



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP
CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA



Fábio Dias
Avaliação 18 V.

Relatório

PLANEAMENTO DA LINHA DE MONTAGEM DE AVIÕES DE PAPEL

TRABALHO REALIZADO POR:

FÁBIO DIAS

INÊS CID

JOSÉ ENTRUDO

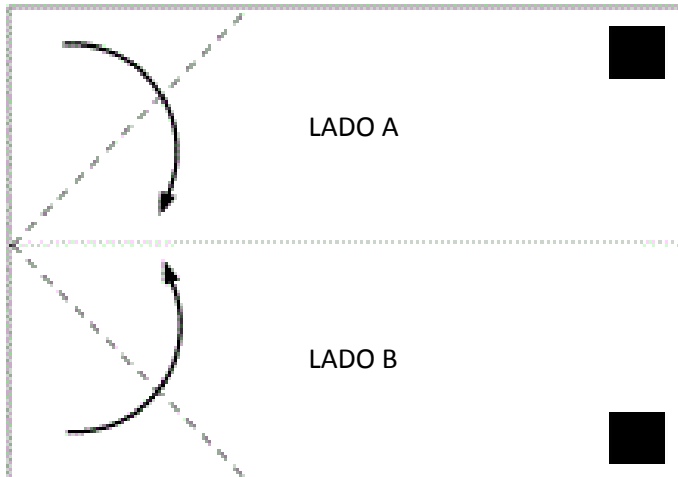
TIAGO JESUS

Índice

1. INTRODUÇÃO	2
2. FASE INICIAL DO PROJETO.....	3
2.1. PRIMEIRA ABORDAGEM	3
2.2. FLUXOGRAMA INICIAL.....	4
2.3. DADOS	5
2.3.1. ANÁLISE INDIVIDUAL DO TRABALHADOR	5
2.3.2. GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO POR POSTO	6
2.3.3. CÁLCULO DO TAKT-TIME	7
3. MELHORIA DA LINHA DE PRODUÇÃO	8
3.1. ABORDAGEM.....	8
3.2. FLUXOGRAMA FINAL	9
3.3. VSM (MAPA DE FLUXO DE VALOR).....	10
3.4. DADOS	11
3.4.1. CONTROLO DE QUALIDADE	11
3.4.2. TAXA DA QUALIDADE	12
3.4.3. TAXA DE TAV	12
3.4.4. TEMPOS DE VALOR NÃO ACRESCENTADO ENTRE POSTOS DE TRABALHO.....	12
3.4.5. GRÁFICO DOS TEMPOS DE CICLO+TAKT TIME	13
4. CONCLUSÃO	13
5. ANEXOS	14
ANEXO 1 – Protótipo do Gabarito	14
ANEXO 2 – Gabarito nº1.....	14

1. INTRODUÇÃO

No decorrer do módulo, foi-nos proposto a planificação de uma linha de montagem de aviões de papel. Esta linha teria de produzir 20 aviões, previamente estipulado pela formadora, em menos de 10 minutos onde teriam de respeitar os seguintes requisitos de construção:

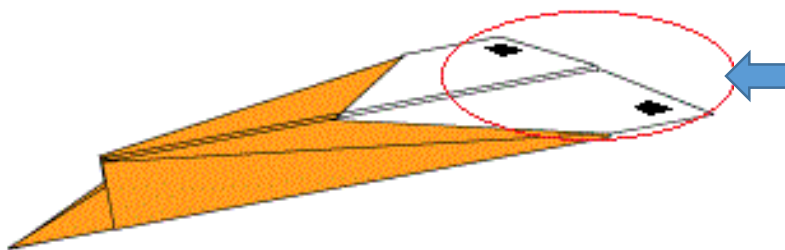


$A-B \leq 2\text{mm}$

Tamanho das janelas: $10\text{mm} + - 1$

Distância de bordo $10\text{mm} + - 1$

Janelas corretamente pintadas



Planicidade das asas

Com este relatório pretendemos mostrar o método utilizado pelo grupo para cumprir todos os requisitos associados ao trabalho bem como pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo das aulas.

2. FASE INICIAL DO PROJETO

2.1. PRIMEIRA ABORDAGEM

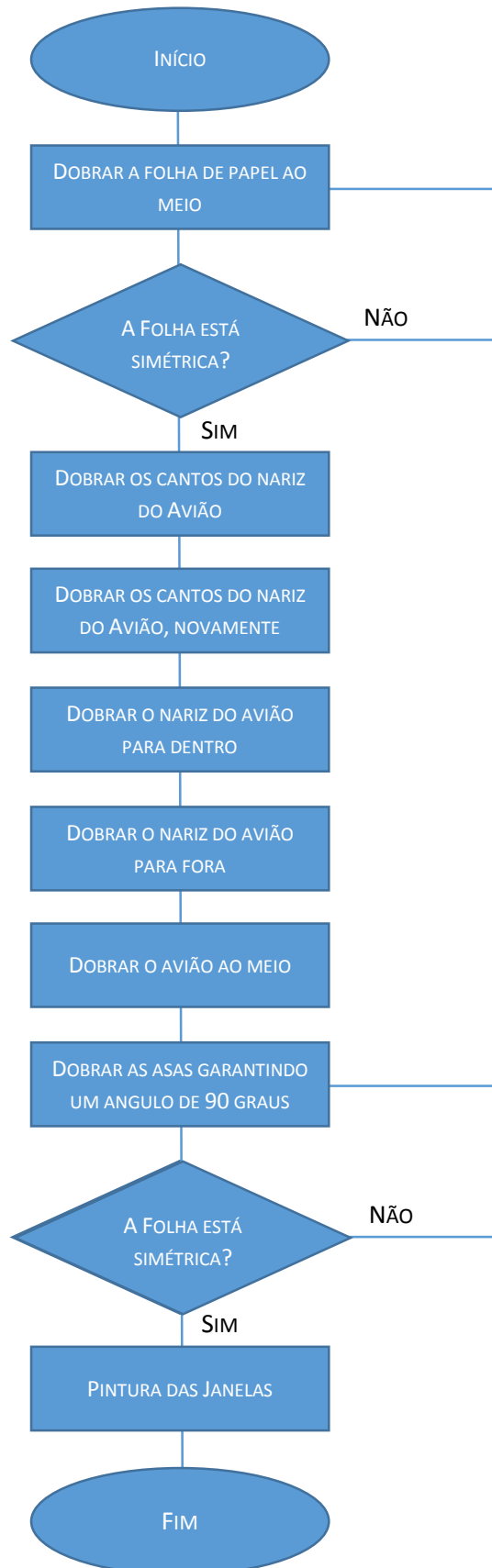
Tendo o “manual” de como produzir o nosso avião em mão, iniciamos o nosso projeto pela criação de um fluxograma (representado na próxima página) que melhor representasse as etapas que teríamos de seguir para a produção de um avião. De forma a otimizar a produção do avião, o grupo, começando com um brainstorming, iniciou a produção do ferramental. Dai surgiu o nosso primeiro gabarito de pintura das janelas das asas (*ver anexo 1*).

Seguidamente, e já com um plano de produção para seguir, decidimos distribuir os postos de trabalho pelos funcionários. Para isso cada elemento executou cada uma das fases de produção individualmente cronometrando o tempo que demorou a concluir cada processo. Não nos interessava, propriamente, colocar a pessoa mais rápida em cada posto mas sim equilibrar os postos todos de forma a não existirem tempos mortos nem estrangulamentos (bottlenecks) onde houvesse acumulação de inventário. Assim chegamos à primeira divisão dos postos (representado na tabela seguinte):

FÁBIO DIAS	INÊS CID	TIAGO JESUS	ZÉ ENTRUDO
Responsável pelo Posto 1 & Posto 2	Responsável pelo Posto 3 & Posto 4	Responsável pelo Posto 5 & Posto 6 & Posto 7	Responsável pelo Posto 8

Com os postos divididos e a linha parcialmente planeada, partimos para o cálculo do TAKT-TIME e para a primeira produção de um avião sem pausas.

2.2. FLUXOGRAMA INICIAL



Informações

TAKT-TIME = 30s

Informação sobre os postos

Posto 1: Dobrar a folha de papel ao meio

Posto 2: Dobrar os cantos do nariz do avião

Posto 3: Dobrar os cantos do nariz do avião, novamente

Posto 4: Dobrar o nariz do avião para dentro

Posto 5: Dobrar o nariz do avião para fora

Posto 6: Dobrar o avião ao meio

Posto 7: Dobrar as asas garantindo um ângulo de 90 graus

Posto 8: Pintar as Janelas

Nota:

Foi criado e utilizado um gabarito para pintar as janelas (Posto 8)

2.3. DADOS

2.3.1. ANÁLISE INDIVIDUAL DO TRABALHADOR

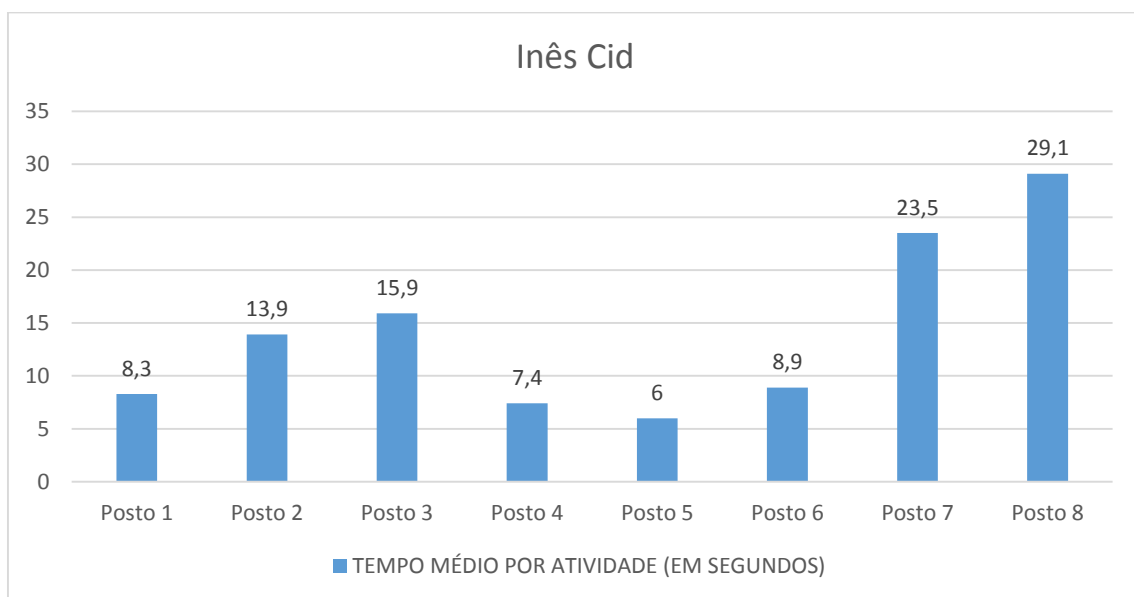
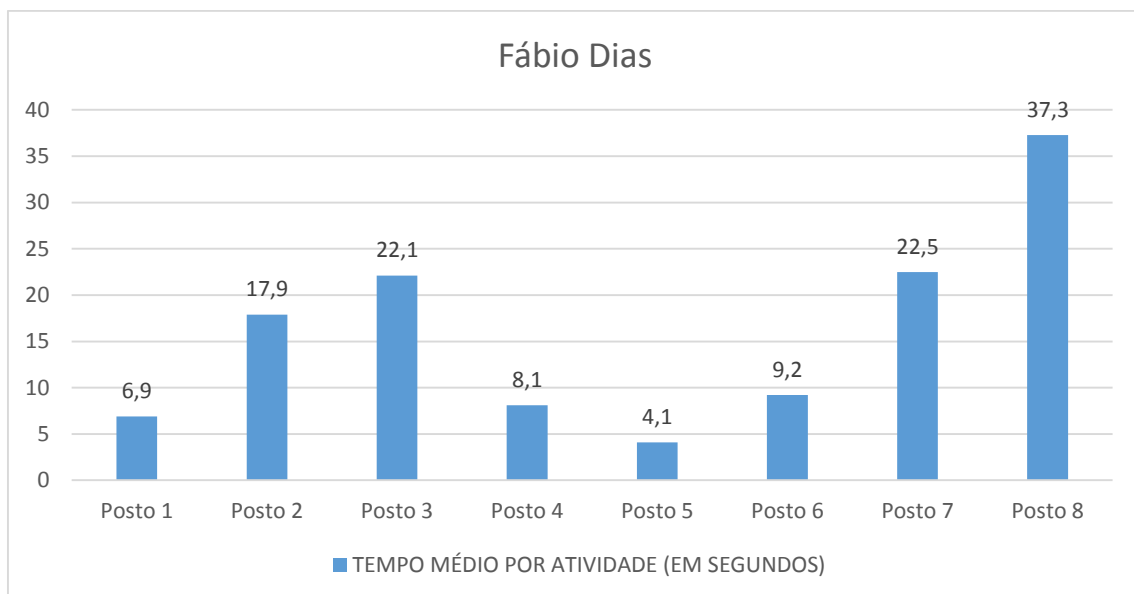
FÁBIO DIAS		
NÚMERO DO POSTO (CADA POSTO CORRESPONDE A UMA ATIVIDADE DO FLUXOGRAMA)	TEMPO MÉDIO POR ATIVIDADE (EM SEGUNDOS)	NÃO CONFORMIDADE (VALOR EM %)
POSTO 1	6,9	0
POSTO 2	17,9	33,3
POSTO 3	22,1	66,6
POSTO 4	8,1	33,3
POSTO 5	4,1	33,3
POSTO 6	9,2	33,3
POSTO 7	22,5	33,3
POSTO 8	37,3	33,3

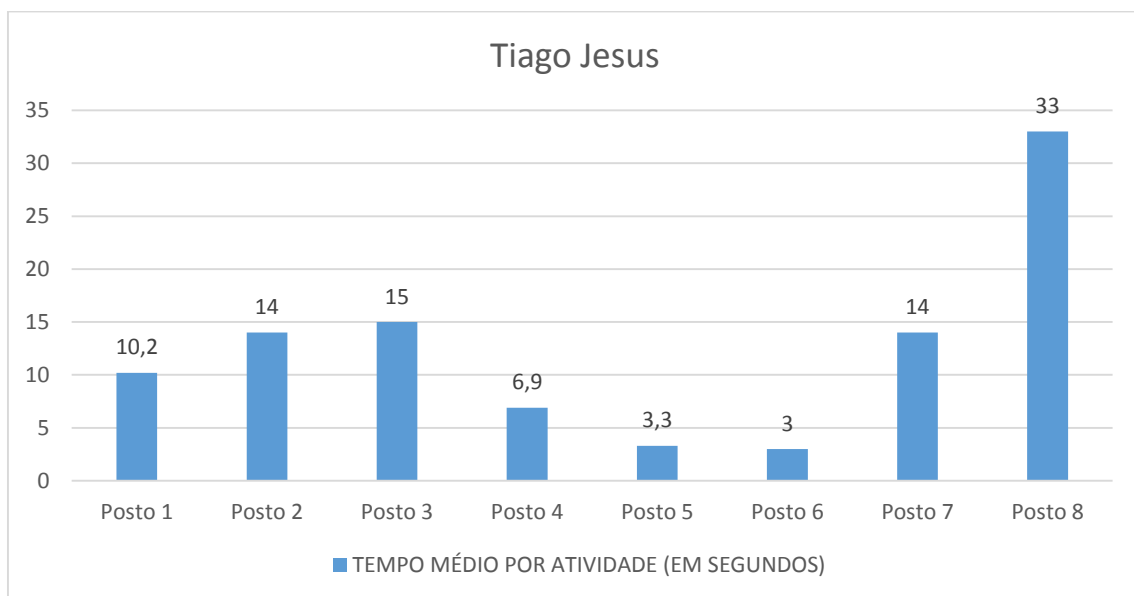
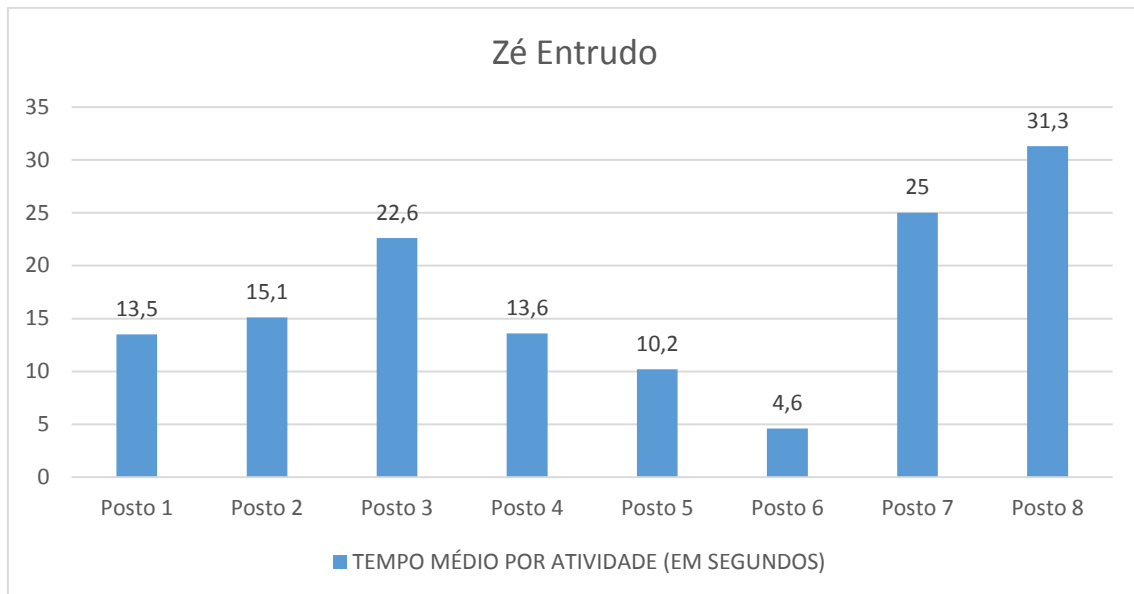
INÊS CID		
NÚMERO DO POSTO (CADA POSTO CORRESPONDE A UMA ATIVIDADE DO FLUXOGRAMA)	TEMPO MÉDIO POR ATIVIDADE (EM SEGUNDOS)	NÃO CONFORMIDADE (VALOR EM %)
POSTO 1	8,3	0
POSTO 2	13,9	0
POSTO 3	15,9	0
POSTO 4	7,4	66,6
POSTO 5	6,0	0
POSTO 6	8,9	33,3
POSTO 7	23,5	33,3
POSTO 8	29,1	33,3

ZÉ ENTRUDO		
NÚMERO DO POSTO (CADA POSTO CORRESPONDE A UMA ATIVIDADE DO FLUXOGRAMA)	TEMPO MÉDIO POR ATIVIDADE (EM SEGUNDOS)	NÃO CONFORMIDADE (VALOR EM %)
POSTO 1	13,5	0
POSTO 2	15,1	33,3
POSTO 3	22,6	33,3
POSTO 4	13,6	0
POSTO 5	10,2	66,6
POSTO 6	4,6	33,3
POSTO 7	25,0	0
POSTO 8	31,3	0

TIAGO JESUS		
NÚMERO DO POSTO (CADA POSTO CORRESPONDE A UMA ATIVIDADE DO FLUXOGRAMA)	TEMPO MÉDIO POR ATIVIDADE (EM SEGUNDOS)	NÃO CONFORMIDADE (VALOR EM %)
POSTO 1	10,2	0
POSTO 2	14,0	0
POSTO 3	15,0	0
POSTO 4	6,9	0
POSTO 5	3,3	0
POSTO 6	3,0	0
POSTO 7	14,0	0
POSTO 8	33,0	33,3

2.3.2. GRÁFICO DE TEMPO MÉDIO POR POSTO





2.3.3. CÁLCULO DO TAKT-TIME

$$Takt - Time = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível}}{\text{Volume de Produção diária}} \left(\frac{s}{\text{Unidade}} \right)$$

$$Takt - Time = \frac{600}{20} = 30 \text{ (}^s\text{/Unidade)}$$

3. MELHORIA DA LINHA DE PRODUÇÃO

3.1. ABORDAGEM

Com a primeira produção de um avião identificamos diversas falhas na nossa linha.

Primeiramente, verificamos que o primeiro passo deveria ser a pintura das janelas pois, a colocação do gabarito para a pintura com a dobragem do avião concluída era difícil e levava a uma elevada taxa de não conformidades. Esta mudança levou a um aperfeiçoamento do nosso gabarito (*ver anexo 2*) e à criação de um novo fluxograma.

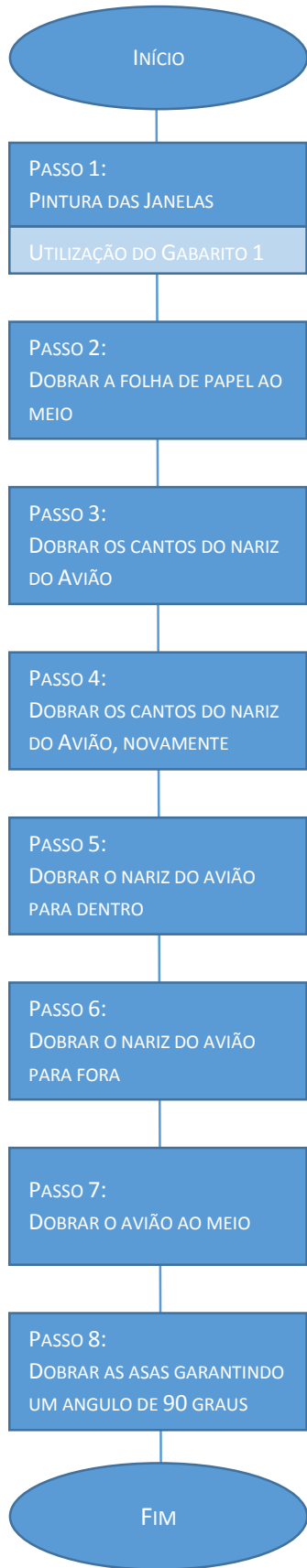
Seguidamente retirámos as paragens associadas à verificação das conformidades e refinámos a nossa técnica de dobragem. Cronometrámos os tempos de ciclo e verificámos os tempos de valor não acrescentado. Através de diversos ensaios tentámos reduzir os tempos de valor não acrescentado ao mínimo e tentámos igualar todos os tempos de ciclo ao mesmo tempo que diminuíamos os mesmos.

Trocámos o lápis, que utilizámos para pintar as janelas, por um marcador. Esta alteração permitiu uma diminuição do tempo da pintura e uma melhoria da uniformidade da cor melhorando, assim, a taxa de qualidade.

Elaborámos o **Mapa de Fluxo de Valor** (VSM) e calculámos a Taxa de qualidade (%), Taxa de TAV (%) e os tempos de valor não acrescentado criados pela transferência do produto entre postos.

Por fim organizámos e eliminamos excessos do nosso espaço de trabalho de forma a otimizar a linha de produção e tentando reduzir tempos mortos (tempos de valor não acrescentado).

3.2. FLUXOGRAMA FINAL



Informações

Lead Time (T/P) = 74s

TAKT-TIME = 30s

Posto de Trabalho 1

Funcionário: Zé Entrudo

Cicle Time (C/T) = 15s

Passo 1

Posto de Trabalho 2

Funcionário: Fábio Dias

Cicle Time (C/T) = 14s

Passo 2 & Passo 3

Posto de Trabalho 3

Funcionário: Inês Cid

Cicle Time (C/T) = 15s

Passo 4 & Passo 5

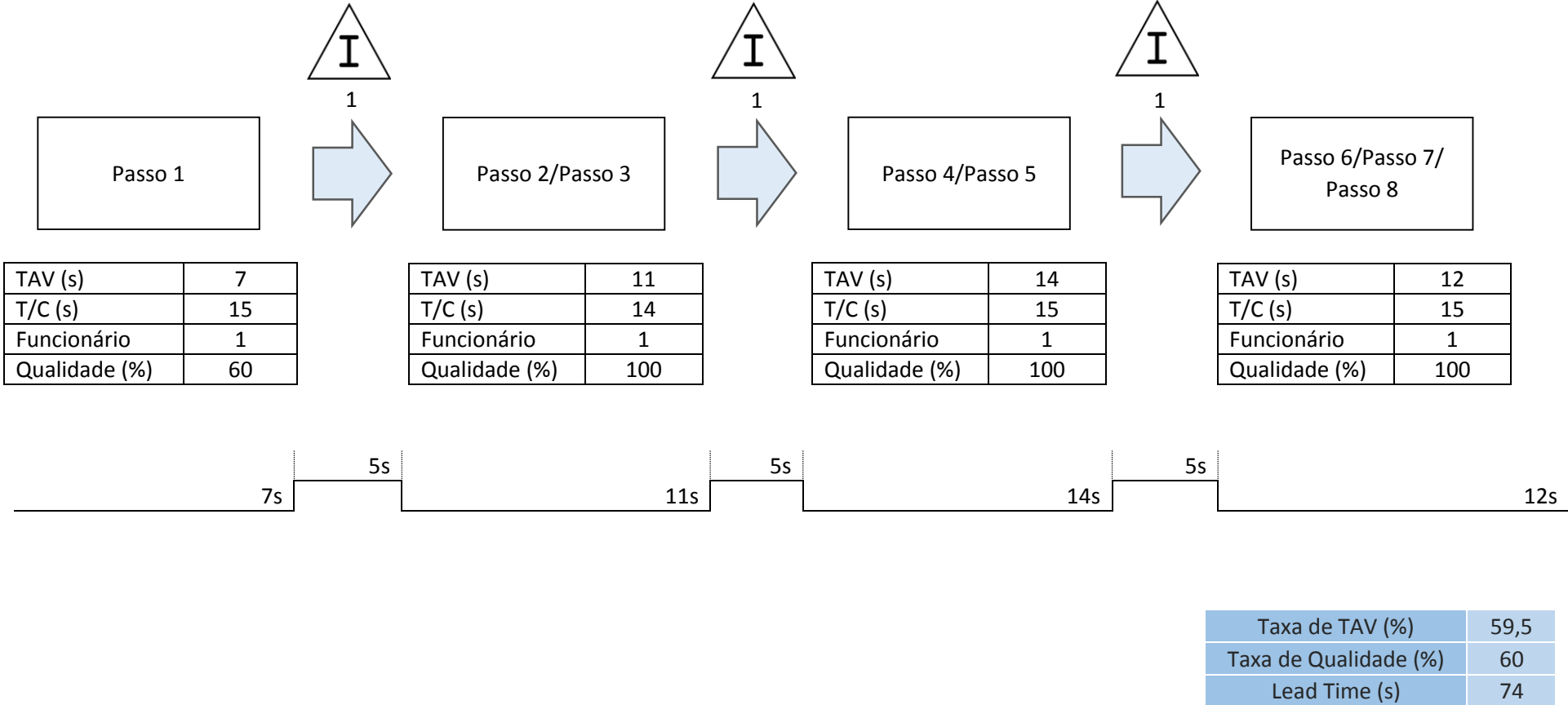
Posto de Trabalho 4

Funcionário: Tiago Jesus

Cicle Time (C/T) = 15s

Passo 6 & Passo 7 & Passo 8

3.3. VSM (MAPA DE FLUXO DE VALOR)



3.4. DADOS

3.4.1. CONTROLO DE QUALIDADE

Avião	Janelas		Asas		Defeitos na operação
	Tolerâncias	Pintura	Largura	Planicidade	
1	-	-	-	-	
2	-	X	-	-	Operação 1
3	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	
12	X	-	-	-	Operação 1
13	X	-	-	-	Operação 1
14	X	-	-	-	Operação 1
15	X	-	-	-	Operação 1
16	X	-	-	-	Operação 1
17	-	-	-	-	
18	X	-	-	-	Operação 1
19	X	-	-	-	Operação 1
20	-	-	-	-	

Taxa de Qualidade	65%	95%	100%	100%	
-------------------	-----	-----	------	------	--

NOTA:

$$Taxa\ de\ Qualidade = \frac{N^{\circ}\ de\ Conformidades}{N^{\circ}\ de\ Amostras} \times 100\ (\%)$$

3.4.2. TAXA DA QUALIDADE

LINHA DE MONTAGEM DE AVIÕES DE PAPEL - TESTE	
Nº DE AMOSTRAS	Nº DE CONFORMIDADES
20	12

$$Taxa\ de\ Qualidade = \frac{N^{\circ}\ de\ Conformidades}{N^{\circ}\ de\ Amostras} \times 100$$

$$Taxa\ de\ Qualidade = \frac{12}{20} \times 100 = 60\ (\%)$$

3.4.3. TAXA DE TAV

$$Taxa\ de\ TAV = \frac{\sum TAV}{Lead\ Time} \times 100$$

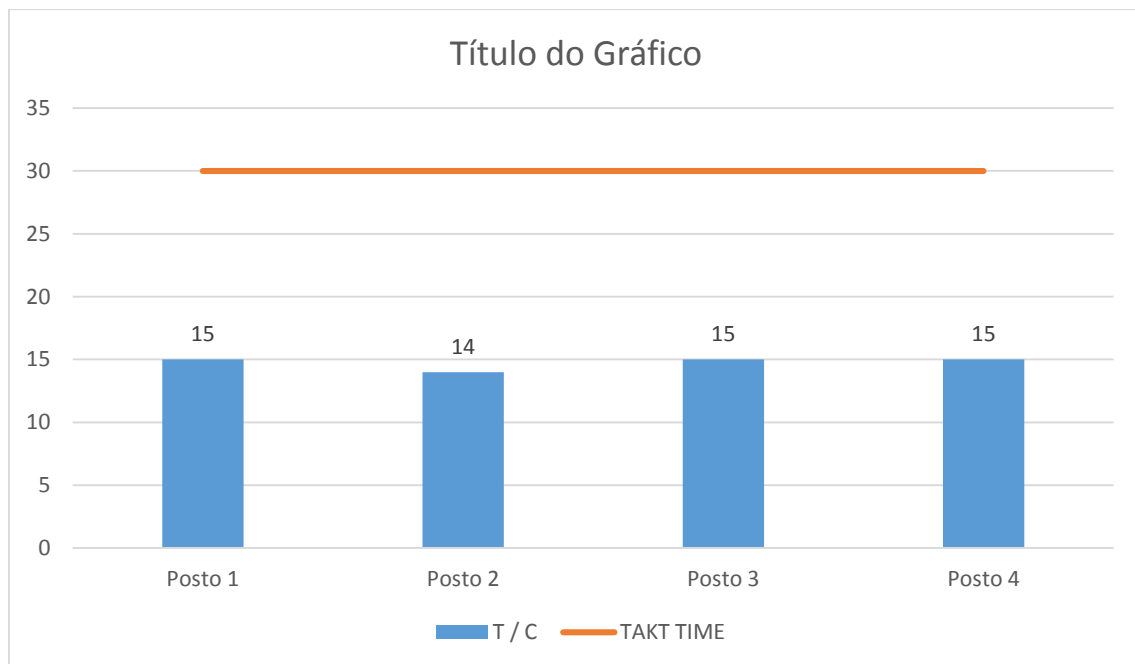
$$Taxa\ de\ TAV = \frac{7 + 11 + 14 + 12}{74} \times 100 = 59,5\ \%$$

3.4.4. TEMPOS DE VALOR NÃO ACRESCENTADO ENTRE POSTOS DE TRABALHO

$$Tempos\ de\ Valor\ Não\ Acrescentado\ entre\ Postos = \frac{Lead\ Time - \sum Tempos\ de\ Ciclo}{N^{\circ}\ de\ Passagens\ entre\ postos}$$

$$Tempos\ de\ Valor\ Não\ Acrescentado\ entre\ Postos = \frac{74 - (15 + 14 + 15 + 15)}{3} = 5\ s$$

3.4.5. GRÁFICO DOS TEMPOS DE CICLO+TAKT TIME



4. CONCLUSÃO

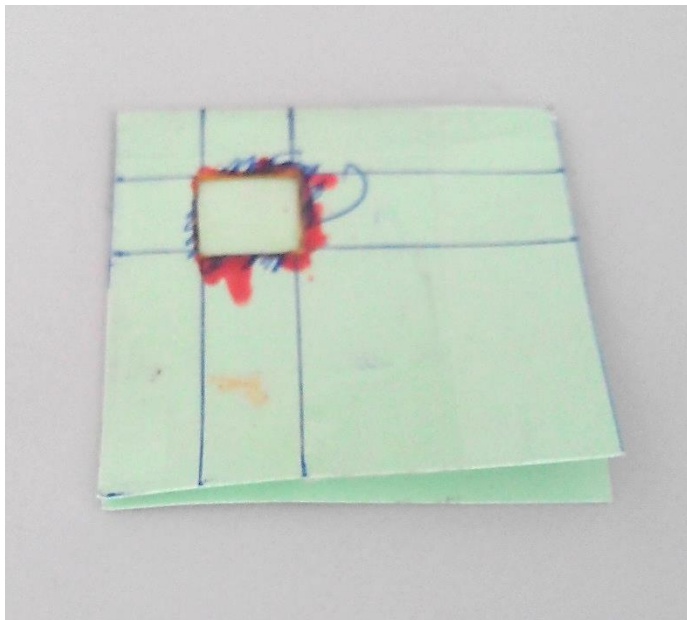
Com este trabalho tentámos por em prática os conceitos introduzidos em aula e, com isso, perceber melhor a filosofia LEAN. Assim acabamos por conseguir evoluir uma linha de produção com uma taxa de qualidade baixa e que dificilmente conseguiria atingir os requisitos do trabalho em uma linha que, tentando eliminar desperdícios, conseguiu passar muito acima das nossas expectativas acabando por finalizar o trabalho com 20 aviões feitos em 8 minutos e 22 segundos e com uma taxa de qualidade de 60%. Porém ultrapassar as expectativas não significa que a linha fosse perfeita nem que não houvesse espaço para a evolução. Todos os elementos do grupo acabaram com a mesma opinião: “dá para fazer melhor”. Assim, como aprendemos nas aulas, há sempre espaço para a melhoria contínua, há sempre espaço para um novo gabarito e/ou para um novo método. O nosso objetivo é e sempre será 20 aviões feitos no menor tempo possível com uma taxa de qualidade de 100%.

Concluímos, porém, que melhorar uma linha de produção não é um trabalho fácil e envolve imensa capacidade de observação e concentração, criatividade e organização. LEAN não é apenas mais uma ferramenta, mas sim uma necessidade no mundo atual, que não é apenas aplicável ao mundo industrial mas também às nossas vidas pessoais.

Como nota gostaríamos de explicar a inexistência de uma avaliação de falhas usando o gráfico de Pareto. 100% das nossas falhas eram no posto da pintura logo solucionando esse problema estaríamos a solucionar todos os problemas da nossa linha.

5. ANEXOS

ANEXO 1 – Protótipo do Gabarito



ANEXO 2 – Gabarito nº1

