Gil 3/4" 50m vd	390/410	348,0	-13,00%	368	-8,50%	
19	11021203401515	Helijardim-Gil 3/4" 15m vd	390/410	372,0	-7,00%	372	-7,00%	
19	11029203401515	Helijard-Gil 3/4" 15m cKk Ac	390/410	432,0	8,00%	432	8,00%	
19	11027901905071	helijardim listado 50 19mm 50m	480/500	339,0	-30,82%	339	-30,82%	
20	33022203506121C	helivil petroflex 35mm 61m vm	155/160	162,0	-0,95%	156	-0,95%	
21	22072500710081	Micro tubo 4x7mm 100m	838/845	652,5	22,46%	652,5	22,46%	alterado (28/05) na ficha técnica para 645
21	110190000510091A	helicristal 4.5x7mm 100m	600/625	490,0	-21,63%	540	-11,84%	
23	21039004505019	Manga Agrolat SL 45mm 50mt	340/350	300,0	-13,04%	300	-13,04%	
23	210393040050581E	agrolat m 40mm 50m az	250/260	240,0	-5,88%	240	-5,88%	
24	21038410310021	monoilat h 103mm 100m vm	080/085	91,2	10,55%	91,2	10,55%	

Figura 20- Folha velocidade helivil organizada

Pesos Helivil

A lógica de preenchimento nesta folha segue a mesmo procedimento. O utilizador introduz a linha, artigo, descrição, peso referência (amostra e rolo) e respetivas medições e eventuais notas e a folha automaticamente calculará as outras colunas.

A colunas referentes à amostra é relativo ao peso de um metro. As colunas referentes ao rolo é relativo ao peso do rolo. Na figura 21 é possível observar a folha dos pesos do setor helivil.

Linha	Artigo	Descrição	Amostra				Rolo				Notas		
			Peso Ref. Técnica	Média Medições	Δ %	Peso Atualiz	Δ % (Atualizado-Ref.Técnica)	Peso Ref	Média Medições	Δ %		Peso Atualiz	Δ % (Atualizado-Ref)
23	21039004505019	Manga Agrolat SL 45mm 50mt	0,27	0,27	-1,41%	0,262	-1,41%	14,00	13,89	-0,80%	13,8888887	-0,10%	
16	11020501305055	helijardim vita 13mm 50m	0,14	0,15	7,82%	0,15	7,82%	7,10	7,84	10,42%	7,64	10,42%	
18	35021701902591	helivil ar cristal 19mm 25m	0,26	0,26	-0,69%	0,26	-0,69%	6,50	6,72	3,38%	6,72	3,38%	
19	11021203405015	Helijardim-Gil 3/4" 50m vd	0,26	0,31	18,58%	0,30	14,23%	13,00	15,66	20,45%	15,10	16,38%	
15	11020001905017A	Tb Quatroflex 19mm 50mt	0,18	0,22	21,67%	0,21	15,83%	10,50	11,20	6,67%	10,65	3,33%	
21	22072500710081	Micro tubo 4x7mm 100m	0,04	0,04	1,90%	0,04	1,90%	3,50	3,50	-0,14%	3,50	-0,14%	
16	11020501302555	helijardim vita 13mm 25m	0,14	0,15	5,56%	0,15	5,56%	3,60	3,82	6,11%	3,82	6,11%	
18	11020001902517A	Tubo tipo 200A 19mm 25m	0,26	0,27	3,88%	0,27	3,88%	6,50	6,88	5,85%	6,88	5,85%	
19	11021203401515	Helijardim-Gil 3/4" 15m vd	0,26	0,26	0,12%	0,26	0,12%	4,40	4,18	-5,00%	4,18	-5,00%	
15	11021305801511	helijardim green 5/8" 15mt	0,13	0,16	26,15%	0,16	26,15%	1,95	2,75	40,82%	2,75	40,82%	
21	110190000510091A	helicristal 4.5x7mm 100m	0,03	0,03	4,48%	0,03	1,21%	2,75	2,88	4,73%	2,84	3,27%	
16	11020501302561	helijardim platinum 13 mm 25m	0,15	0,17	11,93%	0,17	11,93%	4,35	4,36	0,23%	4,36	0,23%	
18	11020001905017A	Tubo tipo 200A 19mm 50m	0,26	0,27	4,23%	0,27	4,23%	13,00	13,70	5,38%	13,70	5,38%	
19	11029203401515	Helijard-Gil 3/4" 15m cKk Ac	0,26	0,27	2,31%	0,27	2,31%	3,90	4,40	12,82%	4,40	12,82%	
20	33022203506121C	helivil petroflex 35mm 61m vm	1,00	0,97	-3,20%	0,99	-0,98%	62,00	59,05	-4,76%	60,68	-2,17%	
24	21038410310021	monoilat h 103mm 100m vm	1,20	1,15	-4,58%	1,15	-4,58%	111,0	114,50	3,06%	114,50	3,06%	
15	11021305802511	helijardim green 5/8" 25mt	0,13	0,17	30,38%	0,17	30,38%	3,90	4,27	9,58%	4,27	9,58%	
16	11020501305061	helijardim platinum 13mm 50m	0,15	0,16	8,00%	0,16	8,00%	7,96	8,30	4,26%	8,30	4,26%	
18	11021001901510	Tb Quatroflex 19mm 15mt FV/DACF	0,26	0,30	15,19%	0,30	15,19%	4,00	4,98	24,50%	4,98	24,50%	
19	11027901905071	helijardim listado 50 19mm 50m	0,26	0,28	7,98%	0,28	7,98%	11,60	14,72	26,90%	14,72	26,90%	
23	210393040050581E	agrolat m 40mm 50m az	0,34	0,37	7,35%	0,37	7,35%	17,30	18,25	5,49%	18,25	5,49%	
16	11020501301561	helijardim platinum 13mm 15m	0,15	0,16	6,67%	0,16	6,67%	2,12	3,10	46,23%	3,10	46,23%	
18	11020001902510	Tb Flexigelo 19mm 25m vdAcros	0,26	0,29	11,15%	0,29	11,15%	6,87	7,55	9,80%	7,55	9,80%	

Figura 21- Folha pesos helivil

Velocidades Heliflex

Esta folha de cálculo utiliza a mesma congruência de preenchimento em relação à folha análoga (velocidades hv) diferenciando apenas no setor em que são recolhidos os dados. A figura 22 exemplifica esta folha.

Lin	Artigo	Descrição	Velocidade Re	Média Medição	Δ %	Velocidade atual	Δ % (Atualiz. - Re)	Notas	1	2	3	4	5
8	1200460380251	heliflex piscinas 38mm 25mt az	95f100	96,0	-1,5%	93,5	-4,10%						
9	30302710003032	helispring 100mm 30m	27f29	25,1	-10,36%	25,0	-10,36%						
8	12109603801251	Kit piscina 38mm 12mt az	95f100	93,6	-4,00%	93,60	-4,00%						
10	44004705002581	hidroflex bio 50mm 25m	76f60	78,8	1,83%	74,27	-1,78%						
7	44004607506281	Balica pu d.l. 75mm 62cm pt	36f29	40,2	7,20%	38,99	3,97%						
8	12004603805051	heliflex piscinas 38mm 50mt az	95f100	94,9	-2,88%	97,87	0,38%						
9	30302706005032	helispring 60mm 50m	47f49	46,8	-0,05%	46,80	-2,50%						

Figura 22- Folha velocidades heliflex

Pesos Heliflex

A única diferença entre esta folha de cálculo e a folha equivalente (pesos hv) é o sector onde os dados são recolhidos e o facto de o peso do rolo não ser recolhido como já referido. Na figura 23 é possível observar a apresentação da folha.

Lin	Artigo	Descrição	Peso Ref. Técnica	Média Medição	Δ %	Peso Atualizado	Δ % (Atualiz. - Re)	Notas	1	2	3	4	5
8	1200460380251	heliflex piscinas 38mm 25mt az	0,28	0,30	8,21%	0,2877	-2,75%						
9	30302710003032	helispring 100mm 30m	4,10	3,95	-3,78%	3,95	-3,78%						
8	12109603801251	Kit piscina 38mm 12mt az	0,28	0,27	-2,86%	0,27	-2,86%						
10	44004705002581	hidroflex bio 50mm 25m	0,70	0,71	0,95%	0,70	0,95%						
7	44004607506281	Balica pu d.l. 75mm 62cm pt	0,86	0,89	2,91%	0,89	3,10%						
8	12004603805051	heliflex piscinas 38mm 50mt az	0,28	0,30	9,85%	0,30	9,85%						
9	30302706005032	helispring 60mm 50m	1,90	1,86	-2,11%	1,86	-2,11%						

Figura 23- Folha pesos heliflex

Espessura e Passo Heliflex

O utilizador deve inserir a linha em que a peça foi criada, o código do artigo, a descrição do artigo, a espessura de referência, o passo de referência, quaisquer notas, e os valores medidos para estes dois parâmetros. A lógica de cálculo das colunas é igual à das outras folhas.

De notar que no exemplo abaixo (figura 24), em alguns artigos está em falta o preenchimento da espessura referência técnica e em outros falta este parâmetro e igualmente o do passo. Isto deve-se à natureza de certos artigos que sendo por exemplo tubos com espira metálica, o parâmetro espessura da espira não é recolhido. Existe também tubos sem espira, daí não ser recolhido o passo e a espessura

Linha	Artigo	Descrição	Espessura Espira				Passo				Notas		
			Esp. Ref. Técnica	Média Medições	Δ %	Espessura Atualizada	Δ % (Atualizado)	Passo Ref. Técnica	Média Medições2	Δ %3		Passo Atualizado	Δ % (Atualizado)4
8	10004603802551	helilipsonas 30mm 25m az	3,00	2,83	-10,50%	3,20875	6,96%	7,30	7,30	0,00%	7,4825	2,23%	
9	3030271000392	helispring 100mm 30m	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			14,50	14,60	0,69%	14,60	0,69%	Tubo com espira metálica
8	12193693801251	Klipspona 38mm 12m az	3,00	2,95	-1,67%	2,95	-1,67%	7,30	7,30	0,00%	7,30	0,00%	
10	44004725002581	hidoflex bio 50mm 25m	4,00	3,57	-10,25%	3,95	-1,33%	7,70	7,80	1,30%	7,69	-0,13%	
7	44004607506281	Balcaçudil 175mm 62cm pt	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	Tubo sem espira
8	10004603805051	helilipsonas 30mm 50m az	3,00	3,27	8,88%	3,50	16,67%	7,30	7,27	-0,46%	7,28	-0,23%	
9	30302706005032	helispring 60mm 50m	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			10,50	10,60	0,95%	10,60	0,95%	Tubo com espira metálica

Figura 24- Folha espira e passo heliflex

4.7.7 Funcionamento

Como já referido o preenchimento de cada relatório semanal atualiza automaticamente e desenvolve por si só a própria base de dados, compreendendo toda a informação de todos os relatórios semanais num só ficheiro. Como foi possível verificar é uma relação mútua entre os dois ficheiros (relatório semanal e base de dados) na medida em que os relatórios semanais buscam informação à base de dados

Existe um template criado e a cada semana o utilizador apenas tem de “pegar” nesse template fazer o normal preenchimento do mesmo ao longo da semana e colocar na pasta onde se encontram todos os relatórios semanais. A base de dados está programada para ir buscar os dados de todos os relatórios que se encontram nessa pasta de forma automática.

Logicamente a base de dados será tanto maior, quanto mais semanas de produção se passem e mais relatórios semanais se completarem. Quantas mais medições se fizerem, mais seguro e confiável serão os dados dos artigos e mais informações se poderá extrair da mesma, daí a necessidade de ser um trabalho contínuo e diário.

A extensão da base de dados apresentada e analisada refere-se ao período de início da construção da mesma até ao término do estágio.

A base de dados apresenta-se em duas folhas diferentes, uma para cada setor, agrupando todos os parâmetros recolhidos dos artigos na folha correspondente ao seu setor.

Helivil

A folha de cálculo Helivil compreende então toda a informação dos relatórios semanais. Acresce a indicação do relatório de origem (Source.Name), o número da semana de medição (considerando a semana 1 a correspondente ao primeiro relatório semanal).

Nas figuras abaixo (figura 25 e 26), considerando que no ficheiro as duas imagens estão lado a lado, além do número da semana acrescentam outras informações automáticas, como

os desvios atualizados, funcionando com a mesmo contexto dos relatórios semanais. As colunas N°Medidas Vel., N°Medidas Peso e N°Medidas PesoRolo totalizam para cada artigo o número de semanas em que o artigo foi produzido e cada parâmetro respectivo foi medido. Por exemplo caso o artigo X tenha sido produzido na semana 1, 3, 6 e a velocidade tenha sido controlada nessas três diferentes semanas de produção do mesmo artigo, mas o peso por metro por algum motivo excepcional só tenha sido medido na semana 1 e 6, o valor N°Medidas Vel. será 3 e o valor N°Medidas Peso será 2.

Semana	Família	Cor	Cód.Genérico	%V atual	%P atual	N°Medidas Vel.	N°Medidas Peso	%Rolo atual	N°Medidas PesoRolo
15	210384103	21	21038410300021	10,55%	-3,25%	1	2	5%	2
9	210381155	56	21038115500056	-14,29%	4,69%	1	1	6%	1
2	210384078	21A	21038407800021A	4,35%	-4,25%	1	1	-4%	1
6	330222035	21C	33022203500021C	26,67%	-0,26%	3	4	0%	3
5	330222035	21C	33022203500021C	26,67%	-0,26%	3	4	0%	3
4	330222035	21C	33022203500021C	26,67%	-0,16%	3	1	0%	3
2	350217050	91	35021705000091	10,40%	-0,32%	1	1	1%	1
7	210381104	55X	21038110400055X	8,39%	-1,74%	2	2	-1%	2
7	210381103	55A	21038110300055A	7,74%	-2,66%	3	3	-2%	3
6	210381103	55A	21038110300055A	7,74%	-2,66%	3	3	-2%	3
6	210381104	55X	21038110400055X	8,39%	-1,74%	2	2	-1%	2
5	210381103	55A	21038110300055A	7,74%	-2,66%	3	3	-2%	3
4				-9,03%	4,05%	1	1	15%	1

Figura 25- Base de dados helivil

Source.Name	Linha	Artigo	Descrição	Velocidade Ref.	Média Medições_V	Δ % Velocidades	Peso Ref. Técnica	Média Medições_P	Δ % Peso	Peso Ref. Rolo	Média Medições_R	Δ % Rolo
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	24	21038410310021	monoflat h 103mm 100m vm	080/085	91,2	10,55%	1,2	1,145	-4,58%	111,1	114,5	3,06%
Relatório 13-04 a 16-04.xlsx	24	21038115510056	monoflat 155mm 100m (exp)	100/110	90	-14,29%	1,3	1,361	4,69%	130	137,25	5,58%
Relatório 23-02 a 26-02.xlsx	24	21038407891521A	monoflat h 3° 91,5 vm	110/120	120	4,35%	0,8	0,766	-4,25%	73,2	70	-4,37%
Relatório 21-03 a 19-03.xlsx	20	33022203506121C	helivil patroflex 35mm 61m vm	110/130	156	30,00%	1	1,058	5,80%	61	64,5	5,74%
Relatório 21-03 a 19-03.xlsx	20	33022203506121C	helivil patroflex 35mm 61m vm	110/130	153	27,50%	1	0,9585	-4,15%	61	59,427	-2,58%
Relatório 09-03 a 12-03.xlsx	20	33022203506121C	helivil patroflex 35mm 61m vm	110/130	147	22,50%	0,963	0,9615	-0,16%	61	59	-3,28%
Relatório 21-02 a 26-02.xlsx	13	35021705002591	helivil ar cristal 50mm 25m	120/130	138	10,40%	0,95	0,947	-0,32%	23,75	24,1	1,47%
Relatório 30-03 a 01-04.xlsx	25	21038110410055X	monoflat 104mm 100m	150/160	168	8,39%	0,69	0,676	-2,03%	69	68,3	-1,01%
Relatório 30-03 a 01-04.xlsx	25	21038110310055A	monoflat 103mm 100m az (exp)	150/160	168	8,39%	0,69	0,643	-5,81%	69	64,95	-5,87%
Relatório 23-03 a 26-03.xlsx	25	21038110310055A	monoflat 103mm 100m az (exp)	150/160	168	8,39%	0,69	0,685	-0,72%	69	69,185	0,27%
Relatório 23-03 a 26-03.xlsx	25	21038110410055X	monoflat 104mm 100m	150/160	168	8,39%	0,68	0,68	-1,45%	69	68,68	-0,46%
Relatório 16-03 a 19-03.xlsx	25	21038110310055A	monoflat 103mm 100m az (exp)	150/160	165	6,45%	0,69	0,687	-0,43%	69	69,328	0,48%
Relatório 09-03 a 12-03.xlsx	24		monoflat h 2° 53mm 91,5m vm	150/160	141	-9,03%	0,42	0,437	4,05%	38,43	44,3	15,27%

Figura 26- Base de dados helivil (continuação)

Heliflex

A folha de cálculo Heliflex opera da mesma modo da folha Helivil, diferindo apenas no tipo de parâmetros. As figuras 27 e 28 exemplificam uma pequena parte desta folha na base de dados.

Source.Name	Linha	Artigo	Descrição	Velocidade Ref.	Média Medições_V	Δ % Velocidades	Peso Ref. Técnica	Média Medições_P	Δ % Pesos	Exp Ref. Técnica
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	7	44004607506281	Baliza pu d. l. 75mm 62cm pt	36/39	36	-4,00%	0,86	0,881	2,44%	
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	10	44004705002581	hidroflex bio 50mm 25m	76/80	82,8	8,15%	0,7	0,706666667	0,95%	4
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	8	44004706302531	hidroflex 55x63mm 25mt br	73/80	90	23,65%	1	0,976	4,40%	5,3
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	8	44004706302581	hidroflex bio 63mm 25m	90/94	120,2	30,89%	1	1,0405	4,05%	5,3
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	9	30302704005092	hellspring 40mm 50m	70/75	70,8	2,4%	1,1	1,111	0,91%	
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	6	44004705005061	hidroflex 43x50mm 50mt cz	86/100	69,4	-18,7%	0,7	0,748	6,86%	4
Relatório 31-05 a 04-06.xlsx	9	30302702505092	hellspring 25mm 50m	100/104	100	1,96%	0,58	0,563	-4,93%	
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	8	12004603802551	heliflex piscinas 38mm 25mt az	95/100	96	1,54%	0,28	0,303	8,21%	3
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	9	30302710003092	hellspring 100mm 30m	27/29	25,1	-10,36%	4,1	3,945	-3,78%	
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	8	12109503801251	Kit piscina 38mm 12mt az	95/100	93,6	-4,00%	0,28	0,272	-4,36%	3
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	10	44004706302581	hidroflex bio 50mm 25m	76/80	76,8	1,33%	0,7	0,706666667	0,95%	4
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	7	44004607506281	Baliza pu d. l. 75mm 62cm pt	36/39	40,2	10,00%	0,85	0,855	0,59%	
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	8	12004603805051	heliflex piscinas 38mm 50mt az	95/100	94,93333333	2,63%	0,28	0,296666667	4,95%	3
Relatório 24-05 a 28-05.xlsx	9	30302706005092	hellspring 60mm 50m	47/49	46,8	-2,50%	1,9	1,86	-1,11%	
Relatório 17-05 a 21-05.xlsx	8	44004706302581	hidroflex bio 63mm 25m	90/94	85,8	-6,74%	1	1,0315	3,15%	5,3
Relatório 17-05 a 21-05.xlsx	6	440047050050318	hidroflex 43x50mm 50m	86/90	79,2	-10,00%	0,7	0,752	7,43%	4
Relatório 17-05 a 21-05.xlsx	10	44004705002581	hidroflex bio 50mm 25m	76/80	78,3	2,38%	0,7	0,712	1,71%	4

Figura 27- Base de dados heliflex

Média Medições_E	Δ % Espessura	Passo Ref. Técnica	Média Medições_Passo	Δ % Passo	Semana	Família	Cor	Cód.Genérico	%V atual	%P atual	NºMedidas_Vel.	NºMedidas_Peso
3,945	1,38%	7,7	7,71666667	0,22%	16	440046075	81	44004607500081	3,18%	2,15%	7	8
4,47	5,66%	8,5	8,46	-0,47%	16	440047050	81	44004705000081	-1,21%	1,38%	16	19
4,3	8,87%	8,5	8,55	0,59%	16	440047063	31	44004706300031	11,55%	5,13%	3	3
		8,5	8,6	1,18%	16	440047063	81	44004706300081	-4,05%	4,41%	11	11
3,9	2,50%	7,7	7,7	0,00%	16	303027040	92	30302704000092	-2,34%	0,51%	1	1
2,685	0,50%	7,3	7,2	-1,37%	16	440047050	61	44004705000061	4,24%	5,04%	2	3
		7,3	7,2	-1,37%	16	303027025	92	30302702500092	0,10%	2,54%	4	4
		7,3	7,3	0,00%	15	120046038	51	12004603800051	-2,31%	3,72%	4	4
		14,5	14,6	0,69%	15	303027100	92	30302710000092	-10,36%	-3,78%	1	1
2,95	1,67%	7,3	7,3	0,00%	15	121096038	51	12109603800051	-2,62%	7,50%	2	2
3,96666667	0,83%	7,7	7,8	1,30%	15	440047050	81	44004705000081	-1,21%	1,38%	16	19
3,26666667	0,89%	7,3	7,26666667	-0,46%	15	440046075	81	44004607500081	3,18%	2,15%	7	8
		10,5	10,6	0,95%	15	120046038	51	12004603800051	-2,31%	3,72%	4	4
4,445	6,13%	8,5	8,575	0,88%	14	440047063	81	44004706300081	-4,05%	4,41%	11	11
3,9	2,50%	7,7	7,94	3,12%	14	440047050	318	440047050000318	-10,00%	2,29%	1	2
4,028571429	0,71%	7,7	7,75	0,65%	14	440047050	81	44004705000081	-1,21%	1,38%	16	19

Figura 28- Base de dados heliflex (continuação)

4.8 Novo processo de alteração das FT

Como explanado já anteriormente, o procedimento de alteração das FT apresentava uma variada quantidade de problemas, dos que se destacavam a ausência de um sistema de apoio à tomada da decisão desta alteração, o tempo demorado da operação e a dificuldade do mesmo.

Convergindo com o definido no plano de ação e existindo agora uma base de dados que seja capaz de suportar as decisões, todo o processo foi redesenhado tendo em vista a diminuição da sua complexidade, a redução do tempo envolvido no procedimento e a eficácia de todo o sistema.

O mapeamento do processo com recurso à linguagem BPMN outrora com elevado número de pessoas e departamentos envolvidos, foi agora reestruturado novamente por meio da linguagem BPMN (método de fluxograma, o qual é uma das 7 ferramentas da qualidade), no sentido de definir uma sequência de passos padronizados para os cenários atuais de fluxo. Na figura 29 está representado o mapeamento.

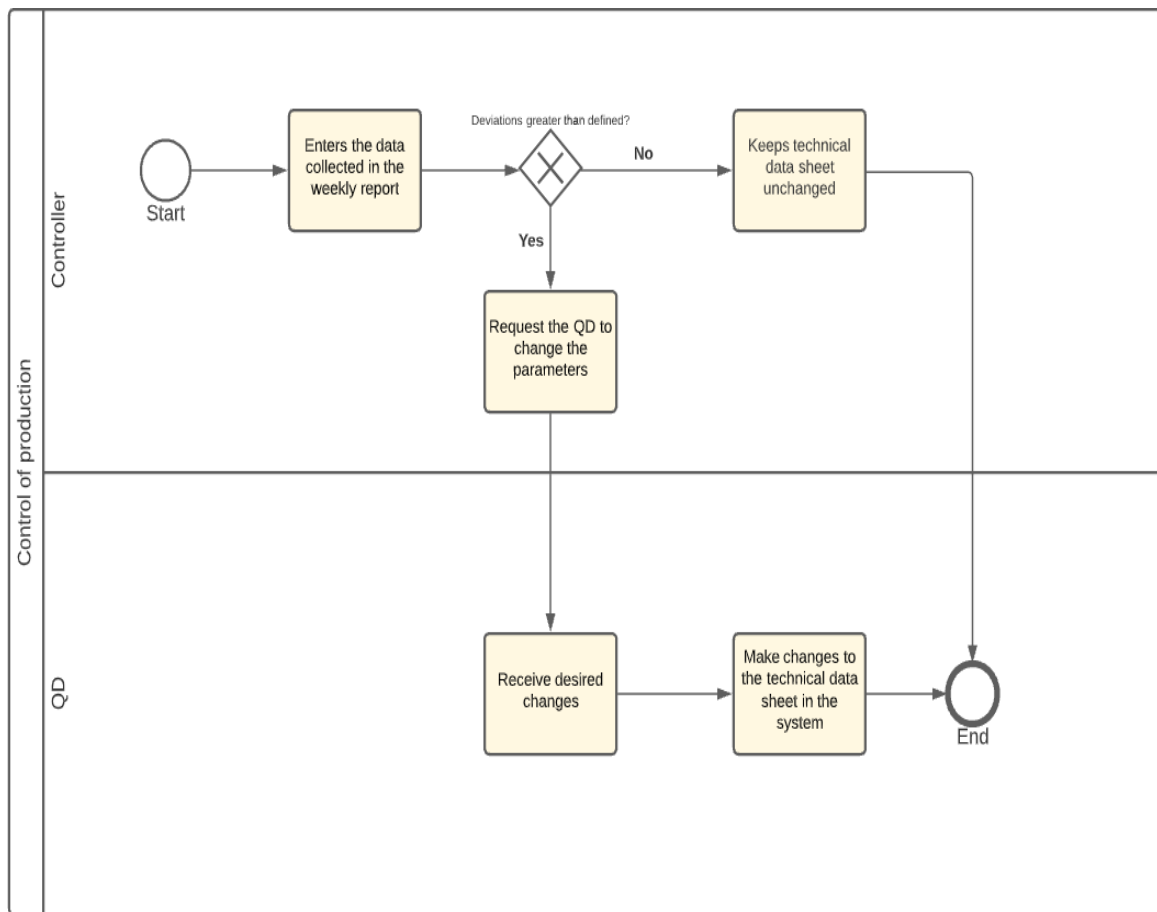


Figura 29- Novo processo de alteração das FT

4.9 Diagrama de esparguete

Com a construção do diagrama esparguete, através do qual se observa fácil e descomplexada a movimentação dos colaboradores, foi mapeada e traçado o deslocamento que os operários têm de executar para efetuar o controlo do peso dos artigos (amostra e rolo), que como referido é um dos parâmetros mais importantes a ser controlados.

Na figura 30 estão representados três setores diferentes da área fabril. Apesar da área fabril compreender cinco áreas fabris, concluiu-se que apenas estas necessitavam de melhoria, visto que nas outras duas áreas o processo estava próximo do ótimo não existindo constrangimentos quanto ao deslocamento dos trabalhadores, não existindo por isso interesse quanto à necessidade de sugerir melhorias neste processo.

Aspetos a considerar:

- O mapeamento vai ao encontro do movimento que cada operador alocado a cada linha (A, B, C, D, F, G, H, I, J, K) tem de efetuar em cada momento de controlo.
- O traçado a azul corresponde ao movimento do colaborador, o traçado vermelho o movimento do material (o deslocamento é o mesmo).
- Cada traçado significa uma deslocação de ida e volta, portanto, cada trabalhador em cada momento de controlo, efetua duas deslocações de ida e volta juntamente com o material às duas balanças diferentes, à exceção dos que estão nas linhas A, B, C e D em que só efetuam um movimento de ida e volta.
- O setor 1 agrega as linhas A, B, C e D e o setor da embalagem, não existe nenhuma balança neste setor.
- O setor 2 compreende as linhas E, F e G, uma balança do tipo 2 e uma balança do tipo 1.
- O setor 3 abarca as linhas H, I, J e K, bem como uma balança do tipo 1 e outra do tipo 2.
- A balança do tipo 1 corresponde a uma balança simples para a pesagem de amostras do artigo.
- A balança do tipo 2 serve para a pesagem de um rolo.
- A balança do tipo 3 é uma balança com maiores dimensões, embutida no chão de fábrica (tipo báscula) para a pesagem dos contentores de desperdício bem como para a pesagem dos contentores de artigos (não foi considerada a movimentação).
- O traçado a amarelo descreve o movimento fictício que cada operador das linhas do setor 1 e do setor da embalagem teriam de fazer para se deslocarem à balança proposta para fazer controlo de peso.

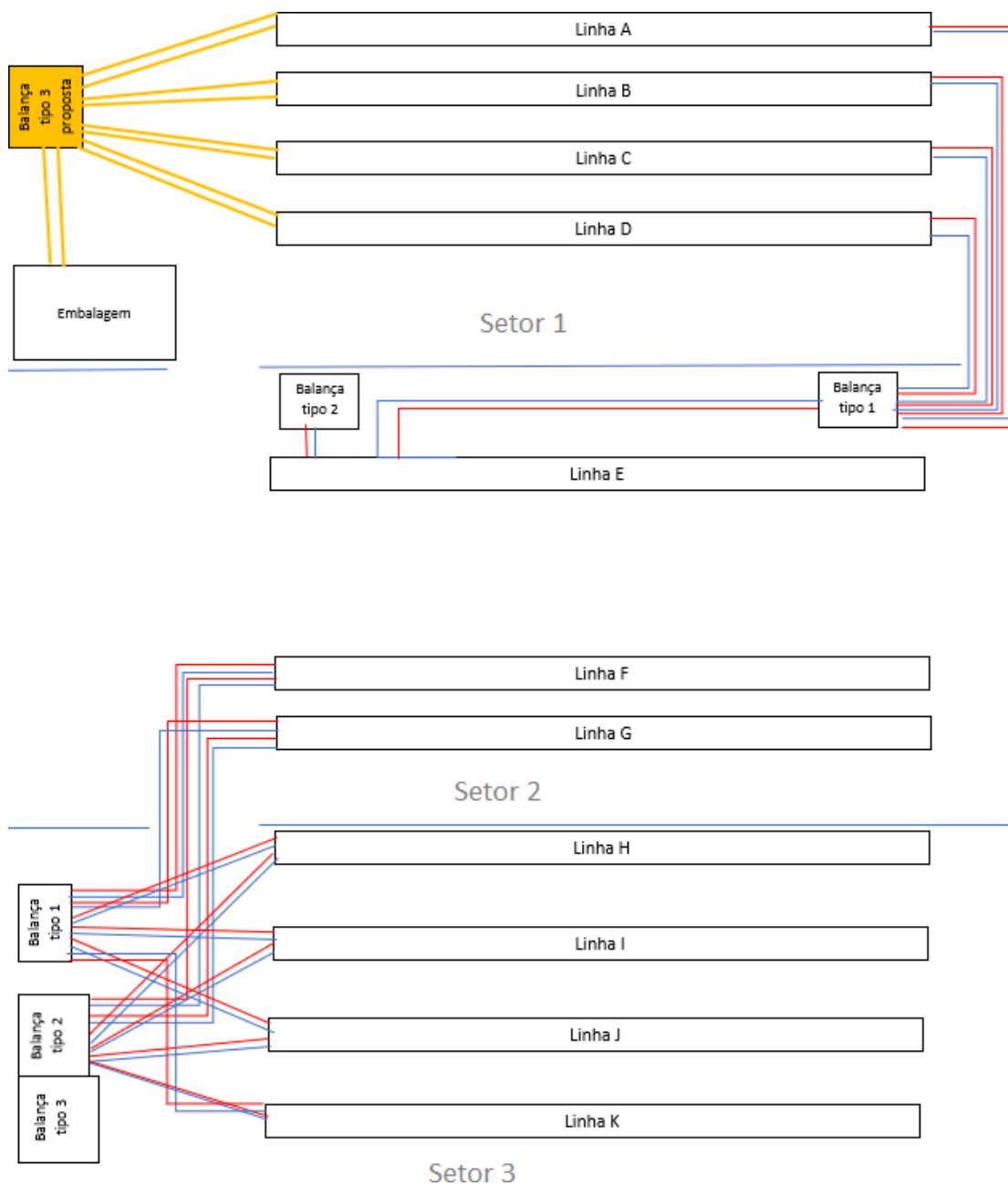


Figura 30- Proposta da localização de uma balança

4.10 Análise gráfica e estatística

Como referido e partindo da base de dados foi criado um documento que contemplasse uma análise gráfica e estatística das linhas.

- **Helivil**

As ocorrências de velocidade e peso superiores foram distribuídas pelas linhas (tabela 3) e posteriormente analisadas graficamente (figura 31) para uma melhor visualização e compreensão.

Tabela 3- Distribuição das ocorrências por linha (helivil)

Linhas	NºArtigos	Ocorrência velocidade	Ocorrência peso
12	11	3	3
13	8	1	4
15	10	9	3
16	24	17	8
18	45	34	25
19	34	22	9
20	26	10	13
21	29	8	7
23	28	12	6
24	13	4	1
25	8	3	0
26	1	0	0

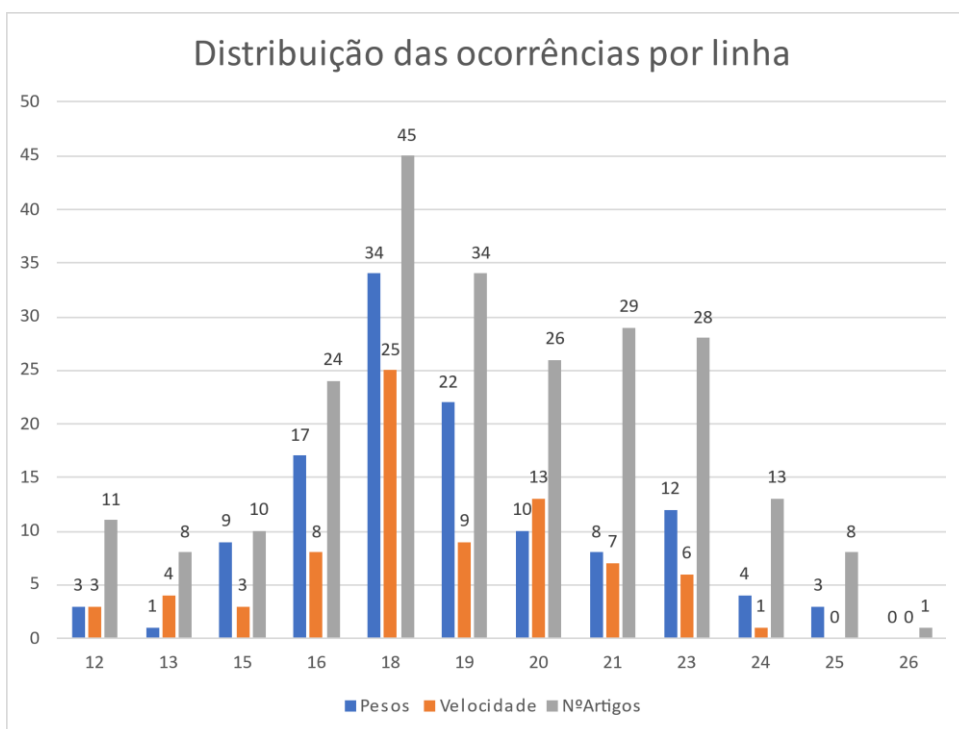


Figura 31- Distribuição gráfica das ocorrências por linha (helivil)

Pela análise da tabela e do gráfico verifica-se que as linhas onde sucederam mais ocorrências a nível global foi a linha 18 e a linha 19, sendo também as linhas onde foram registadas mais artigos medidos.

O facto de terem sido as linhas com maior número de artigos medidos pode se suceder por dois motivos, as linhas mencionadas no período de observação tiverem uma gama diversificada de artigos produzidos ou foram as linhas que tiveram maior taxa de ocupação durante o estudo.

Com a construção do gráfico abaixo (figura 32) é possível verificar que as linhas 18 e 19 foram também as linhas onde se registaram o maior número de medições, concluindo-se que de facto estas linhas durante o tempo do ensaio foram de facto as linhas com maior taxa de ocupação.

Foi possível apurar também a velocidade média das linhas. As linhas mais rápidas são as linhas 15, 18 e 21 cuja capacidade produtiva é superior aos 400 metros por hora. Isto deve-se por serem linhas que produzem artigos menos complexos.

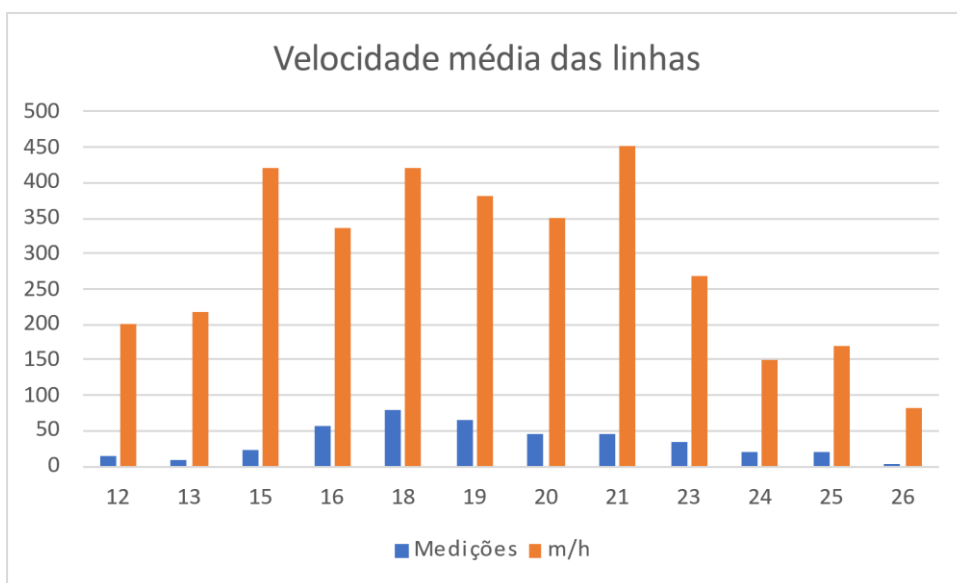


Figura 32- Velocidade média das linhas helivil

- **Heliflex**

O mesmo procedimento à semelhança dos pontos anteriores foi feito para o setor da Heliflex. Pelo exame da tabela 4 e do gráfico (figura 33) confirma-se que a linha 7 foi a

responsável pelo maior número de artigos examinados e também de medições registados e onde se registaram o maior número de ocorrências de desvios superiores ao definido tanto no critério do peso como na velocidade

Tabela 4- Distribuição das ocorrências por linha (heliflex)

Linhas	NºArtigos	Ocorrência velocidade	Ocorrência peso
6	29	10	8
7	35	13	14
8	24	9	6
9	20	6	3
10	7	1	0

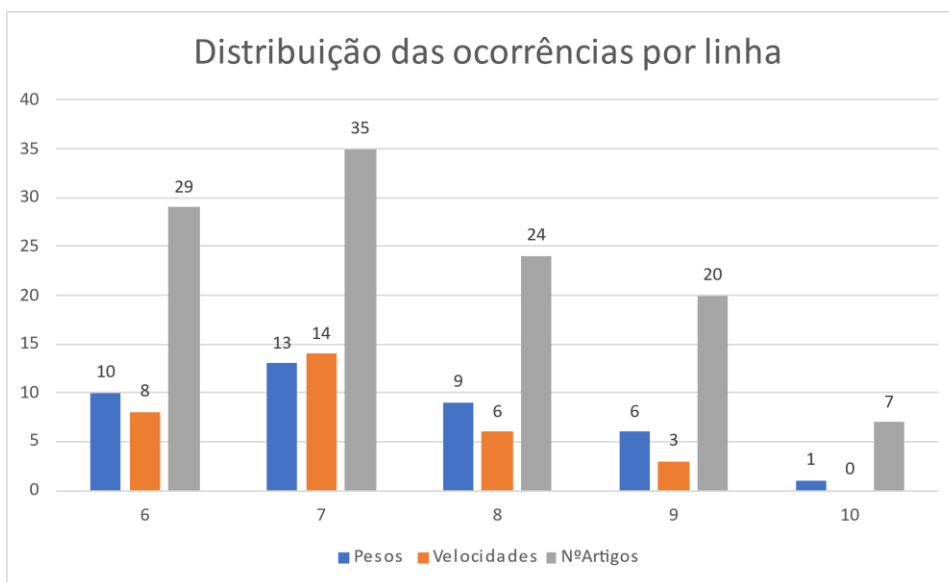


Figura 33- Distribuição gráfica das ocorrências por linha (helivil)

A análise gráfica obtida (figura 34) permite também tirar conclusões quanto à média das velocidades. A linha 8 é a mais rápida do setor, existindo neste setor menor variação de velocidades médias comparativamente ao setor Helivil.

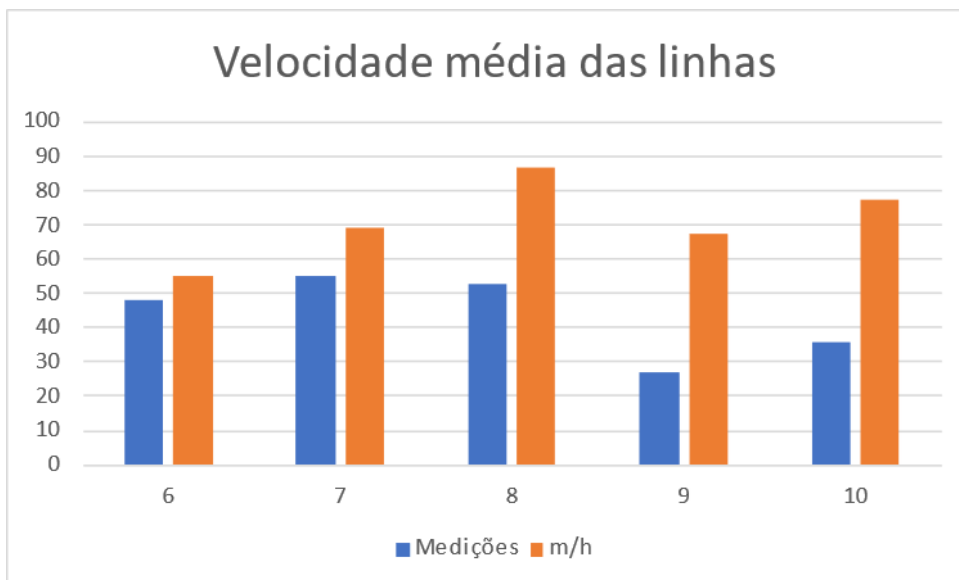


Figura 34- Distribuição gráfica das ocorrências por linha (heliflex)

4.11 Atualização das FT

Todo este reprocessamento começado pela construção e desenvolvimento da base de dados levou à atualização de 78 FT, dado que a organização decidiu apenas o início do processo de alteração das FT em junho.

O facto de ter sido atualizado apenas os parâmetros peso e velocidade deve-se ao facto de as outras características não terem apresentado desvios relevantes, sendo por isso decidido a não atualização desses parâmetros.

Para não incorrer no erro de se atualizarem as FT devido a desvios provocados por causas casuais espontâneas, as quais não requerem necessariamente a atualização das FT, existiu o cuidado durante o estudo de confirmar nas recolhas diárias o motivo pelo qual o artigo medido apresentava variações face à informação explícita nas FT. Através desse método, procedeu-se à atualização, FT de artigos que efetivamente o desvio apresentado era devido à própria atualização das FT.

A tabela 5 mostra as causas de desvio para a característica velocidade e respetiva frequência nos dois setores.

Tabela 5- Causas desvio velocidade

Helivil	Heliflex
FT desatualizada-59	FT desatualizada-19
Velocidade reduzida devido a material não conforme-8	Não utilização de todos os calibradores-4
Velocidade do enrolador ajustada frequentemente-4	Velocidade reduzida devido a material não conforme-3
Fuso novo temporário-4	Velocidade reduzida devido a problemas na espira-3
Enrolador com falhas-2	Velocidade reduzida devido à necessidade de adicionar material-2
Produções curtas-2	

Partindo desta informação foi criado o diagrama de pareto para os dois setores, figuras 35 e 36.

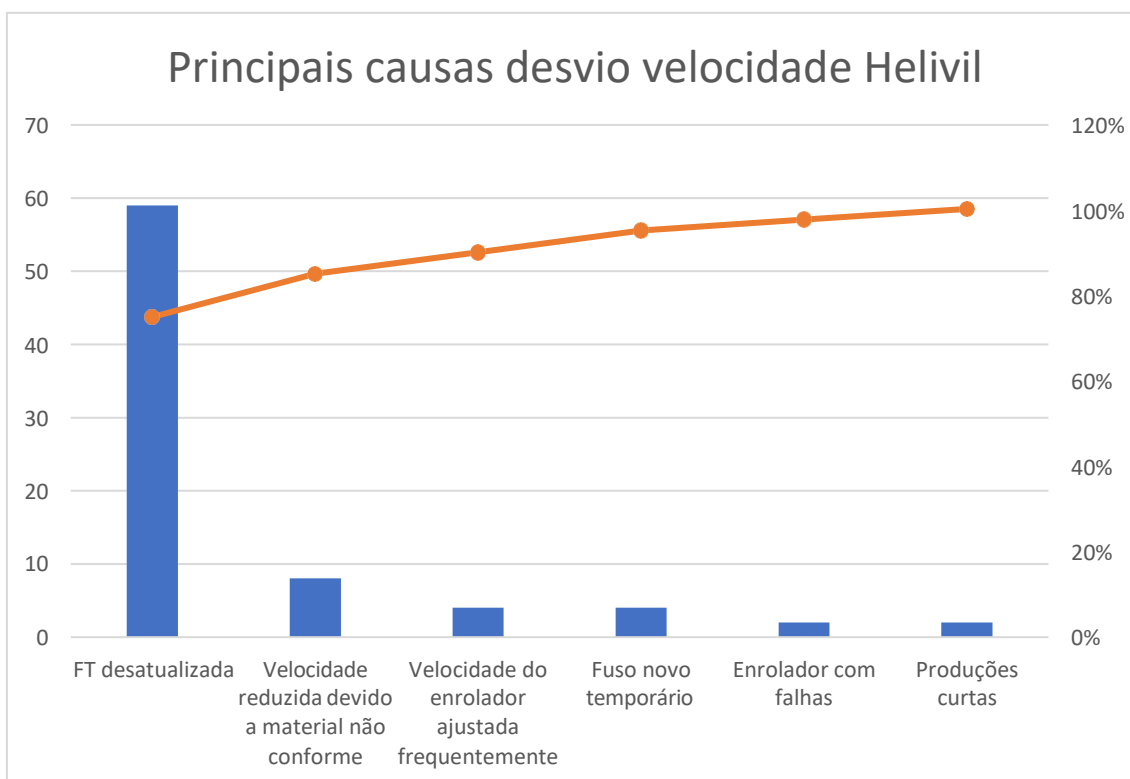


Figura 35-Diagrama de pareto causas desvio velocidade (helivil)

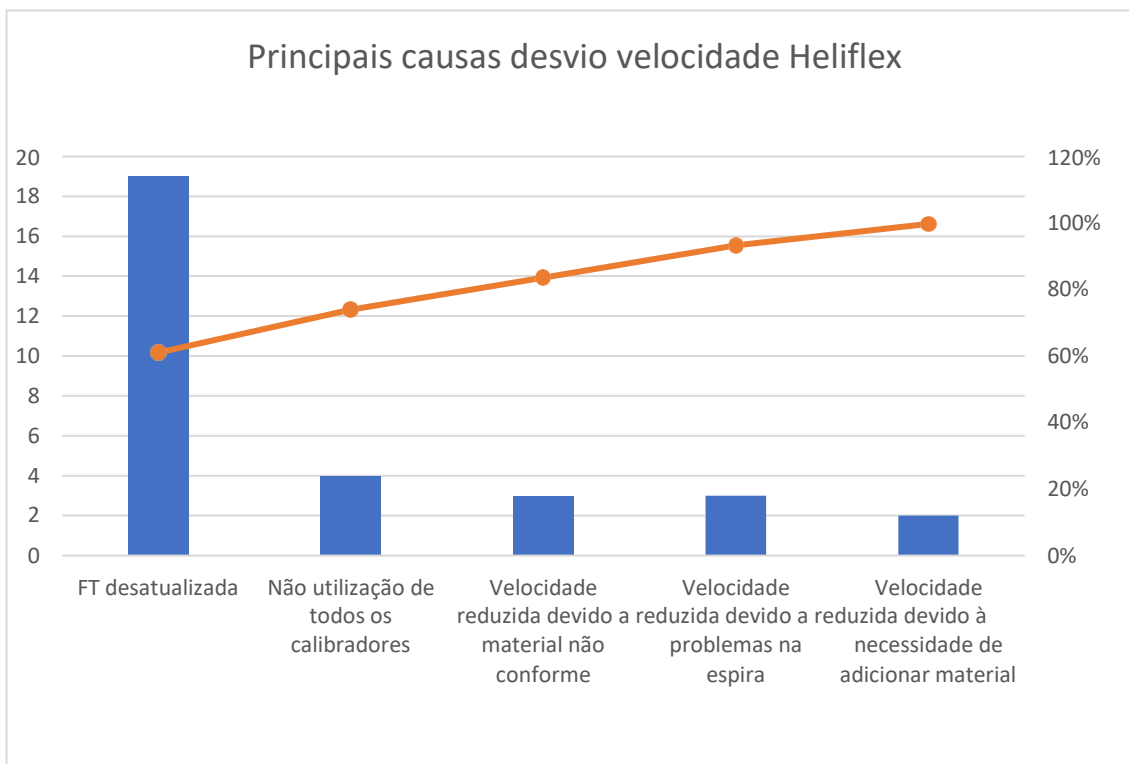


Figura 36- Diagrama de pareto causas desvio velocidade (heliflex)

Pela observação do diagrama de pareto confirma-se facilmente que as FT desatualizadas é o agente maioritário causador dos desvios, pelo que requer a sua atualização.

O mesmo processo se executou para análise da característica peso em ambos os setores. A tabela 6 é análoga à anterior e contém as informações relativamente às causas do desvio do peso face à FT.

Tabela 6- Causas desvio peso

Helivil	Heliflex
Alteração do material (FT desatualizada) -103	Alteração do material (FT desatualizada) -26
Necessidade de cumprir especificações da parede-16	Necessidade de adicionar material devido a problemas com a qualidade do artigo-8
Fuso novo temporário-4	Redução do passo-5

Foi novamente construído o diagrama de pareto para os dois setores, exemplificados nas figuras 37 e 38.

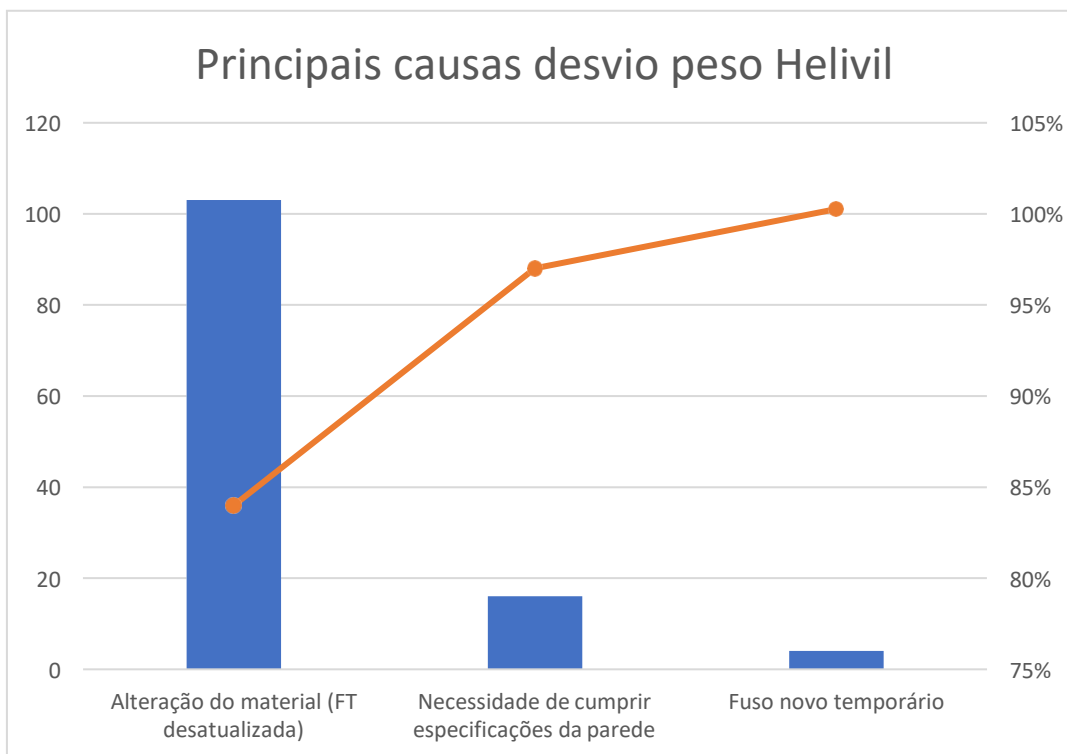


Figura 37- Diagrama de pareto causas desvio peso (helivil)

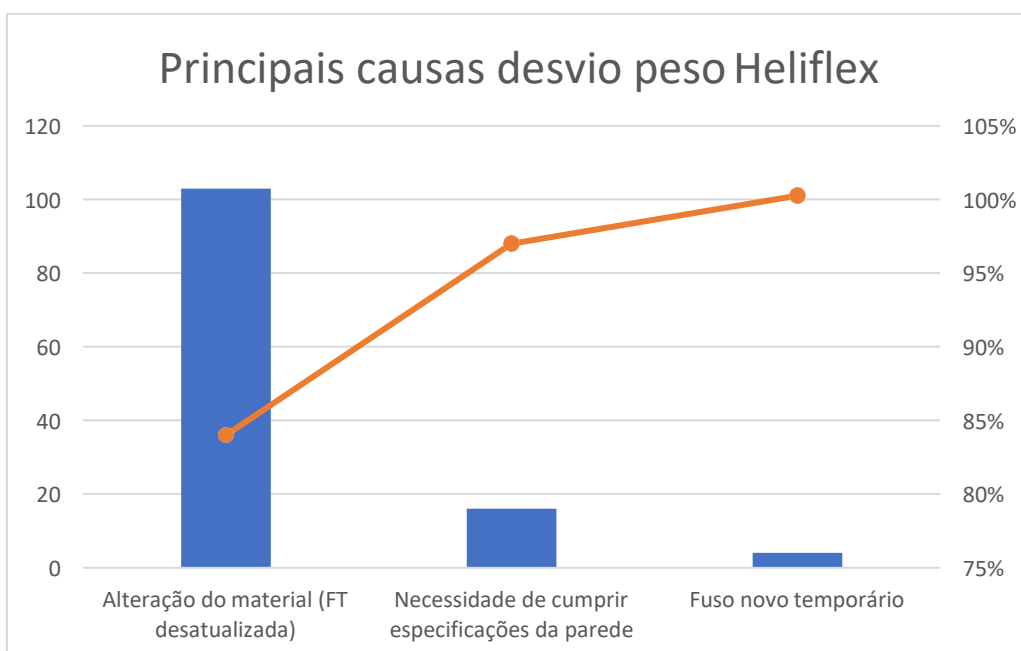


Figura 38- Diagrama de pareto causas desvio peso (heliflex)

O facto de se usar material diferente do que se usava aquando da última atualização das FT, o que revela novamente que a FT está desatualizada, na maior parte dos casos observados é o originador dos desvios.

4. 12 Análise e discussão dos resultados

Nesta fase é então analisado a viabilidade e a eficácia das propostas anteriormente planeadas e consequentemente realizadas.

4.12.3 Base de dados

A base de dados permitiu abranger todas as medidas efetuadas ao longo do tempo convertendo na forma digital os dados recolhidos pelas folhas de verificação e veio colmatar a ausência do mesmo anteriormente. Facilita o fluxo interno de informação auxiliando a produção, manutenção, contabilidade e logística.

Esta ferramenta representou uma melhoria colossal para toda a estrutura no processo de CP, permitindo uma análise rápida e instantânea sobre os artigos produzidos ao longo do tempo. Auxilia assim todo o funcionamento interno organizacional, com ênfase no controlo de produção, a qual se revela um claro upgrade.

A recolha de dados ao ser diária possibilita que se atue constantemente e a qualquer momento sobre a atualização destes parâmetros nas FT e permite também obter um universo de artigos analisados bastante extenso. Caso fosse uma recolha apenas semanal, a quantidade de artigos analisados iria ser manifestamente curta e assim o raio de ação da atividade de controlo e atualização iria ficar claramente comprometido.

O relatório semanal ao agrupar as medições feitas em cada semana funcionando como um fator simplificador de preenchimento por parte do usuário. O utilizador pode assim examinar os parâmetros de determinado artigo que está a ser produzido em determinada semana, mas, para observar todo historial de parâmetros medidos para esse artigo é possível fazê-lo por intermédio da base de dados.

A tabela 7 resume o impacto desta melhoria comparando o antes e o após.

Tabela 7- Análise das melhorias (base de dados)

Análise de resultados	
Antes	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de um sistema do género - Dificuldade no processo de controlo - Complicação na tomada de decisão
Após	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema digital prático e eficaz - Mais rapidez e eficiência na análise dos parâmetros de produção dos artigos - Apoio à tomada de decisão - Sistema comum à organização (integra os Dep. Produção, Qualidade e I&D) - Análise gráfica e estatística dos artigos, linhas e problemas - Ponto de partida para o processo de alteração das FT

4.12.2 Novo processo de alteração das FT

A alteração do processo que visa a alteração das FT permitiu uma enorme simplificação do processo, uma redução dos agentes envolvidos no mesmo e uma redução de tempo assinalável.

O processo outrora demorado e de frequência rara devido à dificuldade na tomada de decisão, pelo facto de a velocidade de produção ser raramente medida e pelo elevado número de pessoas e departamentos que necessitavam de participar no processo deu agora lugar a um processo simples, rápido e eficaz com recurso a uma base de dados que graficamente e instantaneamente “indica” parâmetros que necessitam de ser atualizados nas FT. A tabela 8 apresenta as melhorias.

Tabela 8- Análise das melhorias (novo processo de alteração das FT)

Análise de resultados	
Antes	<ul style="list-style-type: none"> - Processo demorado (média de uma semana) - Muitos intervenientes no processo - Confusão no processo da tomada de decisão
Após	<ul style="list-style-type: none"> - Processo rápido (média de 2,3 horas) - Redução dos intervenientes no processo - Simplificação da tomada de decisão com o recurso à base de dados ou aos relatórios semanais

4.12.3 Diagrama de Spaghetti

Este diagrama mostrou de forma simples uma proposta de uma localização para uma balança no setor Heliflex que vai ao encontro do objetivo do projeto de melhoria no controle de produção.

Esta balança permitiria, num local inutilizado no momento, aos operários alocados ao setor pesar os artigos de forma completa (rolo) da mesma forma que os operários do outro setor. Auxiliaria também o setor da embalagem que poderiam após a embalagem do produto fazer também um controle a nível do peso.

A tabela 9 resume como a organização iria beneficiar com a instalação da balança no setor

Tabela 9- Análise das melhorias (diagrama de spaghetti)

Análise de resultados	
Antes	- Ausência do controle do peso total do artigo - Inexistência de balança que suporte a atividade do setor da embalagem
Após	- Balança em localização possível e capaz de responder de servir as duas áreas de atividade - Controle do peso total do artigo

4.12.4 Análise gráfica e estatística

Através deste recurso é possível um acompanhamento estatístico e visual e instantâneo da informação das linhas com interesse de toda a organização.

Partindo da base de dados este documento interligado com a mesma, é atualizado automaticamente com a própria atualização da base de dados e permite dotar toda a estrutura da Heliflex com a mais variada informação sobre os motivos dos desvios dos parâmetros, a distribuição das ocorrências por linha e as médias produtivas das mesmas.

A análise aos dados irá permitir identificar problemas frequentes associados ao fabrico de produtos que de outra forma não seria possível identificar e atuar sobre eles.

4.12.5 Atualização das FT

Todo o processo definido culminou com a atualização das FT. Tendo em comparação o período de 2021 antes do início do estágio foram atualizadas apenas 7 FT. Desde o início ao término do estágio foi possível alterar 78 FT diferentes, número que continua a umentar diariamente, o que se traduz numa melhoria colossal no controlo de produção permitindo uma maior aproximação aos parâmetros reais dos artigos, traduzindo-se numa melhor previsão os custos de produção com todo o acerto feito a nível de peso e velocidade referência dos artigos.

A tabela 10 mostra o impacto das melhorias.

Tabela 10- Análise das melhorias (atualização das FT)

Análise de resultados	
Antes	- 7 FT atualizadas
Após	- 78 FT atualizadas nos dois setores - Melhor previsão e controlo de custos - Melhor previsão no planeamento da produção

Apesar do espaço temporal do período de atualização das FT, foi possível em alguns artigos efetuar a sua medição após a atualização da FT. Na figura 39 é possível atestar a eficácia da atualização. Antes o artigo Garden Hose ¾” apresentou um desvio na velocidade superior a 20%, ou seja, o produto era produzido com uma velocidade muito mais baixa do que a prevista. Após a atualização é notório o aumento deste controlo e da previsão, sendo o desvio medido na velocidade inferior a 5%.

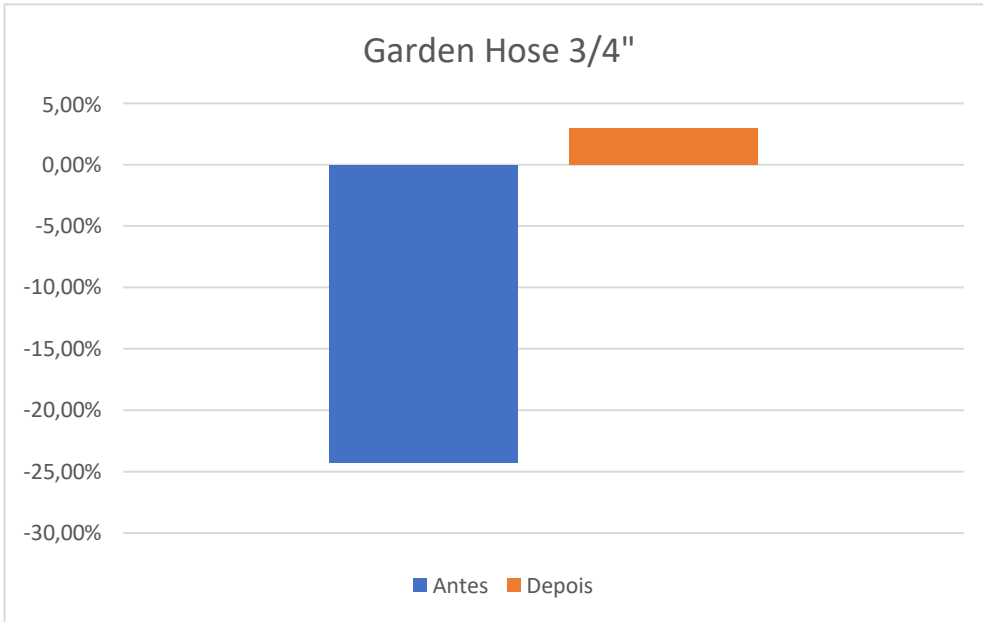


Figura 39- Antes e após a atualização

5. Conclusão

5.1 Conclusões e limitações do projeto

A última etapa do ciclo PDCA consiste na padronização dos procedimentos.

Os resultados gerais adquiridos com as melhorias do processo foram comunicados aos gestores durante esta fase. A maior parte dos ajustamentos foram padronizados como resultado da análise da fase *control*.

Os procedimentos foram planeados, implementados e verificados com sucesso à exceção da sugestão de melhoria. A organização atingiu o objetivo inicial de melhorar o controlo de produção, tornando mais rápido o controlo dos produtos a nível das características.

O processo foi padronizado na medida em que foi adotado pela Heliflex todo o plano e empregado diariamente desde a implementação do projeto com vista a um melhor controlo dos custos de produção. O modelo tornou-se a nova linha base padrão da organização, continuando o processo de atualização de FT atualmente com o processo definido pelo ciclo PDCA. A contratação de um controlador que irá gerir este processo garante a continuidade do mesmo.

Como limitações do projeto destaca-se o facto de apenas terem sido atualizados os parâmetros da velocidade e peso apesar da recolha de outras características. Também o facto de o estudo ter sido apenas focado em dois setores.

O facto de o período de estágio e conseqüentemente da realização do projeto ter sido relativamente curto não permitiu a confirmação de todas as FT alteradas.

5.2 Trabalho futuro

Além do projeto realizado e da sugestão da implementação de uma balança para aprimorar o processo de controlo na Heliflex, surge nova sugestão de melhoria dentro da temática Lean.

Existem efetivamente poucos computadores para efeito de registo de dados de produção no fim do turno ou no fim da produção por parte dos colaboradores. Nestes, os operários,

têm de registar no sistema os kg produzidos, kg desperdiçados, motivos do desperdício, entre outros dados.

O que se observa é que no fim dos turnos, existe um grande aglomerado de colaboradores que têm de esperar consideravelmente pela sua vez para proceder à introdução no sistema dos dados de produção.

Estes tempos de espera indesejados e evitáveis enquadram-se num tipo de Muda referido na revisão (tempo de espera), sendo por isso objeto de tentativa de eliminar ou reduzir.

Para evitar este tipo de situações, é sugerido a incorporação de um tablet em cada linha de produção à imagem do que faz várias organizações. Estes tablets iriam eliminar este tempo de espera e projetar a organização para o patamar do tema da Indústria 4.0, que visa o aumento do desempenho e modernização das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Estas TIC têm com objetivo aplicar-se a produtos, máquinas, trabalhadores nos processos de produção e logística. Isto permite o pleno envolvimento de todos os participantes no processo de desenvolvimento de produtos, bem como de todos os interessados, para comunicar, analisar dados, controlar os fluxos de produção e iniciar possíveis atividades de melhoria contínua (Dombrowski et al., 2017).

Para além das vantagens referidas no parágrafo anterior, acumularia ainda o facto da redução do fluxo de papéis convergindo com a questão de responsabilidade ambiental. Os documentos poderiam estar disponibilizados no sistema incorporado no tablet e permitir o seu preenchimento através do mesmo.

Referências

- Alnajem, M. (2020). Learning by doing: an undergraduate lean A3 project in a Kuwaiti bank. *The TQM Journal*, 33(1), 71–94. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2020-0010>
- Bonney, M. (2000). Reflections on production planning and control (PPC). *Gestão & Produção*, 7(3), 181–207. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2000000300002>
- Britti Bacalhau, J., Múmic Cunha, T., & Afonso, C. R. M. (2018). *Effect of Ni content on the Hardenability of a Bainitic Steel for Processing of Plastics*. <https://doi.org/10.26678/ABCM.COBEM2017.COB17-1174>
- Brocke, J. vom, & Rosemann, M. (2015). Business Process Management. *Wiley Encyclopedia of Management*, 1–9. <https://doi.org/10.1002/9781118785317.WEOM070213>
- Brocke, J. vom, Zelt, S., & Schmiedel, T. (2016). On the role of context in business process management. *International Journal of Information Management*, 36(3), 486–495. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2015.10.002>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2011.06.002>
- Cláudia, A., & de Queiroz Albuquerque, R. (n.d.). *AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA TOMADA DE DECISÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS*.
- CRUCEAN, A. C., & HATEGAN, C.-D. (2021). Effects of the Covid-19 Pandemic Estimated in the Financial Statements and the Auditor`s Report. *Audit Financiar*, 19(161). <https://doi.org/10.20869/AUDITF/2021/161/001>
- do Carmo, W. C., & Albuquerque, A. B. (2014). Project management supported by business process management: A case study in a Brazilian justice organization. *Proceedings - 2014 9th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, QUATIC 2014*, 236–241. <https://doi.org/10.1109/QUATIC.2014.39>
- Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis. *Procedia Manufacturing*, 11, 1061–1068. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.07.217>

Dumas, M., la Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of business process management: Second Edition. *Fundamentals of Business Process Management: Second Edition*, 1–527. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>

Figueiredo, M. S. N., & Pereira, A. M. (2017). Managing Knowledge – The Importance of Databases in the Scientific Production. *Procedia Manufacturing*, 12, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.021>

Gorenflo, G., Moran, J. W., Beitsch, L., Bialek, R., Cofsky, A., Corso, L., Moran, J., Riley, W., & Russo, P. (n.d.). *The ABCs of PDCA*. <http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA-accessed12/2/2009><http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA-accessed12/2/2009>

Heliflex. (n.d.). Retrieved October 20, 2021, from <https://www.heliflex.pt/>

Kuendee, P. (2017). Application of 7 quality control (7 QC) tools for quality management: A case study of a liquid chemical warehousing. *2017 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2017*, 106–110. <https://doi.org/10.1109/IEA.2017.7939188>

Kumar Khanna, H., Laroia, S. C., & Sharma, D. D. (2010). Quality Management in Indian Manufacturing Organizations: Some Observations and Results from a Pilot Survey. In *Brazilian Journal of Operations & Production Management* (Vol. 7, Issue 1).

Kurz, M. (2016). BPMN model interchange: The quest for interoperability. *ACM International Conference Proceeding Series*, 07-08-April-2016. <https://doi.org/10.1145/2882879.2882886>

Lopes Silva, D. A., Delai, I., de Castro, M. A. S., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.026>

Luo, H., Li, G., & Li, C. (2015). Research on integration method of integrated management system. *Open Automation and Control Systems Journal*, 7(1), 1802–1807. <https://doi.org/10.2174/18744444301507011802>

Mariano de Souza, J. (2016). PDCA and Lean Manufacturing: Case Study in Appliance of Quality Process in Alfa Graphics. In *Juríd. Empres* (Issue 1).

- Maruta, R. (2012). Maximizing Knowledge Work Productivity: A Time Constrained and Activity Visualized PDCA Cycle. *Knowledge and Process Management*, 19(4), 203–214. <https://doi.org/10.1002/kpm.1396>
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466–473. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.03.135>
- Neyestani, B. (n.d.). *Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.400832>
- Palmer, V. S. (2001). Inventory management Kaizen. *Proceedings - 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology, EMAT 2001*, 55–56. <https://doi.org/10.1109/EMAT.2001.991311>
- Pinto, M. J. A., & Mendes, J. V. (2017). Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4 Special Issue), 550–580. <https://doi.org/10.3926/JIEM.2268>
- Rauch, E., Dallasega, P., & Matt, D. T. (2016). The Way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD). *Procedia CIRP*, 50, 26–31. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.05.081>
- Ravesteyn, P., & Batenburg, R. (2010). Surveying the critical success factors of BPM-systems implementation. *Business Process Management Journal*, 16(3), 492–507. <https://doi.org/10.1108/14637151011049467>
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 21, 83–87. <https://doi.org/10.1016/J.JHLSTE.2017.08.007>
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). SPAGHETTI DIAGRAM APPLICATION FOR WORKERS' MOVEMENT ANALYSIS. *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, 79.

- Shahar, M. S., & Salleh, N. A. M. (2017). Design and Analysis of Tungsten Carbide Sludge Removal Machine for Maintenance Department in Cutting Tool Manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 11, 1396–1403. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.07.269>
- Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner Production*, 150, 324–338. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.03.033>
- Strotmann, C., Göbel, C., Friedrich, S., Kreyenschmidt, J., Ritter, G., & Teitscheid, P. (2017). A participatory approach to minimizing food waste in the food industry-A manual for managers. *Sustainability (Switzerland)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/su9010066>
- Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2017). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *Https://Doi.Org/10.1080/00207543.2017.1391420*, 56(8), 2975–2987. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202–212. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2014.11.002>
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 63, 125–131. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.02.041>

