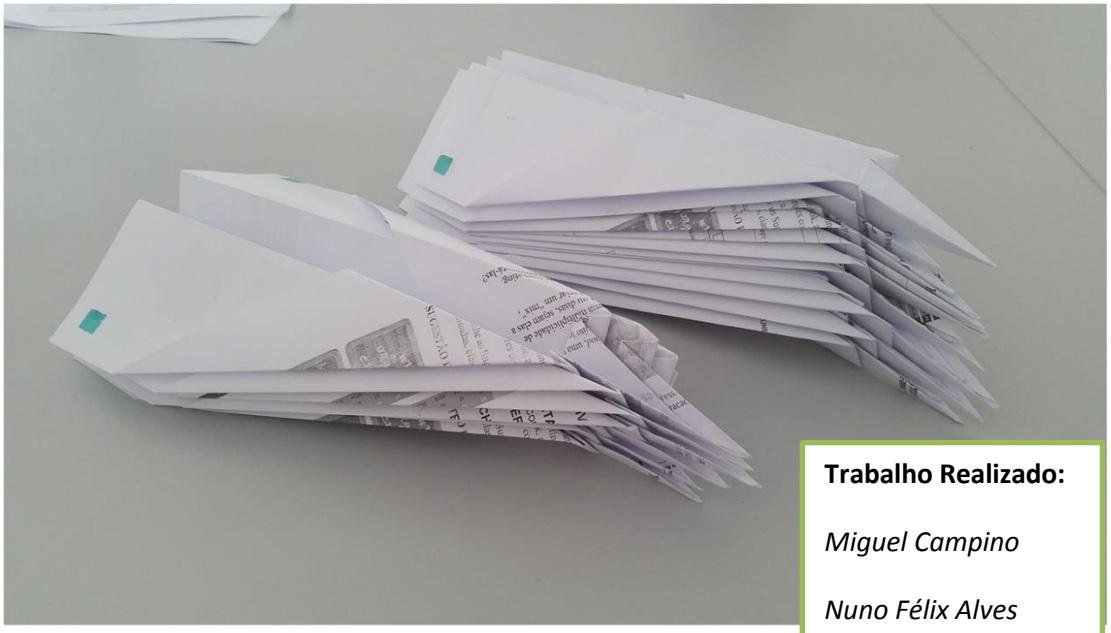
Linha de Producão de Avião de Papel

Cultura de Excelência - Lean



Trabalho Realizado:

Miguel Campino

Nuno Félix Alves

Ricardo Maximino

Rui Dias – 18 valores

Índice

Introdução 3

Instruções de Montagem 4

Gabaritos Utilizados na Montagem 5

Requisitos do cliente 6

Fluxograma 7

Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) ou Value Stream Mapping (VSM)..... 8

Controlo da Qualidade Final 10

Diagrama de Pareto 11

Conclusão 12

Introdução

Este trabalho tem como principal objectivo utilizar a filosofia *Lean manufacturing* e as suas ferramentas numa linha de produção de aviões de papel. Essa linha de produção terá como meta a criação de 20 aviões de papel num tempo máximo de 10 minutos, tendo esses aviões que respeitar determinados requisitos colocados pelo cliente. De referir também que cada um dos quatro elementos do grupo terá de efectuar pelo menos uma das operações de montagem do avião, passando o avião pelas mãos de todos os elementos do grupo.

O planeamento inicial é fundamental para a realização deste projecto, é essencial uma optimização de tempo em todas as operações da linha de produção, de modo a ser possível cumprir os tempos disponíveis para a realização dos aviões. Para tal optimização ser o mais eficiente possível é necessário a construção de alguns gabaritos de modo a facilitar a tarefa de cada trabalhador e encurtar os tempos de cada operação.

Depois das tarefas estarem definidas, tendo cada elemento do grupo as informações necessárias para completar a operação que lhe foi incutida, colocou-se a linha de montagem a produzir e mede-se os tempos realizados, assim como se verifica se os aviões produzidos cumprem os requisitos estabelecidos.

De um ponto de vista metodológico, foi construído um fluxograma para facilitar a interpretação das operações que competem a cada elemento do grupo, assim como um Mapeamento de Fluxo de Valor, *Value Stream Mapping* (VSM), que consiste numa análise do fluxo de valor do produto, com todas as suas ineficiências ou desperdícios, para depois mapear o seu estado futuro. Por fim, é realizada uma análise de defeitos e constrói-se um diagrama de Pareto para permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos.

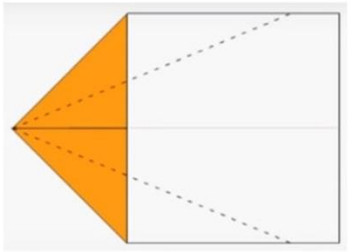
De referir que foi filmada a linha de produção de aviões para que possa ser facilitada a visualização de problemas existentes na mesma (vídeo esse que será anexado ao trabalho).

Instrução de Montagem

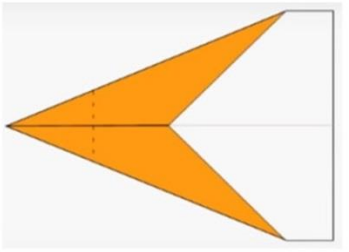
O esquema com todos os passos de montagem do avião de papel disponibilizado ao grupo foi o seguinte:

1- Dobrar a folha ao meio.

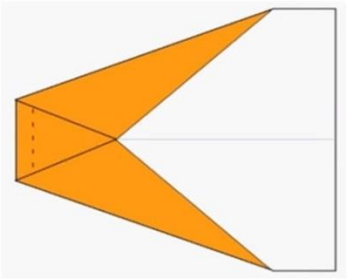
2- Dobrar para encontrar a linha central.



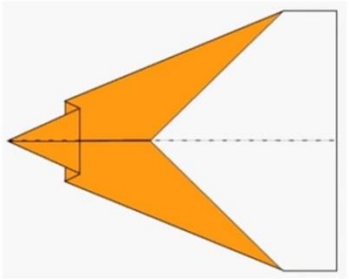
3- Dobrar para encontarar a linha central.



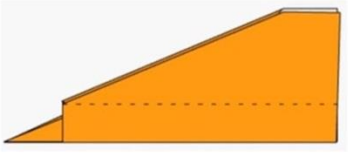
4- Dobrar a linha tracejado



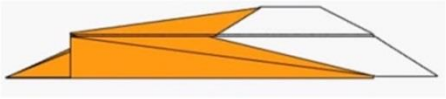
5- Dobrar a Linha a Tracejado.



6- Drobrar ao meio.



7- Dobrar ambos os lados da linha a tracejado e ajustar o ângulo a 90º.



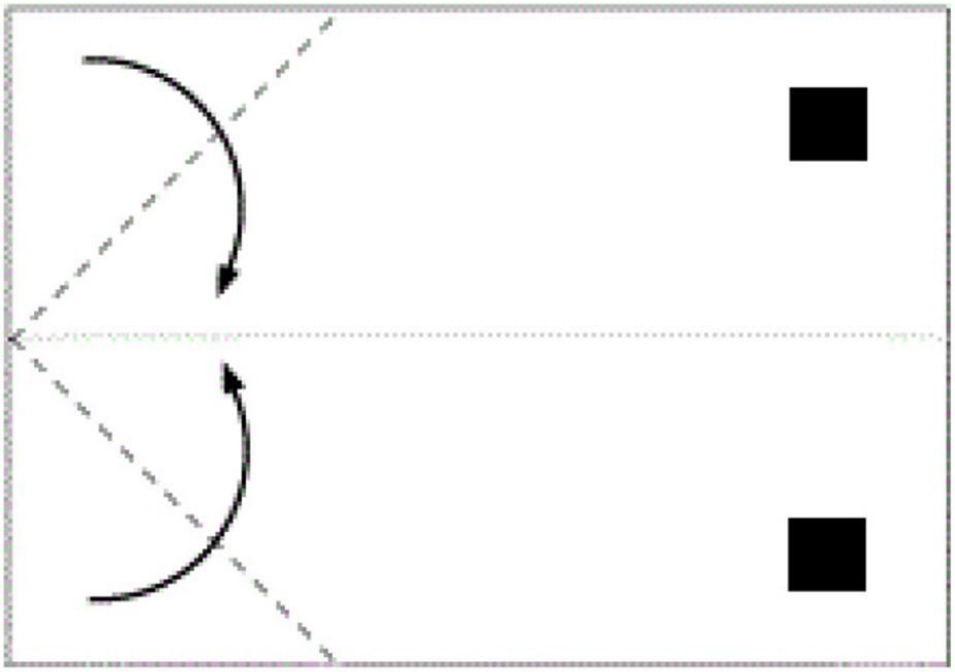
8- Fim

Gabaritos Utilizados na Montagem

Os gabaritos têm como principal função o auxílio na produção, fabricação, montagem e transporte do produto. Neste trabalho foram construídos e analisados alguns gabaritos para ajudar na montagem do avião de papel, no entanto a grande maioria dos mesmos acabaram por não acrescentar valor na hora de optimizar os tempos. Tendo como base essa análise, concluiu-se que apenas um dos gabaritos seria utilizado na montagem do avião. Este gabarito irá ser usado na pintura das janelas do avião.

Requisitos do Cliente

O cliente colocou uma série de requisitos que pretende ver cumpridos, desde a planicidade das asas, ao comprimento das mesmas, assim como à posição das janelas no avião e tolerâncias em cada uma das medidas. Para melhor ilustrar os diferentes requisitos foram construídos os seguintes esquemas.

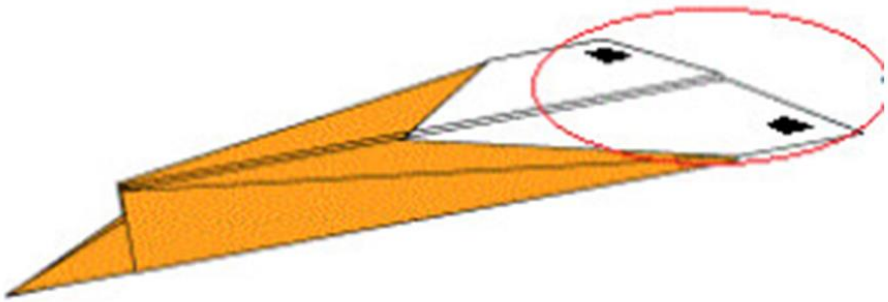


$|a - b| \leq 2mm$

Dimensão das janelas: ■10 mm $\pm$ 1mm

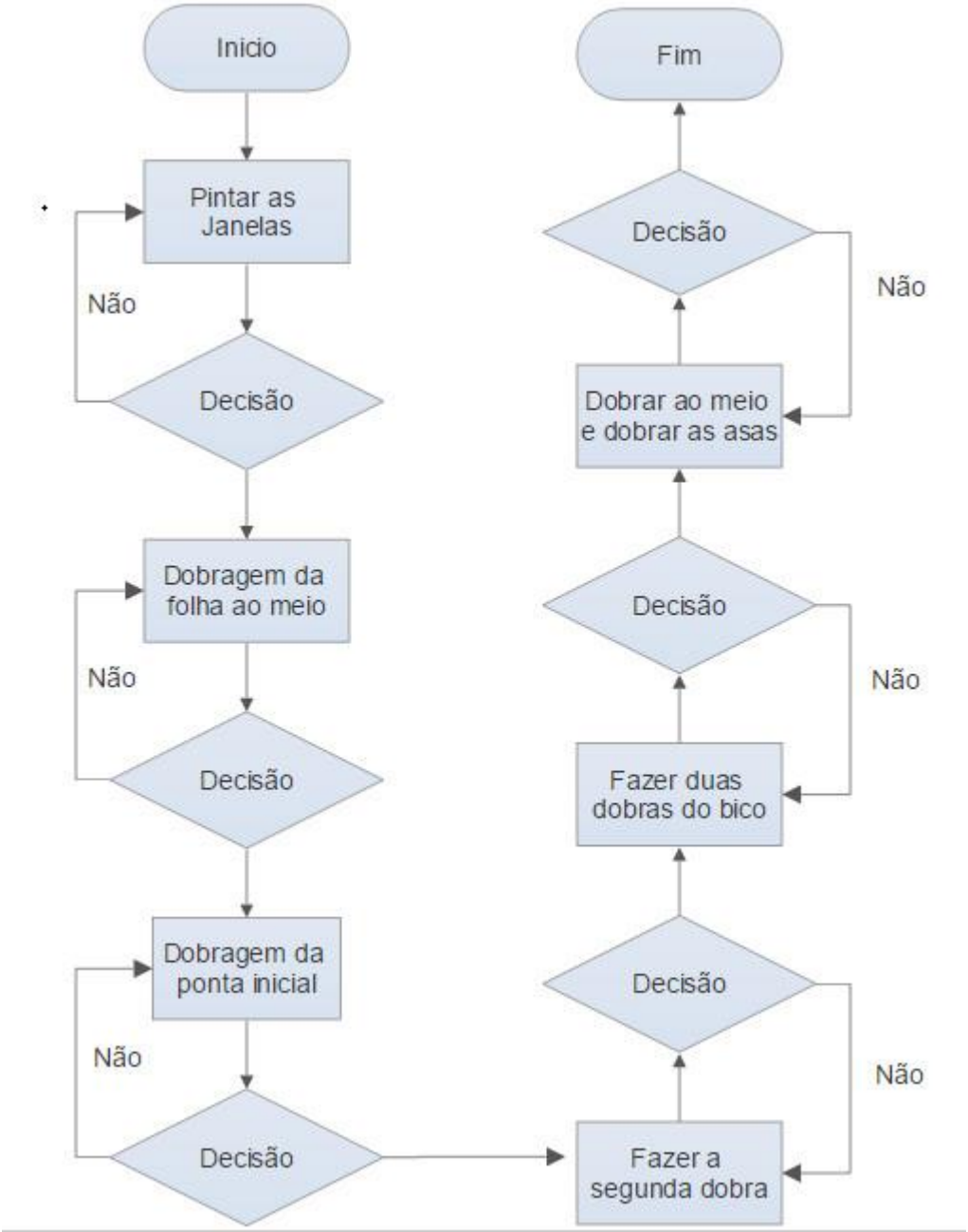
Posicionamento das janelas em relação às margens: 10mm $\pm$ 1mm

Planicidade das asas



Fluxograma

Um fluxograma é um tipo de diagrama que tem como principal função a representação esquemática de um processo. Neste trabalho, o fluxograma apresentado em seguida reflete todas as operações e decisões executadas na linha de produção de um avião de papel.

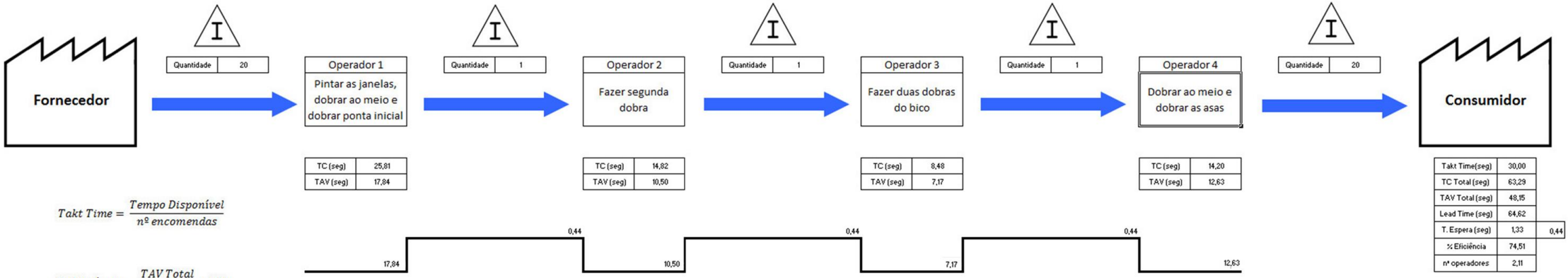


Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM)

O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta muito importante de comunicação e planeamento, para além de servir para que as pessoas conheçam detalhadamente os processos de fabrico. Com o MFV estabelece-se uma linguagem comum entre os coladores, dando inicio a um processo de melhoria continua. A construção desta ferramenta processa-se com a recolha de diversas informações, como quais os produtos a mapear primeiro, assim como os tempos que demora a executada cada operação e número de pessoas envolvidas em cada processo. O objectivo principal deste mapeamento é a melhoria dos processos responsáveis pela produção ou transformação de cada produto. Para isso desenha-se uma cadeia de valor de um determinado produto com todas as ineficiências ou desperdícios, para depois mapear o seu estado futuro. Depois de mapeado o estado actual e o estado futuro, será possível perceber que existem muitos processos que poderão e deverão ser eliminados da empresa ou organização. É importante, portanto, que existe uma pessoa responsável pelo fluxo de valor e que tenha o poder necessário para fazer as mudanças serem implementadas.

Para a criação deste mapeamento foi necessário retirar e calcular alguns tempos ou dados, entre eles:

- *Lead Time* (LT) – tempo médio necessário para a construção de um avião);
- Tempo de Ciclo (TC) – tempo médio de cada operação;
- Tempo de Valor Acrescentado (TAV) – tempo agregado médio de todas as actividades que adicionam valor em cada operação;
- Tempos de Espera – tempo médio de deslocação e espera do avião entre cada operador;
- *Takt Time* – tempo médio em que deve sair um produto acabado da linha de produção;
- Eficiência do Processo – relação entre o tempo de valor acrescentado e o lead time
- Número teórico de operadores – número de operadores necessários para a realização da operação com a eficiência máxima;
- *First Pass Yield* (FPY) – aviões feitos correctamente à primeira.



Takt Time(seg)	30,00
TC Total (seg)	63,29
TAV Total (seg)	48,15
Lead Time (seg)	64,62
T. Espera (seg)	1,33
% Eficiência	74,51
nº operadores	2,11

0,44

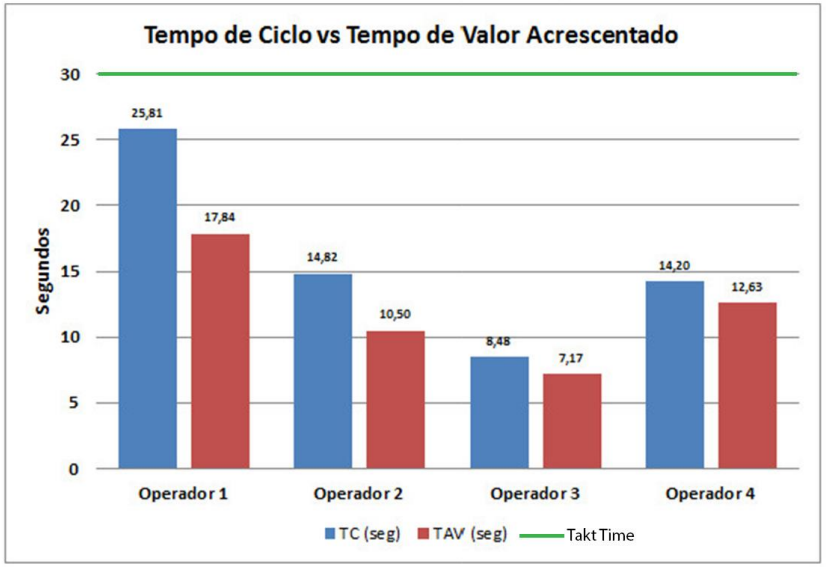
$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Disponível}{nº\ encomendas}$$

$$\%\ Eficiência = \frac{TAV\ Total}{Lead\ Time} \times 100$$

$$nº\ operadores = \frac{TC\ Total}{Takt\ Time}$$

$TC \rightarrow Tempo\ de\ ciclo$

$TAV \rightarrow Tempo\ de\ valor\ acrescentado$



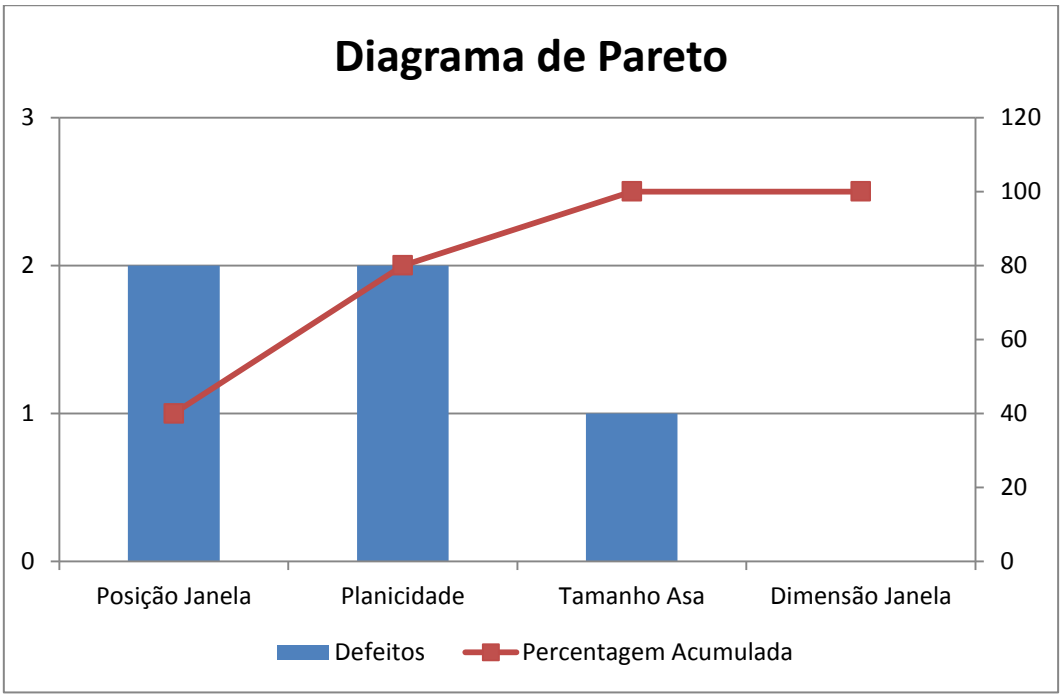
Controlo da Qualidade Final

	Nº de Aviões	%
Produzidos	20	--
Sem Defeito	15	75
Com Defeito	5	25

Avião	Requisitos				Posto do Defeito	Causa Raíz
	Asas		Janelas			
	Planicidade	a-b<=2	Dimensão	Posição		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7				X	Operador 1	Má colocação do gabarito
8						
9						
10				X	Operador 1	Má colocação do gabarito
11						
12						
13						
14	X				Operador 2	Falha dobragem
15						
16						
17						
18						
19		X			Operador 4	Falha dobragem
20	X				Operador 2	Falha dobragem
21						
22						

Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico de colunas que ordena as frequências dos defeitos, do maior para o menos, permitindo a priorização de problemas. Este diagrama faz parte de uma das sete ferramentas da qualidade.



Analisando o diagrama, e tendo como referência os 80% de defeitos acumulados, podemos constatar que 80% dos problemas estão agrupados em dois tipos de defeitos: posição das janelas e na planicidade de asas. Seria necessário ter em atenção a colocação do gabarito para diminuir o número de erros da posição das janelas, assim como um cuidado redobrado nas dobragens para garantir que a planicidade das asas é assegurada.

Conclusão

O principal objectivo deste trabalho, que passava pela implementação da filosofia *Lean manufacturing* e as suas ferramentas numa linha de produção de aviões de papel de modo a conseguir garantir a construção de vinte (20) aviões de papel em dez (10) minutos, foi concluído com sucesso. Ou seja, foi de facto possível construir a totalidade do número de aviões requisitados no tempo pretendido não descurando a qualidade do produto final.

Em suma pode-se concluir que a linha de produção dos aviões de papel foi um sucesso. Não só conseguiu-se terminar os aviões encomendados como foi possível realiza-los com uma alta percentagem de qualidade, cumprindo, na sua grande parte dos aviões, os requisitos do cliente à primeira. A percentagem de aviões concluídos dentro das especificações requisitadas à primeira foi de 75 %. Ou seja, em vinte (20) aviões produzidos em dez (10) minutos foram construídos quinze (15) dentro dos requisitos e apenas cinco (5) com defeitos.

Olhando ao mapeamento do fluxo de valor, pode-se verificar em primeiro lugar que os tempos de espera, ou seja que os tempos de deslocação e espera dos aviões ao longo do processo, são bastante reduzidos não chegando a meio segundo entre cada posto de operador. Em seguida, é possível identificar os tempos de valor acrescentado assim como o *lead time* para um melhor controlo da eficiência do processo de produção. O valor de eficiência revelou-se bastante bom, estando muito perto dos 75%. Destaque, também, para o valor de *lead time* que mostrou uma excelente performance da linha de montagem, estando o seu valor um pouco abaixo dos 65 segundos, os tempos de espera assim como os tempos de ciclo podem ser classificados como de positivos também. O cálculo do *takt time* também nos fornece as ferramentas necessárias para calcular o número teórico de operadores de modo a tentar optimizar a eficiência da nossa produção. Nesta linha de produção, o número teórico de operadores calculado foi de pouco mais de 2 operadores, o que significa que o número de operadores necessários para a realização das operações com o máximo de eficiência seria três (3). Observando, por fim, os resultados alcançados por cada posto de operador quanto à qualidade diz respeito, ou seja quanto ao valor de *first pass yield* (percentagem), podemos afirmar que os resultados alcançados também são bastante positivos tendo em conta que o posto de trabalho com pior percentagem de qualidade à primeira apresenta um valor de 90% (posto 1 e posto 2) e o valor de qualidade global do processo é de 75%.

Tendo em conta uma melhoria continua e o uso das ferramentas da qualidade disponíveis, foi possível criar um diagrama de Pareto e analisar os principais defeitos da linha de montagem. Não havendo propriamente um grande número de defeitos é possível verificar que a localização das janelas nas asas do avião causou alguns problemas, assim como a planicidade das asas. A introdução desta ferramenta de qualidade no trabalho impulsiona a capacidade de melhoria no processo, tentando assim corrigir os defeitos através das causas raízes.

Em suma, pode-se referir que a linha de produção de aviões de papel foi um sucesso, ao nível de respeitar os requisitos, nível de tempo ou de qualidade. A eficiência da produção demonstrou ser muito positiva e portanto o conceito *Lean* de zero desperdícios esteve em foco. No entanto é essencial ter em conta que a ideia de melhoria continua nos diversos níveis é fundamental para a filosofia estar realmente implementada na organização.