

## “Melhoria do Processo Produtivo”

---

**Dissertação para obtenção do grau de  
MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA, RAMO GESTÃO  
INDUSTRIAL**

Autor:

Messias Emanuel Costa Gomes, N.º1060577

Orientador:

Professor Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes

*ISEP, 15 de outubro de 2012*



**Título:** “Melhoria do Processo Produtivo”

## Resumo

A dissertação descreve o levantamento e otimização do processo de fabrico de uma peça plástica para um automóvel. A otimização deste processo produtivo tem em vista a rentabilização de recursos humanos, a redução de custos associados e a redução de atividades ao longo do processo, tais como armazenamento de produto semiacabado, uma vez que este deixa de existir, a eliminação de fluxos logísticos e a eliminação do posto de montagem de componentes desta peça.

A metodologia utilizada neste projeto centra-se na aplicação de ferramentas que permitem a análise e melhoria de processos produtivos, tais como o diagrama de processo, o diagrama spaghetti, o PDCA, a cronometragem dos tempos por tarefa e a aplicação de uma heurística para o balanceamento do futuro posto de trabalho da peça em estudo.

O diagrama de processo, o diagrama de spaghetti e a cronometragem dos tempos por tarefas mostraram o estado atual do processo produtivo. Da análise do atual estado verifica-se que existe muito desperdício de mão-de-obra nas duas estações de trabalho, injeção e montagem.

A eliminação do posto de trabalho exclusivo para montagem e junção dos processos de injeção e montagem no mesmo posto de trabalho, com a aplicação de uma heurística para balanceamento do novo posto de trabalho, demonstra que os ganhos são muito significativos. A aplicação do ciclo PDCA, na base da qual está a elaboração de um plano de ações, tornará esta mudança possível e bem-sucedida.

A intenção deste projeto é demonstrar que o estado atual pode sempre ser melhorado se se usarem as ferramentas corretas para análise e proposta de melhorias que trarão ganhos à empresa a curto prazo. Usando esta sugestão, a empresa poderá dar início a um novo ciclo em que o espírito de melhoria esteja presente todos os dias em toda a organização.

**Palavras-Chave:** Análise de um processo produtivo. Balanceamento de um posto de Trabalho. Utilização de ferramentas Lean. Otimização.

**Title:** "Improvement of the Production Process"

## **Abstract**

This dissertation describes an approach to the optimization of the production's process of an automobile plastic part.

The optimization of this productive process intends to improve human resources' rentabilization, to reduce all related costs and activities along the process such as semi-product's stocking, which will no longer exist, and to eliminate logistic flows and the existing components' assembly workstation of the part being analyzed.

The methodology used in this project focus on the application of tools to analyze and improve productive processes, such as the process diagram, the spaghetti diagram, PDCA, tasks' time registration, and application of an heuristic to regulate occupation in the future workstation of the studied part.

The use of the process and spaghetti diagrams and the time registration tools allowed clearer information about the current status of the productive process.

The analysis of the current status reveals that there is a great amount of waste in both workstations injection and assembly on what regards workers' time occupation.

The elimination of the assembly line and the application of a heuristic to regulate occupation in the future single workstation proposed leads to elevated savings. The application of PDCA with its actions' plan allows the change to happen successfully.

The intention of the project was to show that the current status can always be improved if we use the correct tools to analyze and propose changes which will in the short term bring savings to the company. Using this suggestion, the company can start a new cycle in which the improvement spirit will be present every day in the whole of the organization.

**Keywords:** Analysis of a production's process. Regulation of a workstation. Using Lean tools. Optimization.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar o meu especial agradecimento ao meu orientador, o Professor Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes, pelos ensinamentos e disponibilidade pessoal que facilitou ao longo deste tempo.

Gostaria também de agradecer à Inplas – Indústria de Plásticos, S.A. pelo facto de ter disponibilizado algumas informações relevantes para o levantamento do processo produtivo em estudo.

Também, como não poderia deixar de ser, quero agradecer à minha família pela motivação que me deu para o fecho de mais uma etapa de formação académica.

A todos o meu muito obrigado.

# Índice

Resumo .....	3
Abstract .....	4
Agradecimentos .....	5
Índice de Figuras .....	9
Índice de Tabelas .....	10
Índice de Gráficos .....	11
Lista de Símbolos e Abreviaturas.....	12
1. Introdução.....	13
1.1. Enquadramento .....	13
1.2. Objetivo e metodologia da dissertação .....	13
1.2.1. Recolha de informação .....	13
1.2.2. Trabalho in loco.....	14
1.2.3. Análise dos resultados .....	14
1.3. Organização da Dissertação.....	14
1.3.1. Capítulo 1 – Introdução .....	14
1.3.2. Capítulo 2 – Apresentação da empresa .....	14
1.3.3. Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica.....	15
1.3.4. Capítulo 4 – Desenvolvimento.....	15
1.3.5. Capítulo 5 – Conclusões .....	15
1.3.6. Capítulo 6 – Desenvolvimentos Futuros.....	15
2. Apresentação da Empresa .....	16
2.1. Introdução .....	16
2.2. Estrutura.....	21
2.3. Produtos e Clientes .....	21
3. Revisão Bibliográfica .....	25
3.1. O Ciclo PDCA.....	25
3.2. Diagrama de Processo .....	28

3.3.	Diagrama Spaghetti .....	29
3.4.	Estudo dos Tempos por Cronometragem .....	30
3.5.	Heurística de Balanceamento de Postos de Trabalho .....	32
4.	Desenvolvimento .....	34
4.1.	Apresentação do Produto em Estudo .....	34
4.2.	Apresentação do Processo de Fabrico do Produto em Estudo .....	36
4.2.1.	Operação de transformação com controlo de qualidade número 1 “Injecção de Peças Plásticas”:	39
4.2.1.1.	Descrição detalhada das tarefas.....	39
4.2.1.2.	Diagrama Spaghetti do posto de trabalho.....	41
4.2.1.3.	Quantificação dos tempos por tarefa .....	42
4.2.1.4.	Custos operacionais .....	44
4.2.2.	Operação de transformação com controlo de qualidade número 2, “montagem final das peças” .....	46
4.2.2.1.	Descrição detalhada das tarefas.....	46
4.2.2.2.	Diagrama Spaghetti do posto de trabalho.....	47
4.2.2.3.	Quantificação dos tempos por tarefa .....	48
4.2.2.4.	Custos operacionais .....	49
4.3.	Proposta de Alterações que Visam à Melhoria .....	51
4.3.1.	Definição do futuro posto de trabalho da injecção.....	56
4.3.1.1.	Descrição detalhada das tarefas.....	57
4.3.1.2.	Layout e diagrama spaghetti.....	59
4.3.1.3.	Custos operacionais .....	60
4.3.1.4.	Apresentação do diagrama de processo ou encadeamento .....	61
4.4.	Validação das Propostas de Alterações.....	63
5.	Conclusões.....	69
6.	Desenvolvimentos Futuros .....	70
	Bibliografia e Outras Fontes de Informação .....	71
	Anexo A: Gama de fabrico do processo de injeção.....	73
	Anexo B: Gama de fabrico do processo de montagem. ....	80

Anexo C: Orçamento para a construção de duas bases rotativas..... 86

## Índice de Figuras

Figura 1 – Tecnologias usadas na Inplas, S.A. ....	16
Figura 2 – Mapa Mundo "Localização Grupo Simoldes". ....	21
Figura 3 – Organograma da Inplas, S.A. ....	21
Figura 4 – Pilares e Painéis Interiores. ....	22
Figura 5 – Painéis de Porta. ....	22
Figura 6 – Painel de Instrumentos e Consolas. ....	23
Figura 7 – Peças Plásticas para Assentos. ....	23
Figura 8 – Peças Exteriores. ....	24
Figura 9 – Ciclo de W. Shewhart (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)). ....	25
Figura 10 – Ciclo de Deming (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)). ....	26
Figura 11 – Ciclo PDCA (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)). ....	26
Figura 12 – Apresentação do produto em estudo. ....	34
Figura 13 – Desenho explodido do produto em estudo. ....	35
Figura 14 – Notação simbólica das atividades de um diagrama de processo (fonte: adaptado de (Ishiwata, 1991)). ....	36
Figura 15 – Diagrama de Processo do Revestimento Montante B Exterior. ....	37
Figura 16 – Diagrama Spaghetti do posto de trabalho da injeção. ....	41
Figura 17 – Diagrama Spaghetti do posto de trabalho da montagem. ....	47
Figura 18 – Representação gráfica das tarefas e respetivas precedências. ....	54
Figura 19 – Layout e diagrama spaghetti do posto de trabalho da injeção proposto. ..	59
Figura 20 – Diagrama de Processo ou Encadeamento do Revestimento Montante B Exterior (Estado Futuro). ....	62

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Relação entre o ciclo de Deming e o ciclo PDCA (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)).....	26
Tabela 2 – BOM "Revestimento Montante B Exterior Esquerdo". .....	35
Tabela 3 – BOM "Revestimento Montante B Exterior Direito". .....	35
Tabela 4 – Descrição detalhada das tarefas do posto de trabalho da injeção.....	40
Tabela 5 – Quantificação dos movimentos, distância e frequência do posto de trabalho da injeção.....	41
Tabela 6 – Quantificação dos tempos por tarefa na injeção das peças (em segundos). .....	43
Tabela 7 – Descrição detalhada das tarefas no posto de trabalho da montagem. ....	47
Tabela 8 – Quantificação dos movimentos, distância e frequência, do posto de trabalho da montagem.....	48
Tabela 9 – Quantificação dos tempos por tarefa na montagem das peças (em segundos). .....	48
Tabela 10 – Identificação detalhada das tarefas a serem executadas no posto de trabalho proposto. ....	53
Tabela 11 – Tempo das tarefas por ordem decrescente do tempo de duração da tarefa.....	55
Tabela 12 – Definição das estações com aplicação da heurística para o processo proposto.....	56
Tabela 13 – Descrição detalhada das tarefas para o posto de trabalho da injeção proposto.....	58
Tabela 14 – Apoio ao diagrama spaghetti do posto de trabalho da injeção proposto..	59
Tabela 15 – Apresentação das ações a implementar (PDCA). .....	66
Tabela 16 – Apresentação dos custos com mão-de-obra (atual e proposto).....	67

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Volume de Negócios da Inplas, S.A.....	17
Gráfico 2 – Análise de tempos no processo de injeção (estado atual). ....	45
Gráfico 3 – Análise de tempos no processo de montagem (estado atual).....	50
Gráfico 4 – Análise de tempos no processo de injeção proposto. ....	60

## Lista de Símbolos e Abreviaturas

**SOP** – Start of Production (arranque da produção série);

**EOP** – End of Production (fim da produção série);

**BOM** – Bill of Material (lista de materiais);

**TC** – Tempo de Ciclo;

**NOK** – Não OK;

**N.º** - Número;

**Op** – Operador(es);

**Máq** – Máquina;

**Inj** – Injeção;

**PR** – Performance Rate (fator de ritmo);

**NT** – Normal Time (tempo normal);

**PDCA** – Plan, Do, Check, Act (Planear, Fazer, Verificar, Actuar)

# 1. Introdução

## 1.1. *Enquadramento*

Hoje mais do que nunca as empresas têm de oferecer o seu produto ou serviço ao valor mais económico possível. O fator concorrência e a ameaça da mão-de-obra de baixo custo em países como a China, por exemplo, fazem com que as empresas tenham de aumentar a sua eficiência por forma a manter o seu produto atrativo.

É a pensar no futuro e no sucesso da Inplas que se considera que a cultura e o focus para a melhoria dos processos produtivos tem de estar presente em toda a organização.

Como ponto de partida, a elaboração deste projeto visa a apresentação de um método de análise e melhoria do processo produtivo de uma peça plástica para a conhecida marca SEAT, modelo Ibiza. Trata-se de uma peça exterior em plástico de nome “Revestimento Montante B Exterior” em alto brilho. Alto Brilho porque a peça é brilhante parecendo um espelho, tal como a cavidade do molde que é construída num aço especial de alto polimento.

A escolha deste processo de entre os 452 existentes na organização baseou-se no facto de que é até hoje o primeiro projeto da Inplas (e de todo o Grupo Simoldes) com uma peça em alto brilho, e pela óbvia falta de experiência com este tipo de produto.

## 1.2. *Objetivo e metodologia da dissertação*

Na tentativa de criar um método de análise e melhoria de processos produtivos de uma empresa de injeção de plástico que trabalha exclusivamente para o ramo automóvel recorrendo a ferramentas já existentes, esta dissertação tem como objetivo a análise e melhoria de um processo produtivo de um produto que está em produção série desde fevereiro de 2012.

Como metodologia de trabalho, foram seguidos os seguintes passos:

### 1.2.1. *Recolha de informação*

A pesquisa literária foi o ponto de partida para a realização deste projeto. A leitura de livros e artigos científicos deu a conhecer as várias ferramentas usadas para realizar o

levantamento do estado atual de um processo e sugerir a melhoria de processos produtivos e/ ou serviços.

### **1.2.2. Trabalho in loco**

Nesta fase procedeu-se ao levantamento de todo o processo produtivo. A começar pela análise dos fluxos dos materiais, seguidamente a análise do posto de trabalho da injeção e do posto de trabalho da montagem. Na análise dos postos de trabalho foi feito o levantamento de todas as tarefas executadas pelos operadores e respetivos tempos de execução. Foram também traçadas as movimentações de todos os operadores.

### **1.2.3. Análise dos resultados**

Ao longo da dissertação é apresentada a análise dos custos operacionais dos processos de injeção e montagem. Com a apresentação do plano de melhoria calculam-se também os ganhos que seriam obtidos com o processo de fabrico proposto.

## **1.3. Organização da Dissertação**

A dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, podendo dividir-se em quatro fases: introdução e apresentação da empresa – capítulo 1 e 2; revisão bibliográfica – capítulo 3; desenvolvimento do projeto – capítulo 4; apresentação das conclusões e desenvolvimentos futuros – capítulo 5 e 6.

### **1.3.1. Capítulo 1 – Introdução**

Os objetivos, a justificação e a organização desta dissertação são apresentados neste capítulo.

### **1.3.2. Capítulo 2 – Apresentação da empresa**

Na apresentação da Inplas é feita a descrição da sua organização, bem como uma resenha histórica do Grupo Simoldes. É apresentada a estrutura da empresa, constituída por uma direção e nove departamentos. São apresentados alguns dos produtos feitos dentro de portas e respetivos clientes.

### **1.3.3. Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica**

Na revisão bibliográfica é feito um enquadramento geral sobre as ferramentas utilizadas nesta dissertação para análise e melhoria de processos produtivos. São também apresentados trabalhos científicos que utilizaram estas ferramentas.

### **1.3.4. Capítulo 4 – Desenvolvimento**

Este é o capítulo mais extenso, que pode ser dividido em quatro fases:

- Apresentação do produto em estudo;
- Apresentação do processo de fabrico do produto em estudo;
- Apresentação das propostas de alterações que visam a melhoria do processo produtivo;
- Apresentação do modo como as propostas de alterações são validadas;

A informação apresentada neste capítulo para cada uma destas fases é muito detalhada.

### **1.3.5. Capítulo 5 – Conclusões**

Neste capítulo é onde se apresenta as conclusões deste projeto e onde também é feita uma reflexão sobre as principais vantagens e o valor acrescentado que esta dissertação pode representar para a organização.

### **1.3.6. Capítulo 6 – Desenvolvimentos Futuros**

A apresentação de trabalhos futuros é feita neste capítulo. É salientado o facto da necessidade futura da implementação de novas ações para correção de problemas que possam surgir aquando da implementação do plano de melhorias.

## 2. Apresentação da Empresa

### 2.1. Introdução

A INPLAS – INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS, S.A. é uma empresa do Grupo SIMOLDES que produz componentes plásticos para o ramo automóvel e está situada em Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro.

A empresa tem um parque de 40 máquinas de injeção de plástico de entre 110 e 1100 toneladas de força de fecho, 14 linhas de montagem e uma linha de pintura de peças plásticas.

São muitas as tecnologias existentes dentro de portas. Entre outras, destacam-se a injeção com tecido, a injeção com azoto, a injeção de dois materiais ou bi-injeção, o corte por jato de água e laser, a soldadura por ultra-sons e vibração e a pintura de peças plásticas por robot.

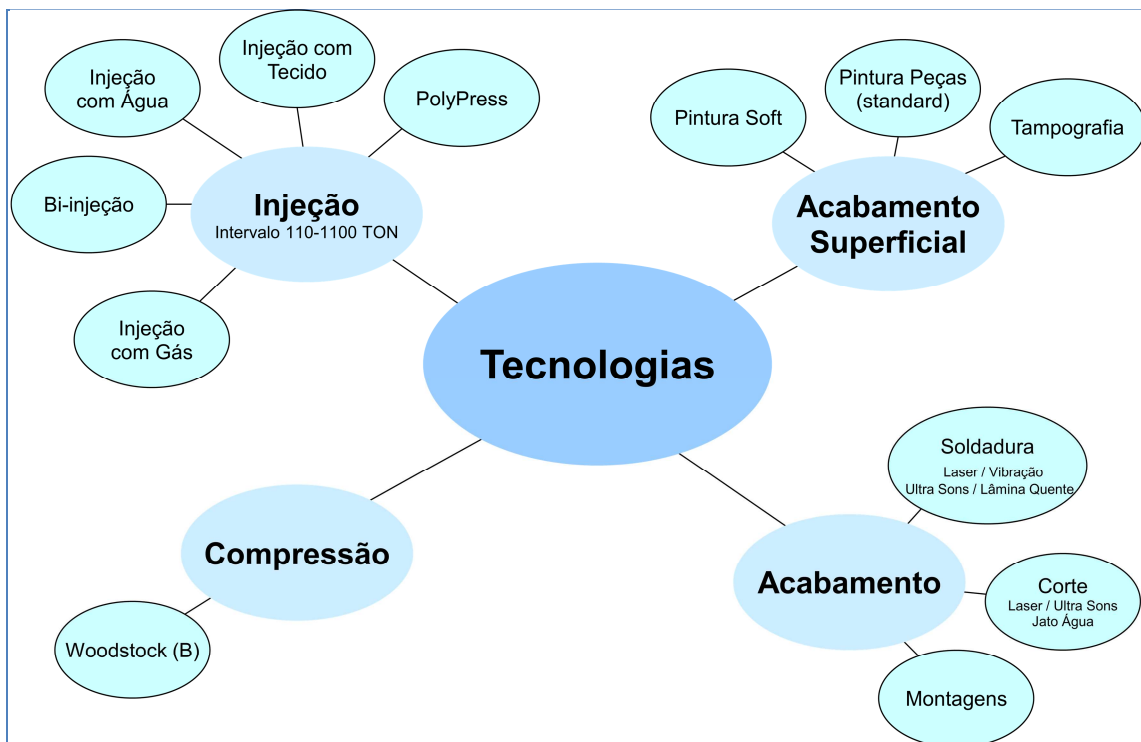


Figura 1 – Tecnologias usadas na Inplas, S.A..

A empresa conta com a colaboração de 360 funcionários e labora 24 horas por dia, 5 dias por semana, em 3 turnos rotativos.

É certificada pela norma ISOTS 16949:2009<sup>1</sup> e pela ISO 9001:2008<sup>2</sup>, normas estas que lhe possibilitam ser fornecedor da indústria automóvel.

O volume de negócio da empresa nos últimos 10 anos tem-se mantido em média nos 30 milhões de euros por ano. Isto deve-se ao facto de a empresa estar a cerca de 100% da sua carga, sem possibilidade física para aumentar.

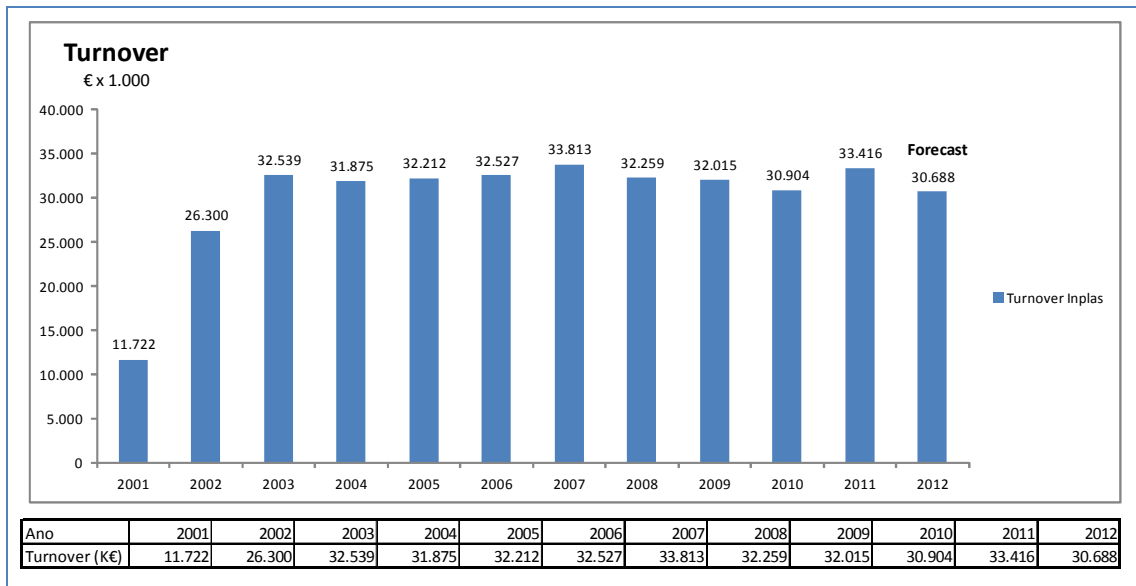


Gráfico 1 – Volume de Negócios da Inplas, S.A..

### História do Grupo Simoldes:

A primeira empresa do Grupo Simoldes foi a Simoldes Aços, uma fábrica de moldes constituída em 1959, em Oliveira de Azeméis, por Manuel da Silva Carreira (avô de António da Silva Rodrigues) e outros dois sócios, possuindo todos eles experiência de trabalho na Moldoplástico, a primeira fábrica de moldes da região. Passado um ano, um dos sócios cedeu a sua quota aos restantes, ficando Manuel da Silva Carreira a deter 67% do capital da empresa. Em 1965, o sócio de Manuel da Silva Carreira apresentou uma proposta de venda da sua quota, que foi adquirida por António da Silva Rodrigues e um tio. Passados 5 anos estes dois sócios dividiam entre si o capital social da empresa. No início da década de 80, o tio de António da Silva Rodrigues cessou a sua participação na empresa, e entraram para o capital Maria Aldina Valente e Rui Paulo Rodrigues, esposa e filho de António da Silva Rodrigues respetivamente.

<sup>1</sup> ISOTS 16949:2009: Especificação técnica ISO que visa o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade. Foi desenvolvida pelos principais fabricantes de automóveis e é baseada na ISO 9001. Aplica-se a toda a cadeia produtiva da indústria automóvel em todo o mundo.

<sup>2</sup> ISO 9001:2008: É uma norma técnica que estabelece um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão.

Ainda hoje as empresas que constituem o Grupo Simoldes são detidas, por via direta ou indireta, por estes três sócios, sendo António da Silva Rodrigues o sócio maioritário.

A Simoldes Aços começou por fabricar moldes para os sectores de utilidades domésticas, brinquedos e eletrodomésticos. Ao longo dos anos foi alargando a sua atividade para os sectores da construção civil, embalagem, eletrónica e telecomunicações, e em meados da década de 60 exportava já para os EUA, Alemanha, Finlândia, Espanha, Holanda e Suécia.

No princípio dos anos 70 começou a fornecer moldes para empresas de injeção de plásticos que, por sua vez, forneciam a indústria automóvel. Portanto, nesta época a Simoldes Aços fornecia indiretamente empresas da indústria automóvel, consideradas como um dos clientes mais exigentes da indústria de moldes, especialmente numa época em que a indústria de brinquedos e de utilidades domésticas era dos principais clientes de moldes fabricados em Portugal.

No início da década de 80, António da Silva Rodrigues decidiu iniciar a atividade de injeção de plásticos, visando aproveitar as sinergias existentes com o fabrico de moldes e fornecer peças às indústrias que fabricavam produtos com componentes plásticos. Para tal foi constituída em 1981, em Oliveira de Azeméis, a Simoldes Plásticos. O bom desempenho da empresa junto de vários clientes da indústria automóvel valeu-lhe o reconhecimento destes e o convite para a participação em diversos projetos. O desenvolvimento destes projetos levou a sucessivos investimentos na capacidade produtiva da Simoldes Plásticos, bem como na capacidade de distribuição. Desde 1989 a empresa utiliza uma plataforma logística no exterior que funciona como armazém avançado das peças plásticas a entregar nos diversos clientes.

O dinamismo das relações com clientes multinacionais da indústria automóvel esteve na base da constituição de várias novas empresas, tanto na área dos moldes como na da injeção de plásticos, no início da década de 90.

Em 1991 foi constituída a MDA, Moldes de Azeméis, Lda., dedicada ao fabrico de moldes de alto porte (acima de 30 toneladas e até 100 toneladas). Tratou-se de um investimento elevado numa área onde apenas existiam cerca de 10 concorrentes na Europa.

Dois anos depois foi constituída a IMA, Indústria de Moldes de Azeméis, Lda.

Este investimento na constituição de novas unidades industriais de moldes explica-se por não existirem economias de escala no fabrico de produtos únicos, e por haver uma dimensão crítica a partir da qual se verificam dificuldades no planeamento e controlo

do processo produtivo que assegurem o estrito cumprimento dos requisitos de qualidade e dos prazos.

Apesar de existirem economias de escala no negócio de injeção, a partir de uma determinada dimensão, o Grupo optou pela constituição de novas empresas por considerar que daí decorriam vantagens de especialização e controlo da produção. O número de trabalhadores não diretamente produtivos nas novas unidades era reduzido ao mínimo, através do recurso à estrutura de suporte disponível na Simoldes Plásticos.

Em 1993 foi constituída a **Inplas - Indústria de Plásticos, S.A.** E no mesmo ano foi aberto o primeiro gabinete técnico-comercial (“antena”) do Grupo, na região de Paris. Este gabinete, dependente da Simoldes Plásticos, visa acompanhar os projetos em carteira e emergentes, tanto no plano comercial como no de desenvolvimento.

Em 1994, foi constituída a MPA, Lda., uma empresa que está atualmente inativa. E em 1995, a Plastaze - Plásticos de Azeméis, S.A..

Até então todas as empresas do Grupo Simoldes se encontravam localizadas num raio de 2km e a grande maioria na mesma rua da Zona Industrial de Oliveira de Azeméis. Na segunda metade da década de 90 iniciou-se uma nova fase no crescimento do Grupo Simoldes, com a constituição, em 1996, da primeira filial produtiva no estrangeiro: a Simoldes Plásticos Indústria, uma empresa da área da injeção de plásticos instalada no Brasil. Em 1997 é constituída a Simoldes Plásticos Brasil, próximo de fábricas de vários construtores automóveis. No ano seguinte é constituída a Simoldes Aços Brasil e a Simoldes Plásticos France. Já em 2004 abre a Simoldes Plásticos Polónia. Em todos estes casos o Grupo Simoldes visa aproximar a produção dos clientes.

Para fazer face ao mercado e conseguir baixar o preço dos seus produtos, em 1998 é constituída a Poliaze, uma empresa de reciclagem de matéria-prima.

Os investimentos prosseguem em 1999 e 2000. Na área dos moldes foram instalados vários gabinetes técnico-comerciais junto dos clientes da indústria automóvel (dois em França, um no Reino Unido, três na Alemanha e um na Suécia), com vista a prestar assistência ao cliente no desenvolvimento de projetos e responder rapidamente a questões, para que o cliente sinta a proximidade do fornecedor.

Em Oliveira de Azeméis foram ainda constituídas a IGM, Indústria Global de Moldes, SA e a Ulmolde, Lda., e foi adquirida a Mecamolde, Lda. Estes investimentos recentes na constituição de novas fábricas de moldes resultaram de um crescente número de projetos com elevado número de moldes de diferentes dimensões.

Na área da injeção de plásticos foram constituídas em 2001 duas novas filiais, a Simoldes Plásticos Deutschland e a Simoldes Plásticos España, que ainda não estão em laboração.

O Grupo justifica a opção pelo crescimento interno relativamente à subcontratação devido ao facto de esta exigir um investimento no reforço da capacidade interna de acompanhamento das empresas subcontratadas, associada à crescente dificuldade em encontrar empresas capazes de assegurar a qualidade exigida por clientes da indústria automóvel. Fundamental para o Grupo Simoldes é o relacionamento com as empresas desta indústria, prestando um serviço de qualidade que lhe tem valido o reconhecimento destas.

O Grupo Simoldes, em 2000, empregava cerca de 2.000 pessoas e o volume de vendas era de 187 milhões de euros, o que corresponde a um crescimento, desde 1991, superior a 300%.

A injeção de plásticos é hoje a principal área de negócio do Grupo, ocupando 72% dos funcionários e contribuindo para 74% das vendas totais. O fabrico de moldes, embora com menor importância nas vendas do Grupo, representa cerca de 16% do total do sector em Portugal.

No período entre 1996 e 2000, cerca de 80% das vendas do Grupo foram realizadas para mercados externos e 88% destinaram-se a clientes da indústria automóvel. Neste período o Grupo Simoldes investiu 170 milhões de Euros, o que corresponde a cerca de 24% do seu volume de negócios no mesmo período. O autofinanciamento e o recurso ao crédito bancário têm sido praticamente as fontes de financiamento do rápido crescimento do Grupo, que, em larga medida, tem optado por não concorrer aos programas de incentivo ao investimento disponíveis em Portugal.

Num futuro próximo, o Grupo planeia construir um centro de ensaios, uma empresa independente e especializada no teste de moldes e na produção de pré-séries, que permita afinar todos os parâmetros necessários a uma produção sem problemas. Este centro, que já tem terreno disponível em Oliveira de Azeméis, irá centralizar os meios hoje dispersos por várias empresas do Grupo.

Na vertente internacional, o Grupo está a equacionar projetos de investimento. Na área da injeção, uma joint-venture na Roménia, e na área de moldes, uma unidade de fabrico na Polónia.

Finalmente, e com o objetivo de vir a subcontratar produção na China (para conseguir melhores preços e menores prazos), está em estudo a possibilidade de estabelecer uma aliança com uma empresa local de injeção de plásticos e fabrico de moldes.

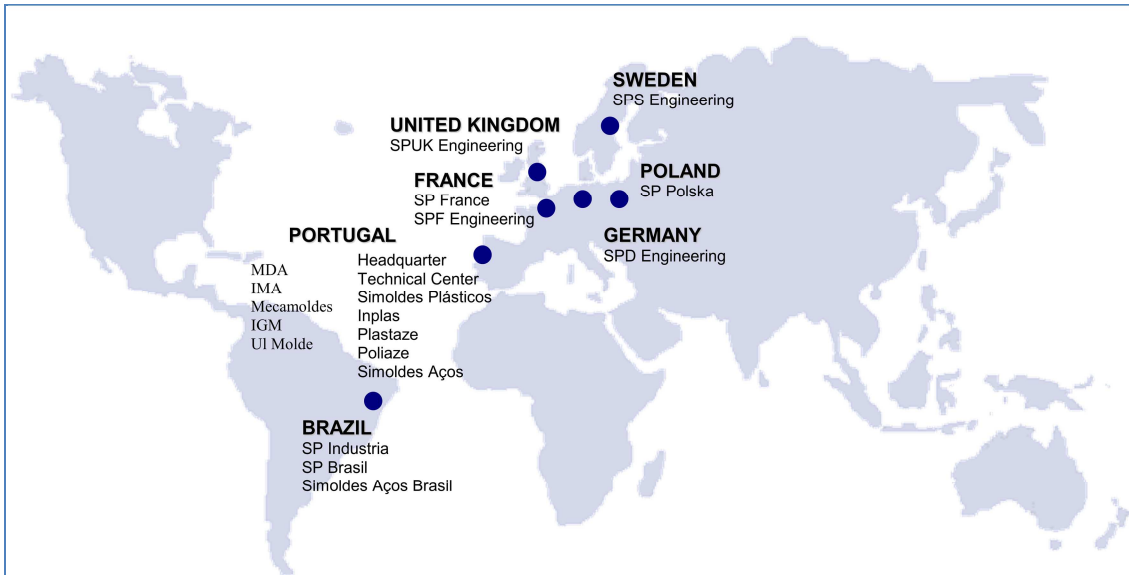


Figura 2 – Mapa Mundo "Localização Grupo Simoldes".

## 2.2. Estrutura

A Inplas, S.A. é constituída por uma direção de fábrica, que segue as linhas orientadoras da direção central do Grupo Simoldes, e por vários departamentos: Manufatura, Manutenção, Logística, Eng.<sup>a</sup> Processos, Eng.<sup>a</sup> Produto, Recursos Humanos; Financeiro e Launch Leader<sup>3</sup>. Em cada um destes departamentos existe um responsável máximo, à exceção da produção que está dividida em 4 grandes áreas. Todos os departamentos têm um único objetivo: “Apoiar a produção no fazer bem”.

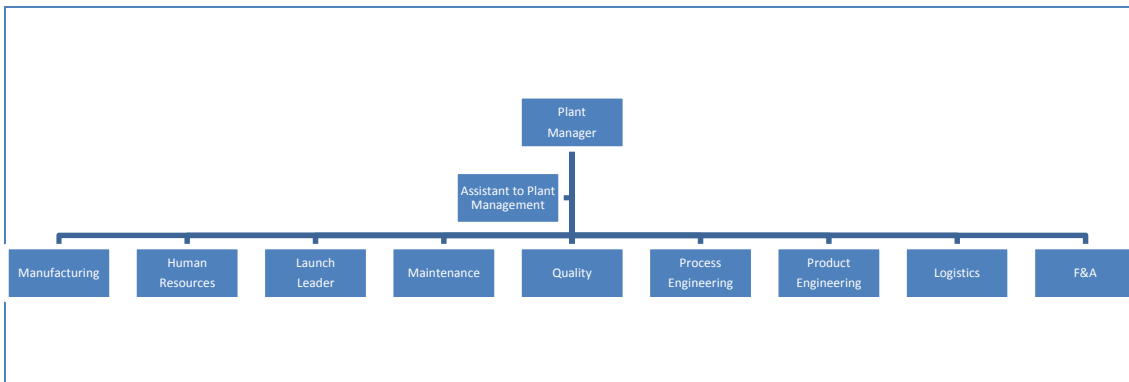


Figura 3 – Organograma da Inplas, S.A..

## 2.3. Produtos e Clientes

A Inplas, tal como dito anteriormente, é uma empresa que trabalha apenas para o sector automóvel. Os seus clientes são os grandes construtores automóveis e algumas empresas de pré-montagem ligadas a esses construtores.

<sup>3</sup> Launch Leader: Departamento responsável pelo lançamento e acompanhamento de todos os produtos em fase de projeto. Elo de comunicação entre Fábrica e Grupo.

Segue abaixo uma amostra de alguns tipos de produtos e respectivos clientes da empresa.

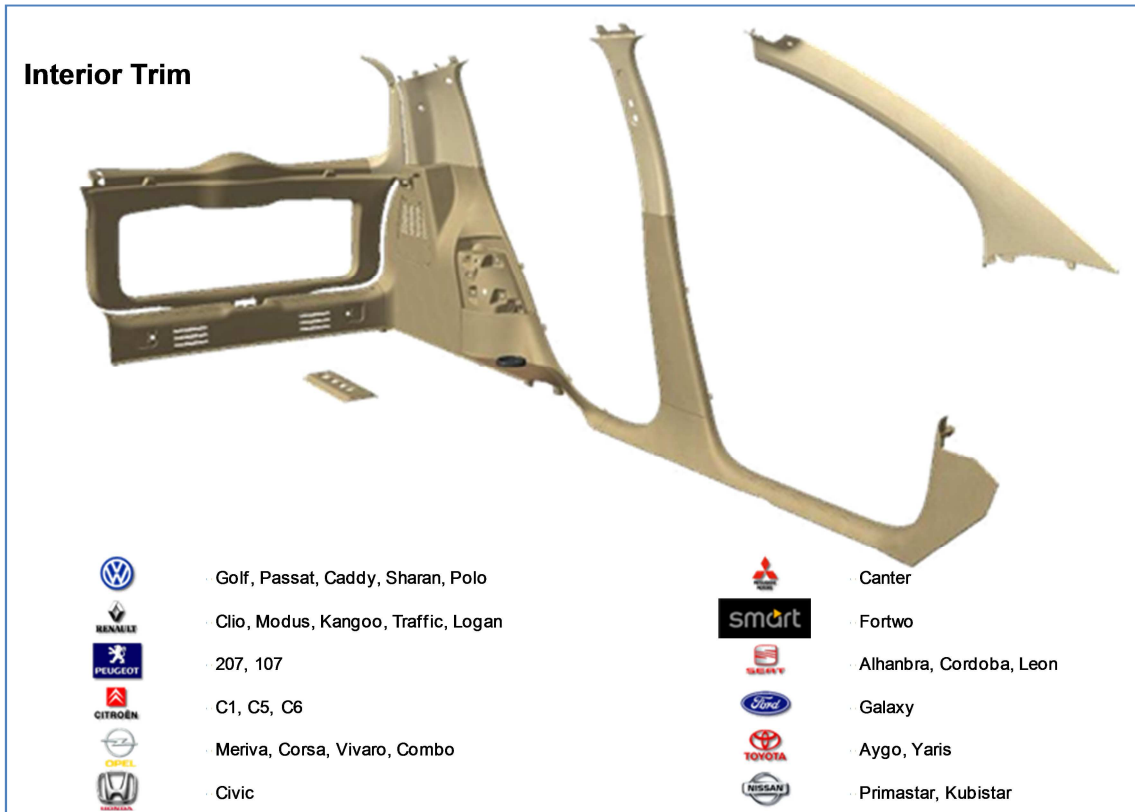


Figura 4 – Pilares e Painéis Internos.



Figura 5 – Painéis de Porta.



Figura 6 – Painel de Instrumentos e Consolas.

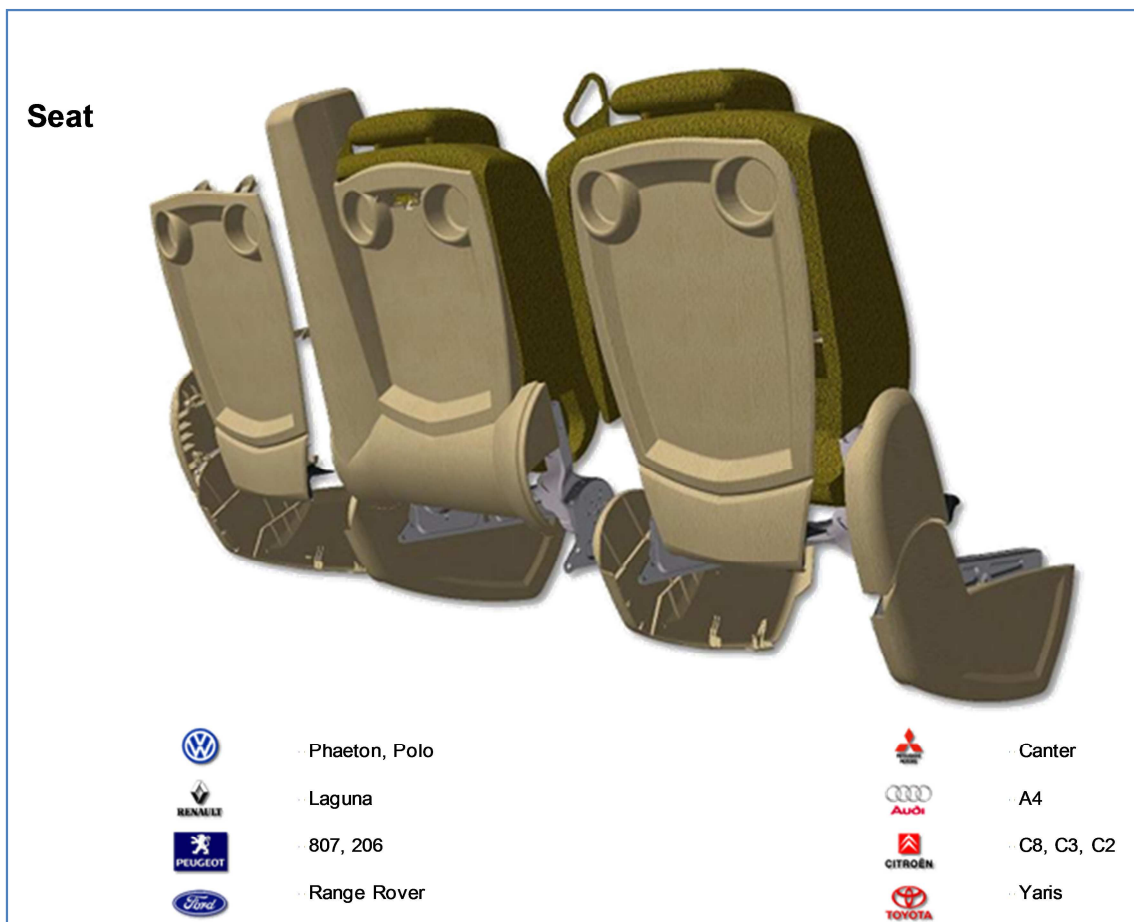


Figura 7 – Peças Plásticas para Assentos.



Figura 8 – Peças Exteriores.

Como se pode verificar, a empresa não se dedica exclusivamente a determinado tipo de peças do carro, mas sim a todas as peças que o constituem. Desta forma consegue angariar projetos mais abrangentes com maior volume de negócio. É uma estratégia adotada pela empresa e que até hoje tem sido bem-sucedida.

### 3. Revisão Bibliográfica

Para a elaboração deste trabalho foram consideradas várias metodologias de análise e melhoria de processos produtivos.

Estas ferramentas de trabalho permitem uma rápida identificação de desperdício e resolução de problemas no processo.

Abaixo segue uma descrição de cada uma delas e exemplos da sua aplicação.

#### 3.1. O Ciclo PDCA

Segundo (Moen & Norman, 2006), a ideia base surgiu em 1610 com Galileo, através da evolução do método científico e da melhoria da ciência. Em 1939, Walter Shewhart aplica o método científico “Especificação – Produção – Inspeção” neste ciclo.



Figura 9 – Ciclo de W. Shewhart (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)).

Já em 1950 o Dr. W. Edwards Deming modifica o ciclo de Walter Shewhart para “Desenvolvimento do produto, Produção, Colocação no mercado, Verificação da sua aceitação através de auscultação do mercado, Novo desenvolvimento do produto”.

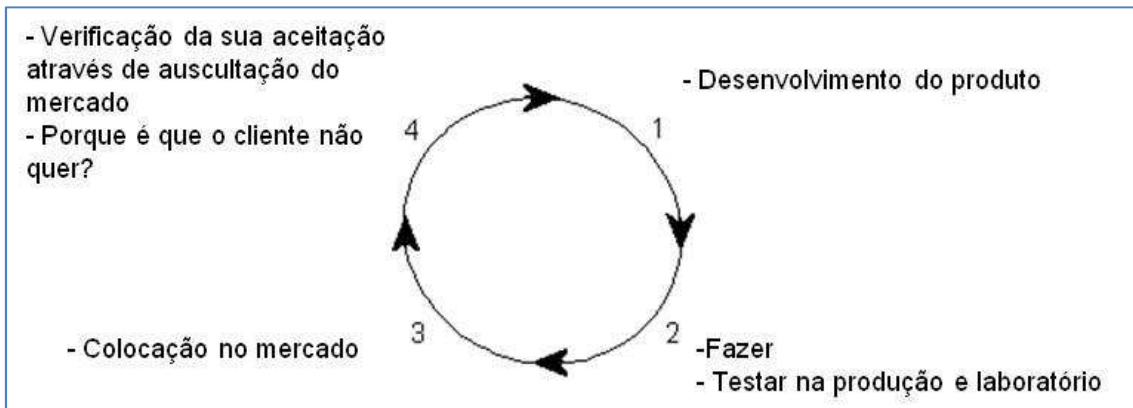


Figura 10 – Ciclo de Deming (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)).

A interpretação Japonesa desta versão de W. Edwards Deming deu o nome ao ciclo de PDCA (Plan, Do, Check, Act).

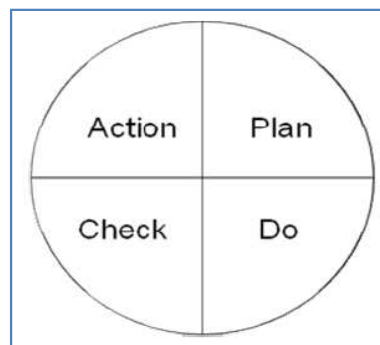


Figura 11 – Ciclo PDCA (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)).

Esta interpretação considera a seguinte correlação:

<b>Desenvolvimento -- Plan</b>	Desenvolvimento do produto correspondente à fase de planeamento.
<b>Produção -- Do</b>	Produção corresponde a fazer-fazer, ou a trabalhar no produto que foi concebido.
<b>Venda -- Check</b>	Verificar se o cliente está satisfeito.
<b>Pesquisa -- Act</b>	Em caso de não satisfação, correr o ciclo novamente.

Tabela 1 – Relação entre o ciclo de Deming e o ciclo PDCA (fonte: adaptado de (Moen & Norman, 2006)).

O PDCA e o modelo de melhoria têm raízes no método científico e evoluem há mais de 400 anos. A aplicação deste modelo, desde o seu desenvolvimento, mostra que:

- É aplicável a todos os tipos de organizações e a todos os grupos e níveis de uma organização;
- Fornece uma estrutura para a aplicação de métodos de melhoria e ferramentas orientadas pela teoria do conhecimento;

- Incentiva a que o planeamento seja baseado na teoria;
- A teoria leva a perguntas apropriadas que fornecem a base para a aprendizagem;
- As perguntas levam a previsões que orientam o utilizador na identificação dos dados necessários, métodos e ferramentas para responder às questões relativas à teoria em uso;
- Enfatiza e incentiva a aprendizagem do processo dedutivo e indutivo;
- Permite que os planos do projeto se adaptem à medida que se desenvolve a aprendizagem;
- Consiste numa forma simples de as pessoas se potencializarem para agir, o que resulta na tradição pragmática da aprendizagem;
- Permite que se trabalhe em equipa para fazer melhorias.

Afirmações adaptadas de (Moen & Norman, 2006).

Como exemplo de aplicação desta ferramenta temos os seguintes trabalhos científicos:

“A comprehensive assessment program to improve blood-administering practices using the FOCUS–PDCA model” (Saxena, Ramer, & Shulman, 2004).

O estudo descreve como o PDCA pode melhorar o procedimento de transfusão de sangue num hospital da Califórnia.

No caso estudado durante 51 meses, situações como troca de informação na identificação dos pacientes, omissão de informação legal aos pacientes, incorreta administração de sangue ou troca nas transfusões deixaram de acontecer. A taxa de cumprimento destes requisitos do procedimento era anteriormente de entre 30% a 80% e melhoraram ao longo do estudo. Nove meses depois do estudo era de 100% em todos os requisitos.

“PDCA – cycle in Implementing Design for Environment in an R&D Unit of Nokia Telecommunications” (Jarvinen, Perklén, Kaila-Stenberg, Hyvarinen, Hyytiainen, & Tornqvist, 1998)

A Nokia Telecomunicações aplicou a ferramenta PDCA no seu projeto “Design for Environment”.

Este projeto tinha como objetivo a criação de um método de trabalho que assegurasse que o departamento de R&D consideraria, aquando do desenvolvimento de produto,

objetivos como a redução do consumo de energia do produto, a sua durabilidade, a redução de materiais e efeitos ambientais indiretos, além de possibilitar a sua reciclagem.

Normalmente este tipo de objetivos não era considerado simplesmente porque se focavam noutras características do produto, e não porque os ignoravam.

Já tendo uma checklist<sup>4</sup> que apresentava todos os pontos a considerar, elaborado como saída do método PDCA, todas as situações mencionadas neste tinham que ser verificadas e os objetivos relacionados com questões ambientais passaram a ser sempre considerados.

### **3.2. Diagrama de Processo**

O diagrama de processo é um diagrama que traduz em linguagem simbólica o ciclo produtivo de cada produto a analisar e identifica a sua estrutura através dos ramos do diagrama. Este método de análise do estado de cada processo é muito utilizado porque é de fácil interpretação e é elucidativo

Como exemplo de aplicação desta ferramenta temos o seguinte trabalho científico:

“Using process diagrams for the graphical representation of biological network”  
(Kitano, Funahashi, Matsuoka, & Oda, 2005).

A representação gráfica de redes biológicas tem sido negligenciada. Só recentemente a sua importância foi reconhecida devido à crescente necessidade do seu entendimento.

Antes utilizavam para a representação destas redes, por exemplo da interação proteína-proteína, diagramas com símbolos dificilmente entendíveis e que possibilitavam diferentes interpretações conforme o conhecimento de quem o analisasse.

Já com uma definição de símbolos representativos normalizados e elaboração de um diagrama de processo muito mais completo a nível da informação representada, tanto a representação das redes biológicas como o seu entendimento tornaram-se muito mais simples e acessíveis.

---

<sup>4</sup> Checklist: lista de tarefas a executar para a realização de uma determinada operação.

### 3.3. *Diagrama Spaghetti*

O diagrama spaghetti é uma ferramenta que representa graficamente os fluxos/movimentos de materiais e ou pessoas para a execução de uma determinada tarefa. Como exemplo de aplicação desta ferramenta temos o seguinte trabalho científico:

“A pod design for nursing assignments” (Donahue, 2009).

Num piso de hospital com quartos nas quatro frentes junto às janelas e sala do pessoal, cozinha e arrumos no centro, verificou-se que os pacientes não estavam satisfeitos com o atendimento prestado pelos enfermeiros e estes não estavam satisfeitos porque tinham que se deslocar a pé de um lado para o outro, o que resultava em cansaço extremo e sensação de trabalho sempre em atraso.

Em 2007 e após queixas do pessoal nas reuniões, o hospital decidiu analisar a situação e a possibilidade de a melhorar.

Considerando a idade média de 46,8 anos entre os enfermeiros, o facto de caminharem muito de um lado para o outro era prejudicial à sua saúde, possibilitava a ocorrência de acidentes pessoais e não permitia um rápido atendimento aos pacientes que por vezes tinham que esperar muito tempo depois de terem chamado.

Analisando o percurso de cada enfermeiro durante 4 horas através de um diagrama spaghetti, verificou-se que o pessoal atendia pacientes tanto de um lado como do outro do piso, o que exigia maior movimentação e resultava em atraso no atendimento. A proposta de melhoria passou por dividir o piso em 4 áreas, cada uma com 2 enfermeiros por turno, e atribuição de determinado número de pacientes a cada enfermeiro conforme a gravidade da sua condição.

Rapidamente se constatou que os enfermeiros passaram a atender mais atempadamente os pacientes e a ter tempo disponível para planear melhorias no atendimento, o que até aí não era possível. Verificou-se também que a área percorrida em média por cada enfermeiro num turno reduziu cerca de 40%, e a satisfação dos pacientes melhorou consideravelmente, reduzindo o número de queixas dos pacientes e seus familiares.

A mudança que tinha inicialmente sido mal recebida passou a ser aceite por todos e inclusive partilharam o esquema com outras unidades de saúde da região.

### **3.4. Estudo dos Tempos por Cronometragem**

Segundo (Roldão & Ribeiro, 2007), o estudo dos tempos por cronometragem é efetuado através de um cronómetro ou de uma máquina de filmar especial enquanto o trabalhador realiza as suas tarefas.

Para determinar o tempo de ciclo, tem de se ter em consideração as seguintes fases:

- Preparar a cronometragem;
- Executar a cronometragem;
- Determinar o tempo base;
- Corrigir o tempo base;
- Determinar o tempo total

#### **Preparar a cronometragem**

Antes de iniciar a cronometragem é necessário verificar se os operadores estão a executar o que está estabelecido na sua lista de tarefas e se estes estão devidamente treinados.

Deve-se decompor o trabalho em elementos bem definidos e com uma duração tão curta quanto possível mas que permitida uma medição conveniente com o cronómetro.

Segundo vários estudos, a cronometragem deve ser evitada na primeira hora de trabalho ou após o almoço.

#### **Executar a cronometragem**

À medida que se vão realizando as cronometragens deverão ser registados os valores obtidos em impressos especialmente concebidos, acompanhados do fator de ritmo da atividade.

#### **Determinar o tempo base**

O tempo de base correspondente ao tempo mais provável que é necessário a um trabalhador para executar cada elemento do trabalho sem esforço e com um ritmo regular, devendo nele ser incluídos os tempos dos movimentos irregulares produtivos ou improdutivos.

Existem alguns processos para calcular o tempo de base:

- O processo da “média”, em que o tempo de base será o correspondente à média aritmética das medidas efetuadas. Este método é normalmente utilizado quando o número de medidas efetuadas é baixo, ou quando a própria natureza do trabalho implica tempos de execução bastante diferentes para um mesmo elemento de trabalho.
- O processo do “módulo”, em que o tempo de base será o correspondente à medida que se repete o maior número de vezes na série de medidas efetuadas. Este método é utilizado quando alguns dos valores da série de medidas efetuadas correspondem a alterações de ritmo de trabalho devidas a factos externos ao executante.
- O processo da “primeira medida do segundo terço”, em que, após ordenar por ordem crescente de grandeza as medidas efetuadas, o tempo de base é aquele cuja ordem é,  $\frac{n}{3} + 1$  em que n é o número de medidas efetuadas. Este método é normalmente utilizado nos trabalhos de grande série e apoia-se em conceitos da teoria estatística.

Para a determinação do tempo base pelo processo da média:

$$TC_{Tarefa} = \frac{\sum \text{Tempos}}{n\text{Ciclos}} \times \text{frequência\_por\_unidade}$$

Onde,  $TC_{Tarefa}$  = Tempo de ciclo da tarefa;

nCiclos = Número de cronometragens.

### Corrigir o tempo base

Numa primeira fase é necessário corrigir o tempo base com o fator de ritmo através da seguinte expressão:

$$NT = TC \times PR$$

Onde, NT = Tempo Normal

TC = Tempo de Ciclo

PR = Fator de ritmo do operador

De seguida deve-se ter em conta a existência de outros fatores como, a fadiga, as condições do ambiente pouco favoráveis, entre outros, para a correção do tempo base.

**Determinar o tempo total**

Calculado o tempo base de cada tarefa já com todas as correções necessárias, poder-se-á determinar o tempo total necessário à execução da atividade através do somatório de todos os tempos base.

**3.5. Heurística de Balanceamento de Postos de Trabalho**

Segundo (Ávila, 2010) e (Roldão & Ribeiro, 2007), o problema de balanceamento de linhas é um problema complexo de tratar devido ao número de combinações possíveis.

Na tentativa de resolver este problema foram criados alguns métodos heurísticos para o balanceamento de postos de trabalho, entre eles, o método heurístico 1 e o método heurístico 2.

No método heurístico 1, que segundo os autores é o mais utilizado, deve-se:

- a) Ordenar as tarefas por ordem decrescente de tempo de operação;
- b) Atribuir tarefas a uma estação, até perfazer o tempo de ciclo, respeitando as precedências das tarefas;
- c) Repetir b) para todas as estações.

No método heurístico 2 deve-se:

- a) Construir os diagramas de precedências de modo a que as tarefas com idêntica precedência sejam colocadas verticalmente em colunas. Os elementos que possam ser colocados em mais do que uma coluna, devem ser representados a tracejado;
- b) Listar os elementos seguindo uma ordem crescente de colunas e listar também os tempos de tarefas e o somatório dos tempos de tarefas para cada coluna;
- c) Atribuir elementos a estações, começando pela Coluna I;
- d) Repetir o processo, seguindo a numeração das colunas, até atingir o tempo de ciclo.

O procedimento a seguir para efetuar o balanceamento de postos de trabalho é o seguinte:

1. Determinar o número de estações e o tempo disponível em cada uma delas;

Calcular o tempo de ciclo:  $C = \frac{\text{Tempo disponível para Produção}}{\text{Volume de Produção}}$  em que C é o tempo de ciclo;

Calcular o número mínimo de estações necessárias:  $N = \frac{\sum \text{Tempos}}{C}$  em que N é o número mínimo de estações necessárias;

2. Agrupar as tarefas individuais, formando grupos para cada estação, aplicando uma heurística;
3. Avaliar a eficiência do agrupamento escolhido.

$E = \frac{\sum \text{Tempos}}{N \times C}$  em que E é a eficiência do balanceamento.

## 4. Desenvolvimento

### 4.1. Apresentação do Produto em Estudo

O produto em estudo, de nome “Revestimento Montante B Exterior”, é uma peça exterior para o veículo Seat, modelo Ibiza. É o pilar que faz a separação da porta frontal da porta traseira. O projeto é do ano 2011, o SOP foi em fevereiro de 2012 e o EOP está previsto para maio de 2017.



Figura 12 – Apresentação do produto em estudo.

As peças são vendidas diretamente à linha de montagem da Seat em Martorell, Espanha.

Tecnicamente é um produto muito complexo, pois é uma peça em alto brilho, constituída por dois materiais diferentes, requerendo uma máquina de bi-injeção<sup>5</sup>.

A peça final é ainda composta por vários outros componentes que são montados a *posteriori*: várias espumas e uma película para proteção da superfície da peça.

<sup>5</sup> Bi-injeção: produto composto por duas matérias-primas diferentes. Primeiramente é injetada a primeira matéria-prima através da 1ª unidade de injeção. Após solidificação é injetada a segunda matéria-prima através da 2ª unidade de injeção.

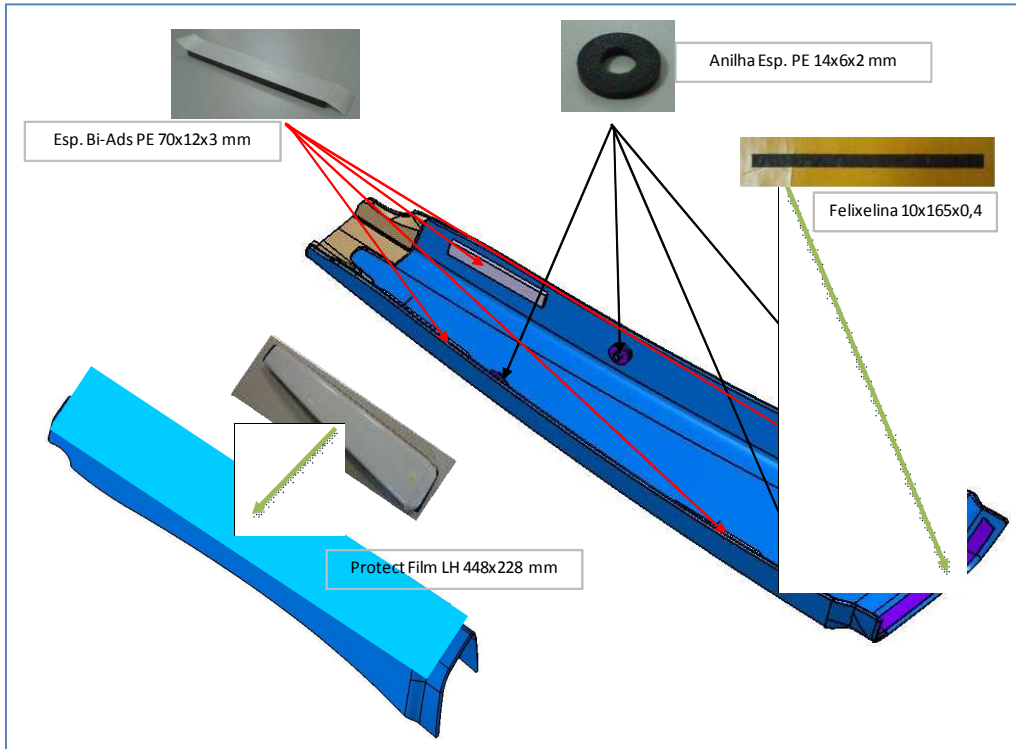


Figura 13 – Desenho explodido do produto em estudo.

A seguir é apresentada a lista de materiais destas duas peças:

	Níveis						P-Number Cliente	P-Number Inplas	Descrição	M.P./ Componentes/ Embalagem Designação Comercial	Refª Inplas	Qt.	Uni.
	0	1	2	3	4	5							
1	x						6J4 853 289 D	F00311001004A	Revest.Mont.BExt.SE250 Izq			1	uni
2		x						I00311001005A	Rev.Mont.B Ext.SE250 Izq.			1	uni
3			x						TPE-V Santop. 8211-55B100	1900014	0,873	kg	
4			x						MB AMPACETE 190515-N	3200150	0,027	kg	
5				x					PMMA PLEXIGLAS 8N PR.9V022	1800211	0,275	kg	
6				x					Protective Film LH 448x269	5400007	1	uni	
7				x					KIT KLT VW 006280 V1	K7701107001	1/312	uni	
8					x				KLT VW 006280	7701107	15	uni	
9						x			TAMPA 001210 VW	7701108	1	uni	
10									PALETE VW012	7701109	1	uni	
11						x			SACO PEAD 1000x750x0,013mm	6100100	1/21	uni	
12									SACO PEAD 250x650x0,013mm	6100020	1	uni	
13									ESPUMA BI-ADS PE 70x12x2mm	4700204	4	uni	
14									ANILHA ESP. PE 14x6x2 mm	4700095	4	uni	
15									FLIXELINA 10x165x0,4mm	4600617	1	uni	

Tabela 2 – BOM "Revestimento Montante B Exterior Esquerdo".

	Níveis						P-Number Cliente	P-Number Inplas	Descrição	M.P./ Componentes/ Embalagem Designação Comercial	Refª Inplas	Qt.	Uni.
	0	1	2	3	4	5							
1	x						6J4 853 290 D	F00311008004A	Revest.Mont.BExt.SE250 Der			1	uni
2		x						I00311008005A	Rev.Mont.B Ext.SE250 Der.			1	uni
3			x						TPE-V Santop. 8211-55B100	1900014	0,873	kg	
4			x						MB AMPACETE 190515-N	3200150	0,027	kg	
5				x					PMMA PLEXIGLAS 8N PR.9V022	1800211	0,275	kg	
6				x					Protective Film RH 448x269	5400008	1	uni	
7					x				KIT KLT VW 006280 V1	K7701107001	1/312	uni	
8						x			KLT VW 006280	7701107	15	uni	
9									TAMPA 001210 VW	7701108	1	uni	
10									PALETE VW012	7701109	1	uni	
11						x			SACO PEAD 1000x750x0,013mm	6100100	1/21	uni	
12									SACO PEAD 250x650x0,013mm	6100020	1	uni	
13									ESPUMA BI-ADS PE 70x12x2mm	4700204	4	uni	
14									ANILHA ESP. PE 14x6x2 mm	4700095	4	uni	
15									FLIXELINA 10x165x0,4mm	4600617	1	uni	

Tabela 3 – BOM "Revestimento Montante B Exterior Direito".

#### 4.2. Apresentação do Processo de Fabrico do Produto em Estudo

Para a apresentação do processo de fabrico do produto em estudo, e para que se conheçam todas as operações, controlos, transportes ou fluxos e armazenamentos deste processo, é apresentado de seguida um diagrama de processo ou encadeamento (metodologia proposta por (Ishiwata, 1991)).

Segundo (Ishiwata, 1991) a notação simbólica das atividades é:





Actividade	Símbolo	Significado
Operação de Transformação		Alteração da forma ou outras características do material, obtenção de produto semi-acabado ou produto em via de fabricação.
Trasnporte ou Manuseamento		Troca de lugar do material, produto acabado ou produto semi-acabado.
Inspecção (conferência de materiais)		Contagem e conferência de materiais ou comparação de produtos de acordo com as suas especificações.
Armazenagem		Acumulação agendada ou programada de materiais, componentes ou produtos.
Actividades Combinadas		Operação com controlo de qualidade

Figura 14 – Notação simbólica das atividades de um diagrama de processo (fonte: adaptado de (Ishiwata, 1991)).

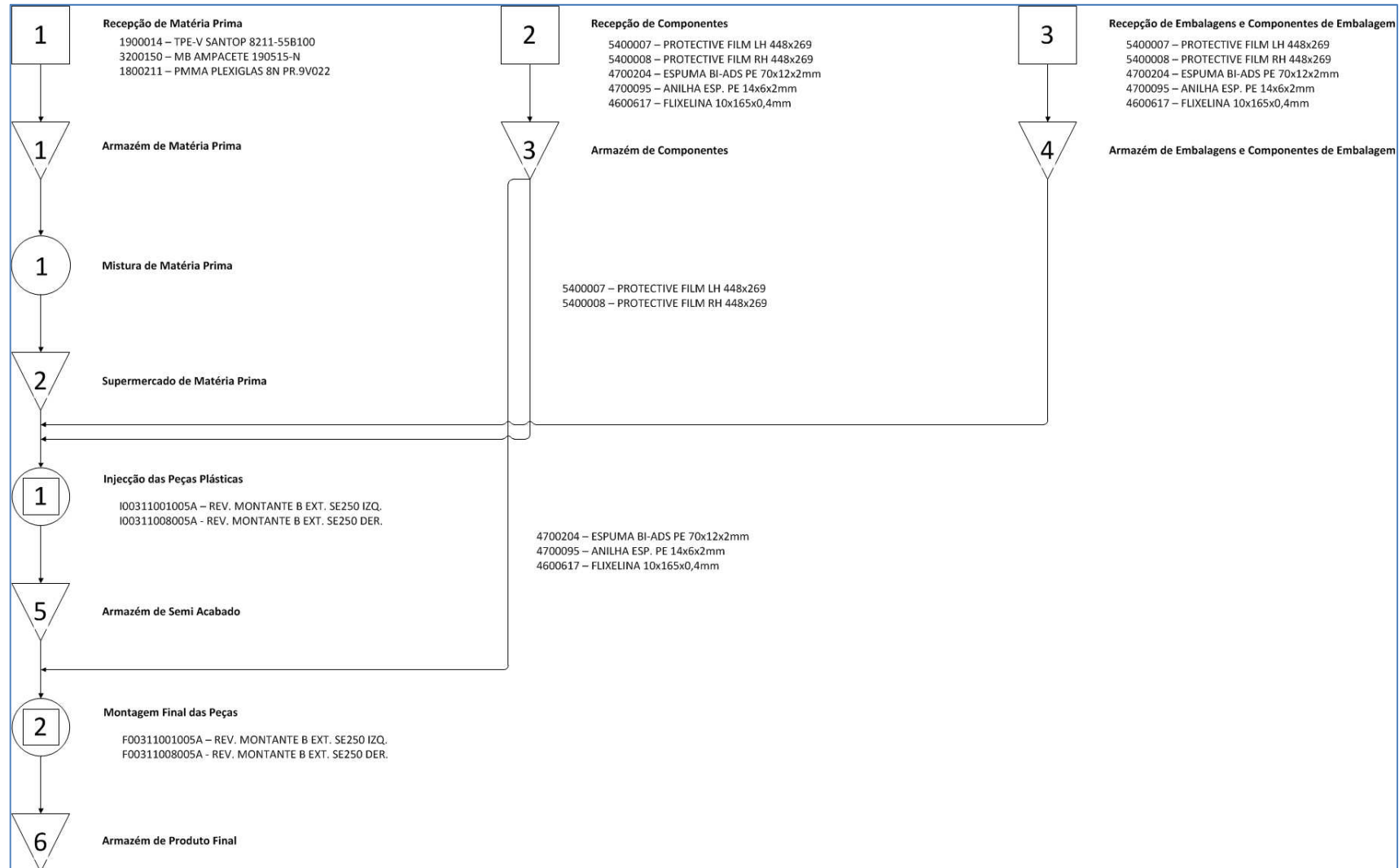


Figura 15 – Diagrama de Processo do Revestimento Montante B Exterior.

Os materiais necessários ao fabrico do produto (matérias-primas, componentes, embalagens e acessórios de embalagem) são controlados à receção por um membro do departamento da qualidade. O controlo é feito segundo critérios definidos na gama de controlo de receção<sup>6</sup> existente para cada produto (atividade de controlo 1, 2 e 3).

Segundo o resultado do controlo efetuado à receção, os materiais são ou não armazenados nos seus respetivos armazéns (atividade de armazenagem 1, 3 e 4).

Quando é lançada uma ordem de produção para o Revestimento Montante B Exterior é enviada diretamente uma ordem de mistura de matéria-prima para o sector de mistura, através do sistema informático da empresa (atividade de operação de transformação 1). De notar que o segundo material da peça é um elastómero, e para que este tenha cor é necessário adicionar um corante numa percentagem correta. O sector de mistura tem como função misturar o elastómero com o corante segundo um rácio definido.

Depois desta tarefa, a matéria-prima já misturada vai para um armazém (atividade de armazenagem 2).

O fabrico destas peças é feito em duas partes. Injeção das peças na secção de injeção da empresa; e montagem dos componentes na secção de montagem.

Na injeção, as peças são injetadas aos pares, ou seja, em cada ciclo de injeção é feita uma peça esquerda e uma peça direita. Após a injeção é colocado de imediato uma película para proteção da textura, que é muito suscetível a riscos por ser muito brilhante (atividade de operação de transformação com controlo de qualidade 1).

De seguida as peças são colocadas no armazém de produto semiacabado (atividade de armazenagem 5) para posteriormente serem consumidas pela secção de montagem.

Na montagem, são montados todos os componentes da peça: espumas, anilhas, entre outro (atividade de operação de transformação com controlo de qualidade 2).

Por fim, o produto segue para armazém de produto final até expedição para o cliente (atividade de armazenagem 6).

---

<sup>6</sup> Gama de Controlo de Receção: documento oficial do Departamento da Qualidade no qual está escrito o método de controlo de receção de um componente ou matéria-prima.

O presente trabalho irá estudar apenas as operações de transformação com controlo de qualidade número 1 e número 2, visto serem estas as de maior valor neste processo.

Para dar a conhecer o estado atual destas duas atividades, de seguida será apresentada a descrição detalhada das tarefas, o diagrama spaghetti<sup>7</sup>, a quantificação dos tempos por tarefa e os custos operacionais para cada uma destas atividades.

#### **4.2.1. Operação de transformação com controlo de qualidade número 1 “Injecção de Peças Plásticas”:**

##### **4.2.1.1. Descrição detalhada das tarefas**

Operação	Tarefa N.º	Descrição da Tarefa	Observações
<b>Colocação de duas peças nas bases de montagem do filme protetor</b>  <b>OPERADOR 1 (peça esquerda)</b>	1	Retirar uma peça esquerda do tapete transportador e analisá-la de acordo com a gama de controlo <sup>8</sup>	O filme protetor é colocado em duas peças de cada vez para um melhor aproveitamento do filme.  Se a peça estiver NOK → Colocar peça no contentor dos rejeitados.
	2	Colocar a peça na base de aplicação do filme protetor	
	3	Repetir as tarefas 1 e 2 para a segunda peça esquerda	
	4	Acionar o vácuo para prisão das duas peças à base de aplicação do filme protetor	
<b>Aplicação do filme</b>	5	Desenrolar o filme e	

<sup>7</sup> Diagrama Spaghetti: Representação gráfica de todas as movimentações feitas para a realização de uma determinada tarefa.

<sup>8</sup> Gama de Controlo: documento oficial do Departamento da Qualidade que se encontra no posto de trabalho, junto ao operador, com os vários tipos de defeito existentes na peça e eventuais alertas gerados pelo cliente.

<b>protetor</b>  <b>OPERADOR 1</b> <b>(peça esquerda)</b>		indexar os 2 orifícios inferiores nos pinos inferiores. De seguida indexar os orifícios superiores nos pinos superiores	
	6	Conformar o filme às peças com a espátula	
	7	Retirar o excesso de filme pelo picotado	
	8	Com a mão conformar o filme nas laterais das peças	
<b>Coloca peça pronta na embalagem final</b>	9	Desativar o vácuo, retirar as peças da base e verificar o correto posicionamento do filme de acordo com a gama de controlo	Se posicionamento do filme NOK → Retirar filme e colocar novo
	10	Colocar peças na embalagem	
	11	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento <sup>9</sup> e recolher embalagem vazia	
<b>Operador 2 repete as mesmas tarefas que o operador 1 para a peça direita</b>			

Tabela 4 – Descrição detalhada das tarefas do posto de trabalho da injeção.

No Anexo A encontra-se a gama de fabrico deste posto de trabalho com fotografias, para que se possa ter uma melhor perceção do seu modo de funcionamento.

<sup>9</sup> Rampas de lançamento: Rampas colocadas em todos os postos de trabalho que servem de meio de transmissão entre a logística interna e os operadores no que diz respeito a embalagens vazias e embalagens cheias. Os operadores colocam embalagens cheias e recolhem vazias, já a logística interna recolhe as embalagens cheias e coloca as vazias.

**4.2.1.2. Diagrama Spaghetti do posto de trabalho**

Usou-se a metodologia proposta por (Shingo, 1985) para a representação dos movimentos dos operadores no posto de trabalho.

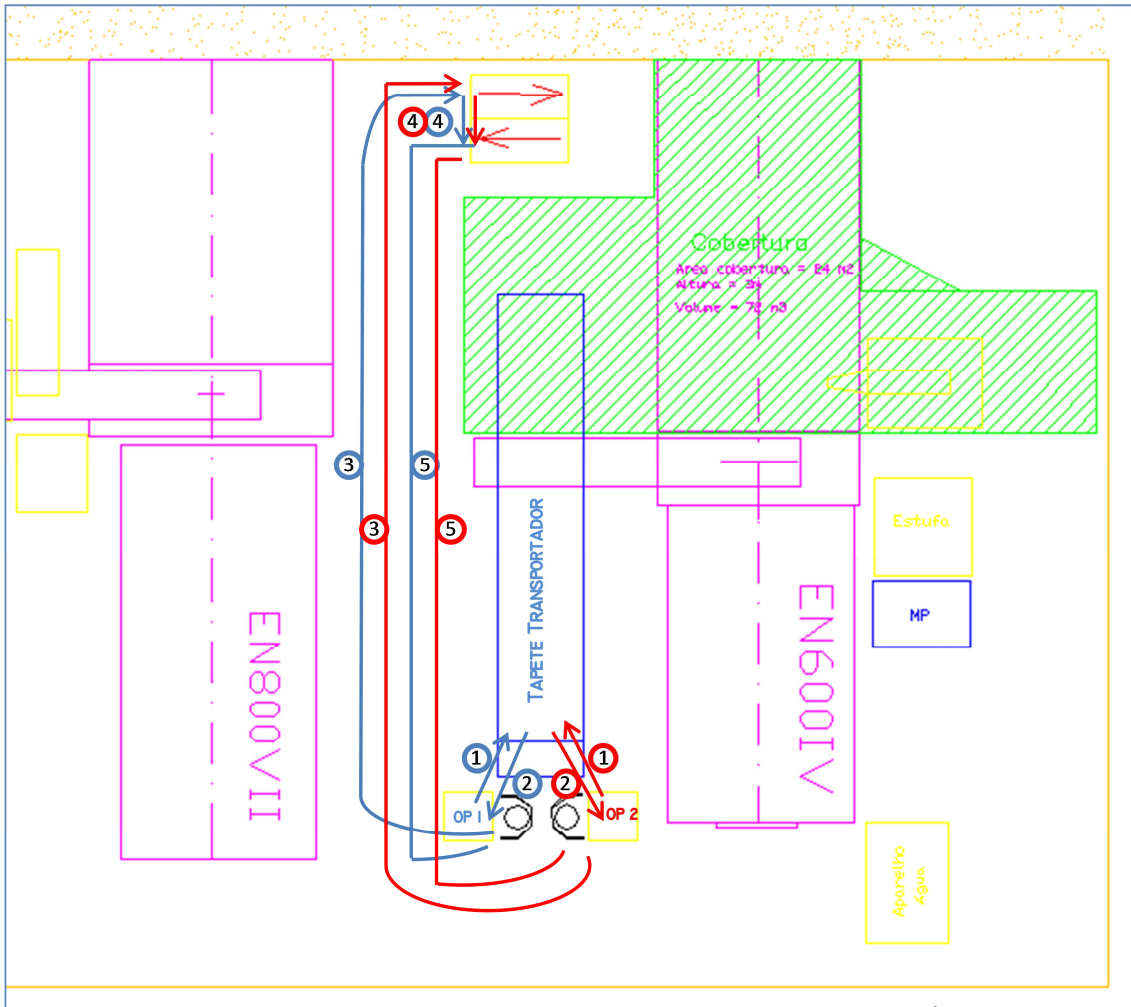


Figura 16 – Diagrama Spaghetti do posto de trabalho da injeção.

Para a quantificação dos movimentos, distância e frequência, é apresentada a seguinte tabela.

Operador 1		Percurso	Distância (metro)	Frequência (por peça)	Operador 2	
	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	1
	3	10	1/21	3	12	1/21
	4	0,7	1/21	4	0,7	1/21
	5	10	1/21	5	12	1/21

Tabela 5 – Quantificação dos movimentos, distância e frequência do posto de trabalho da injeção.

Pela análise do diagrama e da tabela pode concluir-se que os fluxos com maior distância são os números 3 e 5 de cada operador. Estes movimentos dizem respeito ao transporte da embalagem cheia do posto de trabalho até às rampas de lançamento e recolha de embalagens vazias até ao posto de trabalho, tarefa número 11 da Tabela 4.

Verifica-se ainda que a frequência destes movimentos é de 1 vez a cada 21 peças (quantidade por embalagem), e o tempo necessário para este movimento dividido pelo número de peças ainda é significativo, aproximadamente 3,3 segundos (ver tarefa número 11 da Tabela 6).

#### 4.2.1.3. Quantificação dos tempos por tarefa

Usou-se a metodologia proposta por (Silva, 2009) para a cronometragem dos postos de trabalho.

1. Dividir o trabalho por elementos
2. Fazer dez medições para cada elemento de trabalho
3. Calcular o tempo médio para cada elemento de trabalho
4. Calcular o tempo normal para cada elemento de trabalho
5. Calcular o tempo normal para a operação

Segundo (Roldão & Ribeiro, 2007) existem três processos para calcular o tempo de ciclo por unidade (tempo base – TC): o processo da “média”; o processo do “módulo”; e o processo “primeira medida do segundo terço”.

Segundo os autores, o processo da “média”, em que o tempo de base será o correspondente à média aritmética das medições efetuadas, é utilizado quando o número de medições efetuadas é baixo. Como o número de medições escolhido foi de 10 unidades, este foi o processo escolhido.

Tarefa N.º	Descrição Atividade	Fator	Ritmo	Frequência	por	peça	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Retirar uma peça esquerda do tapete transportador e analisá-la de acordo com gama de controlo	1	1	15,0	13,40	15,57	14,16	13,34	13,94	13,69	14,09	14,02	14,60			
2	Colocar a peça na base de aplicação do filme protetor	1	1	3,13	2,69	2,45	2,53	2,90	3,01	2,32	2,57	2,41	2,50			

3	Repetir tarefa 1 e 2 para a segunda peça esquerda	1	1	18,13	16,09	18,02	16,69	16,24	16,95	16,01	16,66	16,43	17,10
4	Acionar o vácuo para prisão das duas peças à base de aplicação do filme protetor	1	1/2	0,41	0,21	0,32	0,43	0,41	0,45	0,39	0,49	0,32	0,41
5	Desenrolar o filme e indexar os 2 orifícios inferiores nos pinos inferiores. De seguida indexar os orifícios superiores nos pinos superiores	1	1/2	5,31	4,78	5,56	5,60	4,98	5,00	5,67	5,90	4,87	4,67
6	Conformar o filme às peças com a espátula	1	1/2	10,06	9,18	12,20	11,90	11,75	10,91	10,58	9,67	9,76	8,59
7	Retirar o excesso de filme pelo picotado	1	1/2	9,62	10,19	7,16	9,00	8,31	8,25	8,35	9,76	10,2	9,12
8	Com a mão, conformar o filme nas laterais das peças	1	1/2	15,94	16,97	17,81	17,62	19,21	16,38	15,89	18,31	17,90	16,45
9	Desativar o vácuo, retirar as peças da base e verificar o correto posicionamento do filme de acordo com a gama de controlo	1	1/2	12,32	13,18	13,53	11,29	12,16	13,40	14,01	13,63	14,67	14,29
10	Colocar peças na embalagem	1	1	7,25	6,19	6,13	5,63	7,37	6,03	7,95	7,05	7,78	8,94
11	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento e recolher embalagem vazia	1	1/2 1	62,09	73,02	67,90	64,90	76,91	72,98	65,13	68,07	73,88	71,09

Tabela 6 – Quantificação dos tempos por tarefa na injeção das peças (em segundos).

**Cálculo do tempo de ciclo por unidade (TC):**

$$TC_{Operação} = TC_{Tarefa1} + TC_{Tarefa2} + \dots + TC_{Tarefa11} \quad \text{[Equação 1]}$$

onde,  $TC_{Tarefa} = \frac{\sum Tempos}{nCiclos} \times frequência\_por\_unidade$  [Equação 2]

$$TC_{Operação} = \frac{15,00 + 13,40 + 15,57 + 14,16 + 13,34 + 13,94 + 13,69 + 14,09 + 14,02 + 14,60}{10} + \frac{3,13 + 2,69 + 2,45 + 2,53 + 2,90 + 3,01 + 2,32 + 2,57 + 2,41 + 2,50}{10} + 0 + \frac{0,41 + 0,21 + 0,32 + 0,43 + 0,41 + 0,45 + 0,39 + 0,49 + 0,32 + 0,41}{10 \times 2} + \frac{5,31 + 4,78 + 5,56 + 5,60 + 4,98 + 5,00 + 5,67 + 5,90 + 4,87 + 4,67}{10 \times 2} + \frac{10,06 + 9,18 + 12,20 + 11,90 + 11,75 + 10,91 + 10,58 + 9,67 + 9,76 + 8,59}{10 \times 2} + \frac{9,62 + 10,19 + 7,16 + 9,00 + 8,31 + 8,25 + 8,35 + 9,76 + 10,2 + 9,12}{10 \times 2} + \frac{15,94 + 16,97 + 17,81 + 17,62 + 19,21 + 16,38 + 15,89 + 18,31 + 17,90 + 16,45}{10 \times 2} + \frac{12,32 + 13,18 + 13,53 + 11,29 + 12,16 + 13,40 + 14,01 + 13,63 + 14,67 + 14,29}{10 \times 2} + \frac{7,25 + 6,19 + 6,13 + 5,63 + 7,37 + 6,03 + 7,95 + 7,05 + 7,78 + 8,94}{10} + \frac{62,09 + 73,02 + 67,90 + 64,90 + 76,91 + 72,98 + 65,13 + 68,07 + 73,88 + 71,09}{10 \times 21} = 54,95 segundos$$

**Cálculo do tempo normal por unidade (NT):**

$$NT = TC \times PR \quad \text{[Equação 3]}$$

Onde PR é o fator de ritmo → Como o fator de ritmo é 1, NT = TC = 54,95 segundos ≈ 55 segundos por peça.

De referir que a tarefa número 3 não entra para o cálculo do tempo normal (NT) porque pretende-se saber o TC da operação por unidade de peça.

**4.2.1.4. Custos operacionais**

Volume de produção (pedido cliente): 500 carros por dia.

| → 500 Peças esquerdas;

| → 500 Peças direitas;

TC máquina de injeção = 86 segundos;

$$\begin{aligned} \text{Ocupação de máquina por mês}^{10} &= \frac{N.^{\circ} \text{ peças(ciclo)} \times TC_{\text{máq.inj.}} \times \text{dias úteis/ mês}}{\text{segundos de um dia}}; & \text{[Equação 4]} \\ &= \frac{500 \times 86 \times 22}{24 \times 3600} = 10,95 \text{ dias/mês}; \end{aligned}$$

Custo hora da máquina de injeção (600 Toneladas)<sup>11</sup> = 78€;

Custo anual com máquina de injeção neste processo<sup>12</sup> = ocupação da máquina por mês X n.º horas de trabalho de um dia X n.º meses de trabalho de um ano X custo hora da máquina de injeção; [Equação 5]

$$= 10,95 \text{ dias/ mês} \times 24 \text{ horas} \times 10 \text{ meses} \times 78\text{€/ hora} = 204.984\text{€/ ano}$$

Número de operadores no posto de trabalho = 2 Operadores;

Necessidade de operadores por mês<sup>13</sup> = n.º operadores no posto de trabalho X n.º de turnos a laborar X  $\frac{\text{ocupação de máquina por mês}}{n.^{\circ} \text{ dias do mês}}$ ; [Equação 6]

$$= 2 \times 3 \times \frac{10,95}{22} = 3 \text{ op./ mês};$$

Custo hora de um operador<sup>14</sup> = 11€;

<sup>10</sup> Fórmula de cálculo definida pela Direção de Operações do Grupo Simoldes.

<sup>11</sup> Custo hora da máquina de injeção (600 Toneladas) = 78€. Este valor é definido pela equipa de Direção de Operações do Grupo Simoldes.

<sup>12</sup> Fórmula de cálculo definida pela Direção de Operações do Grupo Simoldes.

<sup>13</sup> Fórmula de cálculo definida pela Direção de Operações do Grupo Simoldes.

<sup>14</sup> Custo hora de um operador = 11€. Este valor é definido pela equipa de Direção de Operações do Grupo Simoldes.

Custo anual com operadores neste processo = Necessidade de operadores num ano X custo hora do operador X n.º horas de trabalho de um ano; [Equação 7]

$$= 3op \times 11\text{€/hora} \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 10 \text{ meses} = 58.080\text{€/ano.}$$

Resumindo, o custo com a máquina de injeção é de 204.984€/ ano e o custo com mão-de-obra é de 58.080€/ ano.

Segue abaixo um gráfico e alguns cálculos, obtidos através da análise dos tempos da máquina de injeção e dos dois operadores, que quantifica o valor do desperdício gerado por esta atividade.

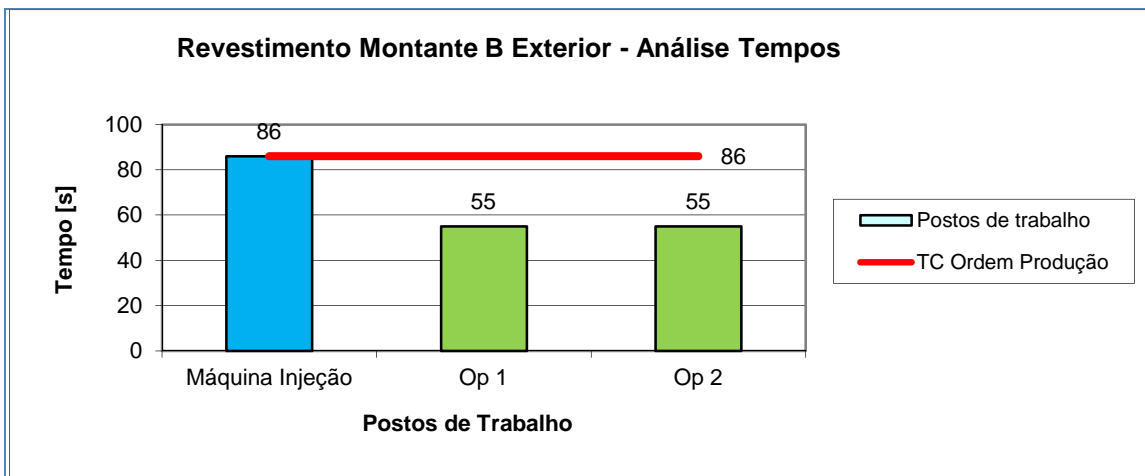


Gráfico 2 – Análise de tempos no processo de injeção (estado atual).

Verifica-se que existe uma perda de mão-de-obra de 31 segundos em cada operador, ou seja, 62 segundos por ciclo com os dois operadores.

Desperdício de mão-de-obra num mês<sup>15</sup> = n.º operadores no posto de trabalho X n.º de turnos a laborar X  $\frac{n.º \text{ peças (ciclos)} \times \text{tempo de desperdício}}{\text{segundos de um dia}}$ ; [Equação 8]

$$= 2op \times 3\text{turnos} \times \frac{500 \text{ ciclos} \times 31 \text{ seg.}}{24 \times 3600} = 1,08 \text{ operadores por mês.}$$

Valor deste desperdício<sup>16</sup> = Desperdício de mão- de-obra num mês X custo hora do operador X n.º horas de trabalho de um ano; [Equação 9]

$$= 1,08op \times 11\text{€/hora} \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 10 \text{ meses} = 20.909\text{€/ano.}$$

Repare-se que 36% do valor total da mão-de-obra nesta atividade é desperdício.

<sup>15</sup> Fórmula de cálculo definida pela Direção de Operações do Grupo Simoldes.

<sup>16</sup> Fórmula de cálculo definida pela Direção de Operações do Grupo Simoldes.

#### 4.2.2. Operação de transformação com controlo de qualidade número 2, “montagem final das peças”

##### 4.2.2.1. Descrição detalhada das tarefas

Operação	Tarefa N.º	Descrição da Tarefa	Observações
<b>Colocação da peça no corta jitos<sup>17</sup></b>  <b>OPERADOR 1 (peça esquerda)</b>	1	Recolher a peça da embalagem e retirar o saco	
	2	Colocar peça no corta-jitos e efetuar o corte deslocando a base 2 vezes (1 x esquerda + 1 x direita).  Retirar a peça da base e soprar com pistola de ar	
<b>Montagem dos componentes</b>  <b>OPERADOR 1 (peça esquerda)</b>	3	Colocar peça na base rotativa para montagem dos componentes e colar a Flexilina (ref. 4600617) na peça	
	4	Colar 4 Anilhas de espuma (ref. 4700095) na peça	
	5	Colar 4 espumas (ref. 4700204) na peça	
<b>Verificação da montagem dos componentes através de um equipamento</b>	6	Colocar a peça no equipamento de verificação e acioná-lo para verificação dos componentes	Verificação automática
	7	Retirar a peça do	

<sup>17</sup> Jito: excesso de material derivado da injeção de peças plásticas; canal de alimentação de material ao molde.

		equipamento (já verificada)	
<b>Coloca peça pronta na embalagem final</b>	8	Colocar peça na embalagem	
	9	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento	
<b>Operador 2 repete as mesmas tarefas que o operador 1 para a peça direita</b>			

Tabela 7 – Descrição detalhada das tarefas no posto de trabalho da montagem.

No Anexo B encontra-se a gama de fabrico com fotografias para que se possa ter uma melhor perceção do modo de funcionamento deste posto de trabalho.

**4.2.2.2. Diagrama Spaghetti do posto de trabalho**

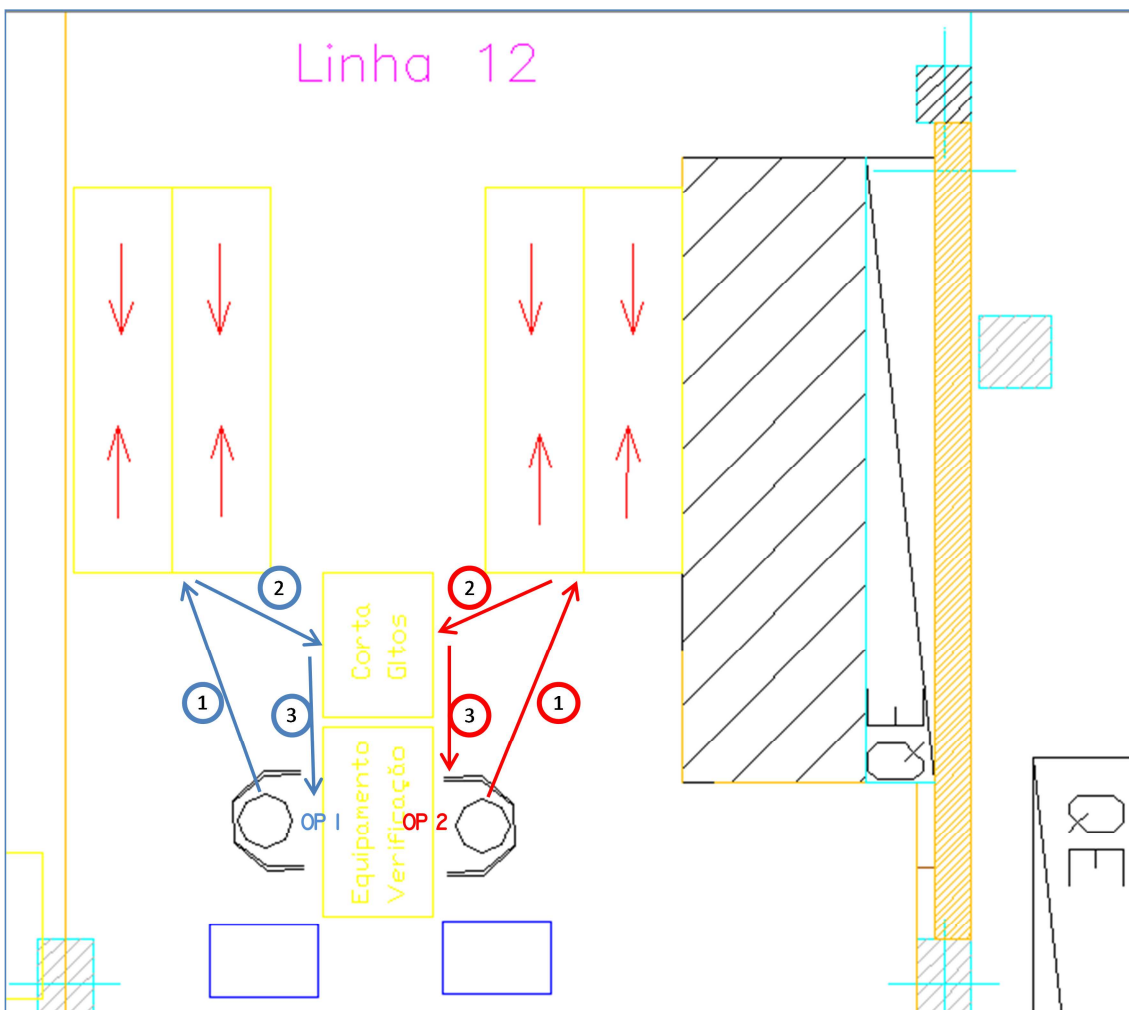


Figura 17 – Diagrama Spaghetti do posto de trabalho da montagem.

Para a quantificação dos movimentos, distância e frequência, é apresentada a seguinte tabela.

		Percurso	Distância (metro)	Frequência (por peça)			Percurso	Distância (metro)	Frequência (por peça)
Operador 1		1	1,5	1	Operador 2		1	1,5	1
		2	1,1	1			2	1,1	1
		3	1,1	1/ 21			3	1,1	1/ 21

Tabela 8 – Quantificação dos movimentos, distância e frequência, do posto de trabalho da montagem.

Pela análise do diagrama e da tabela pode-se concluir que os fluxos de cada operador são pequenos. Os operadores têm tudo o que precisam perto deles e pouco se movimentam.

#### 4.2.2.3. Quantificação dos tempos por tarefa

Tarefa N.º	Descrição Atividade	Fator	Ritmo	Frequência por peça										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recolher a peça da embalagem e retirar o saco	1	1	1	5,10	5,91	4,90	5,02	4,72	5,46	5,04	5,99	5,03	5,72
2	Colocar peça no corta-jitos e efetuar o corte deslocando a base 2 vezes (1 x esquerda + 1 x direita). Retirar a peça da base e soprar com pistola de ar	1	1	1	9,38	9,94	9,25	10,06	10,94	10,03	10,90	10,50	10,88	10,57
3	Colocar peça na base rotativa para montagem dos componentes e colar a Flexilina (ref. 4600617) na peça	1	1	1	10,91	11,09	12,31	12,06	10,22	11,87	11,61	12,87	11,58	12,52
4	Colar 4 Anilhas de espuma (ref. 4700095) na peça	1	1	1	15,96	15,78	16,25	15,31	15,00	15,31	15,97	16,37	15,16	16,78
5	Colar 4 espumas (ref. 4700204) na peça	1	1	1	9,81	9,18	9,21	8,69	9,71	8,09	7,57	8,25	8,93	9,69
6	Colocar a peça no equipamento de verificação e acioná-lo para verificação dos componentes	1	1	1	2,19	3,07	2,72	2,50	2,71	2,53	2,64	2,98	2,48	2,67
7	Retirar a peça do equipamento (já verificada)	1	1	1	7,69	6,53	7,09	5,28	6,95	7,72	6,03	5,22	6,87	6,37
8	Colocar peça na embalagem	1	1	1	6,93	10,78	8,34	7,34	10,37	9,84	9,87	9,78	9,10	7,68
9	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento	1	1/2	1	30,09	32,01	29,75	28,56	31,03	30,11	28,56	27,09	33,82	32,87

Tabela 9 – Quantificação dos tempos por tarefa na montagem das peças (em segundos).

**Cálculo do tempo de ciclo por unidade (TC)**

Tendo em conta a equação 1 e 2 temos:

$$\begin{aligned}
 TC_{Operação} = & \frac{5,10 + 5,91 + 4,90 + 5,02 + 4,72 + 5,46 + 5,04 + 5,99 + 5,03 + 5,72}{10} + \\
 & \frac{9,38 + 9,94 + 9,25 + 10,06 + 10,94 + 10,03 + 10,90 + 10,50 + 10,88 + 10,57}{10} + \\
 & \frac{10,91 + 11,09 + 12,31 + 12,06 + 10,22 + 11,87 + 11,61 + 12,87 + 11,58 + 12,52}{10} + \\
 & \frac{15,96 + 15,78 + 16,25 + 15,31 + 15,00 + 15,31 + 15,97 + 16,37 + 15,16 + 16,78}{10} + \\
 & \frac{9,81 + 9,18 + 9,21 + 8,69 + 9,71 + 8,09 + 7,57 + 8,25 + 8,93 + 9,69}{10} + \\
 & \frac{2,19 + 3,07 + 2,72 + 2,50 + 2,71 + 2,53 + 2,64 + 2,98 + 2,48 + 2,67}{10} + \\
 & \frac{7,69 + 6,53 + 7,09 + 5,28 + 6,95 + 7,72 + 6,03 + 5,22 + 6,87 + 6,37}{10} + \\
 & \frac{6,93 + 10,78 + 8,34 + 7,34 + 10,37 + 9,84 + 9,87 + 9,78 + 9,10 + 7,68}{10} + \\
 & \frac{30,09 + 32,01 + 29,75 + 28,56 + 31,03 + 30,11 + 28,56 + 27,09 + 33,82 + 32,87}{10 \times 21} = 71,5 \text{ segundos}
 \end{aligned}$$

**Cálculo do tempo normal por unidade (NT)**

Da equação 3 e sendo o fator de ritmo 1, o NT = TC = 71,5 segundos  $\approx$  72 segundos.

**4.2.2.4. Custos operacionais**

Volume de produção (pedido cliente): 500 carros por dia;

| → 500 Peças esquerdas;

| → 500 Peças direitas;

TC montagem = 80 segundos.

Tempo de Abertura da linha = 2 turnos de produção = 16 horas de trabalho.

$$\begin{aligned}
 \text{Ocupação linha montagem} &= \frac{N.^{\circ} \text{ peças (ciclo)} \times TC_{montagem} \times n.^{\circ} \text{ dias por mês}}{\text{tempo de abertura da linha (segundos)}} \quad [\text{Equação 10}] \\
 &= \frac{500 \times 80 \times 22}{16 \times 3600} = 15,28 \text{ dias/ mês;}
 \end{aligned}$$

Número de operadores no posto de trabalho = 2 Operadores;

Necessidade de operadores por mês (da equação 6) =  $2 \times 2 \times \frac{15,28}{22} = 2,78 \text{ op./ mês}$ ;

Custo hora de um operador = 11€;

Custo anual com operadores neste processo (da equação 7) =  $2,78 \times 8 \times 22 \times 10 \times 11 = 53.820\text{€}/ \text{ano}$ ;

Segue abaixo um gráfico e alguns cálculos, obtidos através da análise dos tempos dos dois operadores na montagem, que quantifica o valor do desperdício gerado por esta atividade.

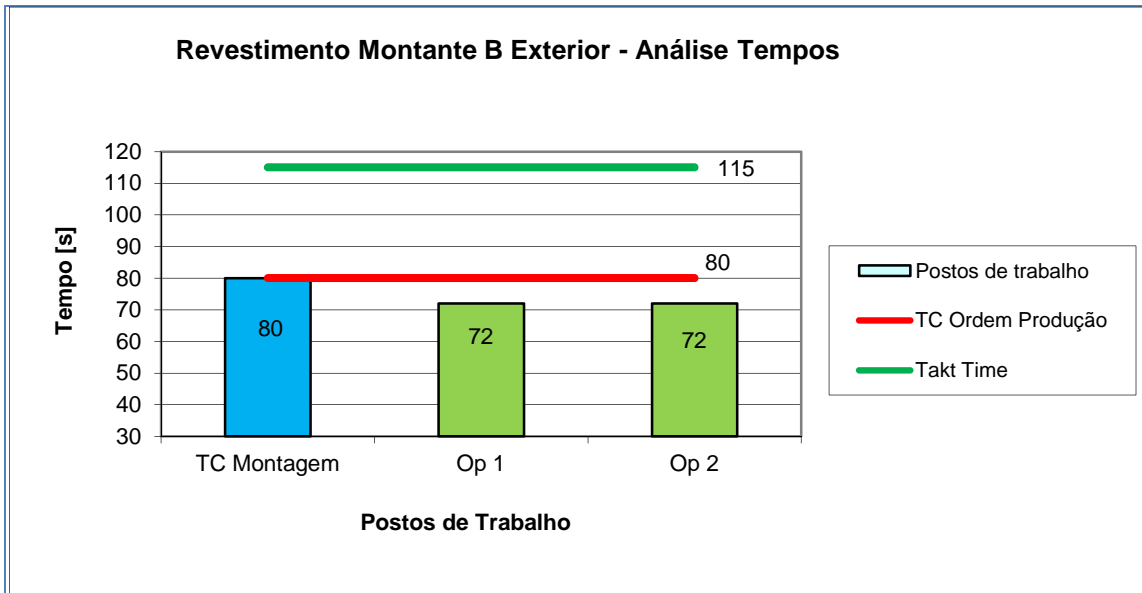


Gráfico 3 – Análise de tempos no processo de montagem (estado atual).

Para o cálculo do Takt Time<sup>18</sup> desta linha de montagem, tive como apoio a metodologia proposta por (Pinto, 2009).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{procura no tempo disponível}} \quad [\text{Equação 11}]$$

Onde, Tempo Disponível = 16 horas (2 turnos de produção)

Procura no tempo disponível = Volume de produção = 500 carros/ dia

$$\text{Takt Time} = \frac{16 \times 3600}{500} = 115 \text{ segundos}$$

Tendo em conta a análise do gráfico e o tempo de ciclo definido pela ordem de produção, verifica-se que existe uma perda de mão-de-obra de 8 segundos em cada operador, ou seja, 16 segundos com os dois operadores.

Desperdício de mão-de-obra num mês (da equação 8) =  $2 \times 2 \times \frac{500 \times 8}{16 \times 3600} = 0,28 \text{ op./ mês.}$

Valor deste desperdício (da equação 9) =  $0,28 \times 8 \times 22 \times 10 \times 11 = 5.421 \text{€/ ano.}$

<sup>18</sup> Takt time: tempo disponível para produção dividido pela procura do cliente.

Quando se compara o tempo de ciclo definido na ordem de produção com o Takt Time, verifica-se que a linha de montagem está a trabalhar mais rápido que a procura do cliente. Neste caso, como escreve (Pinto, 2009), se o takt time for muito superior ao tempo de ciclo ou à capacidade, existe uma subcarga deste posto de trabalho e consequentemente uma baixa utilização de recursos, ou seja, desperdício.

Isto é exatamente o que se passa neste posto de trabalho, uma reduzida utilização de recursos e um excesso de produção, uma vez que todos os dias há tempo para produzir mais do que o que o cliente necessita.

#### **4.3. Proposta de Alterações que Visam à Melhoria**

Uma vez definidas as duas atividades em estudo, injeção de peças plásticas (operação de transformação com controlo de qualidade número 1) e montagem final das peças (operação de transformação com controlo de qualidade número 2), neste capítulo será apresentado um plano de melhoria com o objetivo de eliminar os desperdícios identificados anteriormente, no sentido de tornar este processo mais rentável.

Esses desperdícios são essencialmente de mão-de-obra, porque há um excesso de tempo “morto” do operador em cada ciclo, isto é, o tempo disponível para o operador realizar as suas tarefas é muito superior ao seu tempo de ocupação.

O pior caso é o da injeção, em que cada operador tem um tempo disponível de 86 segundos e um tempo de ocupação de 55 segundos.

Assim sendo, pensa-se de imediato em dar mais trabalho a estes dois operadores da injeção e retirar aos da montagem. Isto é, passar tarefas da montagem para a injeção até ocupação dos operadores quase a 100%, e definir novo tempo de ciclo para a montagem com as tarefas que sobram.

Outra possibilidade, e certamente mais rentável, será fazer toda a peça já na secção de injeção, evitando excesso de produção e stock de produto semiacabado. Consequentemente, com esta solução, as movimentações de materiais também seriam reduzidas.

Então, para resolver este problema de balanceamento dos postos de trabalho das atividades em estudo, e tendo em conta a possibilidade de fazer toda a peça na secção de injeção, recorreu-se a uma metodologia proposta por (Roldão & Ribeiro, 2007) e (Ávila, 2010). Esta metodologia de balanceamento e distribuição das tarefas por operador/ posto de trabalho propõe o uso da Heurística 1, de entre as várias enunciadas pelos autores pelo facto de ser a mais utilizada.

A heurística adotada tem como método selecionar, da lista das tarefas disponíveis, a tarefa com o maior tempo de execução mas que tenha duração inferior ao tempo disponível da estação de trabalho, neste caso inferior ao tempo de ciclo da máquina de injeção (86 segundos).

Antes de se efetuar o balanceamento através deste método é necessário fazer o seguinte:

**1. Identificar todas as tarefas que têm de ser executadas e apresentar o seu respetivo tempo de execução**

Na tabela que se segue, são apresentadas as tarefas que têm de ser executadas e respetiva duração de execução. A construção desta tabela teve como apoio a informação do capítulo 4.2.

Tarefa N.º	Descrição da Tarefa	Tempo médio (seg.) (10 medições)	Frequência por peça
1	Retirar uma peça esquerda do tapete transportador e analisá-la de acordo com a gama de controlo	14,18	1
2	Colocar a peça na base de aplicação do filme protetor	2,65	1
3	Repetir tarefas 1 e 2 para a segunda peça esquerda	16,83	0
4	Acionar o vácuo para prisão das duas peças à base de aplicação do filme protetor	0,38	1/2
5	Desenrolar o filme e indexar os 2 orifícios inferiores nos pinos inferiores. De seguida indexar os orifícios superiores nos pinos superiores	5,23	1/2
6	Conformar o filme às peças com a espátula	10,46	1/2

7	Retirar o excesso de filme pelo picotado	9,0	1/2
8	Com a mão conformar o filme nas laterais das peças	17,25	1/2
9	Desativar o vácuo, retirar as peças da base e verificar o correto posicionamento do filme de acordo com gama de controlo.	13,25	1/2
10	Colocar a peça no corta-jitos e efetuar o corte deslocando a base 2 vezes (1 x esquerda + 1 x direita). Retirar a peça da base e soprar com pistola de ar	10,20	1
11	Colocar a peça na base rotativa para montagem dos componentes e colar a Flexilina (ref. 4600617) na peça	11,70	1
12	Colar 4 Anilhas de espuma (ref. 4700095) na peça	15,80	1
13	Colar 4 espumas (ref. 4700204) na peça	8,90	1
14	Colocar a peça no equipamento de verificação e acioná-lo para verificação dos componentes	2,60	1
15	Retirar a peça do equipamento (já verificada)	6,60	1
16	Colocar peça na embalagem	9,0	1
17	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento e recolher embalagem vazia	69,60	1/21

Tabela 10 – Identificação detalhada das tarefas a serem executadas no posto de trabalho proposto.

## 2. Identificar os requisitos de precedências para cada tarefa

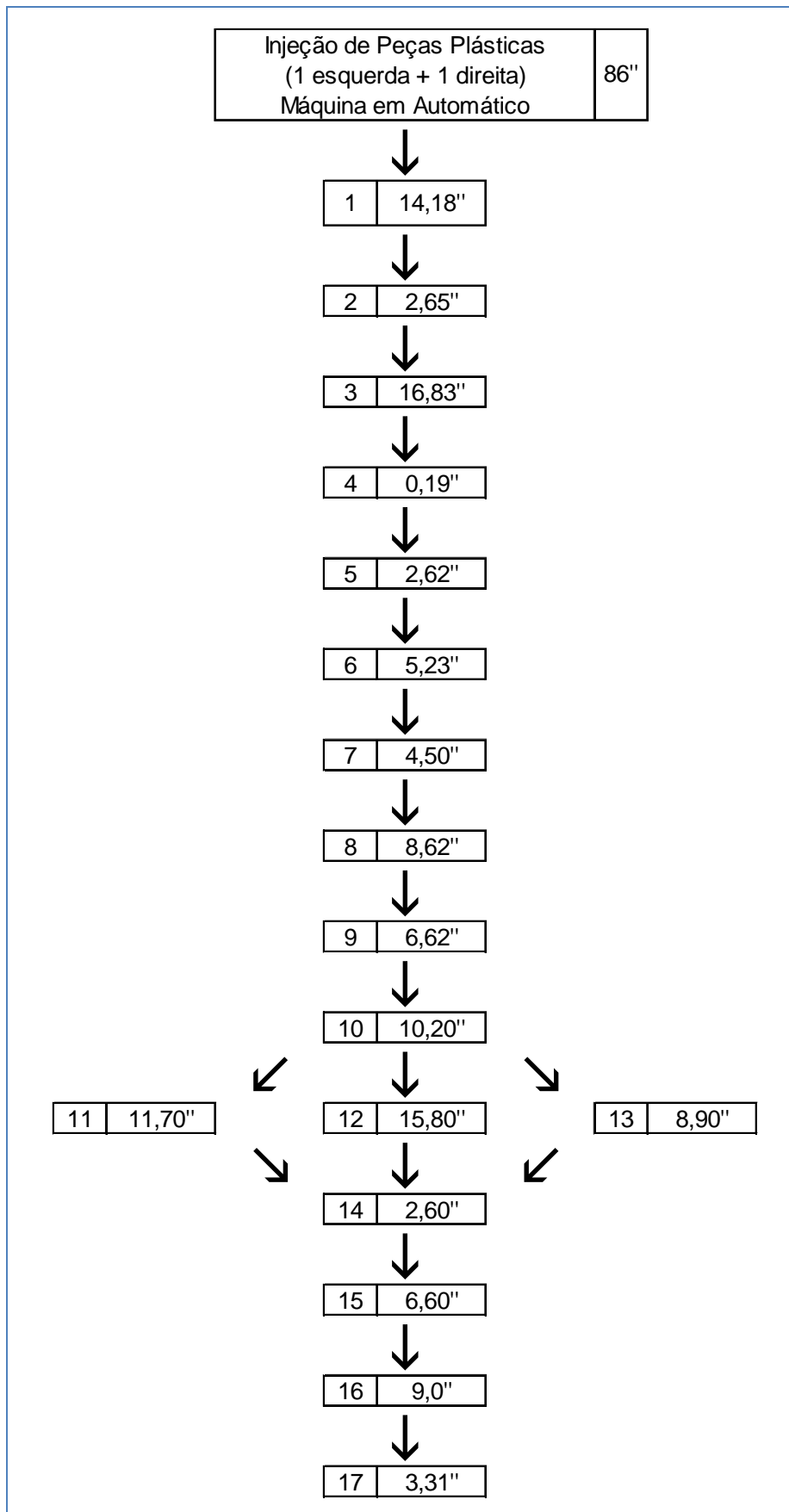


Figura 18 – Representação gráfica das tarefas e respectivas precedências.

Uma vez apresentada toda a informação necessária para a aplicação da heurística, o primeiro passo é calcular o número mínimo de estações necessárias no posto de trabalho.

$$N = \frac{\sum \text{Tempos}}{TC \text{ máquina injeção}} \quad [\text{Equação 12}]$$

Onde, N: número mínimo de estações

$\sum$ Tempos: Somatório dos tempos de cada tarefa por peça

$$N = \frac{112,72 \times 2 \text{ peças}}{86} = 2,62 \rightarrow 3 \text{ estações de trabalho}$$

O segundo passo, será apresentar as tarefas por ordem decrescente do tempo de duração da tarefa.

Tarefa N.º	Tempo Tarefa (seg.)	Tarefas Precedentes
3	16,83	2
12	15,80	10
1	14,18	-
11	11,70	10
10	10,20	9
16	9,0	15
13	8,90	10
8	8,62	7
9	6,62	8
15	6,60	14
6	5,23	5
7	4,50	6
17	3,31	16
2	2,65	1
5	2,62	4
14	2,60	11, 12, 13
4	0,19	3

Tabela 11 – Tempo das tarefas por ordem decrescente do tempo de duração da tarefa.

Aplicando a heurística para determinar o agrupamento das tarefas, obtém-se o seguinte:

Estação	Tarefa N.º	Tempo Tarefa (seg.)	Soma dos Tempos Por Estação
I	1	14,18	82,31
	2	2,65	
	3	16,83	
	4	0,19	
	5	2,62	
	6	5,23	
	7	4,50	
	8	8,62	
	9	6,62	
	10	10,20	
	12	15,80	
II	11	11,70	30,4
	13	8,90	
	14	2,60	
	15	6,60	
	16	9,0	
	17	3,3	

Tabela 12 – Definição das estações com aplicação da heurística para o processo proposto.

Este resultado foi obtido tendo em conta a execução de uma peça. Como a máquina de injeção faz duas peças de uma vez (peça esquerda e peça direita) num tempo de ciclo de 86 segundos, teremos de duplicar o número de postos de trabalho, isto é, para quatro. Mas como a última estação tem apenas uma ocupação de 30,4 segundos para um tempo disponível de 86 segundos, podemos fazer as duas peças com um único posto de trabalho passando este a ter uma ocupação de 60,8 segundos.

#### **4.3.1. Definição do futuro posto de trabalho da injeção**

Uma vez distribuídas as tarefas, de seguida será apresentada toda a informação deste novo posto de trabalho da injeção.

#### 4.3.1.1. Descrição detalhada das tarefas

Operador	Operação	Tarefa N.º	Descrição da Tarefa	Observações
Operador 1	Colocação de duas peças nas bases de montagem do filme protetor  (peça esquerda)	1	Retirar uma peça esquerda do tapete transportador e analisá-la de acordo com a gama de controlo	O filme protetor é colocado em duas peças de cada vez para um melhor aproveitamento do filme.
		2	Colocar a peça na base de aplicação do filme protetor	
		3	Repetir tarefas 1 e 2 para a segunda peça esquerda	
		4	Acionar o vácuo para prisão das duas peças à base de aplicação do filme protetor	Se a peça estiver NOK → Colocar peça no contentor dos rejeitados.
	Aplicação do filme protetor  (peça esquerda)	5	Desenrolar o filme e indexar os 2 orifícios inferiores nos pinos inferiores. De seguida indexar os orifícios superiores nos pinos superiores	
		6	Conformar o filme às peças com a espátula	
		7	Retirar o excesso de filme pelo picotado	
		8	Com a mão conformar o filme nas laterais das peças	
	Corte do jito da peça  (peça esquerda)	9	Desativar o vácuo, retirar as peças da base e verificar o correto posicionamento do filme de acordo com a gama de controlo	Se posicionamento do filme NOK → Retirar filme e colocar novo
		10	Colocar peça no corta-jitos e efetuar o corte deslocando a base 2 vezes (1 x esquerda + 1 x direita).  Retirar a peça da base e soprar com pistola de ar	

	Montagem de dois componentes (Flexilina ref. 4600617 e Anilhas de espuma ref. 4700095) (peça esquerda)	11	Colocar peça na base rotativa para montagem dos componentes e colar a Flexilina (ref. 4600617) na peça	
		12	Colar 4 Anilhas de espuma (ref. 4700095) na peça. Passar peça para posto seguinte	
<b>Operador 2</b>	Repete as mesmas tarefas do operador 1 para a peça direita			
<b>Operador 3</b>	Montagem de um componente (Espuma ref. 4700204) (Peça esquerda)	13	Pegar na peça, colocar na base rotativa para montagem de 4 espumas (ref. 4700204)	Verificação automática
	Verificação da montagem dos componentes através de um equipamento (Peça esquerda)	14	Colocar a peça no equipamento de verificação e acioná-lo para verificação dos componentes	
		15	Retirar a peça do equipamento (já verificada)	
	Colocar peça pronta na embalagem final (peça esquerda)	16	Colocar peça na embalagem	Embalagem completa com 21 peças
		17	Colocar embalagem cheia na rampa de lançamento e recolher embalagem vazia	
Repete as tarefas 13, 14, 15, 16 e 17 para a peça direita				

Tabela 13 – Descrição detalhada das tarefas para o posto de trabalho da injeção proposto.

4.3.1.2. *Layout e diagrama spaghetti*

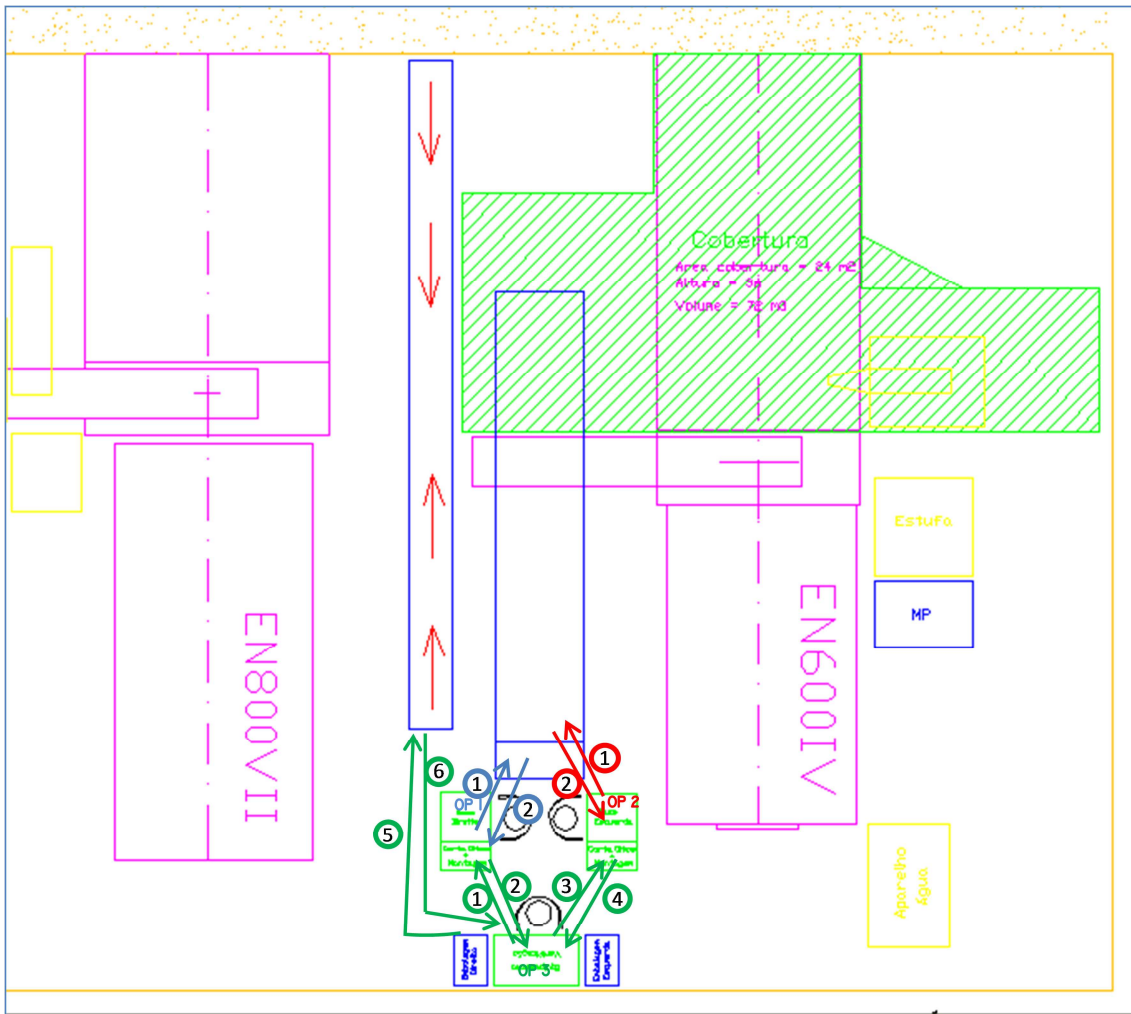


Figura 19 – Layout e diagrama spaghetti do posto de trabalho da injeção proposto.

	Percorso	Distância (metro)	Frequência (por peça)		Percorso	Distância (metro)	Frequência (por peça)		Percorso	Distância (metro)	Frequência (por peça)	
Operator 1	1	1	1	Operator 2	1	1	1	Operator 3	1	1	1	
	2	1	1		2	1	1		2	1	1	
	-	-	-		-	-	-		-	3	1	1
	-	-	-		-	-	-		-	4	1	1
	-	-	-		-	-	-		-	5	3	1/21
	-	-	-		-	-	-		-	6	3	1/21

Tabela 14 – Apoio ao diagrama spaghetti do posto de trabalho da injeção proposto.

Considerou-se que, no estado atual, a deslocação do operador para colocar a embalagem cheia na rampa de lançamento e recolher da mesma a embalagem vazia

é muito longa. Por este motivo propõe-se o aumento da rampa de lançamento de modo a que a movimentação do operador seja reduzida.

#### 4.3.1.3. Custos operacionais

Volume de produção (pedido cliente): 500 carros por dia;

TC máquina de injeção = 86 segundos;

Ocupação de máquina por mês (da equação 4) = 10,95 dias/ mês;

Custo hora da máquina de injeção (600 Toneladas) = 78€;

Custo anual com máquina de injeção neste processo (da equação 5) = 204.984€/ ano;

Número de operadores no posto de trabalho = 3 Operadores;

Necessidade de operadores por mês (da equação 6) =  $3 \times 3 \times \frac{10,95}{22} = 4,48$  op./ mês;

Custo hora de um operador = 11€;

Custo com operadores neste processo por ano (da equação 7) =  $3,48 \times 8 \times 22 \times 10 \times 11 = 86.733$ €/ ano.

Resumindo, o custo com a máquina de injeção é de 204.984€/ ano, o mesmo que no processo atual já que não há alteração do ciclo da máquina de injeção, e o custo com a mão-de-obra é de 86.733€/ ano, inferior ao atual.

Segue abaixo um gráfico e alguns cálculos que quantificam o valor de desperdício gerado por este novo conceito de fabrico, muito inferior aos valores atuais.

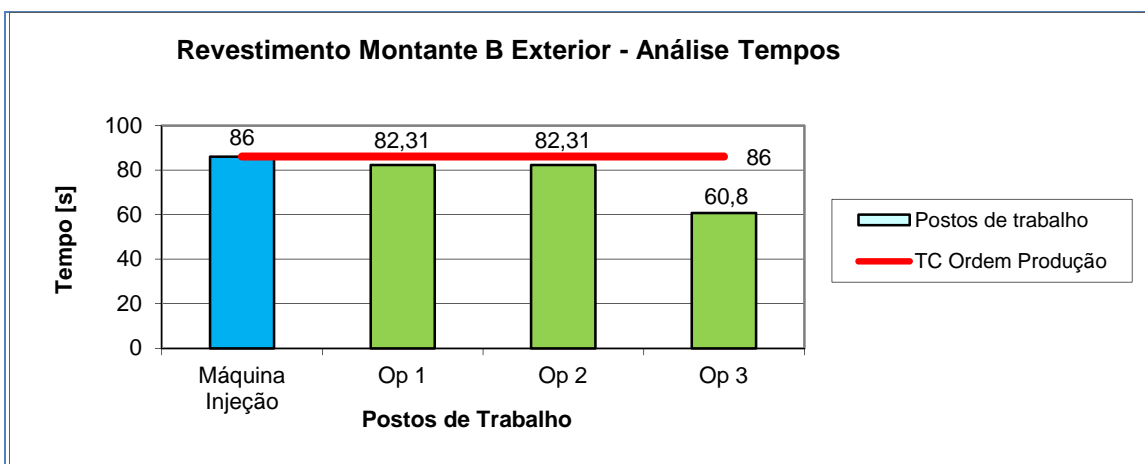


Gráfico 4 – Análise de tempos no processo de injeção proposto.

Tendo em conta a análise do gráfico e o tempo de ciclo definido pela ordem de produção, verifica-se que existe uma perda de mão-de-obra de 3,69 segundos para o operador 1 e 2, e uma perda de 25,2 segundos para o operador 3.

Para o operador 1 e 2:

Desperdício de mão-de-obra num mês (da equação 8) =  $2 \times 3 \times \frac{500 \times 3,69}{24 \times 3600} = 0,1 \text{ op./ mês};$

Valor deste desperdício (da equação 9) =  $0,1 \times 8 \times 22 \times 10 \times 11 = 1.936\text{€}/ \text{ano};$

Para o operador 3:

Desperdício de mão-de-obra num mês (da equação 8) =  $1 \times 3 \times \frac{500 \times 25,2}{24 \times 3600} = 0,4 \text{ op./ mês};$

Valor deste desperdício (da equação 9) =  $0,4 \times 8 \times 22 \times 10 \times 11 = 7.744\text{€}/ \text{ano}.$

Repare-se que 11% do valor total de mão-de-obra com este novo conceito de fabrico é desperdício.

#### **4.3.1.4. Apresentação do diagrama de processo ou encadeamento**

Para que se percebam quais as alterações propostas a todo o processo de fabrico com este plano de melhoria, é apresentado na página seguinte o novo diagrama de processo para o produto em estudo.

As atividades marcadas com uma cruz vermelha e fluxos a tracejado são eliminados, já os materiais mencionados a cor verde passam a fazer parte do fluxo existente.

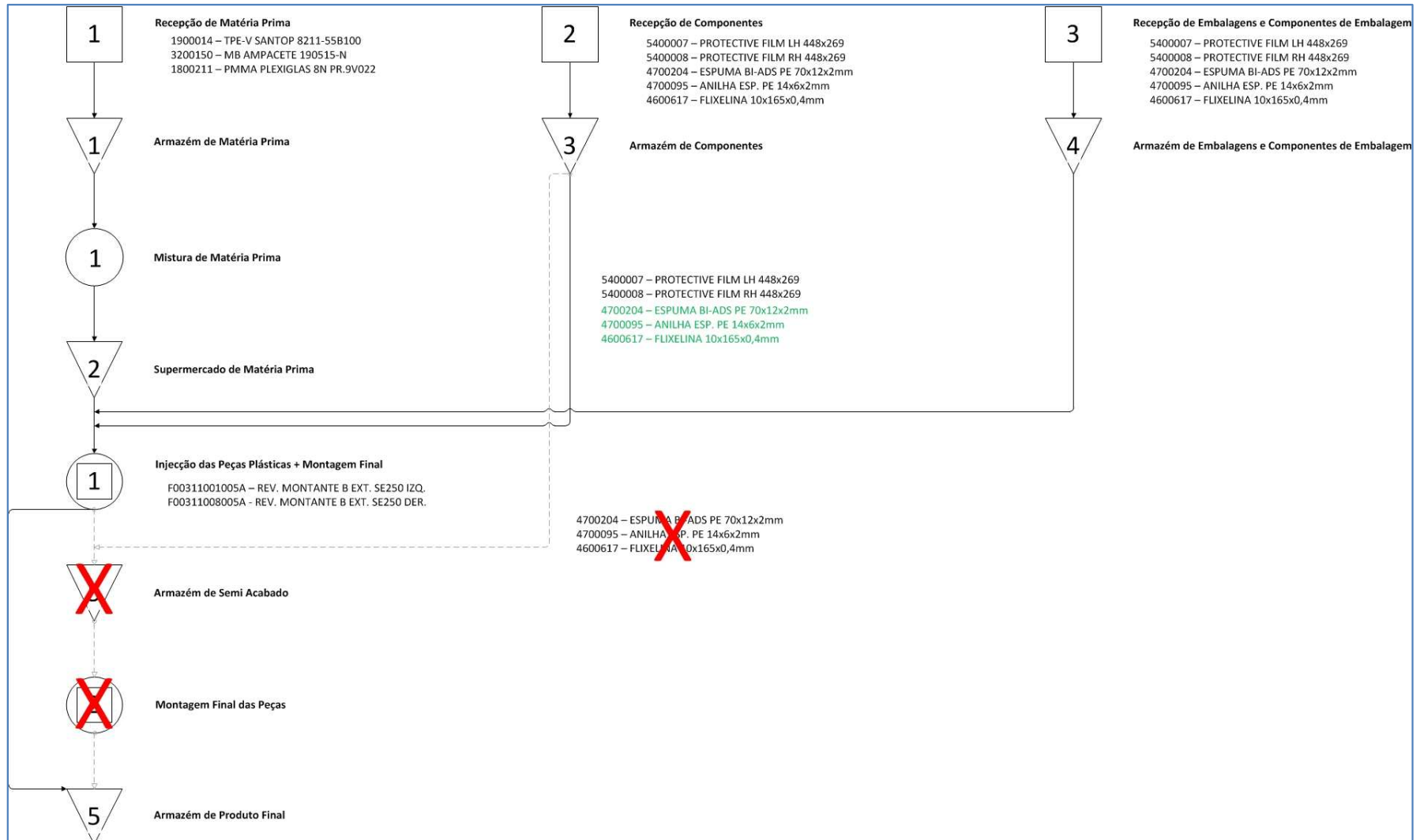


Figura 20 – Diagrama de Processo ou Encadeamento do Revestimento Montante B Exterior (Estado Futuro).

Em comparação com o diagrama da Figura 15 referente ao processo atual, verifica-se que são eliminadas a atividade de armazenagem de produto semiacabado, uma vez que este deixa de existir, e a atividade da operação de transformação com controle de qualidade da montagem final das peças.

Uma vez feita a peça toda na injeção, operação de transformação com controle de qualidade 1, todos os componentes necessários para montagem da peça devem passar a ser aplicados nesta atividade.

Todas as restantes atividades permanecem inalteradas.

#### **4.4. Validação das Propostas de Alterações**

Para a validação do plano de melhorias, é necessário apresentar este estudo à direção da fábrica e a todos os responsáveis de departamento através de uma reunião. Aquando da apresentação é de extrema relevância apresentar as ações a implementar, apresentar a melhoria de desempenho do processo com este plano de melhorias e apresentar o custo/ benefício destas alterações.

Para apresentação e seguimento das ações a implementar segue abaixo uma tabela PDCA<sup>19</sup>. Metodologia proposta por (Saxena, Ramer, & Shulman, 2004).

---

<sup>19</sup> PDCA: (plan-do-check-act) – ciclo de melhoria contínua desenvolvido nos anos 1930 e popularizado no Japão duas décadas depois por W.E. Deming (1900-1993). Também conhecido como ciclo de Deming.

Revestimento Montante B Exterior		Plano de Melhoria – Otimização do Processo Produtivo						Data: 15/ 10/ 2012 Rev: 0	
		Periodicidade: 1 vez por semana    Objectivo: Rentabilização de mão-de-obra Equipa: Direção Fábrica+Responsáveis Departamento    Coordenador: Messias Gomes							
Problema		Análise		PLAN		DO	CHECK	ACT	
N.º	Efeito (o que acontece ou necessidade)	Dados (Evolução, Pareto)	Causas (5 Why's, 6M's, DOE)	Ações (usar verbos no activo)	Resp.	Data	Data	Resultado (%)	Referência (Standard)
1	Necessidade de otimização de mão-de-obra no processo produtivo		1. Excesso de operadores neste processo; 2. Excesso de transporte das peças;	Apresentação do estudo à direção da fábrica e responsáveis de departamento.					
2	Verificação in loco deste novo sistema de fabrico		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Realização de um ensaio com as alterações prevista no plano de melhoria. Fazer pedido de ensaio junto da Eng.ª Produto.					
3	Operadores não sabem, nem estão sensibilizados para a correta montagem de todos os componentes das peças.		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Formação dos operadores, controladores de qualidade e supervisores antes da realização do ensaio.					
4	Verificação dos tempos planeados vs real.		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Filmagem e análise dos tempos do ensaio. Comparação da análise dos tempos do ensaio com os planeados no plano de melhoria.					
5	Necessidade de consumo de todos os componentes		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Alteração das estruturas das peças (Bill of Material), de modo a que todos os					

	das peças no posto de trabalho da injeção.			componentes sejam encaminhados para o posto de trabalho da injeção. Fazer pedido via Portal Simoldes Plásticos.					
<b>6</b>	Linha de montagem obsoleta.		Com a alteração do processo produtivo deste produto, a linha fica obsoleta.	Eliminação da linha de montagem no sistema informático. Fazer pedido via Portal Simoldes Plásticos.					
<b>7</b>	Alteração das tarefas a realizar no posto de trabalho da injeção.		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Alteração da Gama de Fabrico de acordo com distribuição de tarefas deste estudo.					
<b>8</b>	Alteração das tarefas a realizar no posto de trabalho da injeção.		Passagem da montagem dos componentes para a injeção.	Alteração da Gama de Controlo.					
<b>9</b>	Com a alteração no processo produtivo deste produto é necessário ter mais duas bases rotativas para montagem dos componentes no 1º e 2º posto de trabalho.		Para um bom balanceamento dos postos de trabalho, dois dos três tipos de componentes desta peça têm de ser montados pelo posto 1 e 2.  Os componentes têm de ser montados com a peça na base para facilitar o operador e garantir um bom posicionamento dos mesmos	Fazer e adaptar as duas bases rotativas de montagem de componentes no posto 1 e 2.					
<b>10</b>	O operador 3 perde muito tempo a transportar a embalagem cheia e vazia do seu posto de trabalho para a zona da rampa de lançamento.		Rampa de lançamento muito distante do operador 3.	Alteração da rampa de lançamento no posto de trabalho da injeção, de modo a que esta esteja mais perto do operador 3 (feito internamente pela serralharia).					

11	Os operadores da injeção não sabem fazer as montagens dos componentes nas peças, nem estão sensibilizados para os tipos de defeito da montagem.		Passam do processo de montagem para a injeção.	Formação de mais operadores para trabalhar no posto de trabalho da injeção (acordar necessidade a produção).  Actualizar a matriz polivalência dos operadores que recebem a formação.					
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

Tabela 15 – Apresentação das ações a implementar (PDCA).

Estas são as ações necessárias à implementação do plano de melhoria. No entanto poderão surgir outras no decorrer dos trabalhos.

Aquando da primeira reunião da equipa de trabalho definida neste PDCA, é necessário definir datas para a execução das ações e respetivo responsável.

O coordenador do PDCA terá a responsabilidade da marcação das reuniões com a periodicidade definida no plano, da atualização do PDCA e respetiva divulgação, e a tarefa de acompanhar e analisar a execução das ações.

#### **Análise dos benefícios financeiros:**

Para avaliação do desempenho e do custo/ benefício deste plano de melhorias, segue abaixo uma tabela e alguns cálculos.

Atual		Proposto	
<b>Injeção</b>	58.080€/ ano	<b>Injeção + Montagem</b>	86.733€/ ano
<b>Montagem</b>	53.820€/ ano		

Tabela 16 – Apresentação dos custos com mão-de-obra (atual e proposto)

#### Ganho Anual:

$$\begin{aligned} \text{Custos Atuais} - \text{Custos Futuros} &= && \text{[Equação 13]} \\ &= (58.080 + 53.820) - 86.733 = 25.167\text{€/ ano.} \end{aligned}$$

Se o arranque deste processo com estas alterações acontecer em janeiro de 2013 e sendo o fim de produção (EOP) em maio de 2017, teremos o seguinte ganho:

$$\text{Ganho Anual} \times \text{N.º Anos a Produzir} = 25.167 \times 4,4 = 110.735\text{€}. \quad \text{[Equação 14]}$$

Para que os operadores 1 e 2 possam fazer as tarefas 11 e 12 (montagem da Flexilina mais 4 anilhas de espuma), estes têm de ter nos seus postos de trabalho uma base rotativa que os ajude nesta tarefa, tal como o operador 3 tem para executar a tarefa 13 (montagem de 4 espumas).

Considerando o exposto, foi pedido um orçamento a uma empresa para a construção de duas bases rotativas, uma para a peça esquerda – operador 1, e outra para a peça direita – operador 2. Ação número 9 do PDCA.

Segundo o orçamento que se encontra disponível para consulta no Anexo C, o valor para construção das duas bases é de 922€. Para verificar qual o payback<sup>20</sup> deste investimento tendo em conta o ganho com esta alteração, temos:

A equação para o cálculo do payback é apresentada por (Monks, 1987).

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Ganho}} = \frac{922\text{€}}{25.167\text{€}} = 0,036 \text{ Anos} \approx 0,4 \text{ meses.} \quad [\text{Equação 15}]$$

O retorno deste investimento é quase imediato.

Já o valor do ganho efetivo com a rentabilização de mão-de-obra tendo em conta a vida do projeto é de:

$$\text{Ganho efetivo} = \text{Ganho} - \text{Investimento} = 110.735 - 922 = 109.813\text{€}. \quad [\text{Equação 16}]$$

Este ganho é muito significativo tendo em conta a atual situação financeira das empresas. Aos dias de hoje, estas têm de tornar os seus processos mais “magros”, pois só assim é que conseguem sobreviver mediante a concorrência.

---

<sup>20</sup> Payback: tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.

## 5. Conclusões

Todos os processos produtivos no seu estado atual têm potencial de melhoria.

Esta dissertação aborda um campo que permite exploração em todos estes processos, especificamente a utilização de uma metodologia de trabalho que analisa os processos e propõe melhorias, visando a rentabilização de tempo e meios e a redução de desperdícios.

No processo atual analisado, verificou-se que a percentagem de desperdício com mão-de-obra na atividade de injeção é de cerca de 36%; e na atividade de montagem de componentes, este valor é de cerca de 10%. Após a análise efetuada e descrita no presente trabalho, propõe-se uma melhoria que reduz este desperdício para cerca de 11% numa única atividade que engloba a injeção e a montagem. Esta redução representa um ganho de aproximadamente 25.167€ por ano, durante os mais de quatro anos de vida do projeto em causa.

Os ganhos obtidos com a proposta apresentada ultrapassam no entanto em muito a rentabilização da mão-de-obra, pois haverá lugar para ganhos também ao nível dos fluxos de materiais, armazenamento intermédio de produto semiacabado e gestão informática de referências internas, bem como de ocupação de área no espaço produtivo.

A aceitação deste trabalho permitirá à empresa desenvolver uma visão sobre todas as potencialidades de melhoria em todos os seus processos produtivos.

## 6. Desenvolvimentos Futuros

Numa primeira fase é necessário a avaliação e validação do plano de melhorias proposto nesta dissertação.

Aquando da implementação das ações de melhoria é fulcral o acompanhamento por parte da equipa definida na revisão do PDCA do fecho das ações e da sua eficácia. Poderá ser necessário a definição de novas ações para fazer fase aos problemas que possam surgir ao longo dos trabalhos.

Depois do fecho das alterações no processo produtivo estudado nesta dissertação terá de ser feito uma revisão do método usado e se necessário a implementação de alterações no sentido de possibilitar futuras intervenções em outros processos de forma mais eficiente.

## Bibliografia e Outras Fontes de Informação

- Ávila, P. A. (Outubro de 2010). Vertentes da Optimização. Porto, Portugal: ISEP.
- Donahue, L. (2009). A pod design for nursing assignments. *AJN, American Journal of Nursing* , 48-40.
- Ishiwata, J. (1991). *IE for the Shop Floor - Productivity Through Process Analysis*. Portland,Oregon: Productivity Press.
- Jarvinen, J., Perklén, E., Kaila-Stenberg, S., Hyvarinen, E., Hyytiainen, S., & Tornqvist, J. (1998). PDCA – cycle in Implementing Design for Environment in an R&D Unit of Nokia Telecommunications. *Electronics and the Environment* (pp. 237-242). P.O. Box 340,00045 Nokia Group: Nokia Telecommunications.
- Kitano, H., Funahashi, A., Matsuoka, Y., & Oda, K. (2005). Using process diagrams for the graphical representation of biological networks. *Nature Biotechnology* , 961-6.
- Moen, R., & Norman, C. (2006). Evolution of the PDCA Cycle. Detroit, USA.
- Monks, J. G. (1987). *Administração da Produção*. São Paulo: Mc-Graw Hill.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean, A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: LIDEL - edições técnicas, lda.
- Roldão, V. S., & Ribeiro, J. S. (2007). *Gestão das Operações - Uma Abordagem Integrada*. Lisboa: Monitor.
- Saxena, S., Ramer, L., & Shulman, I. A. (2004). A comprehensive assessment program to improve blood-administering practices using the FOCUS–PDCA model. *Transfusion* , 1350-6.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland, Oregon: Productivity, Inc.
- Silva, M. (2009). Estudo de Tempos e Métodos - A Medida do Trabalho. Porto, Portugal: ISEP.




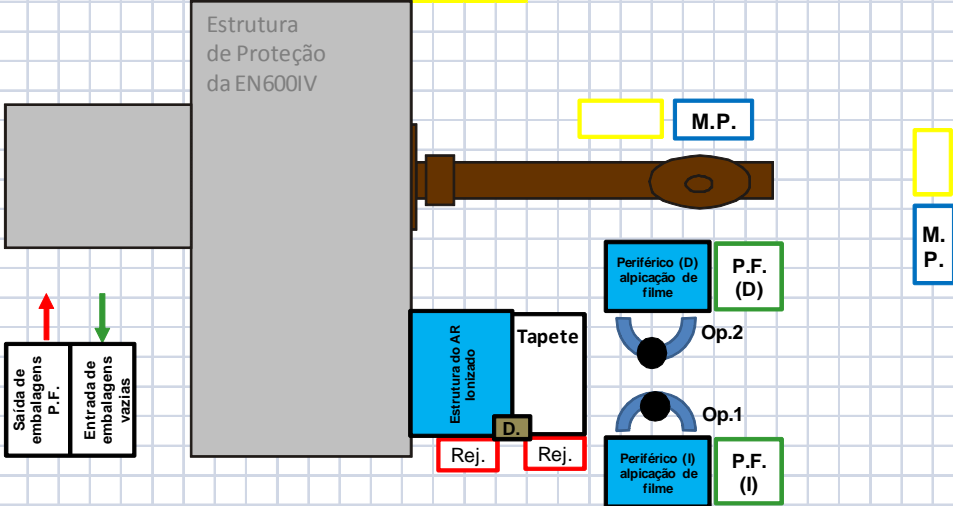
## Anexos

Anexo A – Gama de fabrico do processo de injeção do Revestimento Montante B Exterior;



Anexo B – Gama de fabrico do processo de montagem do Revestimento Montante B Exterior;

Anexo C – Orçamento para a construção de duas bases rotativas (uma para a peça esquerda e outra para a peça direita). Bases para montagem de componentes nos postos 1 e 2;

## **Anexo A:** Gama de fabrico do processo de injeção.


 <p><b>GRUPO Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 5px 0;">Nº 006.12.2</div>	 <p><b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b></p> <p style="text-align: right;">Pág. 1 / 6</p>	
Nº Molde/Nº Linha <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">7424</div>	Designação Peça Rev.Mont.B Ext.SE250 Izq. Rev.Mont.B Ext.SE250 Der.	Referência I00311001005A I00311008005A	Nº Cavidades 1 + 1
Cliente <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">SEAT</div>	Nº Operadores <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">2</div>		
<b>Foto do Lay-Out</b>			
			
<b>Lay-Out</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 20%;"> <p style="text-align: center;">Saída de embalagens P.F. <span style="color: red;">↑</span></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin: 5px auto;">Saída de embalagens P.F.</div> <p style="text-align: center;">Entrada de embalagens vazias <span style="color: green;">↓</span></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 50px; margin: 5px auto;">Entrada de embalagens vazias</div> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> <p>Estrutura de Proteção da EN600IV</p>  <p style="text-align: right;">M.P.</p> <p style="text-align: right;">M.P.</p> <p style="text-align: right;">Periférico (D) alpicção de filme P.F. (D)</p> <p style="text-align: right;">Op.2</p> <p style="text-align: right;">Periférico (I) alpicção de filme P.F. (I)</p> <p style="text-align: right;">Op.1</p> <p style="text-align: center;">Estrutura do AR Ionizado Tapete</p> <p style="text-align: center;">Rej. D. Rej.</p> </div> </div>			
<b>Legenda:</b>			
<div style="border: 1px solid green; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Produto Final do posto de trabalho	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Bancadas, rampas ou tapete	<div style="background-color: blue; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Periféricos	<div style="border: 1px solid yellow; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Equipamentos (estufa, Poliseccador, Ap. Água)
<div style="border: 1px solid red; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Produto não conforme (rejeitados)	<div style="border: 1px solid blue; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Componentes, acessórios, M. P.	<div style="background-color: blue; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Operador	<div style="background-color: brown; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Documentação
		<span style="color: green;">→</span> Entrada de embalagens	<span style="color: red;">←</span> Saída de embalagens

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			2	27-Jun-12	


	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Nº 006.12.2</div>		<p>ENGENHARIA DE PROCESSO</p> <p>Pág. 2 / 6</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

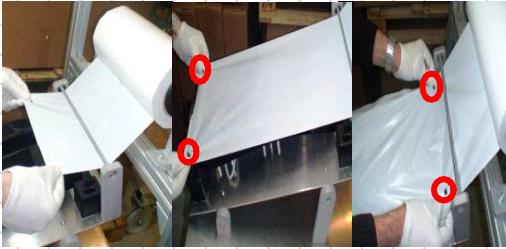
Sequência de operações do operador 1 (MONTANT B IZQ.):




**1º- Recolhe a peça IZQ. (esquerda) do tapete e analisa-a de acordo com a Gama de**




**2º- Coloca duas peças na base do periférico (I) e acciona o vácuo.**




**3º- Desnrola o filme e indexa os 2 orifícios inferiores nos pinos inferiores em seguida indexa os orifícios superiores nos pinos**



**4º- Conforma o filme às peças com a espátula.**





**5º- Retira o excedente de filme.**



**6º- Com a mão conforma o filme nas laterais das peças.**


ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			2	27-Jun-12	

MAPEAMENTO


	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px 0;">Nº 006.12.2</div>		<b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b>  Pág. 3 / 6
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------


  

MAPEAMENTO




**7º-** Desactiva o vácuo, retira as peças e verifica o correcto posicionamento do filme (ver gama de Controlo).






**8º-** Embala as peças de acordo com a Gama de Embalagem




**9º-** Cola o rotulo na embalagem no local definido, antes de colocar a primeira peça na embalagem.



**10º-** Coloca as embalagens completas no suporte de Recolha Unitária.

**Seqüência de operações do operador 1 (MONTANT B DER.):**





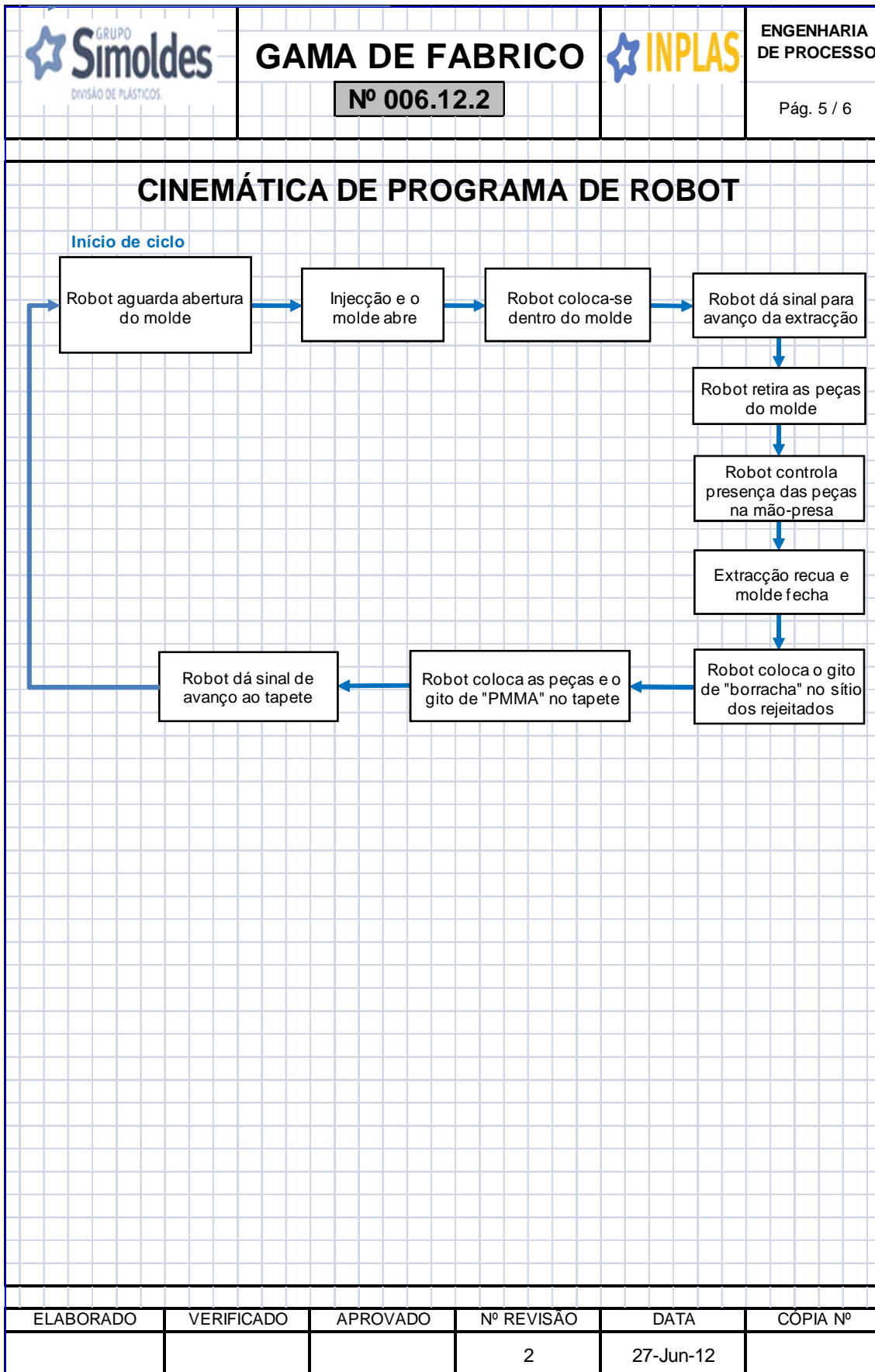
**1º-** Repete a seqüência de operações do operador 1 para a peça DER. (direita).



**Notas:** 1- É obrigatório o uso de luvas para trabalhar estas peças.  
 2- Verificar sempre a colocação correcta do rotulo na embalagem.  
 3- Retirar em caso de existências de rebarbas em linhas de junta, furos, clips e pontos de injeção, com ajuda de instrumentos apropriados.  
 4- Ler atentamente o dossier e fichas de instrução afixadas no posto de trabalho.

**MOLDE EM RECOLHA UNITÁRIA**

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			2	27-Jun-12	

 <p>GRUPO <b>Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<p><b>GAMA DE FABRICO</b></p> <p><b>Nº 006.12.2</b></p>		<p>ENGENHARIA DE PROCESSO</p> <p>Pág. 4 / 6</p>		
<p><b>ANTI-ERRO</b></p>					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin-left: 20px;"> <p>→ 1º- O Robot detecta a presença de peças na Mão presa do Robot, (no caso de perda do sinal o Robot deverá parar o ciclo).</p> </div>					
ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			2	27-Jun-12	

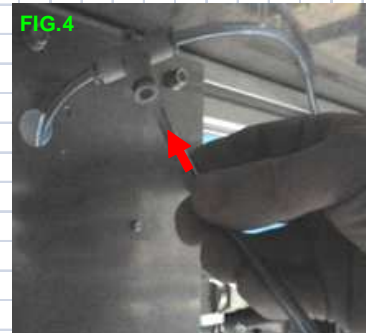
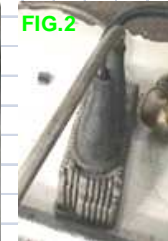


	<h2>GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Nº 006.12.2</div>		<p>ENGENHARIA DE PROCESSO</p> <p>Pág. 6 / 6</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

**Periférico Colocação Filme Protecção**

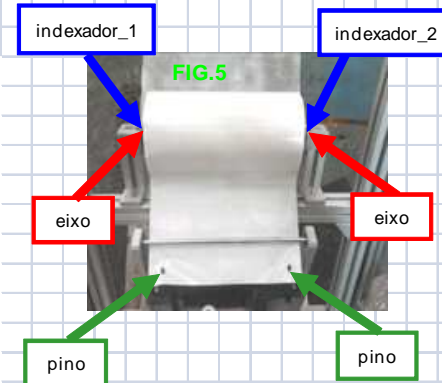
**1. Ligar Equipamento**

- 1.1. Ligar ar comprimido (fig.1)
- 1.2. Ligar ficha à corrente eléctrica (fig.2)
- 1.3. Ligar iluminação do posto de trabalho (fig.3)
- 1.4. Ligar tubo de vácuo da base esquerda ao distribuidor localizado na parte traseira da placa de suporte da UTA na base direita. (fig.4)





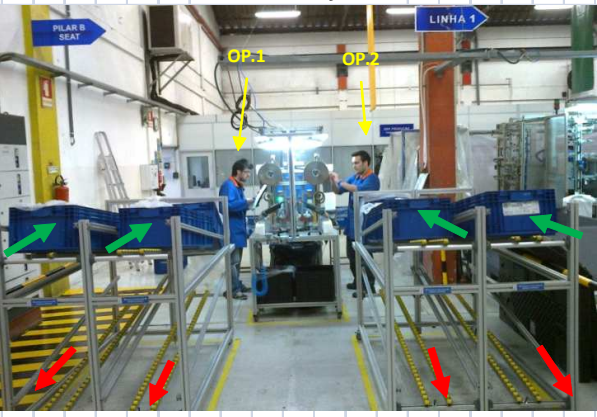
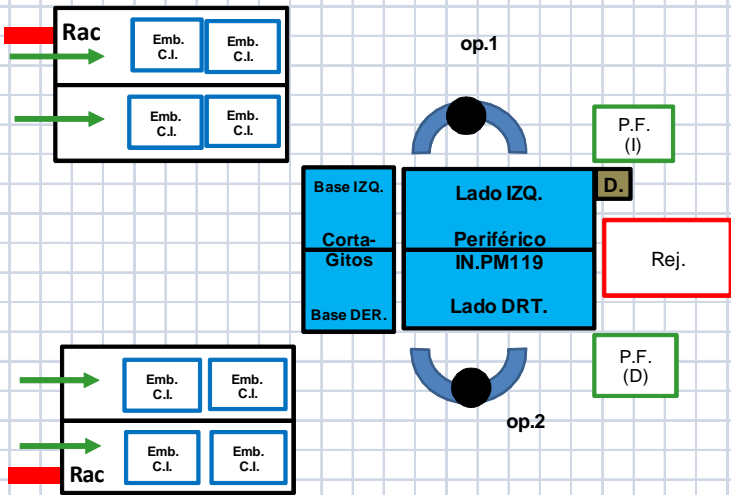










**2. Troca de Rolo de Filme de Protecção**



- 2.1. Remover o rolo com eixo e indexadores (fig.5)
- 2.2. Trocar o rolo no eixo
- 2.3. Posicionar os 2 indexadores
- 2.4. Colocar conjunto nos suportes
- 2.5. Desenrolar filme e indexar patch nos pinos da base (fig.5)



ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			2	27-Jun-12	

## **Anexo B:** Gama de fabrico do processo de montagem.


 <p><b>GRUPO Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 5px 0;">Nº 007.12.1</div>		<b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b>  Pág. 1 / 5		
Nº Molde/Nº Linha <b>7424 / Linha 12</b>	Designação Peça REVEST.MONTANT B EXT.SE250 IZQ. REVEST.MONTANT B EXT.SE250 DER.	Referência <b>F00311001004A</b> <b>F00311008004A</b>	Nº Cavidades <b>1 + 1</b>		
Cliente <b>SEAT</b>	Nº Operadores <b>2</b>				
<b>Foto do Lay-Out</b>					
					
<b>Lay-Out</b>					
					
<b>Legenda:</b>					
 Produto Final do posto de trabalho	 Bancadas, rampas ou tapete	 Periféricos	 Equipamentos (estufa, Poliseccador, Ap. Água)		
 Produto não conforme (rejeitados)	 Componentes, acessórios, M. P.	 Operador  Documentação	 Entrada de embalagens  Saída de embalagens		
ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			1	29-Mar-12	




 <p><b>GRUPO Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px 0;">Nº 007.12.1</div>		<p><b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b></p> <p>Pág. 2 / 5</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

**Sequência de operações do operador 1 (peça IZQ.):**

**Peça Izq.**

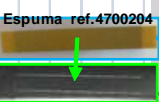





**1º- Recolher a peça IZQ. (esquerda) da embalagem (C.I.), colocar no corta-gitos e efectuar o corte deslocando a base 2 vezes (1 x esquerda + 1 x direita).**

**2º- Retirar a peça do corta-gitos (se necessário soprar a peça com pistola de ar) e colocar no suporte de montagem do periférico (IN.PM119).**

**Espuma ref.4700204**



**Anilha de Espuma Ref.4700095**





**3º- Colar 4 espumas (ref.4700204) na peça, (colar as espumas dentro das marcações existentes na peça).**

**4º- Colar 4 Anilhas de espuma (ref.4700095) na peça.**



**Tira de Flexilina Ref.4600617**







**5º- Colar a Tira de Flexilina (ref. 4600617) na peça, (colar a Tira Flexilina dentro da marcação existente na peça).**


**6º- Colocar a peça no periférico e acciona-lo, a fim de este efectuar a verificação da existência de todos os componentes na peça.**







**7º- Retirar a peça do periférico (já verificada) e marca a peça com o carimbo (Nº de operador).**

**8º- Embalar a peça de acordo com a Gama de Embalagem.**







**9º- Colar o rotulo na embalagem no local definido, antes de colocar a primeira peça na embalagem.**

**10º- Colocar as embalagens completas no Rac de Recolha Unitária (parte inferior do Rac).**

**Notas:** 1- Verificar sempre a colocação correcta do rotulo na embalagem.  
 2- Retirar em caso de existências de rebarbas em linhas de junta, furos, clips e pontos de injeção, com ajuda de instrumentos apropriados.  
 3- Ler atentamente o dossier e fichas de instrução afixadas no posto de trabalho.


MOLDE EM RECOLHA UNITÁRIA

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			1	29-Mar-12	



	<h2 style="margin: 0;">GAMA DE FABRICO</h2> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px 0;">Nº 007.12.1</div>		<b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b>  Pág. 3 / 5
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

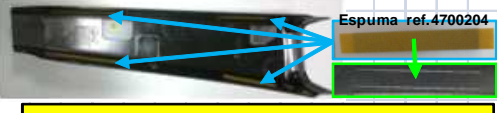
**Sequência de operações do operador 2 (peça DER.):**




**1º- Recolher a peça DER. (direita) da embalagem (C.I.), colocar no corta-gitos e efectua o corte deslocando a base 2 vezes (1x esquerda + 1x direita).**

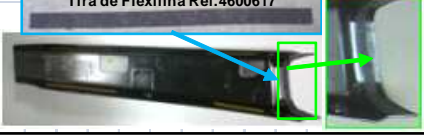
**2º- Retirar a peça do corta-gitos (se necessário soprar a peça com pistola de ar) e colocar no suporte de montagem do periférico (IN.PM119).**




**3º- Colar 4 espumas (ref. 4700204) na peça, (colar as espumas dentro das marcações existentes na peça).**




**4º- Colar 4 Anilhas de espuma (ref. 4700095) na peça.**




**5º- Colar a Tira de Flexilina (ref. 4600617) na peça, (colar a Tira Flexilina dentro da marcação existente na peça).**




**6º- Colocar a peça no periférico e acciona-lo, a fim de este efectuar a verificação da existencia de todos os componentes na peça.**




**7º- Retirar a peça do periférico (já verificada) e marca a peça com o carimbo (Nº de operador).**



**8º- Embalar a peça de acordo com a Gama de Embalagem.**



**9º- Colar o rotulo na embalagem no local definido, antes de colocar a primeira peça na embalagem.**



**10º- Colocar as embalagens completas no Rac de Recolha Unitária (parte inferior do Rac).**



**Notas:**

- 1- Verificar sempre a colocação correcta do rotulo na embalagem.
- 2- Retirar em caso de existências de rebarbas em linhas de junta, furos, clips e pontos de injeção, com ajuda de instrumentos apropriados.
- 3- Ler atentamente o dossier e fichas de instrução afixadas no posto de trabalho.

### MOLDE EM RECOLHA UNITÁRIA

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			1	29-Mar-12	

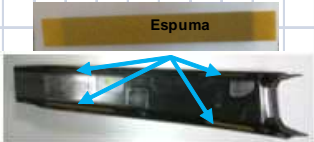
MAPEAMENTO

 <p><b>GRUPO Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<p><b>GAMA DE FABRICO</b></p> <p><b>Nº 007.12.1</b></p>		<p><b>ENGENHARIA DE PROCESSO</b></p> <p>Pág. 4 / 5</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

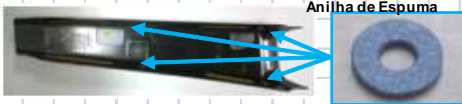
  

### ANTI-ERRO


**Anti-erro do periférico IN.PM119:**



**1º-** O periférico detecta a presença das **4 Espumas** na peça, em caso de falta o periférico entra em alarme e acende a respectiva luz no quadro de led's



**2º-** O periférico detecta a presença das **4 Anilhas de Espumas** na peça, em caso de falta o periférico entra em alarme e acende a respectiva luz no quadro de led's




**3º-** O periférico detecta a presença da **Tira de Flexilina** na peça, em caso de falta o periférico entra em alarme e acende a respectiva luz no quadro de led's

**Teste a efectuar no periférico:**

**1º-** Colocar peça no periférico sem componentes

→




**Quadro de Led's**

→

Verificar se o periférico entra em alarme e assinala a falta de todos componentes (com excepção da Tira Flexilina) no

**2º-** Colocar peça no periférico com os componentes todos com excepção **Tira de Flexilina**

→



**Quadro de Led's**

→

Verificar se o periférico entra em alarme e assinala a falta da **Tira de Flexilina** no quadro de led's

**3º-** Repetir o teste para a peça do lado oposto

→

Verificar se o periférico entra em alarme e assinala a falta dos componentes no quadro de led's

**Nota 1:** Sempre que se verificar o não cumprimento dos passos anteriores chamar o homem dos robot's.

**Nota 2:** O teste tem de ser efectuado em todos os arranques de fabrico.

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			1	29-Mar-12	

 <p>GRUPO <b>Simoldes</b> DIVISÃO DE PLÁSTICOS.</p>	<p><b>GAMA DE FABRICO</b></p> <p><b>Nº 007.12.1</b></p>		<p>ENGENHARIA DE PROCESSO</p> <p>Pág. 5 / 5</p>		
<p><b>CINEMÁTICA DE PROGRAMA DE ROBOT</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 20px auto;"> <p><b>NÃO APLICÁVEL</b></p> </div>					
ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	Nº REVISÃO	DATA	CÓPIA Nº
			1	29-Mar-12	

## **Anexo C:** Orçamento para a construção de duas bases rotativas.



# fluidotronica

<b>N/ ORÇAMENTO</b>	<b>0306/12 - DS</b>	pág.: 1 / 1
A/C Exmo(a) Sr(a). Messias Gomes		
Documento elaborado por Mário Sousa		
<b>DATA DO DOCUMENTO</b>	<b>CONDIÇÕES DE PAGAMENTO</b>	<b>VALIDADE DA PROPOSTA</b>
09-10-2012	90 DIAS FIM DE MÊS DIA 10	09-11-2012

<b>INPLAS - Indústria de Plásticos, S.A.</b>		
Zona Industrial, Alto da Fábrica		
Apartado 407		
Santiago de Riba-UI		
3720-502 Santiago de Riba-UI		
<b>V/Nº Telefone</b>	256 666 650	
<b>V/Nº Contribuinte</b>	503001031	<b>Cliente Nº</b> 14

Exmos. Srs.

No seguimento da vossa consulta, a qual desde já agradecemos, vimos por este meio apresentar as nossas melhores condições de fornecimento para o material abaixo discriminado:

Código	Descrição	Previsão Ent.	Qtd. x Dim.	Qtd.Total	Un	Preço Unit.%Des	Preço Total
SISTEMA	Construção de sistema 1. IDENTIFICAÇÃO - Projecto: SP 03/11 - Produto: Rev. Mont. Ext. B SE250 - Ficha de especificações: FEE 03/11.7424 REV0 - Processo: Base de montagem de componentes  2. DESCRIÇÃO GERAL DOS EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS - Uma base para a peça esquerda + uma base para a peça direita com placa de alumínio(dimensões aproximadas 500x150x100 mm) - Estrutura em perfil de alumínio - A base roda para possibilitar a montagem dos componentes no interior da peça (parte técnica) - Posicionadores revestidos  30% com a entrega; 30% com a encomenda; 40% com a entrega; 30% a 30 dias da factura.	a combinar		1,000	UN	922,000	922,00

Ficando a aguardar as vossas prezadas notícias, despedimo-nos com os nossos melhores cumprimentos.

<b>Local de Carga:</b>	<b>Meio de Expedição:</b>	<b>Local de Descarga:</b>	<b>TOTAL (C/ DESC. S/ IVA):</b>
N/ INSTALAÇÕES	N/CARRO	V/ INSTALAÇÕES	922,00 €
<b>Obs.:</b>			TOTAL ILÍQUIDO 922,00 €
Rua da Atalaia do Calvário, 87 - A   Zona Industrial 3720 - 502 Oliveira de Azeméis Tel: +351 256 681 955   Fax: +351 256 681 957 Email: fluidotronica@fluidotronica.com			DESCONTO: 0,00 €
Contribuinte 506810470 Soc. Comercial por Quotas Capital Social : 90.000,00 Mat.Cons.Reg. OliveiradeAzeméis, nº 506810470			IVA 23 % 212,06 €
			<b>TOTAL (c/ IVA):</b> 1.134,06 €