

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DA YAZAKI PORTO *TECHNICAL CENTRE*

Tiago André Pinto Monteiro



Mestrado em Gestão de Processos e Operações

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2011

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Gestão de Processos e Operações

Candidato: Tiago André Pinto Monteiro, Nº 1060804, 1060804@isep.ipp.pt

Orientação científica: Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Co-orientação científica: João Augusto Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Empresa: Yazaki Porto *Technical Center*



Mestrado em Gestão de Processos e Operações
Área de Especialização de Melhoria do Processo Produtivo
Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia do Porto
21 de Outubro de 2011

Aos meus Pais e Irmão

RESUMO

No actual contexto macroeconómico, a melhoria dos processos e o aproveitamento de todas as sinergias, são factores que se tornaram ainda mais importantes e nalguns casos, condição *sine qua non* para a sobrevivência das próprias empresas. Cada vez mais as empresas são obrigadas a produzir mais com menos recursos, com a qualidade desejada pelos clientes e a preços competitivos. A qualidade do produto final não deve ser afectada com a desculpa da implementação de uma política da redução de custos. Pelo contrário, deve existir a preocupação de eliminar da cadeia de valor tudo o que não contribui com valor acrescentado, melhorando nalguns casos a própria qualidade do produto final.

A realização deste projecto tem como objectivo, analisar e implementar, através de ferramentas relacionadas com a metodologia *Lean*, melhorias na produção de aplicadores de cravação numa empresa multinacional ligada ao ramo automóvel. Pretende-se um aumento da taxa de produção diária em 50%, obtida essencialmente através do balanceamento dos recursos humanos e no desenvolvimento de um sistema *kanban* incorporado no sector produtivo.

A parte inicial do trabalho incidiu no estudo e análise do produto e respectivo processo produtivo. Posteriormente e por várias fases efectuaram-se análises aos tempos de fabrico e ao sequenciamento das operações, com vista ao conhecimento de todo o processo de montagem de modo a identificar os aspectos de melhoria. Após o registo dos pontos a eliminar e/ou a melhorar, procedeu-se a uma análise criteriosa dos dados recolhidos, efectuando-se o balanceamento dos recursos de modo a tornar eficaz a implementação do sistema *kanban*. Este sistema é a base da melhoria proposta para este tema de dissertação.

Após implementação do sistema *kanban*, foi avaliado o seu desempenho e foram registadas melhorias na produção diária dos aplicadores bem como no *lead time* despendido no processamento dos mesmos.

Palavras-chave: *Lean*, melhoria contínua, balanceamento de linha, *kanban*.

ABSTRACT

In the current macroeconomic environment, the improvement of processes and the use of all synergies are factors that have become even more important and, in some cases, *sine qua non* condition for the survival of the companies. More and more, companies are obliged to produce more with fewer resources, with the quality desired by customers and competitive prices. The quality of the final product shouldn't be affected under the pretext of implementing a policy of cost reduction. Rather, the concern must be to eliminate from the value chain, all that doesn't added any value, improving in some cases the quality of the final product.

The realization of this project aims to analyse and implement, through the tools related to Lean methodology, improvements on crimping applicators production for a multinational company linked to the automotive industry. An increase of daily production rate of 50%, obtained essentially through balancing of human resources and the development of a *kanban* system incorporated into the productive sector is the goal to achieve.

The initial part of the work was focussed on product study and its analysis as well as the production process. Then, analyses were performed to manufacturing times and sequencing of operations, in order to identify aspects for improvement. After registration of the points to eliminate and/or improve, was performed a careful analysis of the collected data, which helped the balance of the resources, to make an effective implementation of the *kanban* system. This system is the basis of the improvement purposed in this dissertation theme.

After implementation of *kanban* system, the performance was evaluated and improvements were registered on daily production of applicators as well as lead time spent on product processing.

Keywords: Lean, continuous improvement, line balancing, *kanban*.

AGRADECIMENTOS

Ao Eng.º Paulo Ávila, orientador da dissertação no ISEP, manifesto o meu reconhecimento pelo apoio e pela boa orientação e ainda pela disponibilidade demonstrada.

Ao Eng.º João Bastos, co-orientador da dissertação no ISEP, pela orientação prestada na realização do projecto.

Agradeço também à Yazaki Porto *Technical Centre*, como Empresa, pela oportunidade que me concedeu para a realização deste projecto.

À minha família por me terem apoiado e proporcionado todas as condições para realizar o meu trabalho ao longo do curso.

ÍNDICE

RESUMO	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE.....	V
ACRÓNIMOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	X
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	2
1.2. OBJECTIVOS	3
1.3. CALENDARIZAÇÃO.....	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
1.5. APRESENTAÇÃO E SÍNTESE HISTÓRICA DA EMPRESA.....	5
2. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE.....	6
2.1. FILOSOFIA <i>LEAN THINKING</i>	6
2.1.1. PRINCÍPIOS DO <i>LEAN THINKING</i>	7
2.2. FERRAMENTAS E TÉCNICAS UTILIZADAS	8
2.2.1. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	8
2.2.2. CICLO PDCA	9
2.2.3. DIAGRAMA DE PARETO (ANÁLISE ABC)	10
2.2.4. METODOLOGIA 5 S	11
2.2.5. SISTEMA <i>KANBAN</i>	13
2.2.6. BALANCEAMENTO DE LINHA	14
2.2.7. UNIFORMIZAÇÃO.....	15
2.2.8. GESTÃO VISUAL.....	16
3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	17
3.1. PRODUTOS A ESTUDAR	17

3.2.	DESCRIÇÃO DO SECTOR PRODUTIVO	24
3.3.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	30
3.4.	ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO.....	35
4.	APRESENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA IDENTIFICADAS E SUA VALIDAÇÃO.....	40
5.	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHO FUTURO	50
	REFERÊNCIAS	51
6.	ANEXO A: ESTRUTURA DO APLICADOR 04 <i>SIDE</i> NOVO	53
7.	ANEXO B: ESTRUTURA DO APLICADOR 87 <i>SIDE</i>	54
8.	ANEXO C: ESTRUTURA DO APLICADOR 87 <i>END</i>	55
9.	ANEXO D: <i>LAYOUT</i> ACTUAL DO SECTOR PRODUTIVO.....	56
10.	ANEXO E: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO FLUXO PRODUTIVO..	57
11.	ANEXO F: <i>VALUE STREAM MAPPING</i> ACTUAL	58
12.	ANEXO G: <i>VALUE STREAM MAPPING</i> PROPOSTO.....	59
13.	ANEXO H: CÁLCULO DE SALÁRIOS A DEBITAR.....	60

ACRÓNIMOS

5S: Cinco palavras japonesas, todas começadas com a letra “S”, que estabelecem o ambiente cultural para a melhoria contínua. São elas: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Seitsuke*.

App: *Applicator*

FIFO: *First in first out*

Kanban: Palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um dos mais simples sistemas de controlo de operações que se conhece e que coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico.

MRP: *Materials Requirement Planning*

PDCA: *Plan-Do-Check-Act*.

PTC: *Porto Technical Centre*.

VSM: *Value Stream Mapping*.

WIP: *Work in progress*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Yazaki Porto <i>Technical Centre</i>	5
Figura 2 – Estados do VSM (Pinto,2009)	9
Figura 3 – Ciclo PDCA (Pinto,2009)	10
Figura 4 – Diagrama de Pareto (Ávila,2011)	11
Figura 5 – Gestão visual (Bouzon,2011).....	16
Figura 6 – Aplicador de cravação	17
Figura 7 – Produção dos aplicadores em 2010.....	18
Figura 8 – Diagrama de Pareto.....	19
Figura 9 – Aplicador modelo 04 <i>side</i>	20
Figura 10 – Quadro descritivo dos componentes do aplicador do modelo 04 <i>side</i>	21
Figura 11 – Aplicador modelo 87 <i>side</i>	22
Figura 12 – Quadro descritivo dos componentes constituintes do modelo 87 <i>side</i>	22
Figura 13 – Aplicador modelo 87 <i>end</i>	23
Figura 14 – Quadro descritivo dos componentes constituintes do modelo 87 <i>end</i>	24
Figura 15 – <i>Layout</i> do sector produtivo	25
Figura 16 – Zona de Recepção/Preparação	26
Figura 17 – Zona de registos e medições	26
Figura 18 – Posto de Montagem	27
Figura 19 – Posto de Microcut	27
Figura 20 – Zona de normalização (cravação de terminais)	28
Figura 21 – Zona de normalização (teste das cravações).....	28
Figura 22 – Zona de Embalamento	29
Figura 23 – Zona de <i>stock</i> lateral	29
Figura 24 – Diagrama de processo e sua descrição.....	30
Figura 25 – Furação do <i>frame</i>	31
Figura 26 – Estantes de <i>work in progress</i>	31
Figura 27 – Lavagem de peças	32
Figura 28 – Montagem do Aplicador	32

Figura 29 – Cravação de terminais	33
Figura 30 – Análise da qualidade de cravação	33
Figura 31 – Tremonha	34
Figura 32 – Embalamento do aplicador.....	34
Figura 33 – VSM do processo produtivo	35
Figura 34 – Caso de estudo 1	42
Figura 35 – Caso de estudo 2	43
Figura 36 – 5S (material duplicado).....	47
Figura 37 – 5S (material duplicado) _2.....	47
Figura 38 – 5S (material não identificado).....	48
Figura 39 – 5S (material não identificado) _2.....	48
Figura 40 – 5S (material não organizado)	49
Figura 41 – 5S (material não organizado) _2	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Análise ABC.....	19
Tabela 2 – Cronometragens e seu desvio	36
Tabela 3 – Tempos médios por aplicador (retirados do VSM)	37
Tabela 4 – Quantidades produzidas em 2010.....	37
Tabela 5 – Cálculo dos tempos médios em função do número de colaboradores.....	38
Tabela 6 – Balanceamento dos recursos	40
Tabela 7 – Estudo <i>kanban</i>	41
Tabela 8 – Resultados obtidos com o balanceamento dos recursos	44
Tabela 9 – Resultados obtidos com a implementação do sistema <i>kanban</i>	44
Tabela 10 – Valores previstos após balanceamento	45

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação está inserida no Mestrado em Gestão de Processos e Operações do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto e enquadra-se no âmbito da Unidade Curricular Dissertação / Projecto / Estágio. O tema proposta de “Melhoria do Processo Produtivo de Aplicadores de Cravação” insere-se num projecto de engenharia da área de Gestão Industrial que visou aplicar os conceitos teóricos leccionados no decorrer da parte lectiva do Mestrado em ambiente industrial.

O trabalho de projecto desenvolvido caracteriza o processo produtivo de “aplicadores de cravação” e tem como objectivos, após análise e estudo do processo, alcançar melhorias significativas que permitam uma redução dos tempos de fabrico, melhorar o controlo de todos os aplicadores produzidos e criar condições para a implementação do sistema *kanban*. Este sector de fabrico está inserido numa Empresa que se dedica essencialmente à prestação de serviços técnicos relacionados com a produção de cablagens eléctricas para o ramo automóvel.

De salientar que este projecto é realizado na Yazaki Porto *Technical Centre*, que tem como principal actividade, a prestação de serviços técnicos a várias empresas do grupo, sediadas em diversos pontos do globo e ligados à produção de cablagens eléctricas para automóveis, sendo o enfoque desta dissertação, o sector de produção de aplicadores de cravação de terminais designado por *Crimping Centre*.

Uma das razões para a escolha deste tema de investigação, prende-se com a filosofia implementada na Empresa de melhoria contínua de processos e métodos, surgindo daí a necessidade de melhorar a eficácia do processo produtivo no *Crimping Centre*.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Porto *Technical Centre* é um centro técnico, de capital importância no apoio ao sector automóvel que tem como actividade principal a prestação de serviços para as fábricas de cablagens da Yazaki em todo o Mundo, de onde se destaca o *Crimping Centre*.

Trata-se de um recurso centralizado no fornecimento, controlo e apoio a todas as fábricas de produção de cablagens, no que diz respeito a aplicadores de cravação e suas ferramentas, bem como, a criação, registo e distribuição de normas de cravação.

Com a preocupação constante na melhoria dos serviços prestados, é do interesse da organização, que este sector seja optimizado, de modo a responder mais eficazmente aos prazos de entrega solicitados, com um nível de serviço que supere as expectativas dos clientes e contribua para o aumento do volume de facturação.

1.2. OBJECTIVOS

O objectivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade da filosofia *Lean* e quantificar o seu impacto promovendo melhorias no processo que permitam obter um aumento da taxa de produção diária de aplicadores em 50% no sector *Crimping Centre*.

Para permitir que se alcancem os resultados esperados, foram definidas etapas intermédias, com tarefas bem definidas, distribuídas cronologicamente da seguinte forma:

- Caracterização do sistema produtivo dos aplicadores;
- Abordagem teórica às diferentes filosofias de melhoria do processo produtivo;
- Identificação dos principais problemas e custos associados aos mesmos;
- Análise ao processo produtivo no modelo actual e sua performance;
- Propostas de alterações com vista à melhoria dos processos;
- Validação das propostas de alterações, de desempenho e retorno financeiro.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

Para um melhor acompanhamento das actividades previstas, foi definido um cronograma com o detalhe necessário para a execução das mesmas. De seguida, são apresentados os períodos previstos para a sua execução:

- Março, Abril 2011 – Análise do actual processo de produção da empresa, estabelecendo pontos de melhoria;

- Maio, Junho 2011 – Estudo aprofundado dos pontos de melhoria;
- Julho, Agosto 2011 – Análise e validação das propostas apresentadas;
- Setembro, Outubro 2011 – Avaliação e conclusão da dissertação;
- Novembro 2011 – Apresentação da mesma.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório descreve um projecto de engenharia apresentando uma descrição técnica da metodologia de melhoria aplicada bem como dos passos que conduziram à sua implementação.

No primeiro capítulo é definido sucintamente os objectivos que se pretendem atingir com o presente trabalho. É feito também um enquadramento do trabalho com a descrição da Empresa, bem como dos processos objecto de estudo.

O segundo capítulo apresenta em detalhe os variados conceitos que foram base de suporte para a realização deste trabalho.

O terceiro capítulo apresenta o fluxo de informação, o processo produtivo com enfoque especial nos produtos alvo deste estudo, a área de estudo do sector da Empresa onde está inserido este processo e por último, a análise e descrição actual do fluxo do processo produtivo.

O quarto capítulo identifica as oportunidades de melhoria com o intuito de alcançar os objectivos propostos.

Por último, no quinto capítulo, é feita uma descrição dos resultados alcançados com a implementação proposta e caracteriza-se as implicações do modelo adoptado no fluxo produtivo do *Crimping Centre*. A dissertação finaliza com as conclusões relativas ao projecto desenvolvido, propondo ainda eventuais trabalhos futuros a realizar como continuação do presente projecto.

1.5. APRESENTAÇÃO E SÍNTESE HISTÓRICA DA EMPRESA

A linha temporal de evolução da Yazaki remonta a 1929 quando Sadami Yazaki começou a vender cablagens para a indústria automóvel. Depois de ocorrerem mudanças importantes nos regulamentos governamentais em 1935, as empresas japonesas foram autorizadas a começar produção automóvel a nível doméstico. Isto causou efeitos muito positivos na Yazaki, sendo que em 1939, o negócio expandiu e, dois anos depois, a Yazaki *Electric Wire Industrial Co. Ltd* foi criada com cerca de 70 colaboradores.

A estratégia da Yazaki, no que diz respeito à investigação e desenvolvimento foi de concentrar a sua actividade perto do cliente. Isto resultou no crescimento desses locais, devido aos requisitos do cliente ligados ao *outsourcing*, relacionado com a I & D. Isso levou ao aumento dos custos, bem como de uma grande flutuação na carga de trabalho entre a fase de desenvolvimento e a fase de produção.

O resultado desta estratégia foi a necessidade de centralizar algumas dessas actividades da estrutura Europeia, por forma a minimizar os custos e a flutuação de pessoas, sendo possível movimentá-las entre diferentes clientes e projectos, sem que seja necessária uma mudança física, estando a actividade localizada num único lugar. A decisão de criar o Porto *Technical Centre* em Portugal foi essencialmente devido à existência do desenho para a produção de cablagens e do laboratório que já trabalhavam para toda a Europa. De salientar a existência de 15 anos de *know-how* na produção de cablagens.



Figura 1 – Yazaki Porto *Technical Centre*

O PTC é um centro técnico de baixo custo para a Yazaki na Europa e no Mundo. Focado em actividades de alto conteúdo de trabalho técnico, não necessitando de estar localizado junto do cliente. (Yazaki Europe)

2. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica de cariz teórico ao conceito *Lean Management* e por consequência aos mais importantes conceitos, técnicas e métodos que estão associados a esta filosofia, que deram suporte ao trabalho realizado.

2.1. FILOSOFIA *LEAN THINKING*

“Nas organizações nada se perde, tudo se transforma. O grave problema é que a maior parte das entradas (inputs) se transforma em desperdício, comprometendo seriamente a competitividade dos negócios e levando os clientes a pagar mais do que esperado. Identificar as diversas formas de desperdício e de seguida delinear estratégias que visam a sua remoção são duas das mais nobres actividades da filosofia lean thinking”. (Pinto, 2009)

Num mercado cada vez mais competitivo, as empresas para prosperar têm de encontrar modos de superar as várias dificuldades que advêm dessa mesma competitividade. Estas dificuldades abrangem vários aspectos, entre eles estão o aumento dos custos e a redução das margens de lucro. Por estes motivos cada vez mais as empresas têm apostado cada vez mais na filosofia de gestão *Lean*.

O conceito *Lean* é uma estratégia com grande aplicabilidade, essencialmente em processos industriais, tendo como objectivo aumentar a satisfação dos clientes através da melhor racionalização dos recursos, com vista à eliminação dos desperdícios, redução dos custos e optimização dos processos produtivos. Esta filosofia nasceu na Toyota, no Japão do pós-guerra, criada por Taiichi Ohno, engenheiro da empresa. A situação do país após a Segunda Guerra Mundial fazia com que fossem tomadas medidas para ser possível a sobrevivência da Toyota e foi com esta situação que o *Lean Management* nasceu, com o intuito da procura e eliminação do desperdício. (Schonberger,1982)

Foram então classificados por Ohno os setes Mudas (desperdícios) existentes no gamba, que são os seguintes, como refere (Imai,1997):

- Excesso de produção – Este é considerado o pior Muda, pois dá às pessoas um falso sentimento de segurança. Produção em demasia leva ao consumo de matéria-prima antes do necessário, bem como conduz ao aumento do *stock*;
- Excesso de *stock* – O excesso de produtos acabados, semiacabados ou de matérias-primas em locais de armazenamento, traduz-se no aumento dos custos operacionais e administrativos;
- Excesso de defeitos – Os defeitos interrompem o processo produtivo e por consequência leva a trabalho adicional e dispendioso;
- Excesso de movimentações – Todo o movimento corporal que não está directamente relacionado com a agregação de valor é improdutivo;
- Excesso de processamento – O uso improdutivo dos equipamentos pode levar a um processamento excessivo que pode ser evitado;
- Excesso de espera – Os compassos de espera por parte do operador em relação à chegada do material ao seu posto, devido a desequilíbrios na linha produtiva, levam ao aparecimento deste Muda, sendo fácil de detectar;
- Excesso de transporte – As movimentações excessivas de materiais ou produtos não acrescentam valor.

2.1.1. PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING*

De acordo com James Womack e Daniel Jones no artigo *Lean Thinking*, os princípios fundamentais desta filosofia resumem-se ao conceito de valor e como este é gerado nas organizações, de modo a satisfazer todas as partes interessadas, bem como a eliminação dos desperdícios no fluxo produtivo. (Jones & Womack,2003)

Os princípios são apresentados nos seguintes pontos:

- *Value* (valor) – Especificar o que cria e o que não cria valor com a preocupação de satisfazer todas as partes interessadas;
- *Value Stream* (cadeia de valor) – A organização tem de satisfazer simultaneamente todos os seus *stakeholders*, entregando-lhes valor. Para isso terá de definir para cada parte interessada a respectiva cadeia de valor. Nenhuma destas se deverá sobre

por às demais, a empresa deverá, sempre que possível, procurar o equilíbrio de interesses;

- *Flow* (fluxo contínuo) – Optimizar o fluxo entre operações, ou seja, criar um fluxo contínuo, procurando sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes;
- *Pull System* – Deixar que seja o cliente (e outros *stakeholders*) “puxar” o fluxo dos processos, evitando que as empresas empurrem para as partes aquilo que elas julgam ser a necessidade destas;
- *Perfection* (perfeição) – Empenho na procura pela perfeição sabendo que os interesses, as necessidades e as expectativas dos diferentes *stakeholders* estão em constante evolução. As empresas deverão procurar constantemente a melhoria contínua a todos os níveis.

2.2. FERRAMENTAS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Para a implementação da filosofia *Lean*, em particular os seus princípios, são usadas determinadas ferramentas de suporte. No contexto do trabalho são apresentadas aquelas que se tornaram úteis no decorrer do mesmo.

2.2.1. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta de identificação e posterior redução de desperdícios, onde se executa o mapeamento da cadeia de valor, expondo-se os fluxos de materiais e informações, permitindo assim identificar se as operações possuem valor acrescentado ou não. Deste modo é possível promover a melhoria contínua dos processos e a permanente satisfação dos clientes (internos e externos) das empresas. Na figura seguinte estão identificados os passos evolutivos do VSM. (Pinto,2009)



Figura 2 – Estados do VSM (Pinto,2009)

O VSM ajuda a identificar ineficiências intrínsecas ao processo, tais como:

- *Stock* excessivo;
- Transporte ineficiente;
- Actividades pouco produtivas;
- Movimentações não necessárias.

Como tal, é necessário tomar em conta o mapeamento tanto do fluxo de materiais como o fluxo de informação sendo este último aquele que diz a cada processo o que fazer a seguir. (Rother,1999)

2.2.2. CICLO PDCA

O ciclo PDCA (*Plan Do Check Act*) também conhecido como ciclo de Deming é realçado detalhadamente devido à sua larga aplicabilidade e importância ao longo deste trabalho. As suas etapas constituintes são respectivamente:

- *Plan* (planear) – Estabelecer o alvo para a melhoria, elaborando planos de acção para o atingir;
- *Do* (executar) – Implementar o plano definido anteriormente;
- *Check* (verificar) – Averiguar se a implementação proporcionou a melhoria pretendida;

- *Act* (agir) – Realizar e padronizar dos novos procedimentos para recorrência do problema original ou estabelecer metas para as novas melhoria.

É essencial identificar e definir os processos, bem como saber quais os objectivos do mesmo. Toda a análise dos dados é fundamental para uma eficiente resolução do problema, por isso é importante monitorizar e medir todos os processos antes e depois de implementar qualquer alteração. (Pinto,2009)

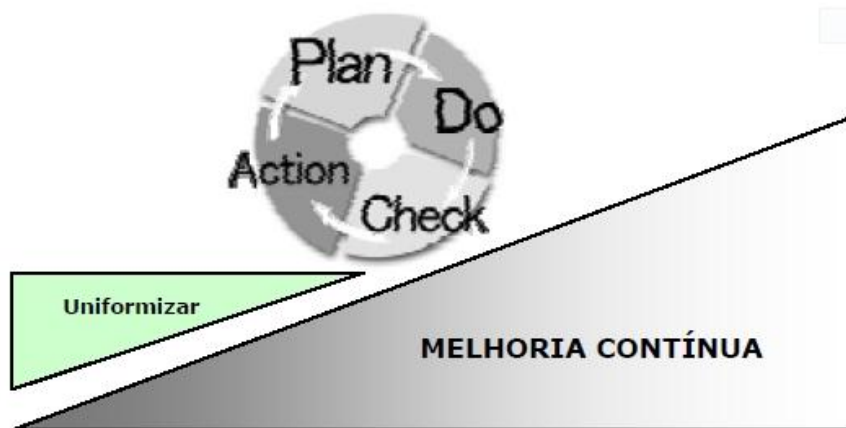


Figura 3 – Ciclo PDCA (Pinto,2009)

2.2.3. DIAGRAMA DE PARETO (ANÁLISE ABC)

A classificação ABC é um método que permite filtrar e classificar os produtos por 3 classes tendo em conta um determinado parâmetro de selecção. Admitindo que se consideraria o volume de facturação da empresa como parâmetro de selecção, obter-se-ia, como ordens de grandeza, a seguinte classificação:

- Classe A: 75 a 85 % do volume de facturação, 15 a 25% dos artigos;
- Classe B: 10 a 20 % do volume de facturação, 25 a 35% dos artigos;
- Classe C: 5 a 10 % do volume de facturação, 50 a 60% dos artigos.

Esta classificação é uma variação da lei de Pareto, chamada dos 20/80, que aplicada ao exemplo de parâmetro de selecção (volume de facturação), poder-se-ia concluir que apenas 20% dos artigos contribuiriam para 80% do volume de facturação e vice-versa. A figura

seguinte ilustra uma curva tipo de um diagrama ABC, permitindo identificar as três classes de produtos e respectivos pesos no valor acumulado do valor da produção.

Há ainda a considerar os seguintes aspectos na utilização do diagrama de Pareto:

- Verificar várias classificações e construir vários diagramas de modo a ser possível analisar a situação de vários ângulos;
- É indesejável que “outros” representem uma grande percentagem;
- Utilizar o custo como unidade de medida sempre que possível;
- Se um produto tiver uma solução simples, implementá-la logo mesmo que o impacto não seja dos mais significativos. (Ávila,2011)

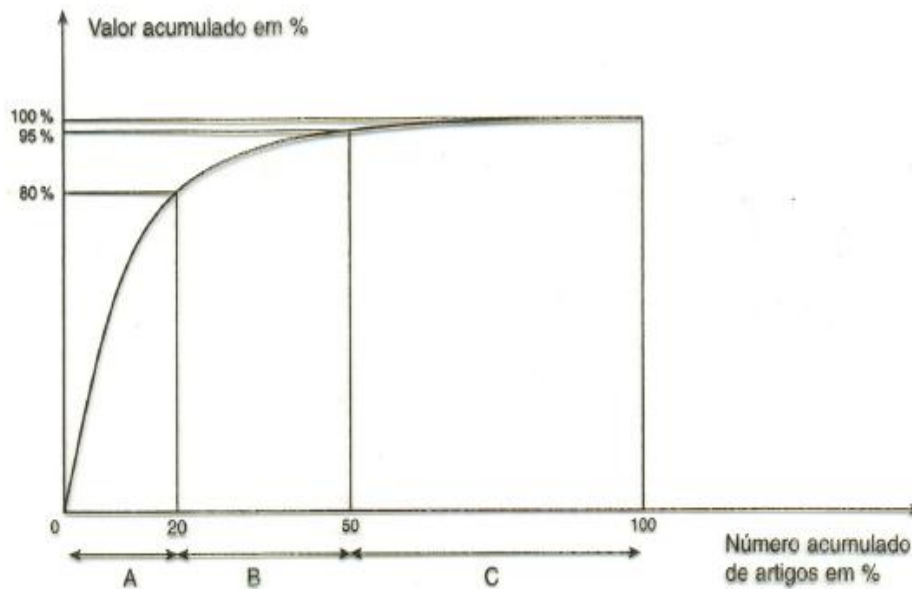


Figura 4 – Diagrama de Pareto (Ávila,2011)

2.2.4. METODOLOGIA 5 S

Esta metodologia pode não ser novidade, mas deve fazer parte do dia-a-dia do colaborador na organização. Esta procura minimizar o desperdício e fazer com que as pessoas consigam manter condições óptimas dos locais de trabalho. Os 5 S são 5 palavras que em Japonês começam todas por “s” e são descritas abaixo segundo:

- | | | |
|------------------|---|--------------------|
| 1º SEIRI | = | ORGANIZAÇÃO |
| 2º SEITON | = | ARRUMAÇÃO |
| 3º SEISO | = | LIMPEZA |

4º SEIKETSU = UNIFORMIZAÇÃO
5º SHITSUKE = DISCIPLINA

- *Seiri* (organização) – é o “senso de utilização”. Tudo o que não for necessário para a actividade deve ser removido do local de trabalho;
- *Seiton* (arrumação) – é o “senso de tudo no seu lugar”. Cada coisa deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente;
- *Seiso* (limpeza) – é o “senso de que a limpeza é fundamental para a melhoria”. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade;
- *Seiketsu* (uniformização) – é o “senso de conservação”, pois a definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo;
- *Seitsuke* (disciplina) – é o “senso de responsabilidade”, já que o treino com os padrões definidos pelo grupo é fundamental para o cumprimento dos compromissos assumidos. Disciplina significa trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, arrumação e limpeza. (Pinto,2009)

Esta metodologia tem demonstrado ser uma forma fácil, eficiente e de baixo custo para auxiliar a perspectiva da qualidade total em produtos e serviços. A sua implementação deve traduzir-se no envolvimento de todos os membros e passa pelo seguinte processo:

1. Motivar os quadros;
2. Dar formação ao pessoal sobre o método;
3. Fazer o ponto de situação das instalações;
4. Definir uma zona piloto;
5. Criar uma comissão de gestão;
6. Formar um grupo de trabalho piloto;
7. Criar um “painel dos 5 S”;
8. Arrancar com o trabalho de grupo;
9. Implementar as cinco etapas;
10. Generalizar as outras secções.

Em resumo os benefícios da aplicação dos 5 “S”:

- Os 5 “S” criam ambientes limpos, claros, agradáveis e seguros;
- Como consequência, o *gemba* é revitalizado e o moral e a motivação dos funcionários são extremamente melhorados;
- Ajudam a eliminar os vários tipos de muda: eliminam a necessidade de procurar ferramentas, tornam mais fácil o trabalho do operador, reduzem o trabalho fisicamente extenuante e libertam espaço. (Courtois et al.,1997)

2.2.5. SISTEMA *KANBAN*

Kanban no vocabulário japonês significa cartão e funciona como uma encomenda interna a cada secção e como guia de remessa, quando acompanha o produto resultante dessa encomenda. Funciona assim como um sistema coordenador de todo o fluxo de materiais dentro de uma fábrica. É visto como um *pull system*, contrastando com o sistema utilizado na ferramenta MRP (*materials requirement planning*) visto como um *push system*. Este sistema é uma das ferramentas de aplicação da filosofia *Lean Production*. (Cantidio, 2009) É possível encontrar casos de empresas onde apenas se usa um tipo de *kanban* (*kanban* de produção),no entanto, muitas empresas usam 2 tipos (*kanban* de produção e *kanban* de transporte). No caso mais geral podem ser considerados 3 tipos: *kanban* de transporte, de produção e de fornecedor. (Courtois et al.,1997)

Este sistema traz diversas vantagens derivadas da sua implementação:

- A primeira vantagem é o facto de permitir evidenciar os problemas do processo produtivo;
- Uma rápida e simples circulação do fluxo de informação entre os vários postos de trabalho, sectores fabris ou até organizações;
- Fácil interacção entre o produtor e quem vai consumir o especificado no cartão *kanban*;
- Redução do tempo de resposta, traduzindo-se numa maior fiabilidade ao nível do cumprimento dos prazos, da qualidade e das quantidades;
- O *kanban* permite descentralizar e simplificar a gestão da produção;
- Eliminação da produção excessiva;
- Diminuição dos *stocks*, que se pode traduzir num alívio da tesouraria, mais espaço disponível na área fabril e maior facilidade na sua gestão;

- Por último, o aumento da capacidade de reacção do sistema que contribui na redução do *lead time*. (Hirano,2009)

Torna-se importante referir que foi utilizada para o cálculo do número de *Kanban's* a fórmula 1 em seguida apresentada:

$$N = \frac{DL+G}{C} \quad (1)$$

Em que:

D: representa o consumo médio de produtos pelos clientes por unidade de tempo;

L: o prazo de disponibilização dos produtos;

G: o factor de gestão que serve de cobertura para os imprevistos e mudanças de série;

C: o número de peças existentes num contentor. (Courtois et al.,1997)

O sistema *kanban* surge associado a um mecanismo capaz de estabelecer a informação que transmite as necessidades do posto a jusante ao posto a montante. Este tem bastantes mais-valias para a organização, sendo um processo simples, de custos reduzidos porém, implica um sistema de afinação exacta da produção e do sistema de planeamento dos aprovisionamentos. (Courtois et al.,1997)

2.2.6. BALANCEAMENTO DE LINHA

O conceito de balanceamento dos processos está intrinsecamente associado á produção em pequenos lotes. Todos os métodos e técnicas referidas anteriormente constituem a base necessária para a produção de pequenos lotes, transformando o fabrico num sistema extremamente flexível. (Pinto,2009)

Balacear ou equilibrar os processos significa garantir que todos os intervenientes no processo têm a mesma carga de trabalho, ou seja produzem com o mesmo tempo de ciclo. Este corresponde ao período decorrido entre a repetição de um mesmo evento que caracterize o início ou o fim desse ciclo. O tempo de ciclo de um processo balanceado deve ser o mais próximo possível do *takt time*, sem nunca o ultrapassar. (Alvarez & Antunes,2011)

Não é possível manter um fluxo contínuo de materiais e de informação sem garantir antes o balanceamento dos processos. O balanceamento consegue-se através de alterações físicas nos processos ou pela polivalência das pessoas.

2.2.7. UNIFORMIZAÇÃO

A uniformização de todos os processos é das questões com maior relevância na cultura *Lean*. Uniformizar, padronizar ou standardizar significa que, independentemente de quem seja o operador, o processo desenrola-se sempre da mesma forma, ou seja, seguindo sempre a mesma sequência, as mesmas operações e usando sempre as mesmas ferramentas. Esta é atingida quando cumprimos três elementos básicos, sendo eles (Pinto,2009):

- *Takt time*;
- Sequência de operações;
- *Work in progress (WIP)*.

Takt time

Takt time é definido a partir de duas variáveis, marcando com isso o ritmo de produção. Elas são a procura do mercado e o tempo efectivo de produção. Para Ohno “o *takt time* é obtido pela divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia”. (Imai,1997)

Sequência de trabalho

Segundo Ohno, o sequenciamento de operações é tal como o nome nos diz, isto é, indicamos os passos cumpridos pelo operador. É a ordem específica, credibilizada como sendo a melhor, pela qual o operador executa os passos de um processo para uma peça. (Imai,1997)

WIP

Pinto diz que “... *WIP* é a quantidade máxima de stock que flui através das diversas operações, acrescentando, quando o processo decorre sem nenhuma variabilidade”. (Pinto,2009)

2.2.8. GESTÃO VISUAL

Gestão ou controlo visual é um processo auxiliar ao incremento de eficácia e eficiência das operações, criando visibilidade lógica e de fácil percepção para quem quer que seja perceber a realidade do *gemba*. Segundo ele, uma das características humanas é o facto de percepcionarmos o mundo através da visão e, por esse motivo, promover a exposição visual da informação relevante é sinónimo de promover a comunicação. Isto aplica-se a todos os locais do sector produtivo e podem surgir de diversas formas: fardas de cores diferentes, espaços definidos no chão, etiquetas *kanban*, identificações suspensas, entre outros. (Pinto,2009)

Uma correcta gestão visual permite detectar facilmente uma anormalidade e assim despoletar acções correctivas. Isto é extremamente vital quando falamos em competitividade, onde redefinições produtivas são a ordem do dia.

Ter a prática dos 5S é um enorme contributo para implementar a gestão visual.



Figura 5 – Gestão visual (Bouzon,2011)

Como tal, é importante:

1. Registrar após observar;
2. Analisar;
3. Definir contra medidas;
4. Planear;
5. Implementar;
6. Validar;
7. Partilhar;
8. Reajustar;
9. Acompanhamento constante. (Schonberger,1982)

3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Em seguida, será apresentado e descrito o produto em questão, bem como, o sector e o fluxo do processo produtivo para conseqüente apreciação e avaliação.

3.1. PRODUTOS A ESTUDAR

De acordo com o definido nos objectivos deste trabalho, o presente estudo concentrou-se num conjunto específico de produtos de um dos sectores do PTC, o *Crimping Centre* sendo, por isso, o alvo do projecto de melhoria o processo de fabrico dos aplicadores de cravação (cf. figura 6). O sector produz essencialmente sete modelos de aplicadores de cravação, podendo estes serem novos ou remodelados, sendo eles:

- Modelo 04 *side* (novos e remodelados);
- Modelo *mecal* (novos e remodelados);
- Modelo 87 *side* (remodelados);
- Modelo *kam* (novos e remodelados);
- Modelo b/c (novos);
- Modelo 87 *end* (novos e remodelados);
- Modelo 90 (novos e remodelados).



Figura 6 – Aplicador de cravação

De salientar que os termos *side* e *end* correspondem à forma de alimentação do aplicador. A sua produção, no ano de 2010, pode ser visualizada na figura 7, onde se pode observar claramente que o modelo 04 foi o mais solicitado pelas fábricas, possuindo um maior volume de produção relativo aos restantes.

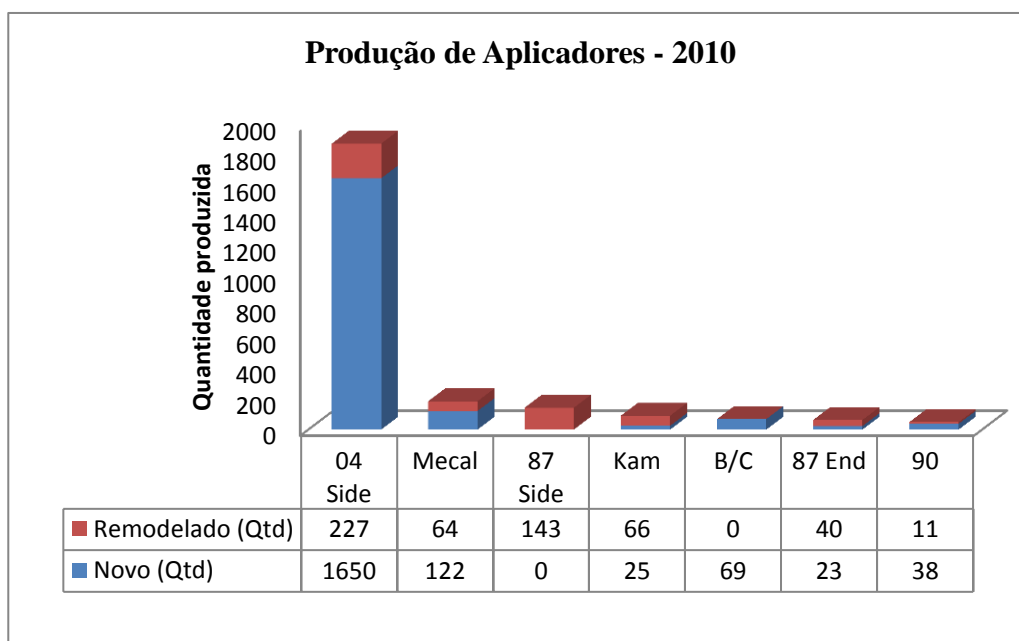


Figura 7 – Produção dos aplicadores em 2010

De seguida é apresentada a análise ABC, também conhecida por análise de Pareto. Baseia-se no princípio conhecido dos 80-20: 20% dos artigos representam 80% da facturação total e os 80% dos artigos restantes representam apenas 20%. Esta análise irá permitir dividir os modelos de aplicadores em classes, em função das quantidades produzidas no ano de 2010. Considerando a tabela 1, pode-se verificar qual a classificação dos vários modelos apresentados e, em seguida o gráfico de Pareto respectivo na figura 8.

Tabela 1 – Análise ABC

Tipo App	Total (Qtd)	Total (€)	Total Acum (€)	% Valor Acum	% App Acum	Classe
04 Side	1877	1788970	1788970	75%	14%	A
Mecal	186	173360	1962330	82%	29%	A/B
Kam	91	131577	2093907	87%	43%	B
87 Side	143	92950	2186857	91%	57%	B
90	49	89442	2276299	95%	71%	C
B/C	69	69000	2345299	98%	86%	C
87 End	63	48121,4	2393420,4	100%	100%	C
Total		2393420,4				

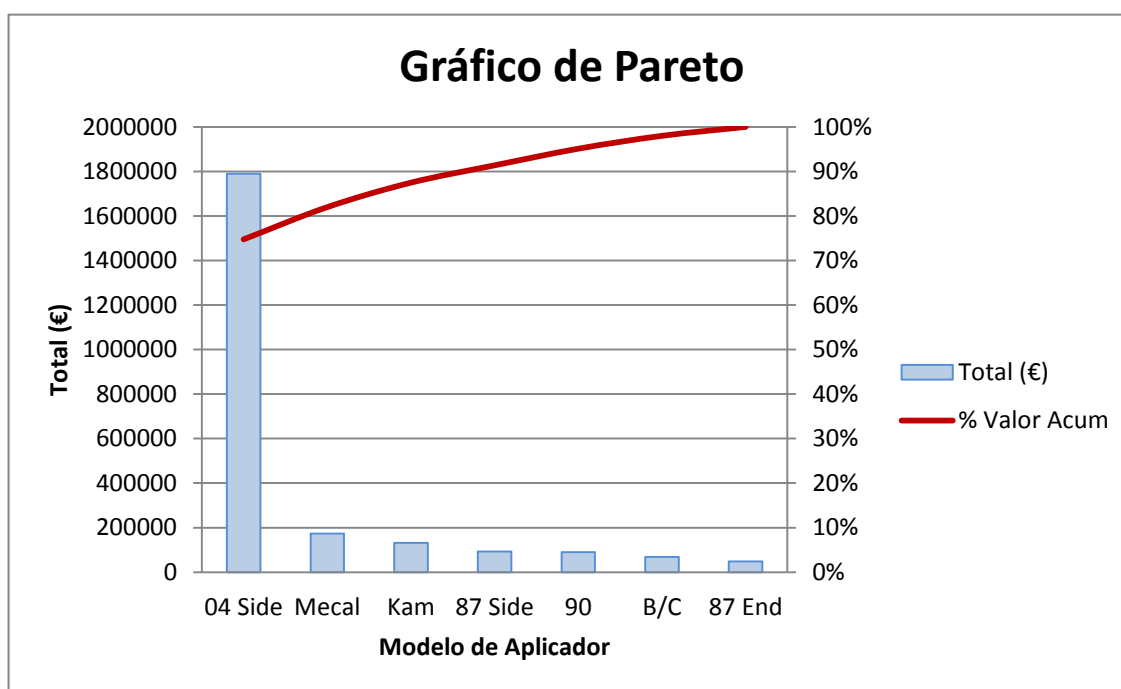


Figura 8 – Diagrama de Pareto

De realçar que na classe A, situam-se os aplicadores 04 *side* e *mecal*, correspondendo a 80% da facturação no ano transacto.

Por razões de estratégia da empresa, os aplicadores que vão ter um maior foco neste trabalho irão ser os modelos 04 *side*, 87 *side* ou 87 *end*, sendo estes dois últimos da mesma

família e no seu conjunto ultrapassam o modelo *mecal* que está situado na classe A, daí serem considerados nas análises realizadas como um conjunto.

O estudo da optimização do processo produtivo terá então como base estes dois modelos de aplicadores 04 e 87. Em seguida irão ser apresentadas as estruturas dos modelos referidos anteriormente.

Os modelos 04 *side*, 87 *side* ou 87 *end* são aplicadores compactos e leves construídos de modo a poderem ser montados em várias máquinas automáticas de cravação, bem como máquinas portáteis de cravação. Na figura 9 é apresentada a base constituinte do aplicador 04 *side* e na figura 10 a lista de constituintes.



Figura 9 – Aplicador modelo 04 *side*

No.	Name	No.	Name
1	Shank	13	Cutting punch and electric wire clamp holder
2	Ram	14	Supporting stopper
3	Frame	15	Terminal guide plate A
4	Feeding rod	16	Shear blade
5	Adjustment rod	17	Outer shear blade
6	Pivot block	18	Feeding roller
7	Feed lever	19	Feeding cam
8	Feed claw	20	Pivot collar
9	Terminal holder	21	Counter
10	Anvil	22	Counter cover
11	Wire crimper		
12	Insulation crimper		

Figura 10 – Quadro descritivo dos componentes do aplicador do modelo 04 side

Relativamente a este modelo de aplicador, sendo este o mais produzido, foi elaborada uma análise da sua estrutura (**anexo A**), sendo possível verificar a finalidade das peças: a verde as peças a montar; a azul as peças já montadas e a vermelho as peças já obsoletas no aplicador. Na figura 11 pode-se observar o modelo 87 *side* e na figura 12 a lista de constituintes. Quanto a este modelo é possível observar também a sua base constituinte, bem como a sua estrutura detalhada no **anexo B**.

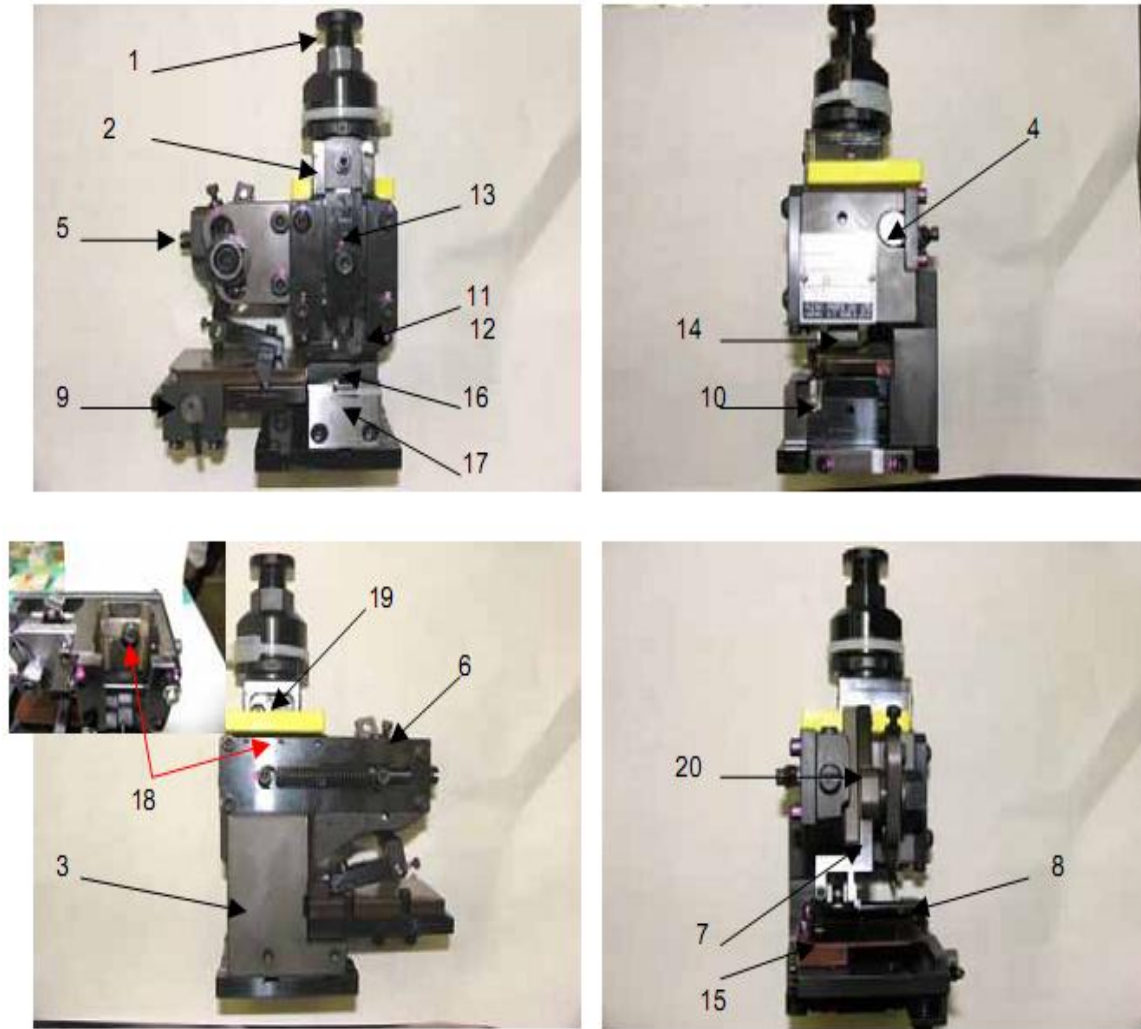


Figura 11 – Aplicador modelo 87 *side*

No.	Name	No.	Name
1	Shank	13	Cutting punch and electric wire clamp holder
2	Ram	14	Supporting stopper
3	Frame	15	Terminal guide plate A
4	Feeding rod	16	Shear blade
5	Feed adjustment screw	17	Outer shear blade
6	Pivot block	18	Feeding roller
7	Feed lever (A, B)	19	Feeding cam
8	Feed claw	20	Pivot pin
9	Terminal holder		
10	Anvil		
11	Wire crimper		
12	Insulation crimper		

Figura 12 – Quadro descritivo dos componentes constituintes do modelo 87 *side*

Nas figuras 13 e 14 é apresentado o modelo 87 *end* e a lista com a descrição dos respectivos componentes, sendo a base do modelo 87 *end*, acompanhada da sua estrutura no **anexo C**.

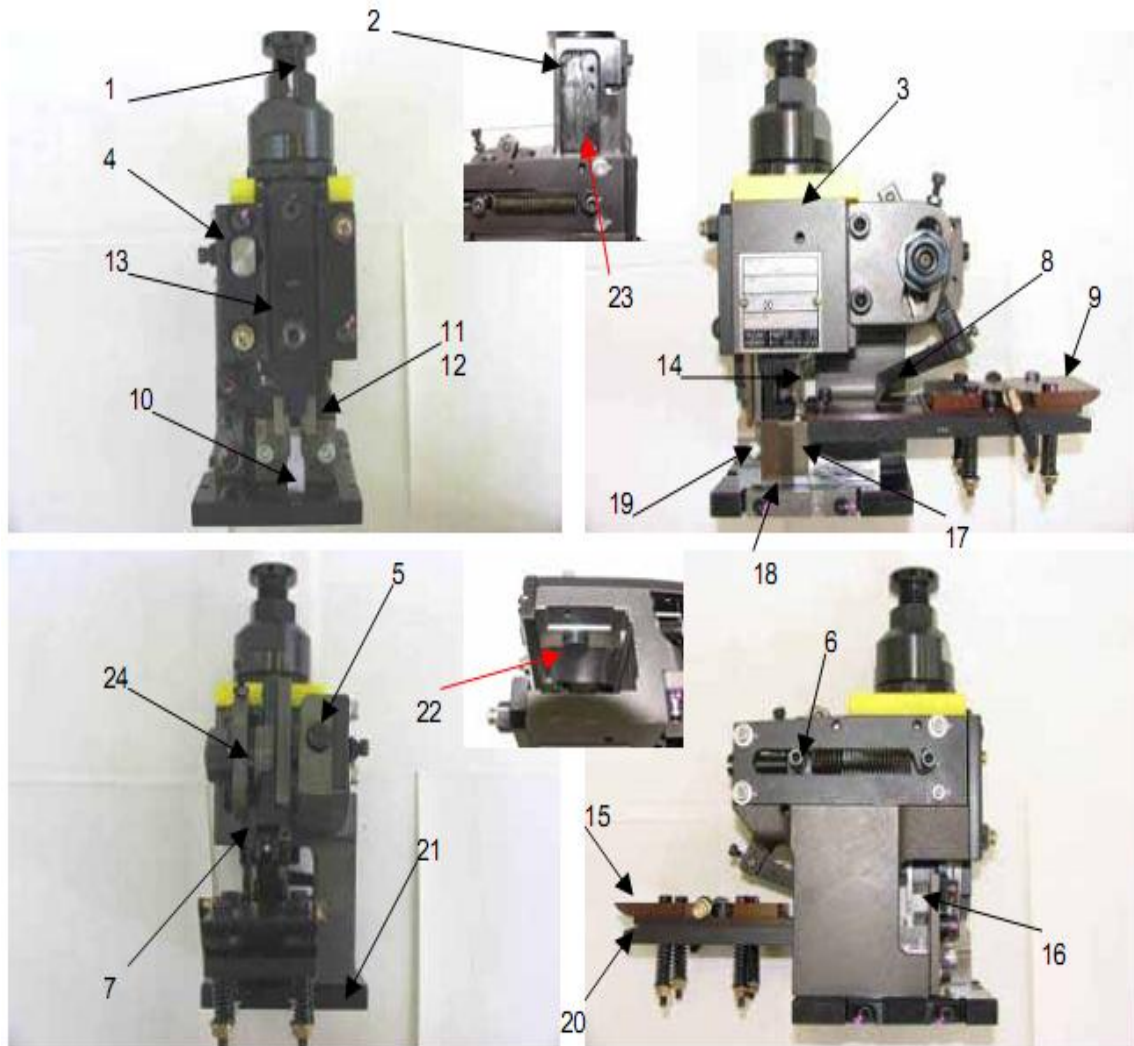


Figura 13 – Aplicador modelo 87 *end*

No.	Name	No.	Name
1	Shank	13	Cutting punch and electric wire clamp holder
2	Ram	14	Supporting stopper
3	Frame	15	Terminal guide plate A, B
4	Feeding rod	16	Shear blade
5	Feed adjustment screw	17	Rear shear blade
6	Pivot block	18	Front shear blade
7	Feed lever (A, B)	19	Shear blade holding plate
8	Feed claw	20	Base
9	Terminal holder	21	Mounting plate
10	Anvil	22	Feeding roller
11	Wire crimper	23	Feeding cam
12	Insulation crimper	24	Pivot pin

Figura 14 – Quadro descritivo dos componentes constituintes do modelo 87 *end*

3.2. DESCRIÇÃO DO SECTOR PRODUTIVO

A produção dos aplicadores incide em 7 áreas distintas de actuação, designadamente:

- Recepção/Preparação (A);
- Registo/Medição;
- Montagem/Afinação (C);
- Validação (D);
- Normalização (E);
- Embalamento (F);
- *Stocks* (G).

Estas podem ser observadas no *layout* exibido na figura 15, podendo este ser consultado no **anexo D** com uma escala de 1:61.

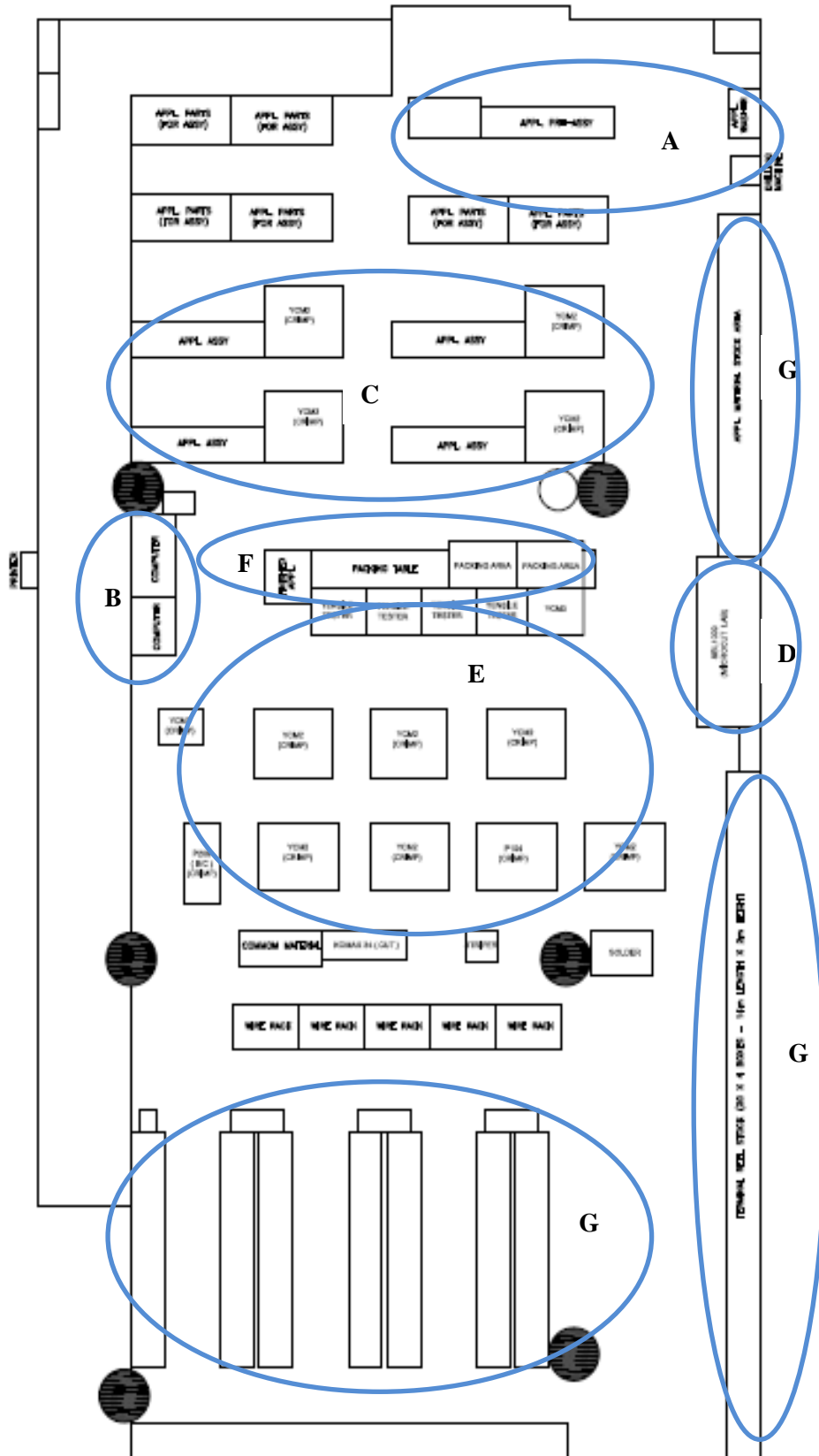


Figura 15 – *Layout* do sector produtivo

Começando pelo posto situado na zona A, que serve para a recepção de material e consequente preparação do mesmo para os postos de montagem por um colaborador alocado ao posto. Na figura 16 observa-se também a zona de furação e lavagem usadas nos aplicadores remodelados, que neste estudo foram englobadas na zona A.



Figura 16 – Zona de Recepção/Preparação

De seguida, na área dos computadores situada na zona B, os operadores registam as medições de cravações realizadas na validação dos aplicadores, bem como fazem consultas no âmbito do trabalho corrente (cf. figura 17).



Figura 17 – Zona de registos e medições

Do mesmo modo, é apresentado um dos quatro postos de montagem do sector produtivo, englobado na zona C (cf. figura 18). Neste posto de trabalho é realizada a operação de montagem e afinação do aplicador.



Figura 18 – Posto de Montagem

Localizado na zona D está a área de verificação e validação da qualidade de cravação (cf. figura 19). Esta é realizada pelos colaboradores da montagem.



Figura 19 – Posto de Microcut

Localizada na zona E, em frente aos postos de montagem, está a zona de normalização das cravações. Esta zona trabalha em consonância com os postos de montagem mas, no geral, labora independentemente. Nas figuras 20 e 21, pode observar-se a zona relativa à cravação, bem como a zona de teste da mesma, ambas constituintes da mesma.



Figura 20 – Zona de normalização (cravação de terminais)



Figura 21 – Zona de normalização (teste das cravações)

Relativamente à zona F, situada no centro de todo o *layout* produtivo, é onde está localizada a área de embalagem dos aplicadores (cf. figura 22).



Figura 22 – Zona de Embalamento

Por fim, na zona G está localizada a maior zona de *stocks* do *layout*, conforme se pode ver na figura 23.

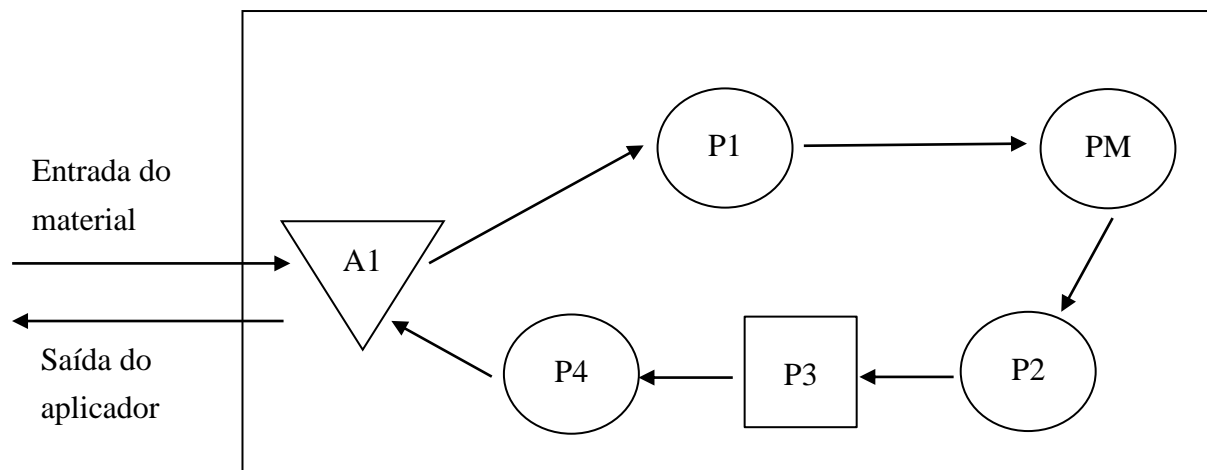


Figura 23 – Zona de *stock* lateral

Depois de realizado um *overview* sobre o sector produtivo, irá agora ser descrito o fluxo do processo.

3.3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Para melhor compreensão do fluxo, foi elaborado um diagrama de processo, de modo a ser possível ter uma perspectiva geral do estudo que foi efectuado (cf. figura 24).










Símbolo:	Descrição:
 A1	Recepção e armazenamento do material;
 P1	Análise e preparação dos componentes (area A);
 PM	Montagem dos aplicadores (area C);
 P2	Afinação dos aplicadores (area C);
 P3	Validação dos aplicadores (area D);
 P4	Embalamento dos aplicadores (area F);
 A1	Expedição dos aplicadores para a fábrica Yazaki respectiva.

Figura 24 – Diagrama de processo e sua descrição

Iniciando a descrição da produção de aplicadores, esta começa com a chegada da ordem de fabrico ao operador. Este faz a análise do aplicador em questão, realizando dois furos numa

das peças (*frame*) na zona de furação, muito próxima do posto de preparação (cf. figura 25).



Figura 25 – Furação do *frame*

Em seguida, verifica as peças e suas quantidades e, caso necessário, analisa as peças existentes em *stock* que possam ser usadas na montagem. Procede-se então a preparação da montagem do aplicador na zona A, juntando todas as peças necessárias numa pequena caixa, podendo esta prosseguir para o posto de montagem, caso estejam todas reunidas. Caso contrário, a preparação ficará em *stand by* nas estantes em frente ao posto de preparação, aguardando a chegada das restantes peças (cf. figura 26). De referir que o colaborador desloca-se à zona B para registar a montagem do aplicador na base de dados.



Figura 26 – Estantes de *work in progress*

A informação apresentada até ao momento aplica-se a aplicadores novos. No caso se tratar de um modelo remodelado, existem outras operações similares, com a adição da operação inicial de desmontagem e lavagem do aplicador (cf. figura 27), que se poderá observar mais à frente no *Value Stream Mapping* (VSM) elaborado.

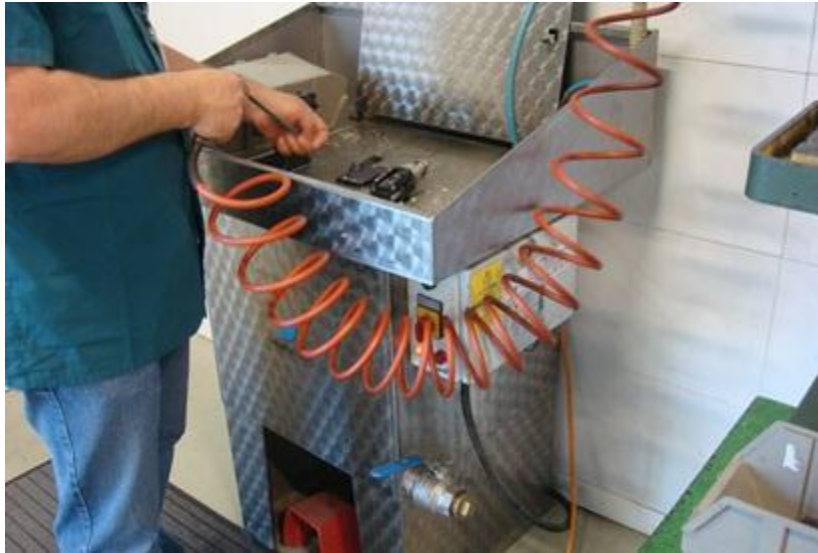


Figura 27 – Lavagem de peças

Na etapa seguinte de montagem realizada por quatro colaboradores distribuídos pelos quatro postos da zona C, sendo possível observar um dos passos na figura 28.



Figura 28 – Montagem do Aplicador

Consequentemente e ainda no posto de montagem é realizada a cravação de terminais em alguns fios de teste para a medida de cravação mais elevada (cf. figura 29), acompanhada da norma já existente para o terminal definido para este aplicador.

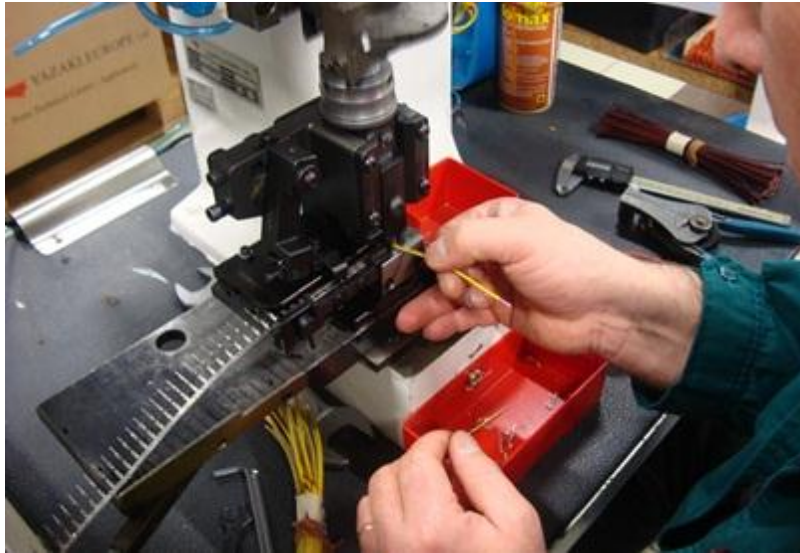


Figura 29 – Cravação de terminais

Na etapa seguinte, a qualidade da cravação do terminal irá ser avaliada no posto de *microcut*, localizado na zona D. Segue a figura 30 que é elucidativa de como a verificação da conformidade é realizada.



Figura 30 – Análise da qualidade de cravação

Depois de analisar a conformidade em relação às especificações para a medida mais elevada de cravação, o colaborador realiza 34 cravações, repetindo as mesmas tarefas para

a medida mais baixa da cravação. Este desloca-se de seguida à zona de registo e através do paquímetro, regista as medidas das cravações efectuadas, bem como, do terminal, secção, espécie e código do aplicador (app), imprimindo no final um relatório que acompanhará a encomenda. No fim de todo o processo, regista a data de conclusão da montagem do aplicador.

No posto de embalamento, situado na zona F, realiza-se o embalamento dos aplicadores. Este é feito com auxílio de uma tremonha para o enchimento das caixas (grandes ou pequenas) com pepitas para não danificar o aplicador durante o transporte (cf figuras 31 e 32).



Figura 31 – Tremonha



Figura 32 – Embalamento do aplicador

Finalmente, o colaborador transporta a caixa que contém os aplicadores, transferindo-a até à zona A, regressando à mesa de trabalho para um novo embalamento.

Para perceber o fluxo no *layout*, este foi assinalado no mesmo, como pode ser consultado no **anexo E**.

3.4. ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Para uma melhor compreensão do fluxo deste processo produtivo foi elaborado um mapa VSM, onde se pode observar, com um maior detalhe, todas as operações envolvidas neste processo de modo a que fosse possível retirar conclusões que pudessem servir de referência para as propostas de melhoria a elaborar. Este mapa representado na figura 33 e encontra-se com maior detalhe no **anexo F**.

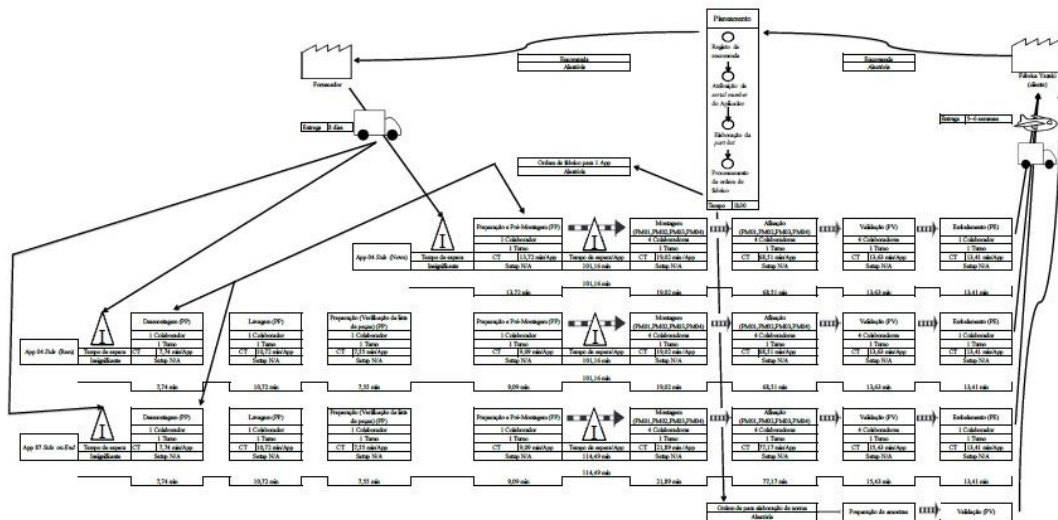


Figura 33 – VSM do processo produtivo

Após análise do VSM elaborado, foram retiradas algumas conclusões que são apresentadas de seguida:

- Cada posto de trabalho é ocupado somente por um colaborador;
- O *lead time* para o app 04 *side* (novo) é de 229,45 minutos, o app 04 *side* (remodelado) tem 250,83 minutos respectivamente e, quantos aos app 87 *side* ou *end* possuem um *lead time* de 277,49 minutos;

- Os tempos inerentes ao processamento da ordem de fabrico (1h30min), à entrega de matéria-prima (8 dias), bem como a entrega dos aplicadores (5~6 semanas) não são contabilizados no *non value added time*;
- Os tempos apresentados no VSM incluem os deslocamentos dos colaboradores;
- A operação de afinação tem o maior tempo na globalidade do *processing time*.

De salientar que foram realizadas quatro cronometragens com um erro máximo de 5%, sendo também considerado um intervalo de confiança de 95%. Em seguida é apresentado o cálculo do erro máximo através da expressão matemática, onde e simboliza o erro, n o número de cronometragens, z ($\alpha/2$) o valor na tabela de distribuição normal que neste caso corresponde a 1,96 e, por fim, o desvio padrão médio $\bar{\delta}$. Na tabela 2 são indicados os valores das cronometragens bem como o cálculo do erro máximo (aplicação da fórmula 2).

Tabela 2 – Cronometragens e seu desvio

ETAPAS	CRON.1 (s)	CRON.2 (s)	CRON.3 (s)	CRON.4 (s)	DESVIO (s)
Etapa 1	7,92	11,97	47,24	23,94	17,68
Etapa 2	45,35	46,19	49,76	77,98	15,56
Etapa 3	26,39	303,6	142,77	84,4	119,40
Etapa 4	58,79	15,18	37,79	43,55	18,08
Etapa 5	40,31	35,63	20,46	23,31	9,55
Etapa 6	137,31	1156,45	176,99	76,84	514,68
Etapa 7	506,3	336,98	503,3	207,65	144,24
Etapa 8	852,85	374,78	531,49	329,42	236,86
Etapa 9	281,55	188,33	134,16	36,95	102,28
Etapa 10	468,63	647,27	379,81	220,07	177,54
Etapa 11	633,65	608,46	495,08	342,65	132,68
Etapa 12	1875,13	1909,42	1802,07	1020,16	423,40
Etapa 13	114,58	75,58	70,55	75,88	20,44
Etapa 14	421,39	466,11	359,66	361,61	51,35
Etapa 15	128,49	161,25	38,27	62,69	56,99

DESVIO MÉDIO ($\bar{\delta}$) = 124s

$$e = Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{\bar{\delta}}{\sqrt{n}} = 1,96 \times \frac{124}{\sqrt{4}} = 121,52 \text{ s} = 2,03 \text{ min} \quad (2)$$

Utilizaram-se como referência quatro cronometragens de um conjunto de 15 operações produtivas (afinação + validação) relacionadas entre si, onde se obteve um erro máximo de 2,03 minutos. De referir que as operações de validação encontram-se a azul de modo a poderem ser distinguidas das restantes.

No que diz respeito ao estado actual do processo produtivo, foram tomados em conta os dados extraídos do mapa VSM (cf. tabela 3), bem como as quantidades produzidas em 2010 (cf. tabela 4) de modo a ser possível obter o tempo médio por aplicador, em função do número de colaboradores actualmente em cada posto.

Tabela 3 – Tempos médios por aplicador (retirados do VSM)

Tempos médios	Preparação (min/app)	Montagem + afinação + validação (min/app)	Embalamento (min/app)
App 04 <i>side</i> (novo)	13,72	101,16	13,41
App 04 <i>side</i> (rem)	35,1	101,16	13,41
App 87 (<i>side</i> ou <i>end</i>)	35,1	114,49	13,41

Tabela 4 – Quantidades produzidas em 2010

Quantidades produzidas em 2010		Takt time (min)
App 04 <i>side</i> (novo)	1650	60,8
App 04 <i>side</i> (rem)	227	
App 87 (<i>side</i> ou <i>end</i>)	206	

Com estes dados calculou-se o tempo médio por aplicador em função do número de colaboradores de cada posto usando a fórmula 3 apresentada:

$$T_{OP} = \frac{(T_{OP\ APP\ 04\ N} \times Qtd_{2010}) + (T_{OP\ APP\ 04\ R} \times Qtd_{2010}) + (T_{OP\ APP\ 87} \times Qtd_{2010})}{Qtd_{TOTAL\ 2010} \times N_{COLAB}} \quad (3)$$

Em que:

TOP – tempo médio de operação;

TOP APP 04 N – tempo de operação app 04 *side* novo;

TOP APP 04 R – tempo operação app 04 *side* remodelado;

TOP APP 87 – tempo operação app 87 *side e end*;

Qtd – quantidade de aplicadores produzidos;

NCOLAB – número de colaboradores.

Em função da fórmula 3 foi possível calcular os valores da tabela 5.

Tabela 5 – Cálculo dos tempos médios em função do número de colaboradores

Tempos médios em função do número de colaboradores	Preparação	Montagem + afinação + validação	Embalamento
Colaboradores	1	4	1
Tempo médio (min)	18,16	25,62	13,41
<i>Cycle time</i> médio (min)			25,62
Produção média correspondente a 8h para os aplicadores em estudo (app)			18

De referir que o *cycle time* médio calculado por ter uma ordem de grandeza muito inferior relativamente ao *takt time* estimado pelas necessidades de 2010, traduzindo-se num sistema produtivo incorrectamente balanceado com tempos improdutivos elevados em certas operações.

Constatou-se que a preparação tem uma folga 7,46 minutos (o equivalente a uma taxa de paragem de 29% do recurso alocado), calculada a partir da subtracção do *cycle time* e o tempo de preparação e o embalamento com uma folga de 12,21 minutos (equivalente a 48% de paragem dos recursos), calculada a partir da subtracção do *cycle time* e o tempo de embalamento.

Com respeito ao objectivo de incrementar em 50% a taxa de produção média diária do sector produtivo, isso equivaleria a uma produção de 27 aplicadores e a um *cycle time* médio de aproximadamente 18 minutos. Este *cycle time* resulta da divisão entre a parcela relativa à multiplicação de 8 horas de trabalhos por 60 minutos (tempo total de actividade)

e a parcela correspondente à carga de trabalho com o número total de aplicadores a produzir.

Atendendo à análise anterior, com todos os recursos eficientemente utilizados, o menor tempo médio na montagem seria de 21,48 minutos. Este valor continuaria a ser superior ao *target* dos 18 minutos necessários para aumentar a produção diária em 50%. Na realidade com este *cycle time* seria obtida uma produção diária de 22 aplicadores. Por este motivo, o aumento da taxa de produção diária em 50% é inexecutável com os recursos actualmente disponíveis.

4. APRESENTAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA IDENTIFICADAS E SUA VALIDAÇÃO

Após a realização da análise do estado actual do sistema produtivo, procedeu-se ao balanceamento dos recursos alocados. Usando como referência as quantidades produzidas em 2010 efectuou-se o balanceamento apresentado na tabela 6.

Tabela 6 – Balanceamento dos recursos

Tempos médios em função do número de colaboradores	Preparação	Montagem + afinação + validação	Embalamento
Colaboradores	1	6	1
Tempo médio (min)	18,16	17,08	13,41
<i>Cycle time</i> médio (min)			18,16
Produção média correspondente a 8h para os aplicadores em estudo (app)			27

No balanceamento efectuado, verificou-se a necessidade de acrescentar 2 colaboradores à montagem, devido ao facto do *target* estabelecido impor um *cycle time* de 18 minutos. De salientar que o colaborador responsável pelo embalamento se encontra aproximadamente 5 minutos inactivo relativamente aos restantes podendo, caso necessário, ajudar o colaborador na preparação dos aplicadores. Com o sistema produtivo balanceado ao nível de recursos e postos de trabalho, torna-se possível a implementação do sistema *kanban* para controlo do fluxo de trabalho.

Inicialmente foi estabelecido o plano de produção média diária de 27 aplicadores nos 3 modelos de aplicadores objecto deste estudo, tendo em atenção a análise de Pareto, sendo que 21 aplicadores corresponderiam ao modelo 04 *side* novo, 3 aplicadores ao modelo 04 *side* remodelado e 3 aplicadores aos modelos 87 *side* ou *end*.

De seguida na tabela 7 é apresentado o estudo que foi efectuado onde consta o cálculo dos parâmetros essenciais do sistema de controlo do fluxo produtivo baseado na metodologia *kanban*. A partir deste estudo foi construído um mapa VSM proposto, podendo este ser consultado no **anexo G**.

Tabela 7 – Estudo *kanban*

Modelo de App	04 <i>side</i> novo	04 <i>side</i> remodelado	87 <i>side</i> ou <i>end</i>
Quantidades médias produzidas por dia (8h)	21	3	3
Número de aplicadores produzidos por hora	2,6	1	1
Lead time de preparação (h)	0,23	0,59	0,59
Número mínimo de <i>kanban</i> 's por hora	1 + 1 de segurança	1	1
Capacidade do contentor (C)	2	1	1
Para C=1 App	Necessários 4 <i>kanban</i> 's	Necessário 1 <i>kanban</i>	Necessário 1 <i>kanban</i>
Para C=2 App	Necessários 2 <i>kanban</i> 's	Necessário 1 <i>kanban</i>	Necessário 1 <i>kanban</i>

Notas:

- Em relação à capacidade do contentor, normalmente esta deve conter um número de peças equivalente a menos de um décimo do consumo diário. Sendo assim, na tabela seguinte é possível observar as capacidades necessárias para os contentores dos aplicadores em questão;
- Foi estudado o número de *kanban*'s necessários, em função dos aplicadores, para manter o fluxo de processo contínuo;
- O factor de gestão foi considerado nulo.

A partir da análise da tabela 7, com vista à redução dos deslocamentos foi adoptada a opção que utiliza de 2 *kanban*'s de 2 app para o modelo 04 *side* novo, 1 *kanban* de 1app para os modelos 04 *side* remodelado e 87 *side* ou *end*. Esta opção foi de seguida testada para o *layout* actual com os recursos existentes, para uma melhor compreensão do funcionamento deste sistema.

Atendendo ao *layout* actual do sector produtivo focado somente na área de montagem, poderiam ser criados no pavimento industrial dois locais onde circulariam os *kanban*'s, sendo eles o *buffer* dos postos de montagem e a zona de abastecimento.

Este sector funcionaria de um modo muito simples, em que os colaboradores da montagem se abasteceriam, quando necessário, do aplicador que estivessem a produzir e, em seguida levariam o contentor para a zona de abastecimento, onde o colaborador responsável pela preparação dos aplicadores ficaria com a função de fazer a gestão visual desta zona, preocupando-se com a sua manutenção.

De forma a compreender este novo fluxo produtivo, são apresentadas duas situações:

- Na situação 1 representado na figura 34, o colaborador A abastece-se do *buffer* (1) de um aplicador do modelo 87 *side* ou *end* e em seguida, dirige-se à zona de abastecimento (2) com o contentor para este ser reabastecido pelo colaborador B (4) que depois o recoloca no *buffer*, e posteriormente retorna ao seu posto (3).

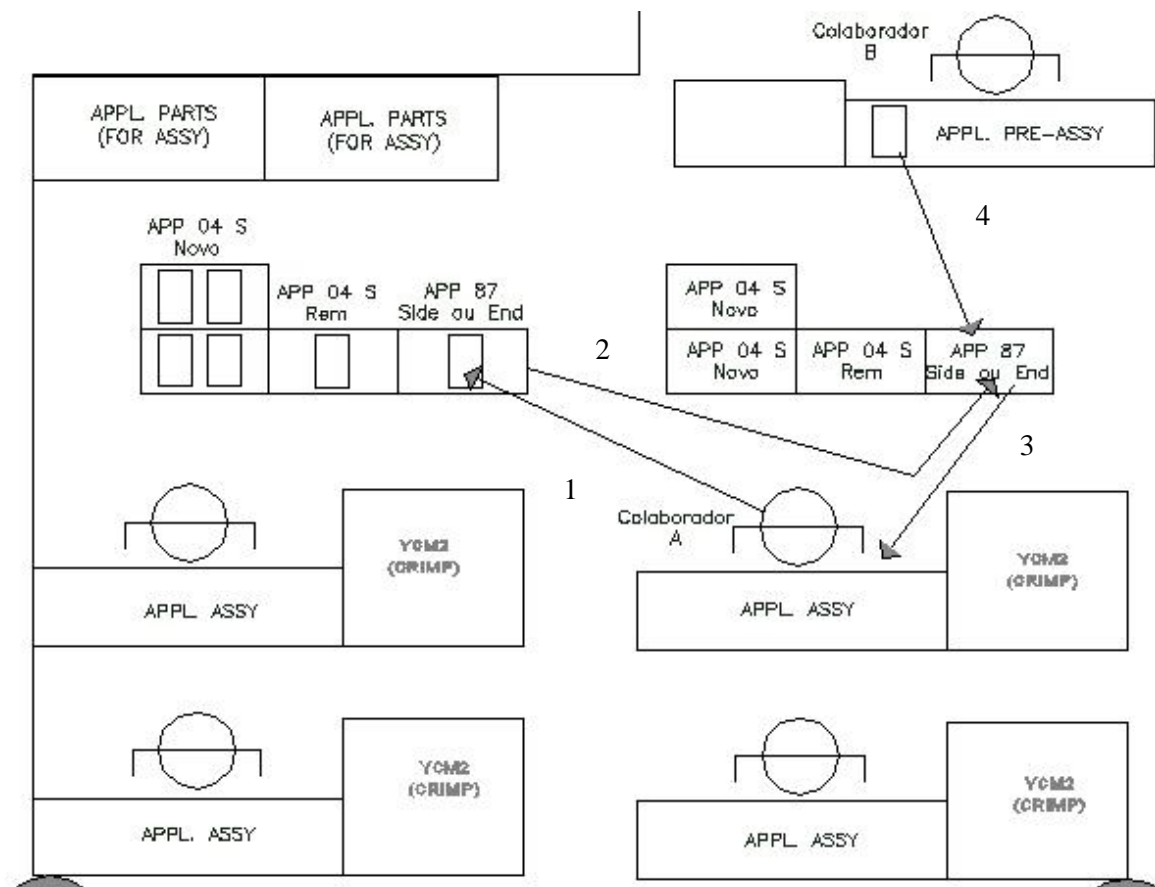


Figura 34 – Caso de estudo 1

- Na situação 2, representada na figura 35 é utilizado um contentor de 2 aplicadores do modelo 04 *side* novo. Neste caso o colaborador A abastece-se quando termina a montagem (1), porém só quando colaborador C necessitar de reabastecer no *buffer* (2) é que se desloca à zona de abastecimento (3) com o contentor, para consequente abastecimento e recolocação no *buffer* pelo colaborador B (4), posteriormente retornando ao posto (5).

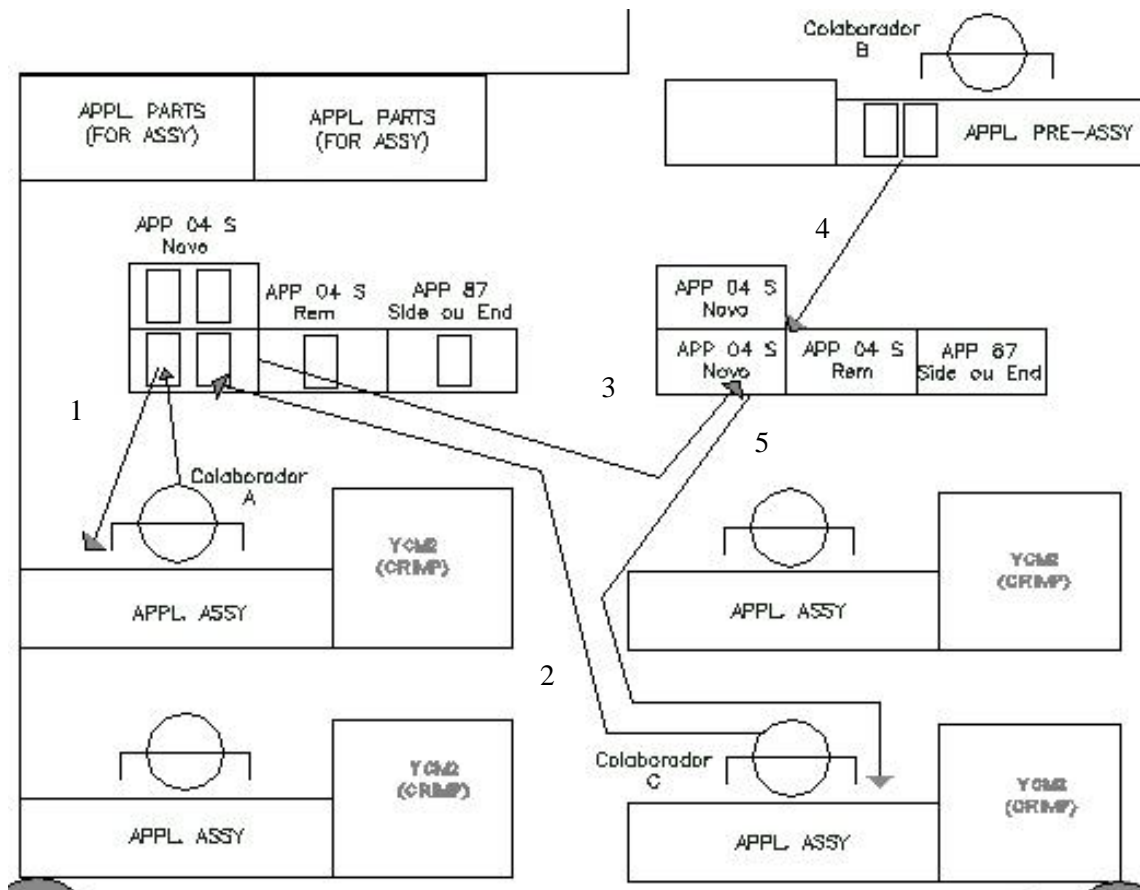


Figura 35 – Caso de estudo 2

Deste modo foi possível definir o funcionamento do sistema *kanban* no sector produtivo, sendo que os resultados esperados desta proposta são apresentados de seguida.

Relativamente a outras propostas de melhoria analisadas, foi possível identificar os benefícios que podem ser obtidos posteriormente à implementação das acções preconizadas, atendendo à necessidade de um aumento da capacidade produtiva diária de aplicadores em 50%.

A primeira medida passa pela realização do balanceamento dos recursos humanos com o objectivo de equilibrar o sistema produtivo, torna-lo mais fluido e com menor número de

paragens, ou seja, aumentar a eficiência do processo. A implementação desta medida traduziu-se na admissão de 2 colaboradores para a área da montagem, por forma a garantir a produção de aplicadores equivalentes a um aumento de 50% face aos valores actuais. Para melhor compreensão desta medida, a tabela 8 mostra os resultados deste balanceamento.

Tabela 8 – Resultados obtidos com o balanceamento dos recursos

Situação actual		Situação proposta	
Quantidade de colaboradores alocados		Quantidade de colaboradores alocados	
Posto de preparação	1	Posto de preparação	1
Posto de montagem	4	Posto de montagem	6
Posto de embalamento	1	Posto de embalamento	1
Produção média diária de aplicadores	18	Produção média diária de aplicadores	27

Depois do sistema produtivo se encontrar balanceado, passou-se à implementação do sistema de controlo de fluxo produtivo recorrendo ao uso do *kanban*. Com a aplicação do *kanban*, as ordens de fabrico segue directamente para o posto de montagem e não para o posto de preparação como se verifica actualmente. Com esta alteração obtém-se uma redução drástica do *lead time* do processo como se pode observar na tabela 9.

Tabela 9 – Resultados obtidos com a implementação do sistema *kanban*

Situação actual		Situação proposta	
<i>Lead time</i> gasto por aplicador		<i>Lead time</i> gasto por aplicador	
App 04 <i>side</i> (novo)	229,45 min	App 04 <i>side</i> (novo)	114,57 min
App 04 <i>side</i> (rem)	250,83 min	App 04 <i>side</i> (rem)	114,57 min
App 87 <i>side</i> ou <i>end</i>	277,49 min	App 87 <i>side</i> ou <i>end</i>	127,90 min

Com o balanceamento dos recursos humanos e a implementação do sistema *kanban*, o sector produtivo aumentará a sua eficiência, tornando o processo mais competitivo e

rentável a nível financeiro. A tabela 10 demonstra os resultados obtidos com a proposta balanceamento.

Tabela 10 – Valores previstos após balanceamento

Situação actual			Situação proposta		
Custo diário dos recursos humanos (6 colaboradores)		306 €/dia	Custo diário dos recursos humanos (8 colaboradores)		408 €/dia
Produção diária/valor produzido			Produção diária/valor produzido		
App 04 <i>side</i> (novo)	14 app	13927 €	App 04 <i>side</i> (novo)	21 app	20891 €
App 04 <i>side</i> (rem)	2 app	1300 €	App 04 <i>side</i> (rem)	3 app	1950 €
App 87 <i>side</i> ou <i>end</i>	2 app	1300 €	App 87 <i>side</i> ou <i>end</i>	3 app	1950 €
Total	18 app	16527 €	Total	27 app	24791 €
(a) Valor facturado - custo de recursos humanos		16221 €/dia	Valor facturado - custo de recursos humanos		24791 €/dia

De referir que o método que permitiu o cálculo do custo ponderado relativamente aos recursos humanos se encontra no **anexo H**. O valor deste custo foi dividido por 20 dias, sendo estes os dias de trabalho “reais” na empresa.

Através da análise da tabela 10, conclui-se que o *output* diário de aplicadores aumentaria, sem necessidade de um aumento do custo diário de produção. Este último aspecto verifica-se através do cálculo do rácio entre o número de app montados e o número de colaboradores alocados à montagem. Na realidade este indicador mantém-se constante, igual a 4,5, na situação actual, quer na situação proposta. Assim, apesar do número de colaboradores ter aumentado, a produção diária também aumentou em igual proporção. Para além desse facto salientam-se os seguintes aspectos que valorizam a solução proposta:

- O *output* de produção de aplicadores diário aumentaria, satisfazendo as necessidades da carteira de encomendas;
- A facturação diária cresceria aproximadamente 8000 €;

- O balanceamento proposto permitiria à empresa cumprir com os prazos de entrega, facilitando os processos seguintes.

Para além dos aspectos referidos anteriormente, é de realçar outros factores associados que têm um impacto imediato, nomeadamente:

- O respeito pelo sistema FIFO (*first in first out*);
- Um maior controlo do fluxo do processo produtivo;
- A garantia de que a produção dos aplicadores cumpriria com o prazo estabelecido na ordem de fabrico;
- O incremento de oportunidades de melhoria ao nível dos 5S.

À luz destes resultados, é possível constatar que os objectivos propostos foram conseguidos com sucesso, uma vez que as medidas propostas se encontram validadas e fundamentadas pelo estudo efectuado embora ainda não tenha ocorrido a sua implementação na totalidade.

Este trabalho criou condições para potenciar trabalhos de melhoria futuros, podendo estes vir a representar, num curto espaço de tempo, melhorias significativas no âmbito da qualidade do sector produtivo bem como do próprio processo.

Entre algumas das melhorias que podem ser implementadas encontram-se as seguintes:

➤ **Uniformização do trabalho**

Uniformização do processo de montagem, de modo a ser possível manter a operação estável, com o mínimo de interrupções e com um tempo de operação otimizado. Para isso, poderá ser criado um *standard work* que incluiria as tarefas a realizar para cada modelo de aplicador;

➤ **Filosofia 5S**

Com o intuito de criar um ambiente de trabalho propenso à sua adequada utilização, numa óptica de melhoria contínua, torna-se imprescindível a aplicação do conceito 5S.

Foi feito um levantamento dos problemas existentes para que fosse de fácil detecção as zonas que necessitavam de intervenção. Após alguns dias de observação do funcionamento dos postos de montagem, verificou-se alguns aspectos que devem ser alvos de actuação:

➤ **Material duplicado**

A existência de material duplicado nos postos de trabalho vai contra a filosofia dos 5S representando deste modo um desperdício (cf. Figuras 36 e 37).



Figura 36 – 5S (material duplicado)



Figura 37 – 5S (material duplicado) _2

➤ **Falta de identificação do material**

É possível observar nas figuras 38 e 39 que o material se encontra organizado em alguns postos, porém não se apresenta devidamente identificado.



Figura 38 – 5S (material não identificado)



Figura 39 – 5S (material não identificado) _2

➤ **Falta de organização do material**

A falta de organização do material nos postos de trabalho pode ser um factor que tem influência no tempo de processamento do aplicador. Nas figuras 40 e 41 foi identificada esta situação.



Figura 40 – 5S (material não organizado)



Figura 41 – 5S (material não organizado) _2

Após a implementação destas propostas de melhoria, é convicção do autor que isso resultaria num sector mais organizado, a trabalhar de forma metódica, eficiente e eficaz, alinhado com as práticas de melhoria contínua seguidas em todos os departamentos da Empresa.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHO FUTURO

A realização deste trabalho de dissertação permitiu o estudo e análise sobre potenciais melhorias no processo produtivo da Yazaki Porto *Technical Centre*. Estando implementada na Empresa uma filosofia de melhoria contínua, quer nos processos quer metodologias, surgiu a necessidade de melhorar a eficácia na produção de aplicadores de cravação no sector *Crimping Centre* que se traduzisse num aumento do output diário em 50%.

A partir do trabalho desenvolvido, foi possível estudar um conjunto de medidas e processos de melhoria que após validação e implementação, possibilitariam o cumprimento dos objectivos inicialmente estabelecidos.

No que diz respeito à estratégia de melhoria implementada, esta passa pela adopção de uma técnica incluída na metodologia *Lean*, nomeadamente o sistema de controlo de fluxo produtivo baseado no método *kanban*. Este sistema apoiou-se num balanceamento eficaz dos recursos humanos que se traduziu num aumento da taxa de produção diária. Com a aplicação desta estratégia conseguiram-se alcançar os objectivos propostos inicialmente e obter-se ganhos relacionados com: o aumento do output produzido; uma redução do *lead time* despendido na execução das ordens de fabrico e um aumento da performance financeira do processo, tendo em conta o custo inerente à produção de aplicadores e o custo relativo aos recursos humanos alocados.

Com este trabalho foram criadas condições para potenciar trabalhos de melhoria futuros, podendo vir a apresentar num curto espaço de tempo, melhorias significativas no âmbito da qualidade do sector produtivo bem como do desempenho do próprio processo em si. A uniformização do processo produtivo com a criação de um *standard work* e a aplicação da filosofia dos 5S destacam-se como possíveis medidas de melhoria a serem implementadas.

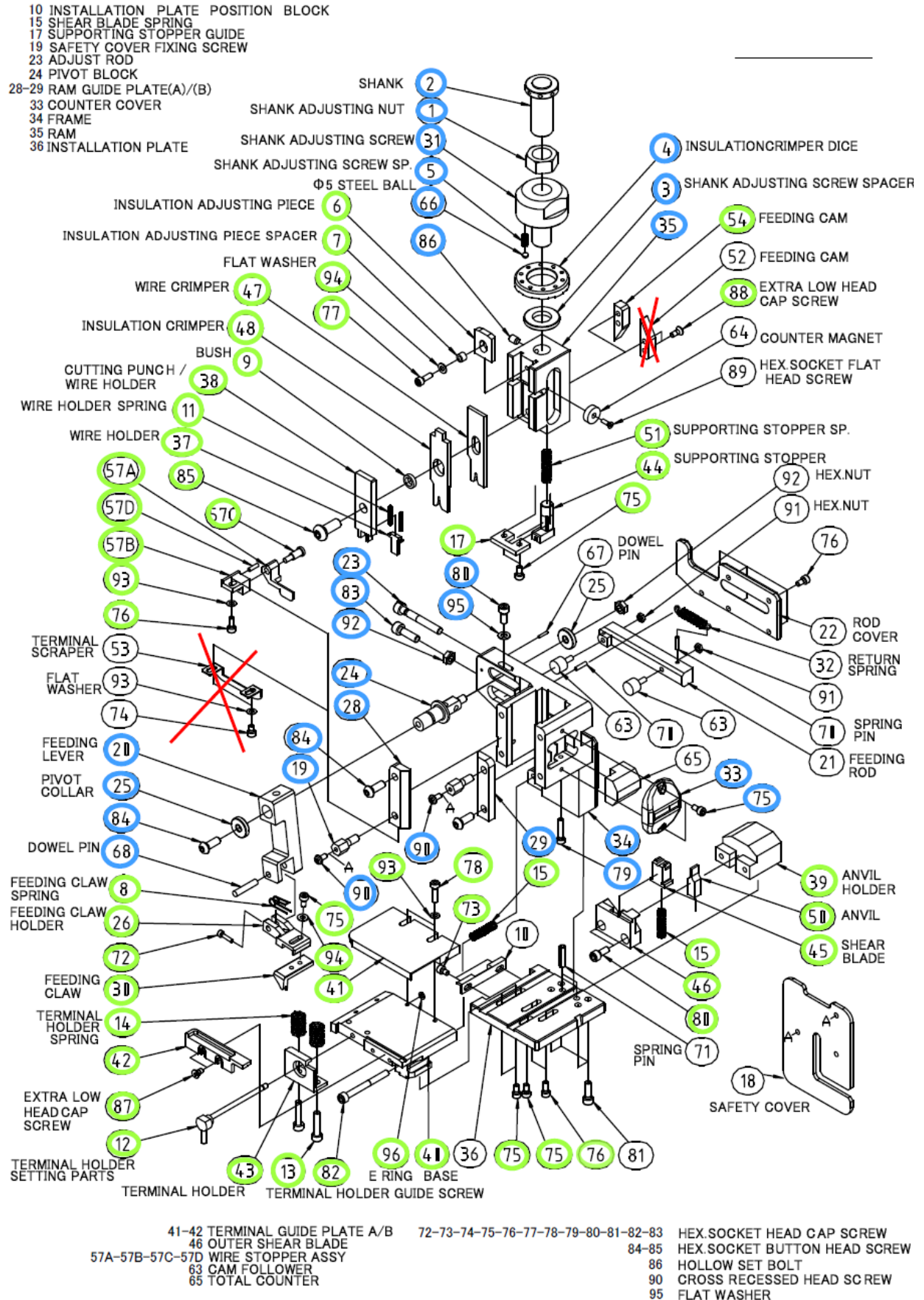
Por fim, é de salientar que são projectos como este, ligando as competências individuais dos quadros técnicos das empresas com a necessidade de melhoria contínua das empresas que as tornam mais fortes, mais competitivas e capazes de enfrentar novos desafios, destacando-se da concorrência.

REFERÊNCIAS

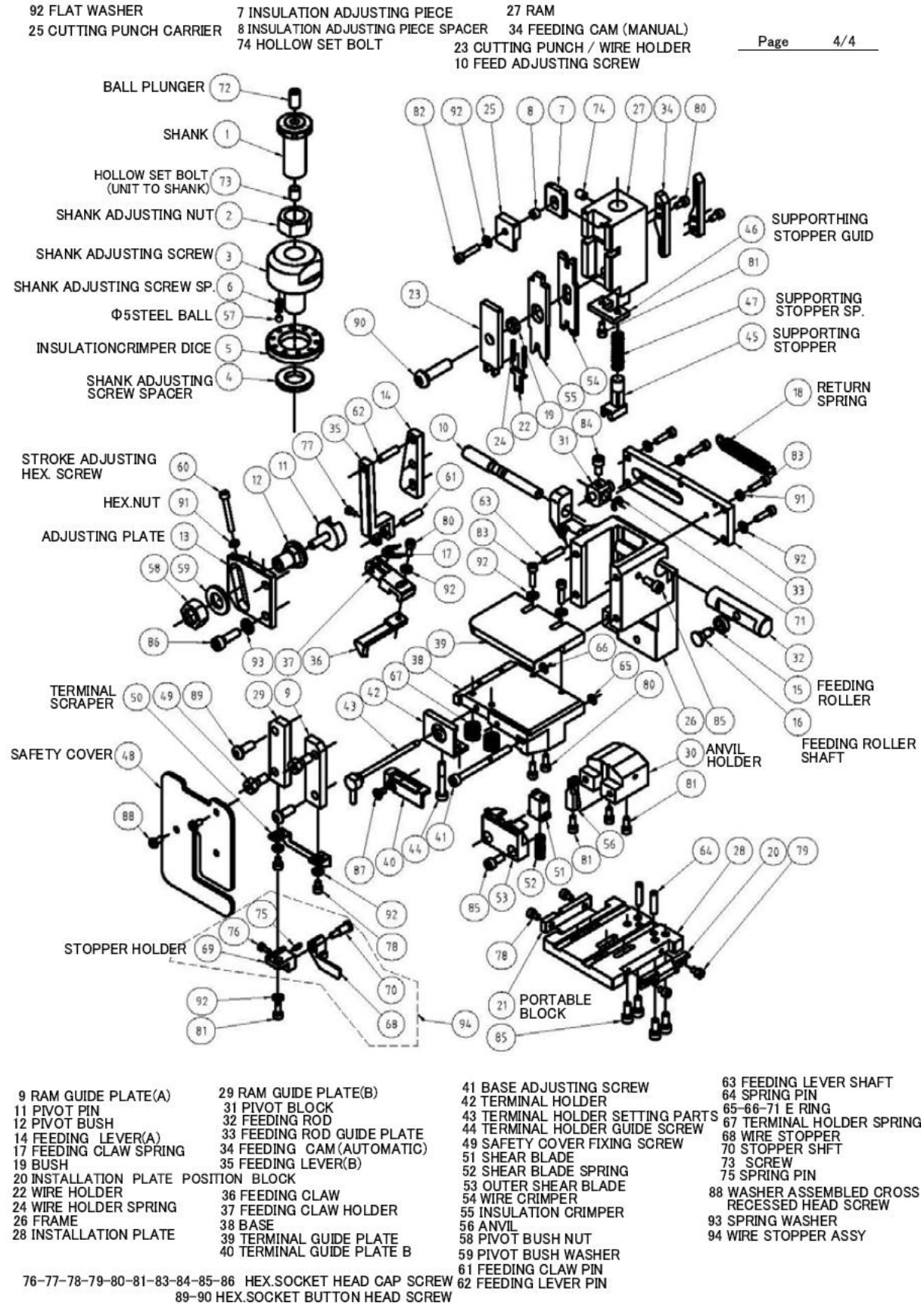
- [1] ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES, José Antonio Valle – *Takt-time: Conceitos e contextualização dentro de um sistema Toyota de produção*. Acedido a 15 Agosto 2011, disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a01.pdf>.
- [2] ÁVILA, Paulo – *Metodologia de Análise e Melhoria do Processo*. Acedido a 17 Agosto 2011, disponível em:
https://moodle.isep.ipp.pt/file.php/232349/Metodologia_de_Melhoria_do_Processo_TEMOP.pdf.
- [3] BOUZON, Marina – *Produção Enxuta: um modelo Toyota de sucesso*. Acedido a 15 Setembro 2011, disponível em:
http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=gelog%20universidade%20de%20santa%20catarina%20gest%C3%A3o%20visual%20tps&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gelog.ufsc.br%2Fsite%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D41%26Itemid%3D16&ei=kEbETqTCB4PV8QP415XvCg&usg=AFQjCNEADjJZ5rHr4KXr_GsZ5yL7E7n9Qw.
- [4] CANTIDIO, Sandro – *As técnicas e actividades do sistema de gestão Lean*. Acedido a 15 Setembro 2011, disponível em:
<http://sandrocan.wordpress.com/tag/kanban/>.
- [5] COURTOIS, Alain; PILLET, Maurice; MARTIN-BONNEFOUS, Chantal – *Gestão da Produção*, 5ª edição, Lidel, 2007.
- [6] HIRANO, Hiroyuki – *Flow Manufacturing-Multi-Process Operations and Kanban*, CRC Press,2009.
- [7] IMAI, Masaaki – *Gemba Kaizen*, 1ªedição, IMAM, 1997.

- [8] JONES, Daniel; WOMACK, Jim – *Seeing the whole mapping the extended value stream*, Lean Enterprise Institute, 2003.
- [9] PINTO, João Paulo – *Lean Thinking*. Acedido a 15 Agosto 2011, disponível em:
http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/lean-thinking.
- [10] PINTO, João Paulo – *Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras*, 1ª edição, Lidel, 2009.
- [11] PINTO, João Paulo – Melhoria contínua [KAI-ZEN]. Acedido a 15 Agosto 2011, disponível em:
http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/melhoria-continua.
- [12] ROTHER, Mike; SHOOK, John – *Learning to see: Value Stream Mapping to add value and eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute, 1999.
- [13] SCHONBERGER, Richard J. – *Técnicas Industriais Japonesas*, Pioneira, 1982.
- [14] YAZAKI EUROPE. Acedido a 30 Julho 2011, disponível em:
<http://www.yazaki-europe.com/company/history.html>.

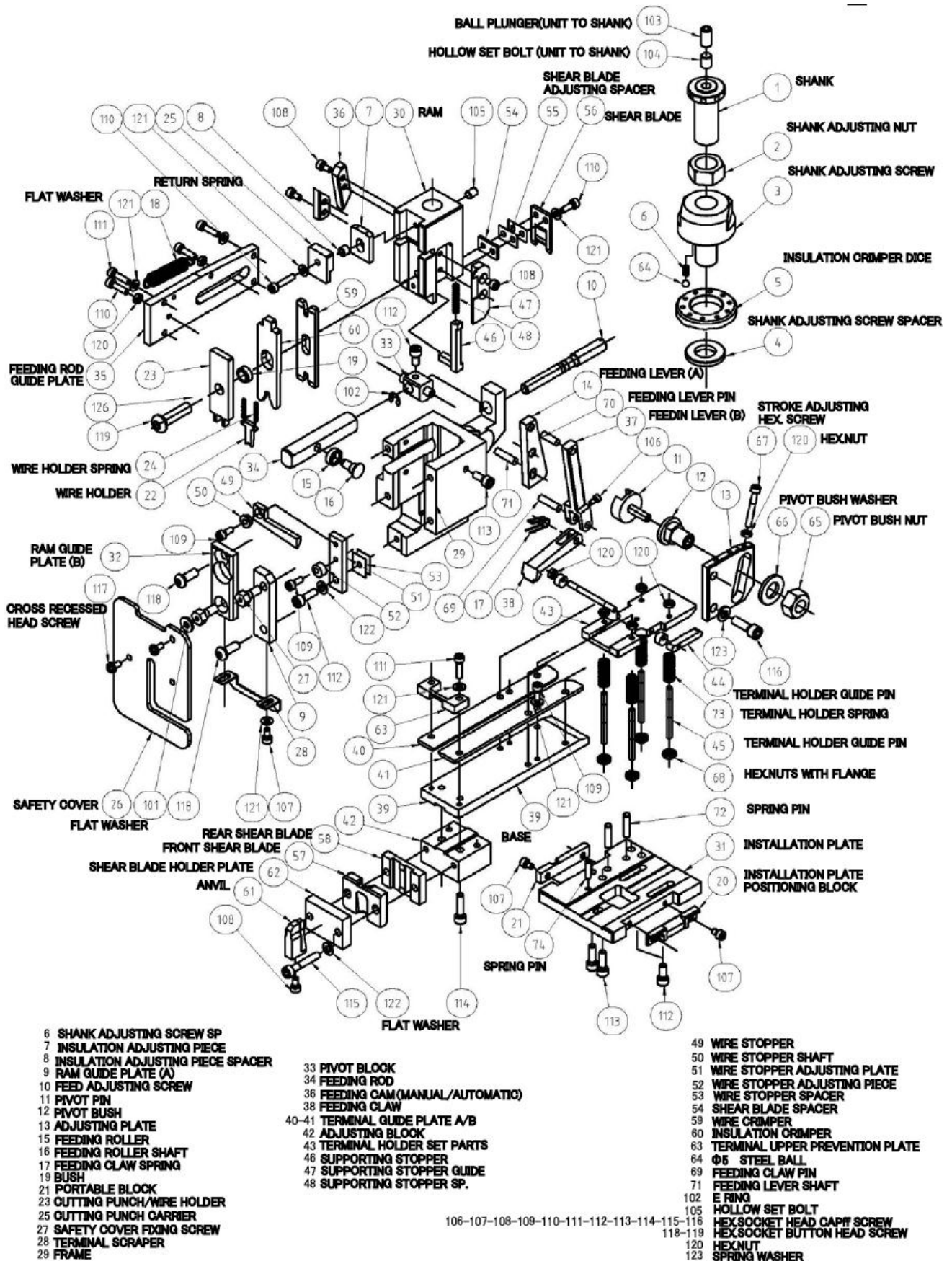
6. ANEXO A: ESTRUTURA DO APLICADOR 04 SIDE NOVO



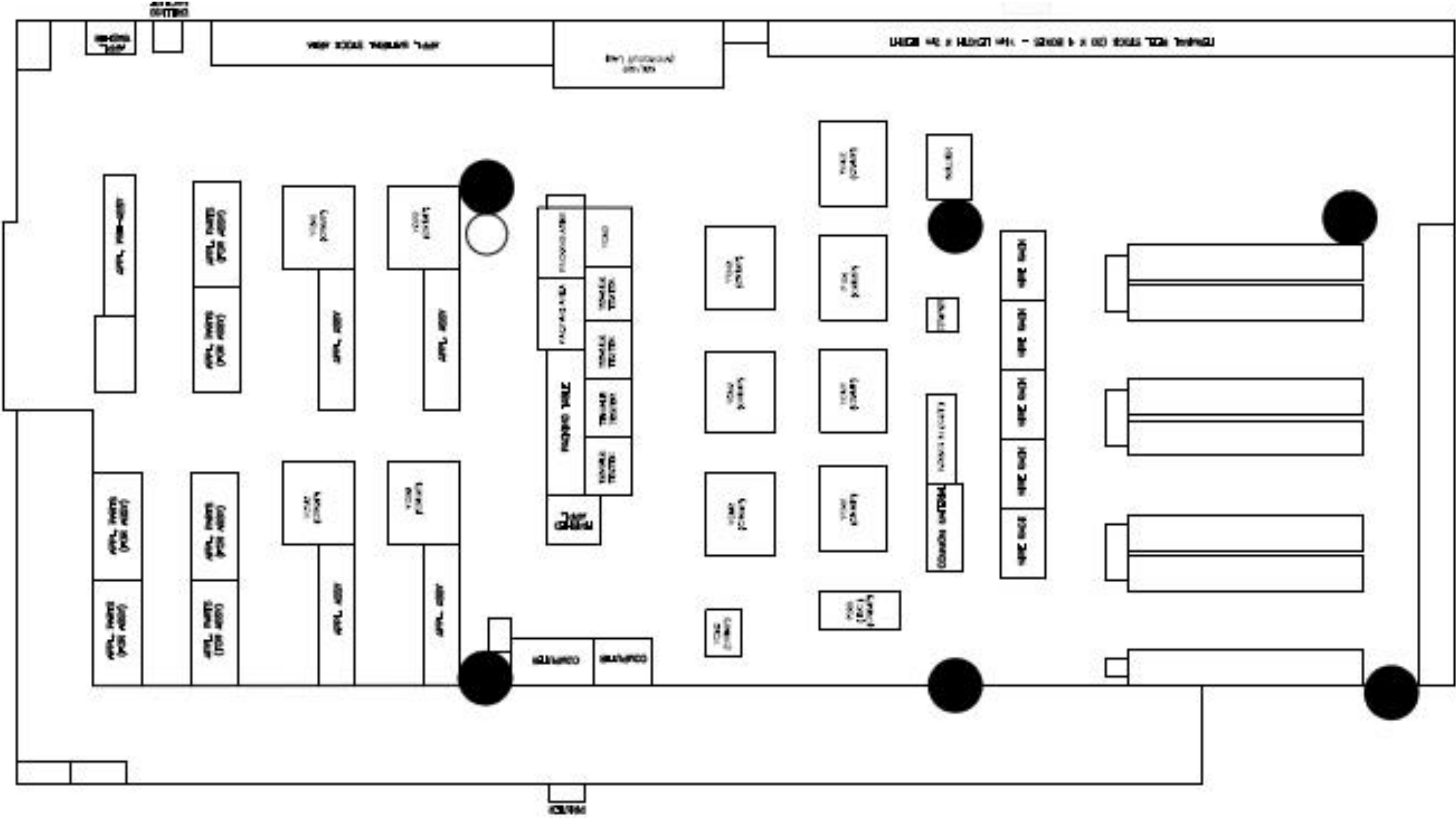
7. ANEXO B: ESTRUTURA DO APLICADOR 87 SIDE



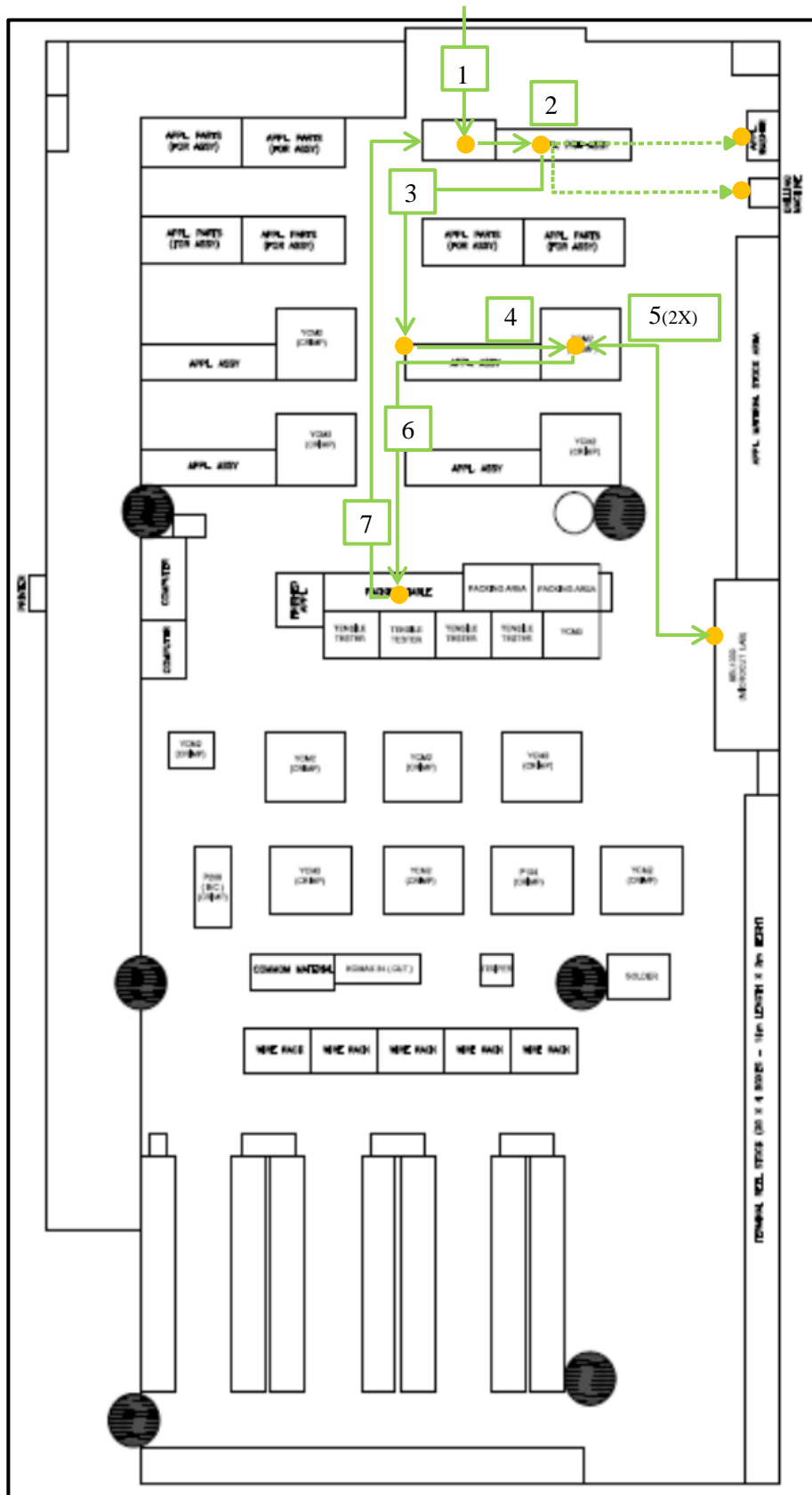
8. ANEXO C: ESTRUTURA DO APLICADOR 87 END



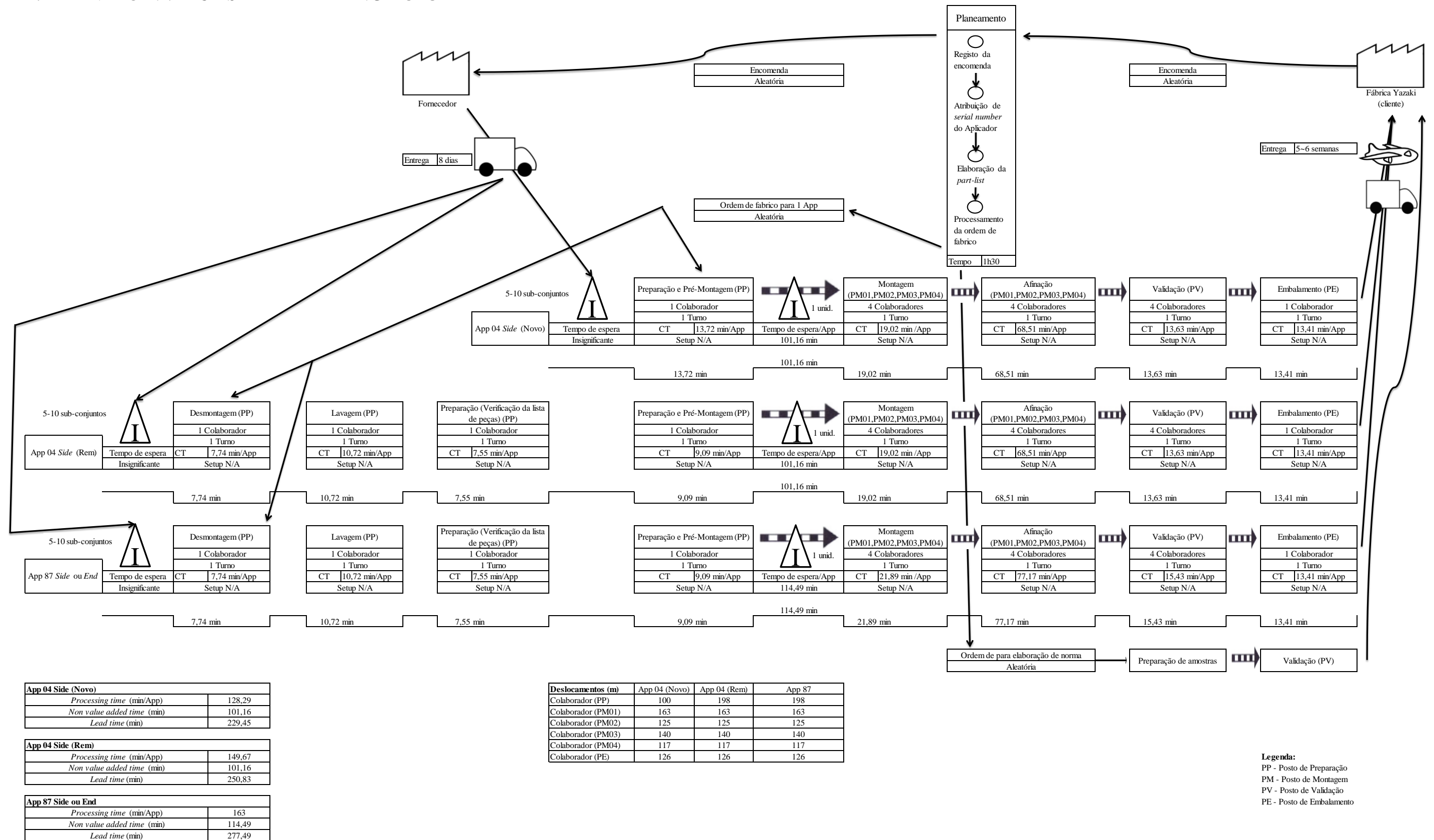
9. ANEXO D: LAYOUT ACTUAL DO SECTOR PRODUTIVO



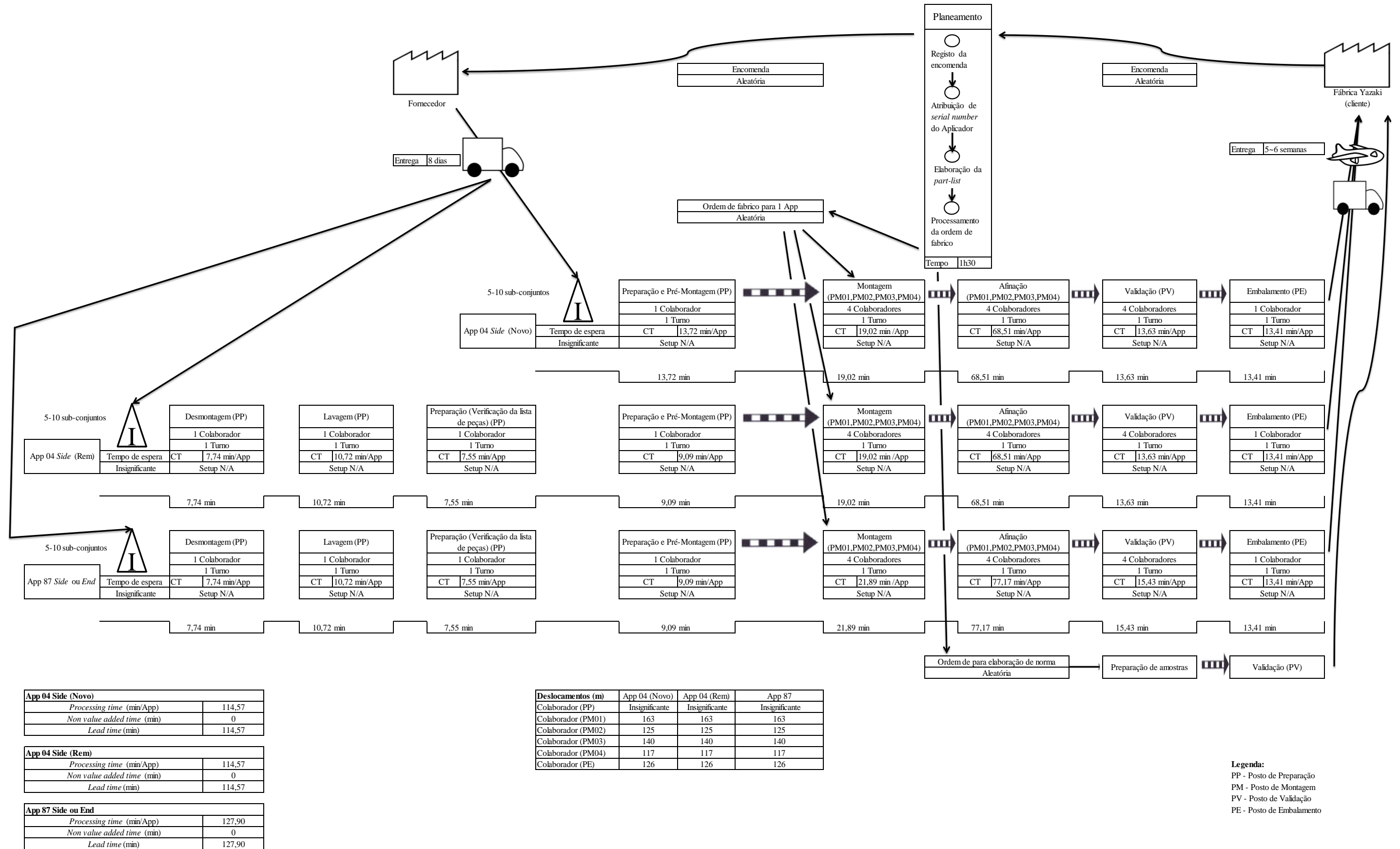
10. ANEXO E: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO FLUXO PRODUTIVO



11. ANEXO F: VALUE STREAM MAPPING ACTUAL



12. ANEXO G: VALUE STREAM MAPPING PROPOSTO



13. ANEXO H: CÁLCULO DE SALÁRIOS A DEBITAR

CÁLCULO DE SALÁRIOS A DEBITAR					
VENCIMENTO 14 MESES		SUBSDIO ALIM. / DIA	NR.HORAS	VENCIMENTO BASE MENSAL	
1.020,83 €		4,00 €	8	875,00 €	
VALOR HORA S/ENCARGOS	Seg.Social	Seguro Vida	Seguro Acid. Trabalho	VALOR HORA C/ENCARGOS	S. ALIM/HORA C/ENC.
5,89 €	1,40 €	0,05 €	0,08 €	7,93 €	0,51 €