



**FCTUC** FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
  
DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Aplicação da Metodologia SMED em Linhas de Montagem de Correntes de Rolo**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

**Autor**

**Pedro Mariano Mota Domingues**

**Orientador**

**Professor Doutor Cristóvão Silva**

**Júri**

<b>Presidente</b>	<b>Professora Doutora Marta Cristina Cardoso de Oliveira</b> <b>Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra</b> <b>Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto</b>
<b>Vogais</b>	<b>Professor Doutor Luis Miguel Santos Ferreira</b> <b>Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro</b>

**Colaboração Institucional**

---



**SramPort - Transmissões Mecânicas, Lda.**

**Coimbra, Julho, 2012**

O segredo do sucesso é a constância do propósito.

Benjamin Disraeli

"Conhece-te, aceita-te, supera-te."

Santo Agostinho

Aos meus pais, família e amigos.

## Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

À minha família, em especial à minha Mãe, pelo apoio e orgulho demonstrado durante todo o meu percurso académico, e aos meus amigos, que não preciso de enumerar, pelo incentivo e companheirismo.

Ao Professor Doutor Cristóvão Silva, pela orientação, disponibilidade, motivação, e conhecimentos transmitidos.

Ao Eng. Paulo Carvalho, pela sinceridade, apoio e preciosa orientação prestada na empresa, e ao Eng. Pedro Tenreiro, por responder inúmeras vezes com paciência à pergunta: “Hoje há mudanças?”.

Ao Eng. Hélio Palrilha e Eng. Eugénia Martins pela simpatia com que disponibilizaram documentos ou dados referentes à produção e refugo nas linhas de montagem, fundamentais para as análises efectuadas.

Ao *peçoal* da secção da contabilidade e finanças da SramPort, pelas piadas e conversas sempre interessantes, em especial ao Nuno que constantemente me lembrou de que vivo perto de *Vermóil*, e à Sara, que permitiu por várias vezes que eu almoçasse, trocando-me notas por moedas.

À minha colega de estágio, pela companhia na mesa dos estagiários, e a todos aqueles que viajaram comigo de autocarro, de ou para a empresa, pelas conversas tão variadas nele travadas.

Ao grupo de SMED em geral, pelo seu contributo e colaboração para a realização deste trabalho, e a todos os trabalhadores envolvidos nos testes efectuados, sem os quais nada teria sido possível.

E por fim, um especial agradecimento a toda a SramPort e seus colaboradores na totalidade, pela amabilidade e simpatia com que me receberam e acolheram, e pelas condições que proporcionaram para a realização deste trabalho.

## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido na SramPort, empresa que se dedica ao fabrico e montagem de alguns componentes para bicicletas, e surgiu como uma forma de reduzir tempos de mudança de fabrico em linhas de montagem de correntes, por forma a libertar recursos para outras intervenções, igualmente importantes. Para essa redução, teve-se como referência os vários princípios de Lean Manufacturing estudados, em especial a metodologia SMED (Single Minute ExChange of Die).

No decorrer da realização deste trabalho, foram então analisadas quatro linhas de montagem de correntes de bicicleta, sendo seleccionado o grupo de mudança mais complicado dessas linhas. Nesse grupo eram feitas todas as tarefas que poderiam também ocorrer nos outros grupos, e desse modo, estudando-o, foi possível preparar guias de procedimento e sugerir melhorias para todos eles.

Como resultados, para esse grupo mais complicado obteve-se uma redução de 47% no tempo total de paragem de produção (observada no último ensaio efectuado), e propôs-se uma redução de cerca de 60%, atendendo aos melhores tempos observados nos três ensaios de SMED efectuados. Para outras linhas de montagem, houve inclusive grupos de mudança para os quais o tempo ideal, e portanto proposto, originaria uma redução de 70% do tempo de paragem de produção. Para todas elas, as melhorias implementadas resultaram em investimentos nulos, mas foram também propostas melhorias com investimento, estas não implementadas, mas apresentadas nesta dissertação.

Adicionalmente, foi ainda iniciado um trabalho de SMED numa prensa que produz placas interiores, sendo proposta uma sequência mais organizada de trabalho. Ficou no geral ainda muito para fazer, mas os objectivos gerais foram cumpridos, e agora cabe à empresa garantir o contínuo seguimento das melhorias propostas.

**Palavras-chave:** SMED (Single Minute ExChange of Die), Linhas de montagem, caso de estudo.

## Abstract

This work was developed in SramPort, a company engaged in the manufacture and assembly of some components for bicycles, and emerged as a way of reducing changeover times in assembly lines of chains, in order to release resources for other interventions, equally important. To achieve this reduction the reference were the various principles of Lean Manufacturing, in particular the methodology SMED (Single Minute ExChange of Die).

Throughout this work, four assembly lines of bicycle chains were then analyzed, being selected the most complicated changeover group of those lines. In this group were made all the tasks that could also occur in the other groups, and thus studying it, was possible to prepare procedure guides and suggest improvements to all of them.

As a result, for this most complicated group a 47% reduction was obtained in the total time of production stop (seen in the last test performed), and a reduction of about 60% was proposed, given the best observed time in all the three SMED tests carried out. For the other assembly lines, there was even changeover groups whose ideal time, and therefore proposed, rose to a 70% reduction of the time of production stop. In all cases, the improvements implemented resulted in zero investment. However also were proposed although not implemented improvements that needed investment.

Additionally, a SMED work was also initiated on a press that produces inner plates, being proposed a more organized sequence of work. Generally, there is still much more to be done, but the overall objectives have been accomplished, and now it is for the company to ensure the continuous monitoring of the proposed improvements.

**Keywords** SMED (Single Minute ExChange of Die), assembly lines, case study.

## Índice

Índice de Figuras .....	vi
Índice de Tabelas .....	viii
Siglas .....	ix
1. Introdução .....	1
2. Enquadramento Teórico .....	2
2.1. Lean Manufacturing – Origem e Evolução .....	2
2.1.1. Lean como ferramenta .....	3
2.1.2. Lean como sistema .....	5
2.1.3. Lean como pensamento .....	8
2.2. A metodologia SMED .....	9
2.2.1. Implementação da metodologia SMED .....	10
2.2.2. Vantagens da implementação do SMED .....	13
3. Caracterização e análise à empresa .....	15
3.1. A Empresa .....	15
3.2. Actividade da empresa .....	16
3.3. Composição de uma corrente .....	17
3.4. Análise às linhas de montagem .....	18
3.4.1. Processo de montagem de correntes .....	19
3.4.2. Análise à produção nas linhas de montagem .....	25
3.4.3. Análise à quantidade e custos de refugo- 2011 .....	26
3.4.4. Análise às mudanças de fabrico - 2011 .....	28
3.4.5. Conclusões da análise às linhas de montagem .....	30
3.5. Análise à secção de peças soltas .....	33
3.5.1. Processo de produção de placas exteriores e interiores .....	34
3.5.2. Processo de produção de eixos .....	36
4. Trabalho efectuado no decorrer do estágio .....	38
4.1. Integração na Empresa .....	38
4.2. Implementação da metodologia SMED nas LDM .....	38
4.2.1. Recolha e classificação das actividades de mudança .....	39
4.2.2. Identificação de possíveis acções de melhoria .....	44
4.2.3. Desenvolvimento de uma sequência a testar .....	46
4.2.4. Preparação de um modo operatório .....	49
4.2.5. Realização de ensaios de SMED .....	50
4.3. SMED na secção de peças soltas .....	52
4.3.1. Recolha e classificação das actividades de mudança .....	52
4.3.2. Desenvolvimento de uma melhor sequência .....	54
5. Análise e Discussão de Resultados .....	55
5.1. SMED na Montagem de Correntes .....	55
5.1.1. 1º Teste .....	56
5.1.2. 2º Teste .....	57
5.1.3. 3º Teste .....	58
5.1.4. Melhorias Individuais obtidas com o SMED .....	59

---

5.1.5.	Resultados globais para as linhas de montagem.....	61
5.1.6.	Finalização dos modos operatórios .....	65
5.2.	SMED na secção de peças soltas .....	67
5.3.	Acções de melhoria não implementadas.....	68
5.3.1.	Comunicação da ocorrência de mudanças de fabrico.....	68
5.3.2.	Zona de stock intermédio junto das linhas de montagem.....	70
5.3.3.	Análise às afinações.....	70
5.3.4.	Arrumação e identificação dos calços utilizados na CHC.....	71
5.3.5.	Arrumação do material nas linhas de montagem.....	73
5.3.6.	Novos calços para a rebitagem em contínuo .....	73
5.3.7.	Aquisição de blocos suplentes para as PPRs.....	74
5.3.8.	Desenvolvimento de um carro para mudanças de fabrico.....	74
5.3.9.	Eliminar acumulação de placas interiores – Linha 4.....	75
5.3.10.	Colocação de um degrau ou banco nas CHCs .....	76
6.	Conclusões.....	77
6.1.	Conclusões e sugestões para trabalhos futuros .....	77
6.2.	Considerações Finais .....	79
7.	Referências bibliográficas .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. “Casa”/Esquema demonstrativo do Sistema de Produção Toyota.....	5
Figura 2. Ciclo PDCA .....	7
Figura 3. 14 Princípios de Lean Thinking .....	9
Figura 4. Implementação do SMED .....	13
Figura 5. Correntes .....	17
Figura 6. Cassetes .....	17
Figura 7. Rodas.....	17
Figura 8. Composição de uma corrente .....	18
Figura 9. Armazenagem dos contentores junto às linhas de montagem.....	20
Figura 10. CHC – Transmissão de material das cubas para alimentadores.....	20
Figura 11. CHC – Módulos .....	20
Figura 12. Mesa de depósito de corrente-Linha 3 .....	22
Figura 13. PPR e Rebitagem por impacto-Linha 3.....	22
Figura 14. Rebitagem em contínuo, mód. de tensionamento e controlo, e PPRs – Linha 3	23
Figura 15. Máquina de ensaios à tracção.....	24
Figura 16. Máquina para a realização de arrancamentos.....	24
Figura 17. Lubrificação, corte e embalagem .....	24
Figura 18. Pesagem e paletização.....	24
Figura 19. Produção por corrente, em metros (2010 e 2011).....	25
Figura 20. Quantidade e Custo de Refugo (%) – 2011.....	27
Figura 21. Nº de mudanças de fabrico na linha 1 em 2011 .....	29
Figura 22. Nº de mudanças de fabrico na linha 3 em 2011 .....	30
Figura 23. Nº de mudanças de fabrico nas linhas 4 e 5 em 2011 .....	30
Figura 24. Exemplo de uma prensa – Prensa 4 .....	34
Figura 25. Formação de uma placa.....	35
Figura 26. Exemplo de uma cisalha .....	36
Figura 27. Exemplo de uma bigorna e calço – CHC.....	41
Figura 28. Exemplo de uma pastilha e de punções .....	42
Figura 29. Exemplo de discos e calços da Rebitagem em contínuo.....	42
Figura 30. Mudança de fabrico PC991HP para PC971 – Tempos .....	44
Figura 31. Aspirador.....	48
Figura 32. Aparafusadora .....	48
Figura 33. Redução estimada no tempo de paragem de produção, com acção de SMED ..	49
Figura 34. Resultados SMED .....	55
Figura 35. 1º Teste – Objectivos vs Resultados .....	56
Figura 36. 2º Teste – Objectivos vs Resultados .....	57
Figura 37. 3º Teste – Objectivos vs Resultados .....	59
Figura 38. Melhorias Individuais com a acção de SMED.....	60
Figura 39. Paragem de produção – Resultados relacionados com PC991HP .....	61
Figura 40. Modo Operatório Grupo 9 – Linha 3 .....	66
Figura 41. Proposta SMED – Mudança de fabrico 500 17 – 500 10.....	67
Figura 42. Folha auxiliar – Afições RC.....	71



---

Figura 43. Local de arrumação dos calços - actualmente.....	71
Figura 44. Estantes e armário a substituir.....	72
Figura 45. Marcação dos calços .....	72
Figura 46. Arrumação do material das linhas de montagem - actualmente .....	73
Figura 47. Carrinhos utilizados pelos afinadores .....	75
Figura 48. Acumulação de placas interiores.....	76

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Funções dos módulos CHC .....	21
Tabela 2. Tabela resumo produção / quantidade de mudanças de fabrico .....	31
Tabela 3. Grupos de mudança – Linha 1 .....	32
Tabela 4. Grupos de mudança – Linha 3 .....	32
Tabela 5. Grupos de mudança – Linha 4 e 5 .....	32
Tabela 6. Funções dos módulos das Prensas 2, 3 e 4 .....	35
Tabela 7. Acções de melhoria planeadas .....	45
Tabela 8. Operações de SMED realizadas para a obtenção de uma sequência óptima .....	46
Tabela 9. Redução proposta - Linha 1 .....	63
Tabela 10. Redução proposta - Linha 3 .....	63
Tabela 11. Redução proposta - Linhas 4 e 5 .....	64
Tabela 12. Redução Proposta – ano 2011 .....	65

## **SIGLAS**

CHC – Máquina de montagem de correntes

ETARI – Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

JIT – Just in Time

LDM – Linhas de Montagem

PPR – Prensa de pequena reparação

RC – Rebitagem em Contínuo

RI – Rebitagem por Impacto

SAP – Sistemas, Aplicativos, e Produtos

SMED – Single Minute ExChange of Die

TPS – Toyota Production System

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é elaborado no âmbito da dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, integrada no plano curricular do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, e consiste na apresentação da forma como foi aplicada uma metodologia associada à filosofia Lean (SMED), em linhas de montagem de correntes de bicicleta, na SramPort, para redução de tempos de mudança de fabrico.

De facto, o trabalho realizado tem por base o estágio efectuado nessa empresa, que se dedica actualmente ao fabrico de uma vasta gama de correntes de bicicleta e ainda à montagem de outros componentes, nomeadamente rodas ou cassetes, e teria todo o interesse para ela, uma vez que libertaria os poucos recursos, neste caso humanos (afinadores), que possuem um grau de ocupação bastante elevado, para a realização de outras actividades igualmente importantes.

Inicialmente, o objectivo proposto contemplava a aplicação dessa metodologia nas cinco linhas de montagem de correntes da SramPort, e ainda em prensas e cisalhas onde a maior parte das peças que constituem uma corrente são produzidas. Não foi possível, porém, analisar todas as mudanças de fabrico previstas, e portanto, as acções desenvolvidas abrangeram apenas quatro das cinco linhas de montagem, e no fim do estágio, iniciou-se a implementação da metodologia numa mudança de fabrico em uma das prensas referidas.

Nas páginas seguintes, será explanado como foi implementada a metodologia SMED, e quais as análises e estudos efectuados previamente, para a determinação de como eram efectuadas as mudanças de fabrico, quais os desperdícios a elas associados, e quais as possíveis oportunidades de melhoria. As acções desenvolvidas com o intuito de aproveitar as oportunidades de melhoria verificadas serão também apresentadas, tal como os resultados a elas associados. No fim, serão discutidas ideias sugeridas, não ou apenas parcialmente implementadas, directa ou indirectamente relacionadas com a implementação da metodologia SMED, e que poderiam resultar em grandes vantagens para a empresa. A razão da sua não implementação será prontamente apresentada.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Termos como Lean Manufacturing, Just in time, Toyota Production System, ou Lean Thinking, têm sido crescentemente divulgados no tecido empresarial mundial. Todos eles se encontram interligados, e correspondem a uma mesma filosofia de gestão.

Como principal objectivo deste capítulo, tem-se a exposição dos principais conceitos utilizados ao longo da dissertação, e como tal, serão abordados essencialmente os conceitos associados à filosofia Lean Manufacturing, e à sua própria evolução. Ferramentas, metodologias, princípios, ou pensamentos desta filosofia serão referidos. Em mais detalhe, será abordada a metodologia SMED, que serviu de base ao trabalho efectuado na empresa.

### 2.1. Lean Manufacturing – Origem e Evolução

O conceito Lean Manufacturing apareceu no livro *The machine that changed the world* – Womack et al (1990), que apresenta um profundo estudo à indústria automóvel, comparando a norte americana, com a japonesa ou mesmo a Europeia, e verificando a superioridade da indústria japonesa (principalmente a Toyota Motor Company), em relação às outras duas. Tal superioridade verificava-se pela maior qualidade dos produtos que oferecia (menos de metade dos defeitos por carro), pelos menores custos (menos de metade do investimento, e menos de metade das horas de trabalho para a produção de um carro), e pela maior rapidez no desenvolvimento de produtos.

Esse mesmo livro, não sendo o primeiro a referir a superioridade da indústria japonesa, veio mostrar e explicar o porquê de serem operacionalmente melhores, apresentado o Lean como um sistema desenvolvido para substituir a produção em massa. Porém, outros autores contrariam essa ideia, referindo que o Lean não passa de uma evolução do antigo sistema de produção, e que a própria Toyota necessitou de cerca de trinta anos para o aperfeiçoar. Fujimoto (1999) foi um desses autores, e escreveu que o sistema de produção Toyota (Toyota Production System – TPS) emergiu, e continua a evoluir, através da combinação de decisões conscientes, uma excelente adaptação a novas

tecnologias e comunicação com o exterior, e uma forte capacidade de aprender com os erros cometidos.

No mesmo sentido, há ainda quem afirme que o primeiro a pensar segundo as ideias Lean, foi o próprio Henry Ford. Aliás, a Toyota estudou os livros de Ford e a sua organização antes de desenvolver e implementar o seu próprio sistema. Combinando ideias de Ford, com ideias relacionadas com Total Quality Management, Statistical Quality Control, ou mesmo com as suas próprias ideias (JIT e Jidoka, por exemplo), criaram o sistema Toyota.

### 2.1.1. Lean como ferramenta

À medida que se foi tomando consciência da superioridade do sistema utilizado pela Toyota, muitas pessoas e organizações tentaram aprendê-lo, constatando a existência de várias ferramentas usadas por eles que até então nunca tinham observado. Acreditando que essas ferramentas eram a raiz da sua vantagem competitiva, tentaram copiá-las. As principais ferramentas do sistema de produção Toyota são sumarizadas de seguida:

- **Gestão visual do posto de trabalho:** organização da informação sobre os processos de produção, no local onde é necessária, e de modo a ser de fácil visualização e acesso.
- **5S** (organização do posto de trabalho): processo de limpeza do local de trabalho, eliminação de itens desnecessários e rearranjo dos restantes de modo a otimizar a sua utilização. A designação 5S advém de cinco palavras japonesas: seiri (sort/separação), seiton (stabilize/arrumação), seiso (shine/limpeza), seiketsu (standardize/padronização), shitsuke (sustain/auto-disciplina);
- **Standardized work** (trabalho padronizado): define a forma mais fácil e segura de efectuar um trabalho;
- **Heijunka** (produção nivelada): visa distribuir o volume de produção de forma nivelada e uniforme ao longo do tempo;
- **Takt time:** é uma ferramenta de ligação entre a produção e o consumidor, adequando a produção à taxa de vendas. Ou seja, produzir de acordo com este tempo é colocar as necessidades dos clientes à frente de qualquer outra necessidade. O takt time pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo diário disponível para a produção}}{\text{Procura diária}} \quad (1)$$

- **Quick changeover (SMED):** rápida mudança do processo de fabrico e redução de tempos de setup, de modo a possibilitar, por exemplo, a produção de lotes mais pequenos e a redução de stocks.
- **Jidoka** (automação/autonomação): Aumento da produtividade através da eliminação da necessidade de um operador a controlar e observar a máquina continuamente, uma vez que a máquina passa a não necessitar de operador quando trabalha normalmente, e pára automaticamente perante situações anormais. Só nessas paragens, é que haverá necessidade de um operador.
- **Poka-yoke** (sistema à prova de erros): poka significa erro inadvertido e yoke significa prevenção. Este sistema reconhece que as pessoas ou as máquinas por vezes cometem erros, e portanto, tenta evitar que esses erros se tornem defeitos, através de inspecção para prevenção.
- **Andon:** sistema de aviso de problemas em equipamentos ou processos, que consiste na incorporação de sinais luminosos que indicam o local de ocorrência desse mesmo problema. O alerta pode ser activado pelos operadores através de um botão, ou até pelo próprio equipamento. Permite que aquando da ocorrência de qualquer defeito, o operador possa parar a produção e solicitar assistência técnica.
- **Fluxo contínuo de produção:** cada etapa de um processo precedente termina exactamente antes do processo seguinte necessitar do item. Ou seja, o objectivo é interligar os processos de modo a eliminar desperdícios, reduzir lead time, aumentar a qualidade, promover trabalho em equipa, e aumentar a produtividade.
- **Sistema Pull:** vieram substituir os sistemas push de produção para stock, modificando a forma de produzir das empresas, atendendo às necessidades dos clientes, e portanto, produzindo apenas em caso de encomenda. Kanbans são utilizados frequentemente neste tipo de sistemas.

### 2.1.2. Lean como sistema

Com o passar do tempo, e devido à tentativa frustrada de copiar as ferramentas utilizadas pela Toyota, verificou-se que elas, por si só, não eram a razão do sucesso da empresa japonesa. Após estudos mais aprofundados, tornou-se visível que todas as ferramentas estavam interligadas, e que aplicadas em conjunto proporcionavam muito mais vantagens. Ou seja, implementar algumas ferramentas poderia gerar melhorias, mas os benefícios de implementar o sistema completo seriam muito superiores.

Com esta perspectiva de sistema, o TPS passou a ser interpretado como uma forma de eliminar totalmente os desperdícios, e estruturado conforme uma casa suportada por dois pilares: Just in Time (JIT) e autonomia. Apesar de cada elemento dessa “casa” apresentada na Figura 1 ser por si só preponderante, a sua maior importância advinha da forma como se relacionam e fortalecem entre si.

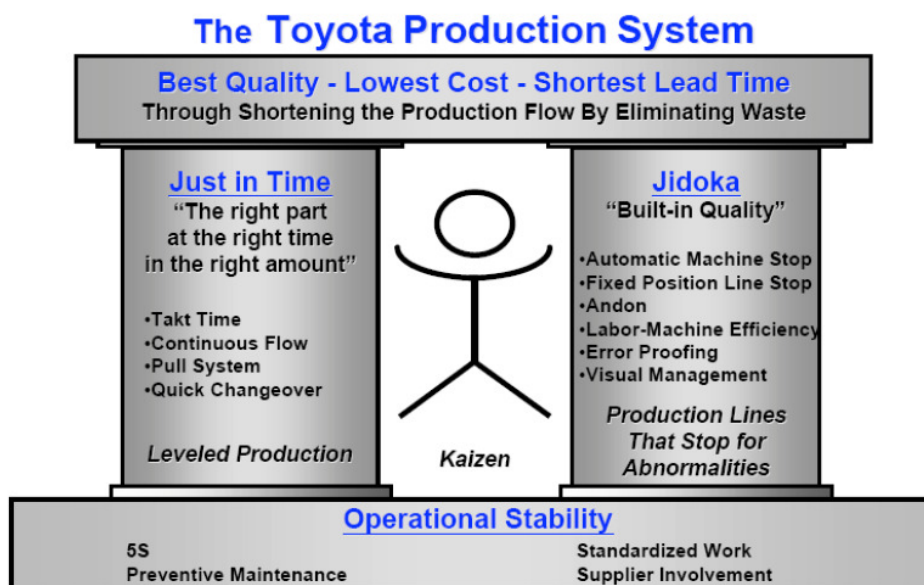


Figura 1. “Casa”/Esquema demonstrativo do Sistema de Produção Toyota  
Fonte: Lander (2007)

#### 2.1.2.1. Just in time (JIT)

O Just-in-time (JIT) consiste em ter no local certo, no momento exacto e na quantidade pretendida, os recursos necessários. O conceito JIT foi desenvolvido por Kiichiro Toyoda, fundador da Toyota Motor Corporation e apareceu após estudo do modelo de produção em massa de Ford. Como Toyoda não desejava um nível de stock elevado, por não ter meios económicos ou mesmo espaço para os suportar, procurou uma



solução que lhe permitisse produzir apenas no momento certo e nas quantidades pretendidas. Esta solução consistiu no encadeamento de processos produtivos, através do desenvolvimento de algumas das ferramentas apresentadas anteriormente, como o takt time, o fluxo contínuo de produção, a criação de sistemas pull de produção, ou produção nivelada.

#### 2.1.2.2. **Built-in-quality**

O built-in-quality consiste numa extensão do jidoka a todos os processos da organização (não só máquinas). A ideia partiu de Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota, que afirmava que se não se atribuísse inteligência às máquinas para que elas se tornassem úteis e fizessem o trabalho por nós, acabaríamos por servir as próprias máquinas. O objectivo é aumentar a qualidade dos processos, assegurando que as causas de situações anormais são procuradas, encontradas, e eliminadas. Como ferramentas utilizadas a este nível, a Toyota usava a autonomia e automação, andon, sistemas à prova de erros, ou gestão visual do posto de trabalho.

#### 2.1.2.3. **Melhoria Contínua**

Para qualquer tentativa de redução e minimização de custos, e para que se consiga responder de forma flexível a qualquer alteração da procura, devem ser utilizadas técnicas que permitam a introdução contínua de melhorias nos processos produtivos.

O Kaizen consiste em equipas de trabalhadores que revêem a sua forma de trabalhar constantemente, de forma a aumentar a sua competitividade, eficiência, qualidade e condições de trabalho. Além disso, é considerado o elemento central do TPS, e consiste na execução de dois tipos de actividades por parte das pessoas: actividades de manutenção (manter a actual situação e padrões tecnológicos, de gestão e operacionais), e actividades de melhoria (melhorar esses padrões). Sem manutenção não é possível obter consistência nos produtos, e sem melhoria a empresa não é competitiva.

Na Toyota, uma melhoria contínua é executada através da utilização de um ciclo PDCA (plan-do-check-act), originalmente desenvolvido por Walter Shewhart e transmitido aos gestores japoneses por W. Edwards Deming (ver Figura 2). Da primeira à última fase, tem-se a fase planear que se refere ao estabelecimento do que melhorar, e como melhorar, a fase executar, que consiste na implementação do plano, a etapa verificar

(etapa de confirmação da melhoria), e a etapa actuar, que consiste na estandardização de processos que previnam a recorrência do problema original, ou o estabelecimento de objectivos para uma nova melhoria. PDCA significa nunca estar satisfeito com o *status quo*.

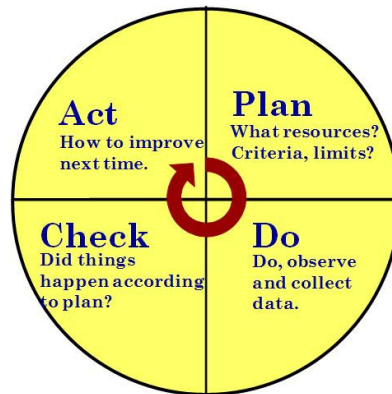


Figura 2. Ciclo PDCA  
Fonte: Anderson (2011)

#### 2.1.2.4. Eliminação de desperdícios

É através da eliminação de desperdícios que os objectivos do TPS são alcançados. Apesar de Henry Ford ter referido a importância da sua eliminação, foi na Toyota, com Kiichiro Toyoda, onde efectivamente foi focada exaustivamente.

Por desperdícios, temos todos os elementos de produção que adicionam tempo, custo ou esforço, mas não valor. E por valor, temos que é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que se dedica a algo. Um simples teste de valor permite identificar desperdícios, mas para a sua eliminação, é necessário atender às razões do seu aparecimento, ou seja, às causas do problema. Taiichi Ohno (1988) propôs sete categorias através das quais todas as actividades que geram desperdício podem ser classificadas:

- **Excesso de produção:** produzir em maior quantidade, mais depressa ou antes de ser necessário. É considerado o mais grave dos desperdícios, uma vez que pode gerar por si só outros tipos de desperdício.
- **Espera:** tempo que ocorre quando dois processos que dependem um do outro não estão totalmente sincronizados, ou quando operadores necessitam de observar as máquinas enquanto elas se encontram em funcionamento. Ou seja, consiste em tempos de espera de materiais, documentos ou máquinas.

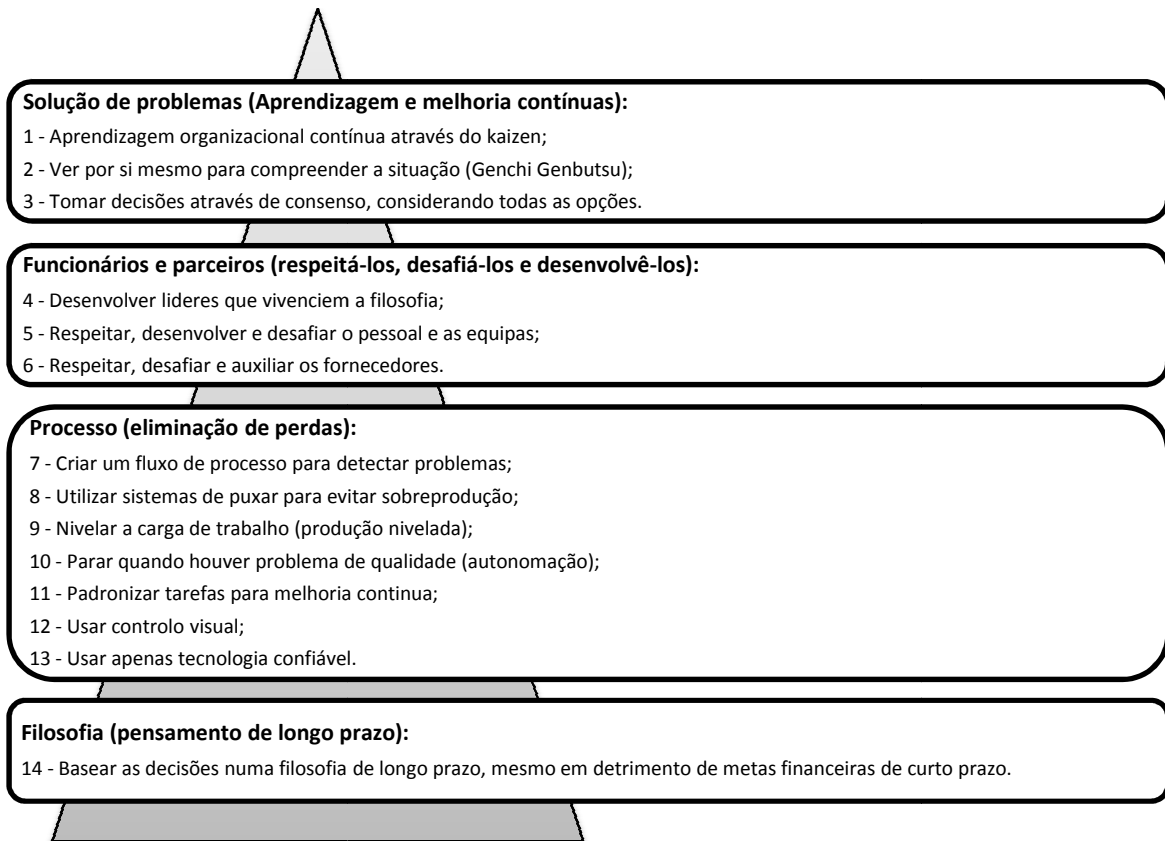
- **Transporte:** movimento de materiais, componentes, ou bens que não adicionam valor ao produto, muitas vezes resultantes de *layouts* deficientes.
- **Processamento:** executar processos que não adicionam valor ao produto (processos desnecessários, demasiado complexos), ou oferecer mais qualidade do que é necessário. Podem ser causados, por exemplo, por uso incorrecto dos equipamentos, requisitos dos clientes mal definidos, especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.
- **Stock:** armazenamento de materiais, componentes ou bens em excesso, e que são desnecessários para os processos subsequentes.
- **Movimentação:** deslocação de pessoas ou máquinas que não acrescenta valor ao produto. Muitas das vezes, ocorre por falta de organização no trabalho ou incorrecta disposição dos equipamentos.
- **Defeitos:** reparação, reformulação ou envio de materiais ou produtos para refugo. Implicam desperdícios de materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, armazenagem de materiais defeituosos ou mesmo reprocessamento de produtos.

### 2.1.3. Lean como pensamento

Embora tenha sido possível, inicialmente, a obtenção de excelentes melhorias ao encarar o Lean também como sistema na implementação das suas ferramentas, verificou-se depois uma estagnação do progresso e mesmo uma deterioração, isto é, obtinham-se melhorias durante os primeiros tempos de implementação do lean, e depois a tendência era que não se conseguisse proceder a mais melhorias. Como este facto contrastava com o que acontecia na Toyota (que evolui e consegue melhorias nos seus processos diariamente), vários autores, entre os quais Liker (2004), procuraram aprofundar ainda mais o tema e ir para além da percepção de Lean como um sistema de ferramentas inter-relacionadas.

Verificaram que para alcançar o potencial máximo do sistema Toyota, é necessário combinar as ferramentas Lean com uma estrutura de pessoas competentes, num sistema sociotécnico coeso e acima de tudo, perceber as ideias/pensamentos que estiveram associadas à sua implementação na Toyota. Desse modo, surge o termo Lean Thinking e é

possível redefinir o TPS também como uma filosofia, estruturado segundo catorze princípios e quatro categorias. Tais princípios e categorias são apresentados na Figura 3:



**Figura 3. 14** Princípios de Lean Thinking  
Adaptado de Liker (2004)

## 2.2. A metodologia SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) aparece nas empresas devido à necessidade de as mesmas aumentarem a sua competitividade em relação aos seus concorrentes, competitividade esta que se decide cada vez mais pela redução e controlo dos custos, e pela reengenharia dos processos de produção, no sentido de otimizar as tarefas ou fases do processo que acrescentam valor ao produto final, e que o cliente valoriza.

Este método pode ser traduzido por “mudança de ferramenta em menos de 10 minutos”, e tem como principal objectivo a redução dos tempos de mudança de série/referência, com base numa organização do posto de trabalho ou até em automação. Para que a finalidade deste método seja atingida, necessita do envolvimento das diferentes

funções da empresa, ou seja, deve apostar-se na criação de grupos de trabalho constituídos por essas diferentes funções (produção, métodos, qualidade, etc.), não se devendo procurar soluções milagrosas, nem esperar que alguma pessoa tenha uma ideia genial para a resolução de problemas considerados críticos. Ter em consideração os operadores pode também ser uma mais-valia, uma vez que é destes que partem muitas das vezes (cerca de 60% delas), as melhores ideias para a resolução de problemas.

Na própria aplicação do método SMED, poderá ser necessário investir recursos financeiros para alcançar aquilo que foi proposto, mas normalmente conseguem-se melhorias apenas com a criação de um modo operatório (guia de como actuar e executar a mudança de série/referência), modificações simples mas eficazes do *layout*, ou com uma definição exacta das deslocações dos operadores e materiais.

Como metodologia inserida na filosofia Lean, que visa a eliminação ou redução de stocks e desperdícios, o SMED permite que à medida que diminuimos os tempos de mudança de referência, diminuamos também os nossos lotes, o que por sua vez conduz à redução dos stocks e dos custos a eles associados (superfície, manutenção, transporte, custos de gestão), e a uma produção mais eficiente e reactiva, centrada no que realmente é necessário.

### **2.2.1. Implementação da metodologia SMED**

Para a implementação desta metodologia numa empresa, deverão ser seguidas várias etapas de desenvolvimento. Apesar de não haver unanimidade, entre os diversos autores, na definição destas etapas, apresento de seguidas algumas através das quais esta ferramenta pode ser aplicada.

#### **2.2.1.1. Medir tempos e analisar a situação actual**

Nesta primeira fase é necessário utilizar uma máquina de filmar para o registo da mudança, e se possível observar mais do que uma mudança de referência. Ao filmar, deve-se ter em consideração o número de operadores, e é importante que todos sejam seguidos independentemente. É ainda fundamental um aviso e explicação prévia, para que todos os colaboradores envolvidos saibam o porquê, e qual o objectivo da acção. Após a observação é necessária a sua decomposição com tempos e pessoas associadas.

### 2.2.1.2. Organizar e identificar operações internas e externas

Sabendo que as operações internas (*IED – Input ExChange of Die*) são as que apenas podem ser realizadas com a máquina imobilizada, e que as operações externas (*OED – Output ExChange of Die*) são as que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento/produção, nesta fase é importante dividir as operações consoante estes dois grupos.

Caso as operações externas não possam ser eliminadas, deverá proceder-se à sua execução antes do período de mudança de ferramenta, e caso as operações internas não possam ser eliminadas, deverão ser executadas no exacto momento em que a máquina se imobiliza após ter terminado a série em curso. Segundo Pinto (2009), uma clara distinção e racionalização deste tipo de operações poderá por si só permitir uma redução de até 30% do tempo, sem executar qualquer modificação no processo.

### 2.2.1.3. Converter operações internas em externas e reduzir tempos

Esta é a etapa mais importante deste método, sendo realizada após um levantamento detalhado de todas as operações, para se conseguir realizar uma melhor preparação da mudança a efectuar. Por exemplo, deve substituir-se sempre que possível os parafusos de aperto por grampos de fixação rápida, ou pré-aquecer uma ferramenta que necessite de pré-aquecimento, fora da máquina.

Nesta fase, será também elaborado um modo operativo, onde serão descritas quais as operações a realizar, devendo possuir informações como qual o material necessário para a mudança de referência, verificação prévia do estado das ferramentas, estudo das funções de risco, transporte de utensílios para junto da máquina antes do início da mudança, entre outras.

Como a preparação do trabalho é de extrema importância tanto para as operações internas, como para as externas, é ainda importante atender a determinados aspectos. No caso das actividades externas, é importante atender à preparação das ferramentas e outro tipo de ajudas antes do início da mudança de referência, tendo em consideração que se deve reduzir o número de ferramentas, padronizar todos os sistemas de fixação, e gerir o uso das ferramentas após mudança.

Em contrapartida, ao nível das actividades internas é necessário equilibrar a carga de trabalho de cada operador envolvido na mudança, equilibrar competências de modo a melhorar a sincronização das tarefas, e ter colaboradores auxiliares para ajudarem durante a mudança de referência, caso o equipamento imponha inúmeras deslocações.

É ainda importante referir que tanto as check-lists como os modos operatórios devem ser de fácil compreensão e que sempre que possível se deverá formar o operador para ser ele a realizá-las. No sentido de facilitar o trabalho do operador, deve procurar-se reduzir as instruções em papel, ou criar, por exemplo, sistemas visuais com cores.

#### **2.2.1.4. Comunicar, treinar, melhorar e capitalizar**

Nesta fase, deve ser ministrada formação aos colaboradores no novo modo operatório, principalmente aos operadores que participam directamente na mudança de fabrico. Sempre que o modo operatório for alterado, deve ser feita uma pequena reunião de 5 a 10 minutos para serem analisados os aspectos a melhorar.

Do mesmo modo, é fundamental uma análise das check-lists para garantir que os operadores compreenderam o que lhes foi transmitido. Em caso contrário, proceder-se-á novamente à formação, para uma nova explicação do novo modo operatório.

Por último, deve ser inculcido um espírito de melhoria aos operadores e serem procurados constantemente meios que facilitem a movimentação das ferramentas, de modo a facilitar o seu trabalho. Se as acções implementadas numa determinada máquina tiverem efeito positivo, deverão ser também aplicadas em outras máquinas da mesma família.

#### **2.2.1.5. Documentação importante a redigir**

Ao longo da implementação do SMED, têm de ser redigidos documentos que contenham a informação mais relevante para o novo procedimento de mudança de referência. Temos como exemplo, um novo modo operatório, e as check-lists que os operadores irão utilizar no desenrolar das tarefas, para evitar esquecimentos de operações ou falta de material na preparação antecipada das mesmas.

Como informações mais importantes a introduzir nestes documentos temos a descrição das actividades e o âmbito de aplicação, a descrição de funções de cada operador, identificação de ferramentas, peças, componentes e materiais a utilizar, pontos de referência para os ajustes, materiais de referência, instruções detalhadas sobre a

execução (com fotos e desenhos ilustrativos), e tempo estimado para a execução da mudança.

É importante que os modos operatórios estejam sempre actualizados, sejam simples e que tenham a quantidade de informação adequada para que a qualquer momento o operador possa recorrer a eles e esclarecer as suas dúvidas em relação ao procedimento propriamente dito.

### 2.2.1.6. Esquema resumo da implementação do SMED

Como resumo da implementação desta técnica, apresenta-se a Figura 4, que consiste num esquema exemplificativo dessa mesma implementação. Nesse esquema, é possível verificar a subdivisão de algumas das fases anteriormente apresentadas, para uma melhor percepção da influência de cada uma no processo de redução de tempos de “*changeover*”/mudança de processo de fabrico, e para uma melhor apresentação da sua importância na redução desses tempos (depois), em relação ao que anteriormente acontecia (antes).

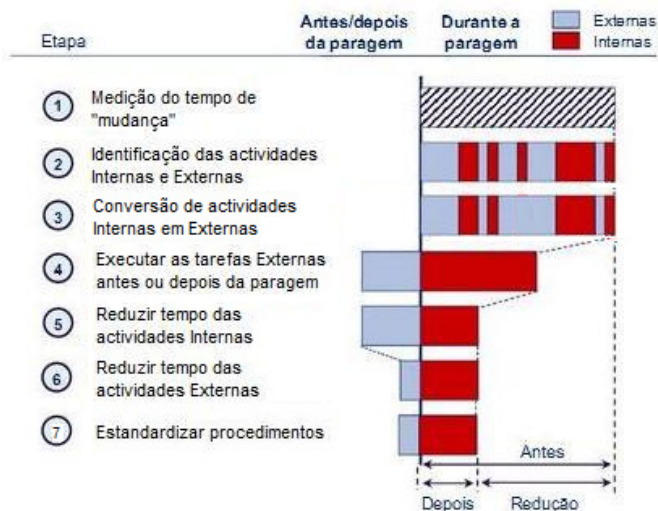


Figura 4. Implementação do SMED  
Adaptado de Shingo (1985)

### 2.2.2. Vantagens da implementação do SMED

A implementação desta metodologia pode ser de grande importância para uma empresa, pois hoje em dia, os clientes procuram para além de preços mais competitivos, também precisão, uma maior qualidade, e tempos mais reduzidos. O SMED ajuda as



organizações a conhecer melhor as necessidades do cliente, proporcionando lotes mais reduzidos mas com um número mais elevado de referências. Como vantagens, temos que permite:

- Flexibilidade, uma vez que não requer um elevado stock de matéria-prima devido à constante mudança de referência;
- Entregas mais rápidas devido à existência de lotes mais pequenos;
- Maior qualidade, decorrente da diminuição de tempos;
- Aumento da eficiência, pela redução dos períodos de mudança de ferramenta.

### 3. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE À EMPRESA

Este capítulo aparece nesta dissertação devido ao facto de o trabalho a expor ter sido efectuado numa empresa, e de portanto, ter sido necessário, para uma melhor integração na empresa, estudar um pouco a sua história, processos de produção, máquinas, e mesmo registos ou históricos de produção, refugo, ou até de mudanças de fabrico existentes. Nas páginas seguintes, apresento a empresa SramPort, com base nas conclusões dessa análise efectuada.

#### 3.1. A Empresa

A fundação da empresa remonta à década de 60, mais precisamente ao ano 1968, sendo ainda nessa época denominada de *Transmeca, Transmissões Mecânicas, Lda.*. Possuía nesta altura um capital social de 200.000 escudos e juridicamente era uma sociedade por quotas.

A aquisição pelo grupo americano SRAM ocorreu em 1997, e provocou uma necessidade de reestruturação, resultando na paragem de produção de corrente automóvel e na aposta no desenvolvimento de componentes para a indústria das duas rodas. Porém, apenas dez anos depois, foi efectuada a alteração da sua designação social.

Hoje *SramPort*, com um capital social de 139.663,40 €, tem-se que a empresa conta com cerca de cem efectivos distribuídos pelos seus diversos departamentos, e ocupa uma área de aproximadamente 14000 m<sup>2</sup> na Zona Industrial da Pedrulha (Coimbra), sendo 5160 desses reservados a edifícios fabris, e os restantes a anexos e terrenos.

A conjugação dos mais modernos equipamentos com o tecnicismo dos seus colaboradores, e uma vasta experiência na produção de correntes, reconhece-os internacionalmente, e posiciona a empresa e o grupo onde se encontra inserida entre os maiores fabricantes europeus e mundiais. Esse facto explica a orientação das suas vendas para a exportação, nomeadamente para fábricas de 1<sup>a</sup> montagem situadas na União Europeia, e de um modo geral em todo o mundo.

Quanto a políticas internas da empresa, aposta na utilização sistemática de ferramentas da qualidade, de produção e manutenção para a implementação de um sistema de melhoria contínua da qualidade dos seus produtos. A este nível, é importante referir que são certificados ao nível do ambiente (primeira empresa do grupo SRAM a alcançar esta certificação), e ao nível da qualidade, possuindo um Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiente (SGQA) implementado, apoiado nas directivas gerais do grupo SRAM, descritas no “*SRAM Corporate Quality Manual*”, na norma NP EN ISO 9001:2008 e na norma NP EN ISO 14001:2004. No que diz respeito à higiene e segurança, não estão certificados, mas possuem uma estrutura interna de segurança e higiene bem definida que garante o alcance de qualquer política certificada deste género.

Todo este sistema de gestão da qualidade e ambiente é descrito numa estrutura documental bem definida e hierarquicamente estruturada, composta por quatro tipos de documentos: a) manual da qualidade e ambiente, b) procedimentos, c) modos operatórios, gamas de controlo, tabelas auxiliares, gamas de manutenção, manuais técnicos, e d) impressos. No âmbito do SMED, é sem dúvida importante referir os modos operatórios, uma vez que durante o estágio efectuado foi necessário desenvolver alguns que estipulassem como seriam realizadas as mudanças de fabrico analisadas, de modo a reduzir o seu tempo de execução.

Por fim, refere-se a utilização de um sistema de gestão SAP, e a sua importância para o acompanhamento e interligação de todo o processo de produção da empresa e actividades dos diversos departamentos que a constituem.

### **3.2. Actividade da empresa**

Apesar do grupo SRAM fabricar variados tipos de componentes para bicicletas, esta concentra a sua actividade apenas no fabrico de correntes e montagem de cassetes e rodas (Figura 5, Figura 6, e Figura 7). Porém, uma vez que o trabalho realizado afectou apenas o fabrico de correntes, só elas serão descritas um pouco mais em pormenor.

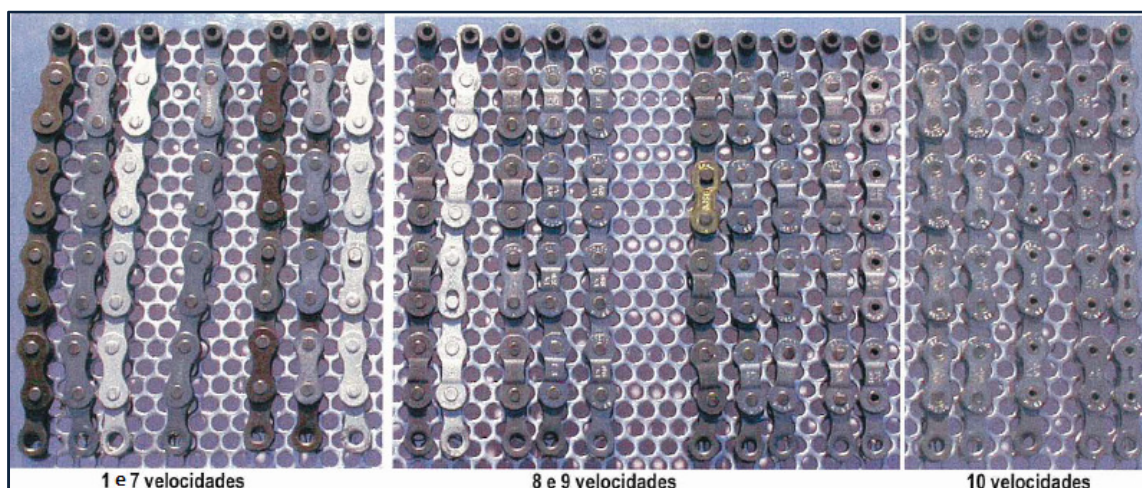


Figura 5. Correntes



Figura 6. Cassetes



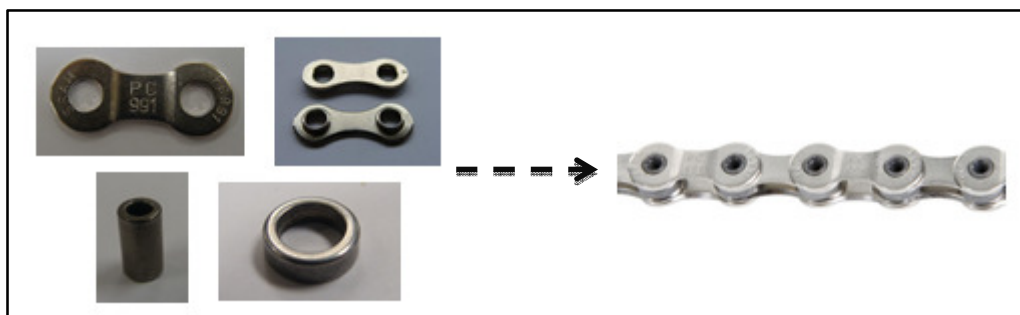
Figura 7. Rodas

Na SramPort, são então actualmente produzidos 5 diferentes grupos de correntes: correntes de uma, sete, oito, nove ou dez velocidades, tal como é apresentado na Figura 5. As diferenças entre eles residem na qualidade que conferem ao utilizador, no peso da própria corrente, no tipo de tratamento a que foram sujeitas as peças de cada uma, entre outros aspectos.

### 3.3. Composição de uma corrente

Ao nível das diferentes peças de cada corrente (também produzidas na empresa), temos que são de quatro tipos: placas exteriores, placas interiores, eixos e rolos (ver Figura 8), e como possíveis diferenças entre estas peças soltas, de corrente para

corrente, temos por exemplo a ausência de niquelagem nas placas exteriores ou interiores, a existência ou não de eixos furados, ou a sua própria dimensão.



**Figura 8.** Composição de uma corrente

Uma vez que estas diferenças constituíam motivo de muitas das tarefas realizadas numa mudança de fabrico, tornou-se fundamental estudá-las ao pormenor. Por essa razão, desenvolveu-se uma tabela para cada grupo apresentado, que para cada corrente indica as placas, eixos, e rolos que a constituem, bem como os códigos kanban e de produção a eles associados, principais diferenças, e imagens ilustrativas. No total, são cinco tabelas, que pela sua dimensão e quantidade de informação, podem ser encontradas em anexo a esta dissertação. [ANEXOS I, II, III, IV e V]

Uma explicação mais pormenorizada de como é feito o encaixe de todas as peças soltas na formação de uma corrente, é apresentada mais à frente, aquando da análise ao processo de montagem de correntes.

### 3.4. Análise às linhas de montagem

Tendo em consideração as diferentes correntes fabricadas na SramPort e a existência de cinco linhas de montagem, o passo seguinte desta análise centrou-se em determinar os tipos de correntes que cada uma das linhas poderia produzir. Apesar de todas as linhas estarem habilitadas para a montagem de qualquer tipo de corrente, existia uma clara divisão dos vários modelos pelas diferentes linhas, ou seja, foi possível verificar que na realidade, cada linha estava destinada à montagem de certos tipos de correntes, e que raramente produzia outros que não esses já estabelecidos. A produção nas linhas de montagem está então repartida da seguinte forma:

- A linha 1 encontra-se destinada à montagem de todos os tipos de correntes de oito velocidades;
- A linha dois efectua a montagem das correntes de uma e sete velocidades ou até mesmo de 8 ou 9 velocidades, excepto PC991HP (*power chain 991 hollow pin*) e PC991CS (*power chain 991 cross step*);
- A linha 3, por sua vez, monta principalmente correntes de nove velocidades;
- As linhas 4 e 5 dedicam-se à montagem das correntes de dez velocidades.

Tal como será mais à frente explanado, decidiu-se que a implementação do SMED seria apenas efectuada nas linhas 1, 3, 4 e 5, deixando-se a linha 2 (onde ocorrem as mudanças de fabrico mais complicadas), para segundo plano e uma futura implementação.

### 3.4.1. Processo de montagem de correntes

Compreender o processo de montagem de correntes (desde a própria formação da corrente até ao seu embalamento), quais as máquinas/equipamentos que nele intervêm, e quais as suas funções, tornou-se fundamental para uma implementação do SMED, uma vez que algumas das mudanças de fabrico cuja execução e tempos se pretendiam melhorar, exigiam alterações na estrutura e partes constituintes das próprias máquinas. Uma exposição sucinta das diversas fases que ocorrem num processo de montagem é apresentada de seguida.

#### 3.4.1.1. Fase 1 – Disponibilização do material

Nesta primeira fase, o material necessário para a montagem de correntes é colocado nas cubas ou perto das cubas, para que o mesmo seja transmitido através de tubos para os alimentadores, ou colocado nesses alimentadores, à mão, pelo próprio operador. O material a disponibilizar encontra-se em contentores kanban, tendo prioridade os contentores que estejam armazenados na secção “lotes em curso” do armazém, e que possuam uma data mais antiga no cartão kanban.

É possível ainda referir que tal como existem 4 tipos de peças necessárias (placas exteriores e interiores, eixos e rolos), existem também quatro cubas diferentes em cada linha. Porém, existem 5 alimentadores, dois deles para placas exteriores. Na Figura 9 e Figura 10 podem observar-se os contentores, cubas, tubos e alimentadores referidos.





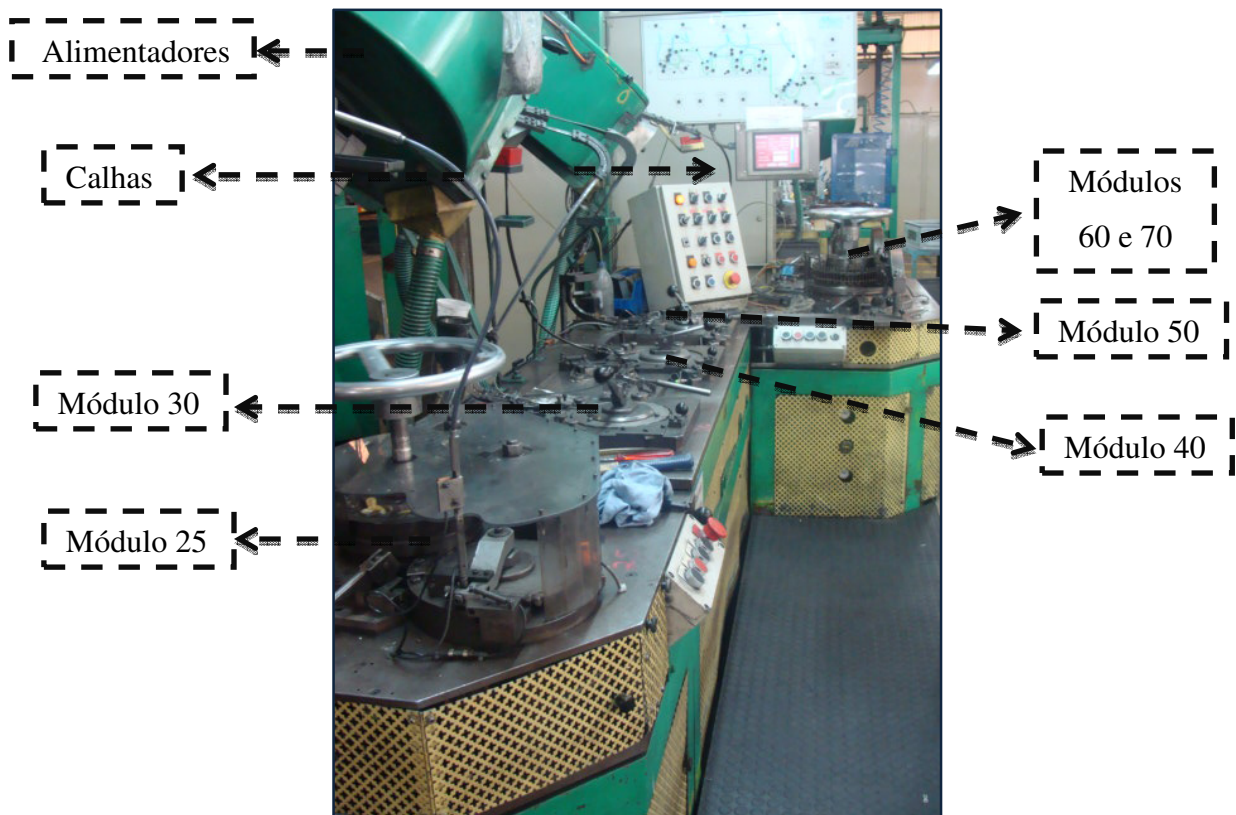
**Figura 9.** Armazenagem dos contentores junto às linhas de montagem



**Figura 10.** CHC – Transmissão de material das cubas para alimentadores

**3.4.1.2. Fase 2 – Montagem da corrente na CHC**







A máquina que de facto monta uma corrente, e une os quatro grupos de peças já referidos é denominada de CHC. Esta máquina, depois do material (placas, eixos e rolos) se encontrar presente nos alimentadores, trata do seu reencaminhamento para alguns módulos, através de calhas (ver Figura 11).



**Figura 11.** CHC – Módulos

Resumidamente, dizem respeito a esses módulos, as funções apresentadas na Tabela 1. Para cada uma, foi introduzida na tabela uma imagem que exemplifica o resultado final da acção de cada módulo.

**Tabela 1.** Funções dos módulos CHC

<b>Módulo CHC</b>	<b>Função</b>	<b>Ilustração</b>
<b>Módulo 25</b>	Módulo responsável pela união de dois eixos a uma placa exterior	
<b>Módulo 30</b>	Colocação da placa interior inferior	
<b>Módulo 40</b>	Adiciona os rolos	
<b>Módulo 50</b>	Coloca a segunda placa interior (placa interior superior)	
<b>Módulo 60</b>	Coloca a última placa exterior (superior)	
<b>Módulo 70</b>	Módulo de calibração. É responsável por apertar/cravar todas as peças de modo a que as mesmas não fiquem soltas e a corrente não rebente ou desfragmente durante as próximas fases	

### 3.4.1.3. Fase 3 – Rebitagem

A corrente montada na CHC é enviada de seguida para uma mesa de depósito de corrente em curso de fabrico (Figura 12), onde o operador pode detectar a olho alguma anomalia, defeito, ou irregularidade nas placas, eixos e/ou outros elementos constituintes



da corrente. Caso isso aconteça, o operador pode reparar essas irregularidades através de uma prensa de pequena reparação (PPR), junto a esta mesa (Figura 13), que corta a corrente onde se encontra o defeito e faz a sua substituição através da inserção de novas placas exteriores e dois eixos.



Figura 12. Mesa de depósito de corrente-Linha 3

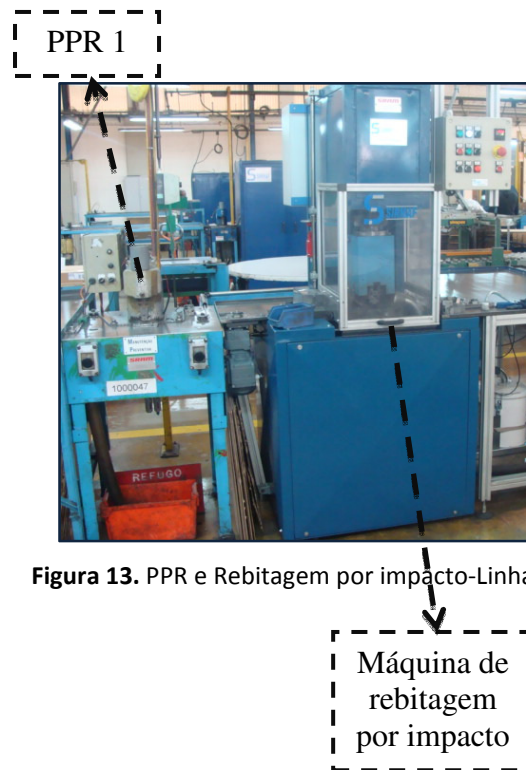


Figura 13. PPR e Rebitagem por impacto-Linha 3

Após a pequena reparação ser efectuada, ou caso não seja detectado pelo operador nenhum defeito na corrente produzida pela CHC, a mesma é rebitada. Esse processo de rebitagem consiste na união mecânica das várias peças que constituem a corrente através de um processo de deformação, e pode ser realizado de duas formas: através de rebitagem em contínuo, ou através de rebitagem por impacto e em contínuo. Ou seja, apenas algumas correntes (correntes com eixos furados ou PC991CS) necessitam de rebitagem por impacto (ver Figura 13), mas todas exigem rebitagem em contínuo (Figura 14). Como as linhas 1 e 2 não fabricam correntes que necessitem de rebitagem por impacto, possuem apenas uma máquina para rebitagem em contínuo.



**Figura 14.** Rebitagem em contínuo, mód. de tensionamento e controlo, e PPRs – Linha 3

#### 3.4.1.4. Fase 4 – Passagem pelo módulo de tensionamento e controlo

De modo a garantir que a corrente rebitada não prossegue no processo com falta de placas, rolos, ou com pontos duros, a mesma passa por um módulo de tensionamento e controlo que executa testes de resistência à tensão e possui leitores de fibra óptica responsáveis pela detecção de defeitos. Na linha 4 e 5, por serem mais recentes, existe já um sistema de visão que faz esse trabalho, tratando este módulo apenas da detecção de pontos duros.

No caso de serem detectados problemas na corrente, os mesmos podem ser corrigidos através da utilização de novas prensas de pequena reparação que cortam a zona defeituosa, unem novamente a corrente e procedem à rebitagem dessa nova zona já não defeituosa. Este módulo e as prensas podem ser observados na figura acima apresentada (Figura 14). Uma vez que estas PPRs estão directamente relacionadas com a rebitagem efectuada, só possuímos duas prensas nas linhas em que encontramos também os dois tipos de rebitagem. Desse modo, temos unicamente uma prensa nas linhas 1 e 2.

É ainda importante referir que é nestas prensas onde são retiradas amostras para a realização dos ensaios à corrente: ensaios à tracção e arrancamentos. Tais ensaios são efectuados durante qualquer mudança de fabrico, e por isso, de seguida apresentam-se duas imagens que mostram as máquinas onde os mesmos são efectuados (Figura 15 e Figura 16). A este nível, refere-se que para as correntes de 10 velocidades, são efectuados dois tipos de arrancamentos (de eixo e de placa), enquanto que para as restantes só o de eixo é efectuado.



**Figura 15.** Máquina de ensaios à tracção



**Figura 16.** Máquina para a realização de arrancamentos

#### 3.4.1.5. Fase 5 – Lubrificação, corte e embalamento de correntes

A última fase do processo de montagem consiste na lubrificação da corrente (através da sua submersão em lubrificante), corte e respectivo embalamento. Ao nível do corte, o mesmo acontece automaticamente, segundo um intervalo de tantos metros quanto os que se pretenderem, e a corrente é enviada para uma caixa. Ao operador, cabe apenas o trabalho de adicionar novas caixas, passar as caixas já com correntes por uma balança para confirmar que não faltam nem são enviadas correntes a mais, aplicar fita-cola e colocar as caixas numa palete. Os equipamentos responsáveis por executar estas últimas tarefas são apresentados na Figura 17 e Figura 18.



**Figura 17.** Lubrificação, corte e embalamento



**Figura 18.** Pesagem e paletização

### 3.4.2. Análise à produção nas linhas de montagem

Para uma análise mais cuidada das linhas de montagem, considerou-se ainda importante estudá-las em relação à sua produção, em metros de corrente. O objectivo desse estudo seria determinar quais as correntes mais produzidas e se possível qual a linha mais produtiva durante um certo período de tempo. Tendo como referência os anos 2010 e 2011, o estudo foi iniciado com a recolha de dados referentes à produção mensal de todos os modelos existentes. Nessa recolha, verificou-se que não existiam dados relativos às correntes de dez velocidades em alguns dos primeiros meses do ano 2010, pois as correntes de dez velocidades que na altura eram produzidas, não eram as mesmas que actualmente.

O gráfico da Figura 19 foi então elaborado, e consiste no somatório desses valores mensais, apresentando a produção anual, por cada tipo de corrente, durante os dois anos, e a respectiva média. Devido à falta de dados referente às correntes de dez velocidades para a totalidade do ano 2010, os dados apresentados para elas são apenas os de 2011. Os rótulos apresentados no gráfico correspondem aos valores do ano 2011 para o caso das correntes de 10 velocidades, e à média dos dois anos, para as restantes.

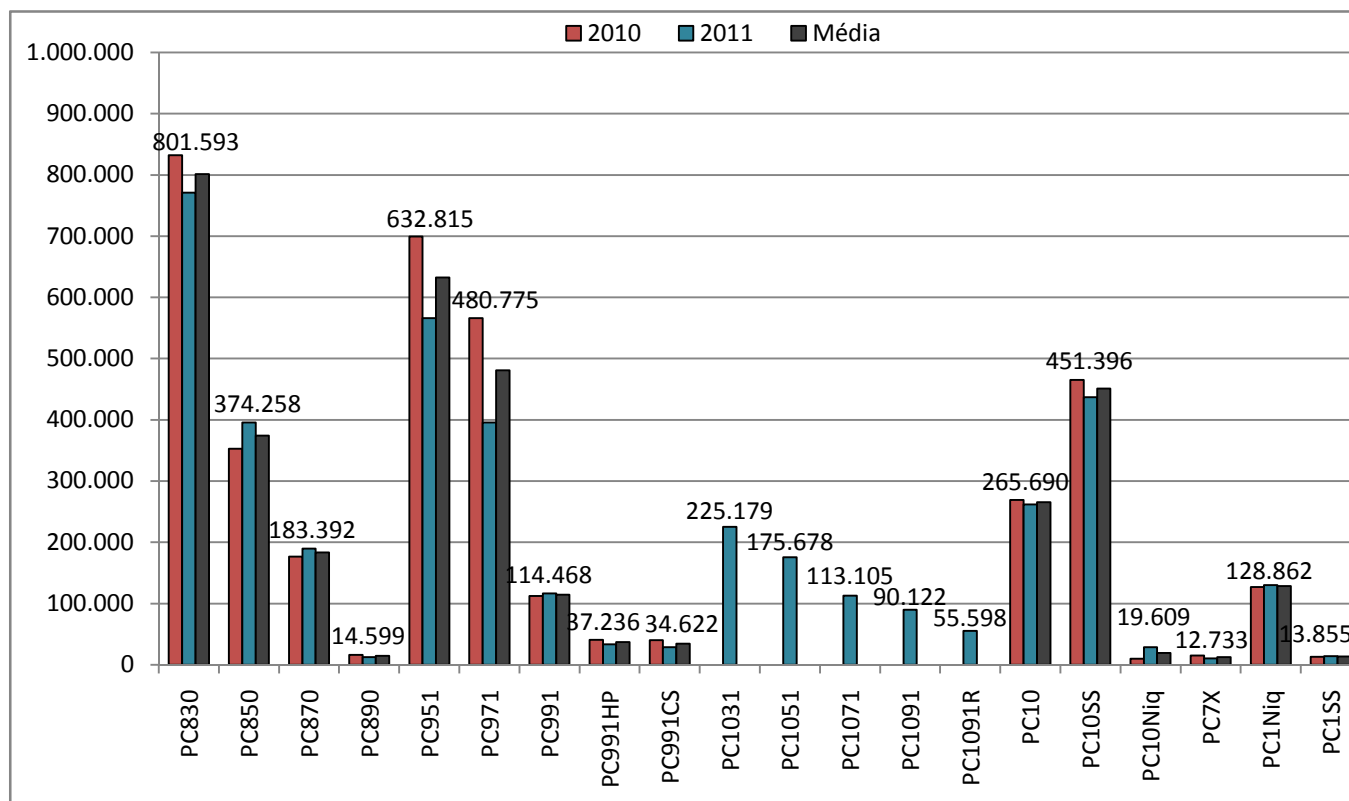


Figura 19. Produção por corrente, em metros (2010 e 2011)

Como principais conclusões a retirar da sua análise, temos que a produção nas cinco linhas de montagem ultrapassou os 4 milhões de metros no ano 2011, e que a corrente PC830 de oito velocidades foi sem dúvida a mais produzida, nos dois anos, correspondendo por si só a 770 mil dos 4 milhões de metros produzidos em 2011 e a 830 mil em 2010.

Apesar de nas correntes de nove velocidades ter existido uma maior dispersão ao nível dos metros produzidos em 2010 e 2011, principalmente na corrente PC971, é possível afirmar que são também das mais produzidas.

Quanto às de dez velocidades, não foi possível efectuar uma comparação anual, mas após confrontação com os meses nos quais foram recolhidos valores de 2010 verificou-se que estas correntes estão longe de ser as mais produzidas. Aliás, a corrente PC830 de oito velocidades foi produzida em maior quantidade que todas as de dez velocidades em conjunto. Estas foram apenas produzidas em maior quantidade que as correntes de uma velocidade.

Ao nível da produção nas linhas, verificou-se que do mesmo modo que as correntes de 8 e de 9 velocidades foram as mais produzidas nestes dois anos, foram as linhas 1 e 3 também as mais produtivas.

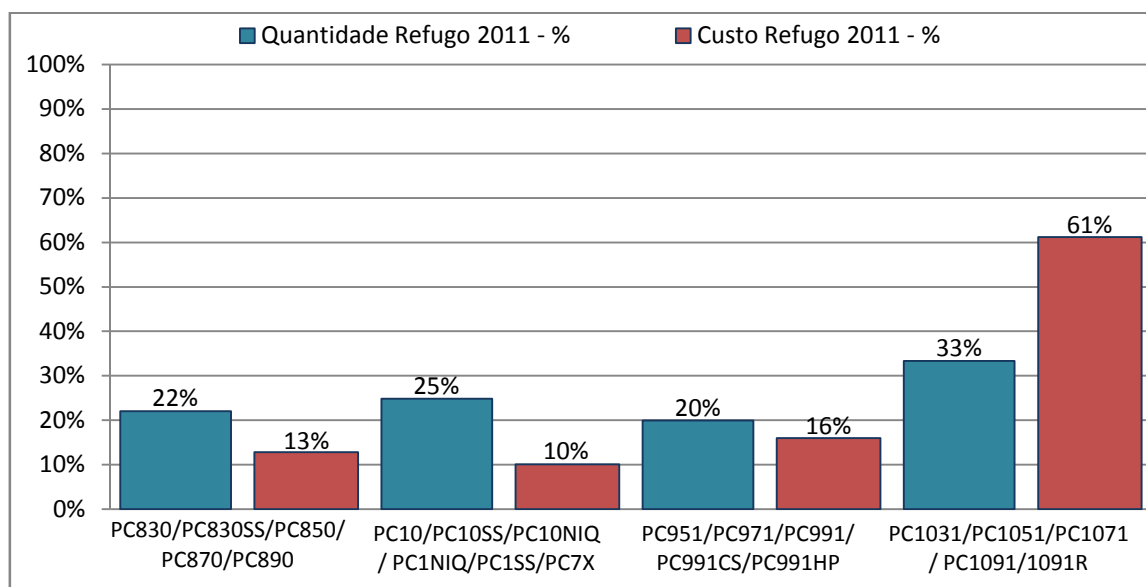
Por último, refere-se que uma vez que a produção de correntes é feita com base nas encomendas de clientes (stocks nulos), temos que os metros produzidos foram também provavelmente os metros comercializados. Para o ano 2011, por exemplo, foram então comercializados mais de 4 milhões de metros de corrente.

### **3.4.3. Análise à quantidade e custos de refugo- 2011**

A realização de um estudo aos custos de produção e de refugo surgiu como um complemento ao realizado à produção (metros de corrente), e porque uma grande parte do refugo existente nas linhas de montagem estava directamente relacionado com as mudanças de fabrico que nelas ocorriam. Por exemplo, temos que grande parte destes desperdícios está relacionado com a limpeza de material junto à máquina de montagem de correntes (CHC), aquando de uma mudança de fabrico, com material utilizado em ensaios à tracção ou arrancamentos, com problemas nos módulos da CHC ou rebitagem, com a

existência de pontos duros, actividades de manutenção, ou com material que não passa nos testes à amostra.

Com o intuito de analisar também principalmente o ano 2011, foram verificados documentos de registo de refugo, tendo em consideração possíveis alterações nos custos unitários por kg de refugo durante os vários meses desse ano. Um gráfico que ilustrava esta análise e apresentava o refugo nas linhas de montagem em kg e em € foi desenvolvido, mas após discussão do mesmo com o responsável pela orientação do estágio efectuado na SramPort, foi decidido que ele seria substituído por um que indicasse apenas a respectiva percentagem em relação ao total de refugo nas linhas de montagem. Este gráfico é o da Figura 20.



**Figura 20.** Quantidade e Custo de Refugo (%) – 2011

Da sua observação, retira-se que em 2011 foi a família de dez velocidades que originou mais refugo (em kg), e que o custo unitário do refugo desse tipo de correntes é maior devido provavelmente à sua maior qualidade e tratamentos a que foi sujeito o material. Comparando estes valores com os valores de produção já apresentados (ver Figura 19), temos que a montagem de correntes de dez velocidades são as que geram e acarretam mais custos ao nível de refugo, apesar de não serem as mais produzidas.

Por fim, de modo a determinar a influência e o peso dos custos relacionados com o refugo das linhas de montagem, no custo total de produção obtido pela SramPort, foram também analisados os custos de produção mensal do ano 2011. Obviamente, não foi possível apresentar nesta dissertação esses mesmos custos, e portanto, refiro apenas que o refugo das linhas de montagem correspondeu a cerca de 1,03% desse custo total de produção de 2011. Comparando o peso do refugo nos custos totais de produção desse ano, com os já obtidos no presente ano 2012, é possível verificar uma diminuição, o que confirma o esforço que a empresa tem demonstrado em reduzir estes valores.

#### **3.4.4. Análise às mudanças de fabrico - 2011**

Conseguir determinar quais as mudanças que mais ocorrem nas cinco linhas de montagem (principalmente nas linhas um, três, quatro e cinco), para no fim do estágio ser feita uma estimativa do tempo que se poderia ganhar não só por mudança, mas também anualmente com a implementação da metodologia SMED, era o objectivo desta análise. Para tal, recorreu-se a registos diários de produção do ano 2011 que indicavam o número de metros produzidos de cada corrente por dia, em cada linha, e conseqüentemente quando se mudava o fabrico de uma corrente para outra.

Depois de contabilizadas todas as mudanças de fabrico do ano 2011, foram elaborados gráficos para todas as linhas de montagem, que apresentam o número de mudanças efectuadas, e também o seu peso em percentagem. Infelizmente, não existiam históricos semelhantes para anos anteriores a 2011, e portanto, não foi possível efectuar uma análise mais aprofundada. Porém, após discussão dos valores obtidos com o responsável pela secção da montagem, verificou-se que os mesmos tinham sentido, e considerou-se o ano 2011 como um ano típico ao nível de mudanças de fabrico.

##### **3.4.4.1. Linha 1**

Para a linha 1, foi desenvolvido o gráfico da Figura 21. Sobre ele, é importante referir que uma mudança PC830 – PC850, por exemplo, inclui não só as mudanças de PC830 para PC850, como também o oposto, e que os dados se encontram apresentados por ordem decrescente de forma a ser possível verificar mais rapidamente quais as mudanças que mais ocorreram.



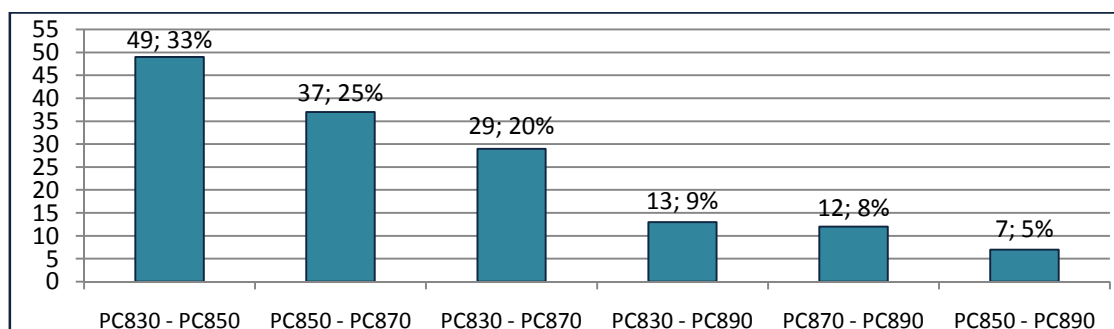


Figura 21. Nº de mudanças de fabricação na linha 1 em 2011

Como conclusões a retirar da sua análise, temos que no ano em causa ocorreram na linha 1, 147 mudanças de fabricação, sendo 33% delas apenas referentes a mudanças entre PC830 e PC850. Do mesmo modo, mudanças que envolvem a corrente PC890 aconteceram com menos frequência.

#### 3.4.4.2. Linha 2

Ao nível da linha 2, uma análise semelhante pode ser feita, e é possível afirmar que ocorreram nela 138 mudanças de fabricação. Porém, por nesta linha não ter sido aplicado o SMED, não se apresenta qualquer gráfico. Sobre ela indica-se apenas o facto de as mudanças dentro da família das 7 velocidades terem sido as que mais ocorreram (59 das mudanças corresponderam a mudanças entre as correntes PC10 e PC10SS). Uma vez que esta é a única linha que produz correntes deste tipo, e uma vez que a corrente PC10SS foi a terceira corrente mais produzida em 2011 (ver Figura 19), estes resultados têm todo o sentido.

#### 3.4.4.3. Linha 3

Relativamente à linha 3, temos a ocorrência de um total de 150 mudanças de fabricação. Verifica-se na Figura 22 que as mudanças entre o fabrico de PC951 e PC971 são as que mais ocorreram durante este ano (cerca de 50 mudanças), totalizando por si só 34% das mudanças ocorridas nesta linha.



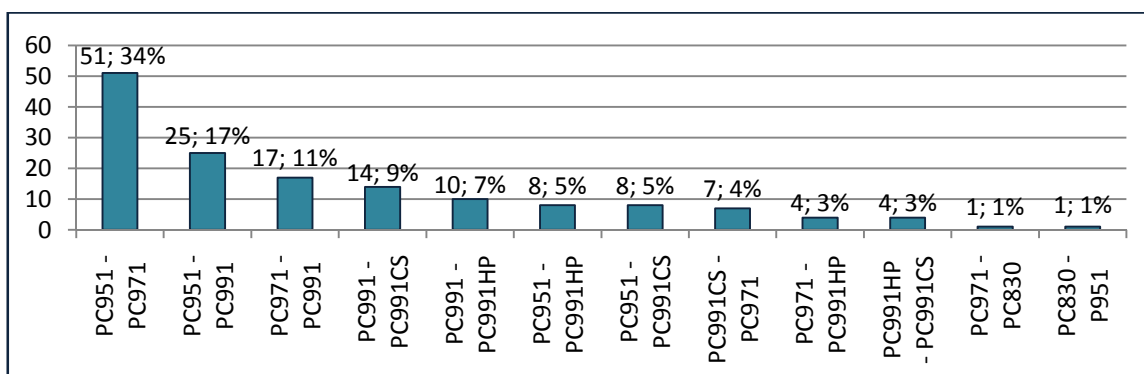


Figura 22. Nº de mudanças de fabrico na linha 3 em 2011

É ainda de referir que durante este ano, ocorreu na linha 3 algo considerado esporádico. Falo nomeadamente das duas mudanças que envolveram a corrente de oito velocidades PC830. Estas duas mudanças totalizam apenas 2% das mudanças efectuadas.

#### 3.4.4.4. Linhas 4 e 5

No que diz respeito às linhas 4 e 5, analisaram-se em conjunto, pois as duas fabricam o mesmo tipo de correntes. Foi possível então contabilizar um total de 206 mudanças de fabrico, entre as quais mudanças entre PC1031 e PC1051 foram as mais comuns (cerca de 48 mudanças). O gráfico a que corresponde esta análise é o da Figura 23.

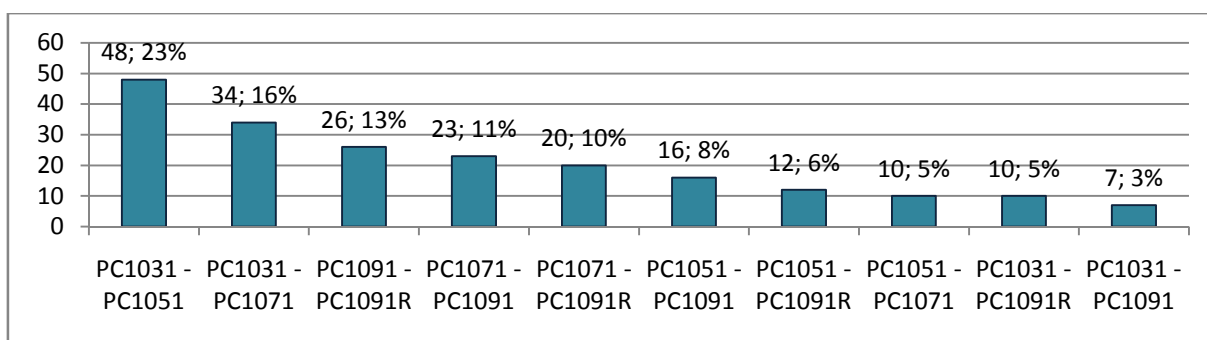


Figura 23. Nº de mudanças de fabrico nas linhas 4 e 5 em 2011

#### 3.4.5. Conclusões da análise às linhas de montagem

O estudo efectuado ao processo de montagem de correntes, à produção das cinco linhas referente a 2010 e 2011, e às mudanças de fabrico que nelas ocorreram em 2011, proporcionou em primeiro lugar a retirada de conclusões acerca de quais as correntes mais produzidas no geral, em toda a fábrica, e quais as mudanças mais efectuadas. Na

Tabela 2, as cinco correntes mais produzidas e as cinco mudanças que mais ocorreram são apresentadas.

**Tabela 2.** Tabela resumo produção / quantidade de mudanças de fabrico

Produção (metros) – média 2010/2011		Mudanças de fabrico (2011)	
PC830	801.593	PC10 - PC10SS	59 Mudanças
PC951	632.815	PC951 - PC971	51 Mudanças
PC971	480.775	PC830 - PC850	49 Mudanças
PC10SS	451.396	PC1031 - PC1051	48 Mudanças
PC850	374.258	PC850 - PC870	37 Mudanças

A segunda conclusão que foi possível obter constou na percepção de que seria viável dividir as mudanças de fabrico segundo vários grupos, uma vez que em muitas delas, as actividades a realizar eram as mesmas, ou pelo menos semelhantes. Ou seja, concluiu-se que não seria necessário observar e estudar todas individualmente, mas sim os diferentes grupos de mudança.

Para a concretização dessa mesma divisão em grupos, a utilização das tabelas colocadas nos ANEXOS I a V foi fundamental, pois como indicavam as diferenças nos diversos componentes das correntes produzidas pela SramPort, permitiam perceber quais os que tinham de ser retirados em cada mudança, e desse modo, quais as limpezas a efectuar em cada uma. Para cada uma das linhas de montagem 1 e 3 foi elaborada uma tabela, e para as linhas 4 e 5 foi elaborada outra. Nelas encontram-se todas as mudanças que poderiam ocorrer nestas linhas e as intervenções mais relevantes em cada uma delas. Novamente, como a linha 2 não foi estudada, não foi desenvolvida nenhuma que a referisse. Tais tabelas são apresentadas em anexo a esta dissertação [ANEXOS VI, VII e VIII]. Os grupos através delas formados foram organizados na Tabela 3, Tabela 4, e Tabela 5.

**Tabela 3.** Grupos de mudança – Linha 1

<b>Grupos de mudança – Linha 1</b>	
<b>Grupo 1</b>	PC830 $\Leftrightarrow$ PC830SS
<b>Grupo 2</b>	PC830 $\Leftrightarrow$ PC850 / PC830 $\Leftrightarrow$ PC870
<b>Grupo 3</b>	PC830 $\Leftrightarrow$ PC890
<b>Grupo 4</b>	PC830SS $\Leftrightarrow$ PC850 / PC830SS $\Leftrightarrow$ PC870 / PC850 $\Leftrightarrow$ PC870
<b>Grupo 5</b>	PC830SS $\Leftrightarrow$ PC890 / PC850 $\Leftrightarrow$ PC890 / PC870 $\Leftrightarrow$ PC890

**Tabela 4.** Grupos de mudança – Linha 3

<b>Grupos de mudança – Linha 3</b>			
<b>Grupo 1</b>	PC951 $\Leftrightarrow$ PC971	<b>Grupo 7</b>	PC991HP para PC951 ou PC971
<b>Grupo 2</b>	PC951 ou PC971 $\Leftrightarrow$ PC991	<b>Grupo 8</b>	PC991HP para PC991
<b>Grupo 3</b>	PC951 ou PC971 para PC991HP	<b>Grupo 9</b>	PC991HP $\Leftrightarrow$ PC991CS
<b>Grupo 4</b>	PC951 ou PC971 para PC991CS	<b>Grupo 10</b>	PC991CS para PC951 ou PC971
<b>Grupo 5</b>	PC991 para PC991HP	<b>Grupo 11</b>	PC991CS para PC991
<b>Grupo 6</b>	PC991 para PC991CS		

**Tabela 5.** Grupos de mudança – Linha 4 e 5

<b>Grupos de mudança – Linha 4 e 5</b>			
<b>Grupo 1</b>	PC1031 $\Leftrightarrow$ PC1051	<b>Grupo 5</b>	PC1071 - PC1051 / PC1091 - PC1031 / PC1091R - PC1031
<b>Grupo 2</b>	PC1031 - PC1071 / PC1051 para PC1091 ou PC1091R	<b>Grupo 6</b>	PC1071 $\Leftrightarrow$ PC1091 / PC1071 - PC1091R / PC1091R - PC1071
<b>Grupo 3</b>	PC1031 para PC1091 ou PC1091R / PC1051 - PC1071	<b>Grupo 7</b>	PC1091 $\Leftrightarrow$ PC1091R
<b>Grupo 4</b>	PC1071 - PC1031 / PC1091 - PC1051 / PC1091R - PC1051		

O desenvolvimento destas tabelas foi de extrema importância para o trabalho a executar na SramPort, uma vez que foi através delas que se decidiu quais as mudanças de fabrico a filmar de modo a conseguir, com o mínimo possível de filmagens, abranger todos os tipos de alterações nas máquinas das linhas de montagem, e todos os tipos de limpezas de materiais. De facto, o estudo de uma mudança que afectasse a corrente PC991HP permitiria uma análise de todas as outras mudanças de fabrico, visto que nela seria possível visualizar todas as tarefas que podem ocorrer nestas 4 linhas.

Optou-se então por estudar uma dessas mudanças (a ocorrer apenas na linha 3) e se possível filmar de seguida outra mais simples na linha 1 e outra na linha 4 ou 5 como teste. No próximo capítulo desta dissertação será explicado como foi analisada cada uma das filmagens realizadas, como foram implementadas melhorias nessas mudanças, e como foram elaborados os modos operatórios que estipulariam o novo modo de executar a mudança.

### **3.5. Análise à secção de peças soltas**

Uma análise à secção onde as peças soltas que constituem uma corrente são produzidas foi necessária já perto do fim do estágio, por ter surgido a hipótese de começar a implementação de SMED também nela. Não foi porém uma análise tão aprofundada como a das linhas de montagem e traduziu-se principalmente num estudo de como as placas exteriores, interiores e eixos são produzidos.

Ao nível das placas exteriores e interiores, temos que são produzidas em prensas e que na SramPort existem 5 diferentes prensas, quatro delas destinadas a estes componentes. Tal como nas linhas de montagem, notou-se uma clara divisão da produção dos vários tipos de placas pelas diferentes prensas, ou seja, que cada uma produzia apenas um determinado tipo de placas, apesar de ter capacidade para produzir qualquer um. Resumidamente, para as quatro prensas que produziam estas placas, denominadas para esta dissertação de prensas 1, 2, 3 e 4, temos que a produção está dividida da seguinte forma:

- A prensa 1 produz placas exteriores para correntes de 1 e 7 velocidades;
- A prensa 2 produz todo o tipo de placas interiores;
- A prensa 3 produz placas exteriores de 10 velocidades;
- A prensa 4 produz placas exteriores de 8 e 9 velocidades.

Uma vez que ao longo do estágio as mudanças de fabrico observadas nesta secção foram mudanças apenas nas prensas 2, 3 e 4, serão só estas as analisadas.

Quanto aos eixos, temos que actualmente são produzidos neste sector (em cisalhas), todos os tipos de eixos utilizados na montagem de correntes, excepto eixos furados ou eixos solid pin utilizados nas correntes PC1031 ou PC1051, e ainda outros para elos de fecho. Os primeiros podem ser cortados em qualquer das 3 cisalhas existentes nesta secção, enquanto que os últimos (para elos de fecho), só podem ser cortados em cisalhas de 2 cortantes. Para esta dissertação, teve-se em atenção apenas as mudanças de fabrico referentes aos eixos relacionados com a montagem de correntes.

### 3.5.1. Processo de produção de placas exteriores e interiores

Uma vez que o processo de produção de placas exteriores e interiores depende principalmente de uma máquina (prensa), foi necessário estudá-la e perceber o que a constituía. Qualquer placa (interior ou exterior) é formada a partir de fitas de aço que se encontram armazenadas em forma de rolos, e que são colocadas na prensa através de um desenrolador, e após passagem por um endireitador que elimina qualquer curvatura na fita (ver Figura 24). Já na prensa, a fita sofre a acção de alguns módulos (diferentes para cada tipo de placa), que tratam da formação da placa, bisutagem e/ou dobragem, marcação, furação, e posterior corte. Por fim, as placas cortadas são reencaminhadas para uma caixa por um tapete rolante, a fim de serem verificadas antes de serem colocadas num contentor.

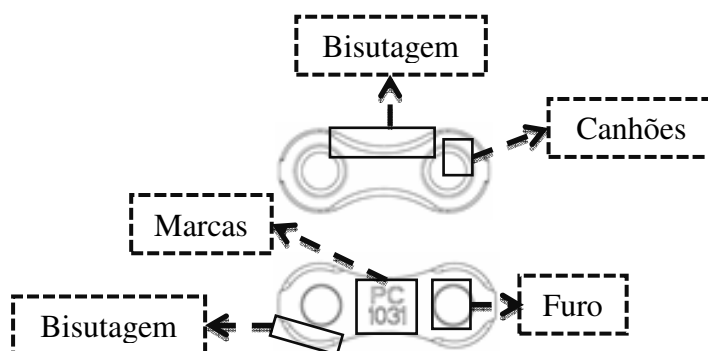


Figura 24. Exemplo de uma prensa – Prensa 4

Ao nível dos módulos, para as 3 prensas estudadas (2, 3 e 4), temos que são compostas por 4 módulos cada, sendo as suas funções apresentadas na Tabela 6. De modo a explicar o que de facto significa o conceito de bisutagem, o que se entende por marcas ou por canhões dos furos, expõe-se a Figura 25.

**Tabela 6.** Funções dos módulos das Prensas 2, 3 e 4

	<i>Prensa 2</i>	<i>Prensa 3</i>	<i>Prensa 4</i>
<i>Módulo 1</i>	Preparação da fita e definição da placa	Preparação da fita e definição da placa	Preparação da fita e definição da placa
<i>Módulo 2</i>	Bisutagem	Bisutagem	Bisutagem e dobragem
<i>Módulo 3</i>	Efectua a furação, e faz os canhões dos furos	Marcas	Marcas
<i>Módulo 4</i>	Corte	Furação e corte	Furação e corte



**Figura 25.** Formação de uma placa

Ao nível das mudanças de fabrico, tal como foi feito para as linhas de montagem, estudou-se aqui na secção de peças soltas, o que mudava numa delas, o que era substituído e as razões dessa substituição, de modo a organizar as mudanças em grupos. Verificou-se que nas prensas 2, 3 e 4, poderão apenas ocorrer mudanças no aço ou nos módulos, e portanto, após consulta de modos operatórios com informação sobre os aços e/ou requisitos da placa directamente associados aos módulos, desenvolveram-se tabelas de mudança, onde foram registadas todas as mudanças possíveis para cada prensa. Em cada tabela utilizaram-se os códigos kanban apresentados nas tabelas dos anexos I a V, para a

identificação das placas, e para cada mudança, colocou-se “sim” onde de facto havia substituição e “não”, caso contrário.

Estas tabelas, apresentadas em anexo (anexos IX, X e XI), originaram então a constituição de grupos de mudança para cada prensa, e através deles decidiu-se optar para início dos trabalhos de SMED nas prensas, por uma mudança de fabrico do grupo 3, na prensa 2, onde é substituído o aço e todos os módulos.

### 3.5.2. Processo de produção de eixos

Para o corte e produção de eixos, temos que o arame é colocado em rolo sobre um desenrolador, e depois conduzido para a cisalha onde passa por duas fieiras, um endireitador (que elimina qualquer curvatura no arame, deixando-o rectilíneo), dois rolos alimentadores (que apertam o arame e lhe impõem uma velocidade de avanço determinada), e finalmente por um prato porta-cortantes, que corta a cada rotação, tantos eixos quanto os cortantes que possui, entre cada um desses cortantes e uma peça denominada de luneta. Na Figura 26, apresenta-se uma imagem onde é possível visualizar cada um destes componentes de uma cisalha.

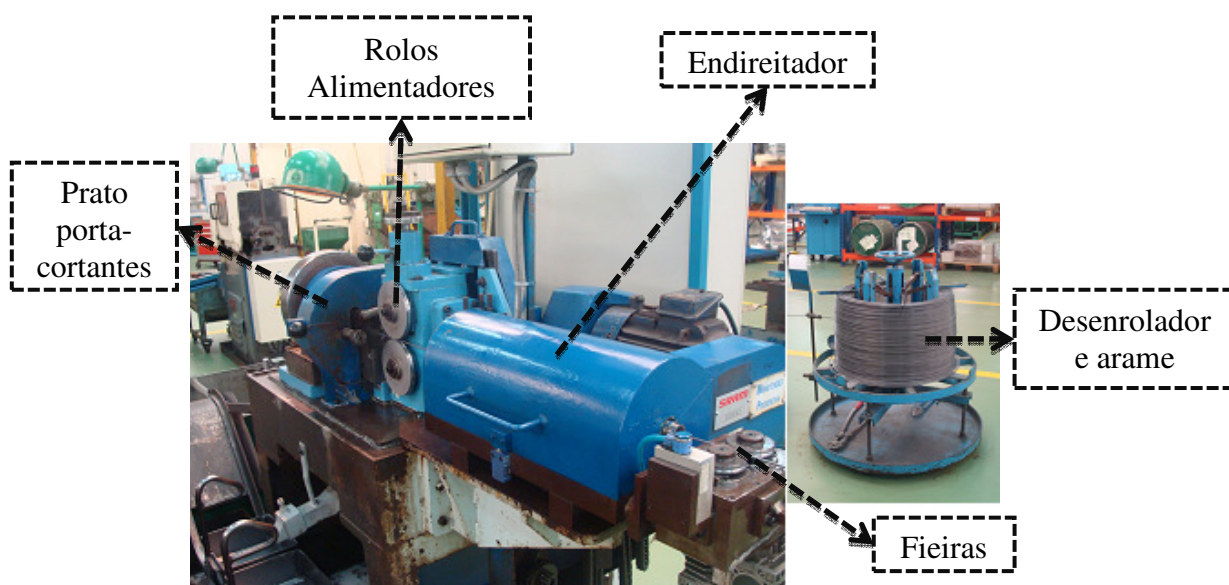


Figura 26.Exemplo de uma cisalha

Atendendo ao facto de que as mudanças de fabrico a observar diriam respeito apenas às referentes aos eixos que são utilizados na montagem de correntes, foi desenvolvida a tabela do anexo XII. Sobre ela, refere-se que as mudanças que podem ocorrer dependem principalmente das diferenças no diâmetro do arame (fieiras, alimentadores, luneta e cortantes), diferenças no comprimento do eixo (engrenagens existentes na parte de trás da cisalha), e diferenças no aço utilizado. Novamente, foram constituídos grupos de mudança, e decidiu-se que caso se iniciasse algum trabalho de SMED nas cisalhas, que o mesmo seria efectuado para mudanças do grupo 3, onde há substituição de todos estes componentes. De seguida, seria apenas necessário aplicar as melhorias identificadas nas dos restantes grupos.



## **4. TRABALHO EFECTUADO NO DECORRER DO ESTÁGIO**

Ao longo deste capítulo será efectuada uma descrição da integração na empresa, e do trabalho desenvolvido no âmbito do SMED, tendo por base o que foi descrito nos capítulos anteriores.

### **4.1. Integração na Empresa**

A actividade na empresa iniciou-se com a apresentação dos seus diversos departamentos, das pessoas que os compunham, e com a visita às suas várias secções: montagem e acondicionamento (onde a maior parte do trabalho de SMED foi realizado), corte e estampagem (secção de peças soltas), tratamento térmico e de superfície, ETARI, e laboratório. Prontamente, foram esclarecidas quaisquer dúvidas.

Para auxílio e aprovação do trabalho a desenvolver, foi formado um grupo de SMED, cujos elementos foram seleccionados de modo a que através da sua colaboração estivessem reunidos todos os requisitos para a realização de um bom trabalho: responsável pela montagem, responsável pelo planeamento de produção, um responsável pela qualidade, e um técnico industrial. Apesar de para além deste grupo existir ainda um orientador de estágio, foi com este grupo que a maior parte das decisões foram tomadas.

De seguida, uma formação acerca de algumas das normas e directivas de higiene, segurança, qualidade, e ambiente foi efectuada, sendo apresentado o manual da qualidade e ambiente desenvolvido pela empresa. Por fim, destaca-se o facto de ter sido disponibilizado um computador para auxílio na realização do trabalho, com ligação à internet, que se demonstrou muito útil no decorrer do estágio.

### **4.2. Implementação da metodologia SMED nas LDM**

O primeiro passo para a implementação do SMED nas linhas de montagem (LDM) consistiu no seguimento e recolha de tempos de várias mudanças de fabrico

diferentes. Só depois se efectuou a filmagem de uma delas, que permitisse a observação do máximo possível de tarefas executadas também em outras. Com essa filmagem, o objectivo seria recolher tempos de todas as tarefas, e conseguir com esses tempos, estimar também o tempo das outras mudanças de fabrico e obter informação suficiente para a implementação de melhorias em todas elas. A mudança seleccionada foi então a da corrente PC991HP para PC971, e a análise a ela efectuada é apresentada de seguida.

#### 4.2.1. **Recolha e classificação das actividades de mudança**

Para o registo das actividades e tempos de mudança foi desenvolvida a tabela do anexo XIII, e posteriormente o gráfico gantt do anexo XIV, que apresenta a tabela graficamente, para uma melhor visualização da informação que nela está contida.

Ao nível dessa tabela, temos que inicialmente foi construída de modo conter muito mais informação. Porém, uma vez que nem todas essas informações eram relevantes para esta dissertação, permaneceu apenas a identificação e classificação das actividades, do trabalhador que as executa, do tempo de execução e tempo acumulado de mudança, e um espaço para comentários onde poderiam ser inseridas ideias, sugestões, explicações, ou outras informações sobre a própria actividade.

O porquê da classificação das operações em internas e externas foi referido no capítulo 2 desta dissertação, mas ao contrário do que foi lá abordado, classificaram-se directamente como externas as actividades realizadas internamente mas que poderiam ser realizadas externamente, uma vez que essa era a forma como a SramPort fazia essa classificação em outros trabalhos de SMED já realizados. Ou seja, foram executadas numa só, duas fases de implementação do SMED: identificação e classificação das actividades e transformação de actividades internas em externas. O único termo adicionado foi o de actividades inúteis, de modo a que pudessem ser distinguidas operações desnecessárias, tempos de espera, actividades esporádicas ou operações que em nada estavam relacionadas com a mudança de fabrico em causa, e que poderiam ter sido realizadas por outro afinador ou operadora não ocupados com uma mudança de fabrico, depois de uma correcta distribuição de tarefas.

No que diz respeito ao gráfico gantt (anexo XIV), o mesmo foi desenvolvido tendo em atenção a divisão das tarefas da operadora e do afinador. A vermelho temos as

operações inúteis, a azul as internas e a castanho as externas. Já a branco, temos os tempos “mortos”, ou seja, os tempos em que a operadora teve de esperar pela realização de uma ou mais tarefas do afinador, ou vice-versa. No desenvolvimento deste gráfico tentou-se apresentar os tempos o mais “à escala” possível, para que se conseguisse detectar a olho quais as actividades que mais contribuíram para o tempo total de mudança de fabrico.

Como primeira análise a esta tabela e gráfico, temos que numa mudança de fabrico do mesmo tipo que a analisada ocorrem então as actividades que apresento de seguida, não necessariamente por esta ordem. Para cada uma delas, apresentam-se conclusões ou ideias retiradas para uma posterior implementação de melhorias.

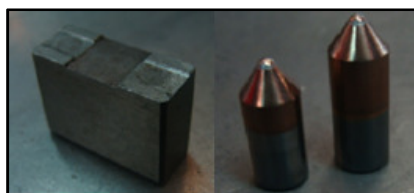
- 1. Limpezas:** são limpas as cubas, tubos, alimentadores que contêm o material a mudar, e máquina CHC. Verificou-se a este nível que apesar de realizadas durante a paragem de produção, nada impedia a limpeza externa das cubas ou dos tubos.
- 2. Procura dos contentores com o novo material, e respectiva alimentação.** Para esta actividade, observou-se também que nada impedia a antecipada procura dos contentores com o novo material, antes da paragem de produção, ou a arrumação dos contentores do modelo antigo no fim da mudança.
- 3. Mudança e afinação do módulo 25 da CHC:** esta actividade é realizada porque este módulo é o responsável pela união de dois eixos a uma placa exterior, e porque a altura do eixo é diferente da corrente PC991HP para a PC971. Ou seja, para a correcta montagem da nova corrente, seria necessário retirar o módulo, e mudar os calços da sua bigorna superior (na Figura 27 é possível visualizar um exemplo de bigornas e calços). Uma vez que tal não aconteceu nesta mudança, obteve-se a intervenção extra neste mesmo módulo, que ocorreu perto do fim da mudança de fabrico. Por ser algo esporádico, e causada em parte pela não realização de uma outra actividade, esta intervenção foi considerada como inútil. Ficou porém registada a necessidade de se averiguar qual o tempo real da mudança no módulo 25 da CHC, numa outra mudança de fabrico.



**Figura 27.** Exemplo de uma bigorna e calço – CHC

- 4. Mudança do módulo 70 da CHC:** esta actividade consiste na substituição das bigornas superior e inferior deste módulo, e calços respectivos. Nesta mudança, foi possível verificar que a procura e preparação dos calços e bigornas constituíam cerca de 11 dos 45 minutos obtidos para este módulo. Essa procura e preparação poderia ser efectuada externamente, e desse modo, seriam 11 minutos a reduzir no tempo de paragem de produção.
  
- 5. Afição global da CHC e fabricação dos primeiros metros de corrente:** esta afinação é executada para garantir que a CHC começa a trabalhar a um ritmo normal de produção. Nela, foram verificados todos os módulos, um a um, de modo a garantir que a corrente estava a ser montada sem falhas. O tempo de execução desta afinação foi de aproximadamente trinta minutos, mas após discussão da mesma com os elementos do grupo de SMED, verificou-se que esse tempo dificilmente se tornaria fixo, devido aos inúmeros problemas que poderão estar na origem de afinações na CHC.
  
- 6. Mudança de duas prensas de pequena reparação:** as duas prensas de pequena reparação são apelidadas de PPR1 e PPR2 e nelas efectua-se mudanças no que diz respeito à substituição de pastilhas por punções, ou vice-versa (ver Figura 28). A intervenção em uma delas, na primeira, foi efectuada após afinação da CHC e verificação dos primeiros metros de corrente, e a intervenção na segunda foi efectuada correctamente, no fim da mudança de fabrico, como actividade externa. Tal como a da PPR2, a actividade de mudança da PPR1 poderia ter sido efectuada

externamente, de preferência antes da paragem de produção, utilizando a operadora, em caso de necessidade de reparação da corrente ainda do modelo anterior, um alicate de corte para reparação manual, ou a PPR2, quando a corrente chegasse a essa secção da linha. Se esta mudança tivesse sido efectuada antes da paragem de produção, e uma preparação e verificação antecipada do material tivessem sido efectuadas, a intervenção considerada inútil na PPR1, que resultou da colocação errada de pastilhas utilizadas para outro modelo, não teria ocorrido.



**Figura 28.** Exemplo de uma pastilha e de punções

- 7. Mudança e afinação da rebitagem em contínuo (RC):** a mudança e afinação da rebitagem em contínuo são efectuadas devido à necessidade de calços de espessura diferente dos do modelo anterior, e porque a corrente PC991HP possui um tipo de rebitagem diferente dos restantes tipos de correntes fabricados na SramPort. Tal como para o módulo 70 da CHC, verificou-se que poderiam ser preparados os calços e discos necessários antes da paragem de produção. Na Figura 29 é possível observar um exemplo de calços e de discos utilizados na rebitagem em contínuo.



**Figura 29.** Exemplo de discos e calços da Rebitagem em contínuo

- 8. Realização da amostra, ensaios à tracção e arrancamentos:** estes ensaios são efectuados de modo a verificar a existência ou não de resistência à tracção ou

arrancamentos acima dos valores mínimos de referência para o tipo de corrente em causa. Nesta mudança verificada, notou-se uma falta de preparação do material (faltou folha para o registo dos arrancamentos), e verificou-se que nada impedia que os dois ensaios pudessem ser efectuados em paralelo, ou por dois afinadores, ou colocando a operadora a realizar os arrancamentos em simultâneo com a realização dos ensaios à tracção por parte do afinador.

Para além da falta de organização e realização de tarefas que poderiam ser efectuadas antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço, notou-se ainda uma falta de sincronização de tarefas entre a operadora e o afinador. Na realidade, ao longo da mudança de fabrico ocorreram alguns tempos de espera, em que nenhum dos trabalhadores estava de facto a efectuar tarefas de mudança. Provavelmente, a simples organização de tarefas auxiliaria na correcção deste desperdício, mas pensou-se ainda na preparação de um meio de comunicação da ocorrência de uma mudança ao afinador, para que ele conseguisse efectuar todas as preparações que lhe seriam exigidas com antecedência, e não fosse necessário a operadora avisá-lo da paragem de produção, no momento em que ela ocorre, como actualmente acontece.

Contabilizando tempos, a mudança de fabrico demorou aproximadamente seis horas e cinquenta e três minutos, das quais seis horas e vinte e três minutos corresponderam a paragem de produção. De modo a ser possível verificar quais as fases ou partes da mudança que mais afectaram esse tempo de paragem, desenvolveu-se o gráfico da Figura 30. Nele, podem ser observadas todas as etapas da mudança organizadas em grupos que se julgou terem sentido. Nomeadamente, refere-se o grupo “*Outras A. Ext.*” que contém os tempos das actividades na PPR1, limpeza de cubas, tubos, ou substituição de contentores, e o grupo “*Outras A. Int.*”, composto por actividades de transição entre as diversas máquinas da linha.

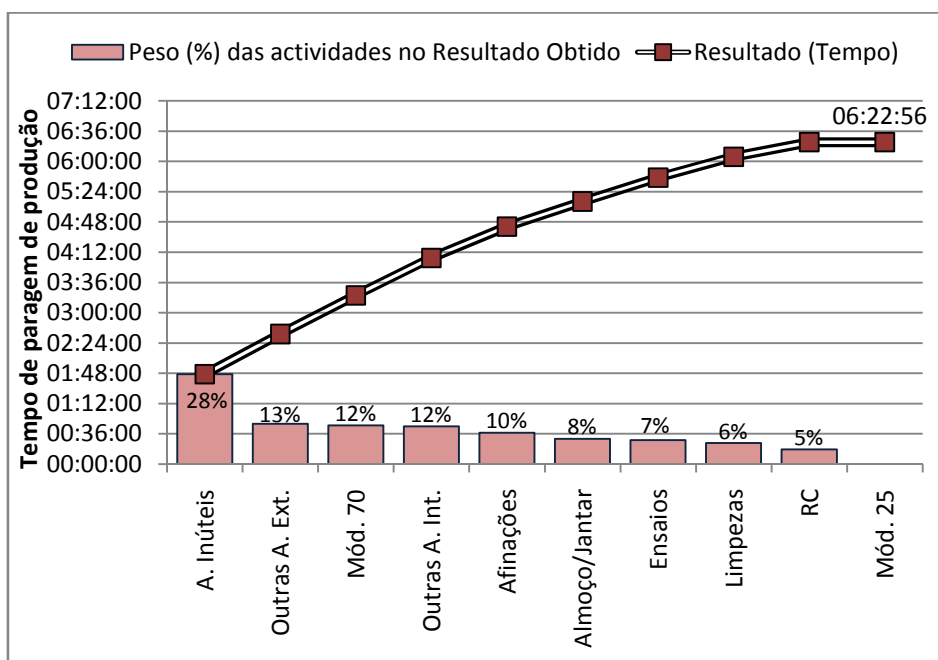


Figura 30. Mudança de fabrico PC991HP para PC971 – Tempos

Da sua análise, temos que os dois componentes da mudança que mais contribuíram para o tempo de paragem de produção (cerca de 40%) consistiram em actividades inúteis e outras actividades externas que poderiam ser integralmente eliminadas (no caso das inúteis) ou integralmente colocadas antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço (no caso das externas), com uma simples preparação do trabalho. Seria em relação a elas que se daria início aos trabalhos de SMED.

#### 4.2.2. Identificação de possíveis acções de melhoria

Antes de qualquer identificação de acções de melhoria, discutiu-se em reunião com o grupo de SMED já referido, a possível contratação de um novo afinador ou a colocação de mais do que um a efectuar uma mudança de fabrico, para combater os tempos de espera observados, por estarem por vezes todos os afinadores ocupados. Esta hipótese foi imediatamente colocada de lado, e portanto, as acções de melhoria planeadas tiveram em conta que numa mudança de fabrico teríamos apenas um único afinador a trabalhar e que deveria ser procurada outra forma de evitar esses tempos de espera. As principais acções de melhoria planeadas que poderiam reduzir o tempo de paragem de produção foram então as da Tabela 7.

**Tabela 7.** Acções de melhoria planeadas

1	Desenvolver um meio de comunicação que permitisse ao afinador o conhecimento antecipado da ocorrência de uma mudança, de modo a possibilitar uma preparação antecipada de toda a ferramenta e/ou material necessário para a mudança de fabrico, e de forma a eliminar tempos de espera por afinador;
2	Desenvolver uma sequência óptima de realização da mudança de fabrico que colocasse a execução das operações consideradas externas antes da paragem de produção, ou depois do seu recomeço. Por exemplo, qualquer procura ou medição de material deveria ser efectuada com antecedência, de modo a que quando o material medido fosse necessário, fosse apenas efectuada a troca do antigo pelo novo. Esta acção consistiria então na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpeza das cubas antes da paragem de produção;</li> <li>• Criação de uma secção de stock intermédio junto à linha, onde colocar os contentores com o material do novo modelo;</li> <li>• Mudança nas PPR1 e PPR2 antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço;</li> <li>• Procura e medição dos calços e bigornas para o módulo 70 da CHC antes da paragem de produção;</li> <li>• Procura e medição dos calços e discos para a rebitagem em contínuo antes da paragem de produção;</li> </ul>
3	Formação da operadora na realização de arrancamentos, de modo a que seja possível fazer os arrancamentos e os ensaios à tracção em simultâneo;
4	Preparação de um modo operativo que apresente a sequência óptima para a realização de todas as actividades, e qual a ferramenta a preparar antes da paragem de produção;
5	Adquirir uma aparafusadora para facilitar o desaperto dos parafusos do módulo 70;
6	Organizar um modo operativo que estipule a forma de realização das afinações, ou a forma de as evitar;
7	Testar a viabilidade da utilização de um aspirador na limpeza dos alimentadores;
8	Analisar a possibilidade de efectuar a mudança no módulo 70 ou módulo 25 em simultâneo com as limpezas dos alimentadores.



Outras acções que poderiam ser realizadas como complemento às anteriores foram recolhidas, e apesar de não afectarem directamente a paragem de produção, poderiam melhorar o processo, facilitar o trabalho de preparação do material por parte do afinador, e conseqüentemente reduzir tempos de actividades externas, e portanto, tempos de mudança. Temos nomeadamente as seguintes acções:

- Simplificar a procura e medição de calços para os módulos da CHC, com a organização e arrumação dos mesmos em grupos de espessura, numa estante;
- Colocar um armário em cada linha, ou pequenas estantes, para arrumação de material (por exemplo, bigornas retiradas do módulo 70, numa mudança de fabrico deste tipo);
- Preparar calços para a rebitagem com as medidas exactas necessárias, de modo a simplificar a sua substituição e a sua procura antes da paragem de produção;
- Adquirir blocos suplentes para as PPR's, de modo a ser possível numa mudança retirar os antigos e colocar os novos, e efectuar alterações neles antecipadamente (colocação de punções/pastilhas);
- Testar a utilização de um carro SMED apenas para as mudanças de fabrico, e onde o afinador irá colocar a ferramenta e material necessário para a sua realização.

#### 4.2.3. Desenvolvimento de uma sequência a testar

Para o desenvolvimento de uma melhor sequência para a realização de uma mudança de fabrico, partiu-se da tabela do anexo XIII e efectuaram-se as operações que apresento na Tabela 8, pela ordem em que são apresentadas. O resultado dessas operações é apresentado nos anexos referidos para cada uma, em forma de tabela e/ou gráfico gantt.

**Tabela 8.** Operações de SMED realizadas para a obtenção de uma sequência óptima

Nº	Operação	Anexos
1	Eliminação de actividades consideradas inúteis e tempo de jantar que apesar de inevitável, não tinha sentido considerar para a sequência;	XV e XVI

2	Colocação das actividades externas antes da paragem de produção, ou depois do seu recomeço, inclusivé aquelas referentes à preparação antecipada de bigornas e calços para os módulos da CHC ou calços e discos para a rebitagem;	XVII
3	Equilíbrio de cargas de trabalho;	XVIII e XIX
4	Teste à utilização de um aspirador na realização das limpezas;	-
5	Decisão de aquisição ou não de uma aparafusadora;	-
6	Discussão da possibilidade de colocação das intervenções nos módulos da CHC em simultâneo com as limpezas;	-
7	Desenvolvimento da sequênciã óptima tendo em atenção a colocação da realização dos ensaios em paralelo e um tempo aproximado para a mudança no módulo 25.	XX

Em análise à tabela, refere-se que a primeira operação resultou numa redução teórica de 2 horas e 17 minutos no tempo de paragem de produção, e que a segunda resultou numa redução de mais 1 hora e 5 minutos. No total, com base nos tempos retirados da análise a esta mudança, conseguir-se-ia reduzir o tempo de paragem de 6 horas e 22 minutos para cerca de 3 horas, apenas com estas duas operações.

Relativamente aos módulos da CHC, a única preparação sugerida a não implementar consistiu nos calços para o módulo 25, pois para os preparar, o afinador necessitava de saber a espessura da bigorna que se encontra no dito módulo, valor que só consegue saber depois de o retirar. Propôs-se que se substituísse sempre a bigorna, para que fosse possível determinar essa espessura, e que se preparassem repositórios para as bigornas retiradas, de modo a que as mesmas não fossem colocadas fora, mas sim reaproveitadas na próxima mudança, mas a proposta não foi ainda assim aprovada, e portanto, a preparação destes calços seria efectuada internamente, tal como antes.

Ao nível da operação 3, verificou-se que sem um equilíbrio das cargas de trabalho do afinador e operadora, o primeiro estaria ocupado na paragem de produção durante duas horas e 30 minutos, e que por sua vez, a operadora teria um tempo de ocupação de apenas 30 minutos. Decidiu-se então que à operadora seriam atribuídas tarefas simples, como por exemplo, o fabrico e verificação dos primeiros metros de corrente após

afinação da CHC, passagem da corrente até à rebitagem em contínuo, ou mesmo a realização de arrancamentos, sendo possível com esta última, uma futura simultaneidade na realização dos ensaios.

Em relação à quarta operação, o teste à utilização de um aspirador (ver Figura 31) foi efectuado numa mudança da linha 4, entre correntes de dez velocidades, e proporcionou a obtenção de resultados insatisfatórios, ou seja, de tempos de limpeza superiores (quase o dobro do tempo), em relação aos obtidos sem a sua utilização. Como complicar o processo não era o objectivo, em discussão com o grupo de SMED, decidiu-se não utilizar o aspirador nas limpezas de material.



**Figura 31.** Aspirador



**Figura 32.** Aparafusadora

Já para a quinta operação efectuada, decidiu-se em reunião com o grupo de SMED que seria de facto adquirida uma aparafusadora, mas que provavelmente, a mesma só viria a estar disponível perto do fim do estágio e que durante os testes de SMED, não seria utilizada. De facto, perto do fim do estágio, a aparafusadora passou a estar disponível, e é apresentada na Figura 32.

Quanto à simultaneidade na realização da intervenção no módulo 70 com as limpezas, por sua vez, discutiu-se em reunião, também com o grupo. Apesar de proporcionar uma redução de cerca de vinte e cinco minutos no tempo de paragem de produção, originaria um aumento de refugo em cada mudança de fabrico. Os prós eram menos relevantes que os contras, e portanto, decidiu-se não efectuar qualquer alteração a este nível. Já para o módulo 25, por ser o primeiro módulo da CHC, verificou-se que apesar do refugo vir a ser quase nulo, as vantagens também não o compensavam, e portanto, a intervenção nele continuaria a ser realizada como até então, internamente.

Por fim, todas as operações deram origem ao objectivo de atingir com uma primeira implementação de SMED, um tempo de paragem de produção aproximadamente igual a 3 horas e 6 minutos (considerando um tempo para intervenção no módulo 25 igual a 15 minutos), no qual o afinador estaria ocupado durante 1 hora e quarenta e sete minutos e a operadora no restante tempo. Para a realização dos ensaios à tracção em paralelo com os arrancamentos, aprovou-se a formação à operadora na realização dos arrancamentos, e decidiu-se que essa formação seria efectuada antes do primeiro ensaio de SMED, de modo a testar a vantagem dessa simultaneidade nas operações. O gráfico da Figura 33 demonstra todas estas reduções/actualizações no tempo de paragem de produção para a obtenção do objectivo referido.

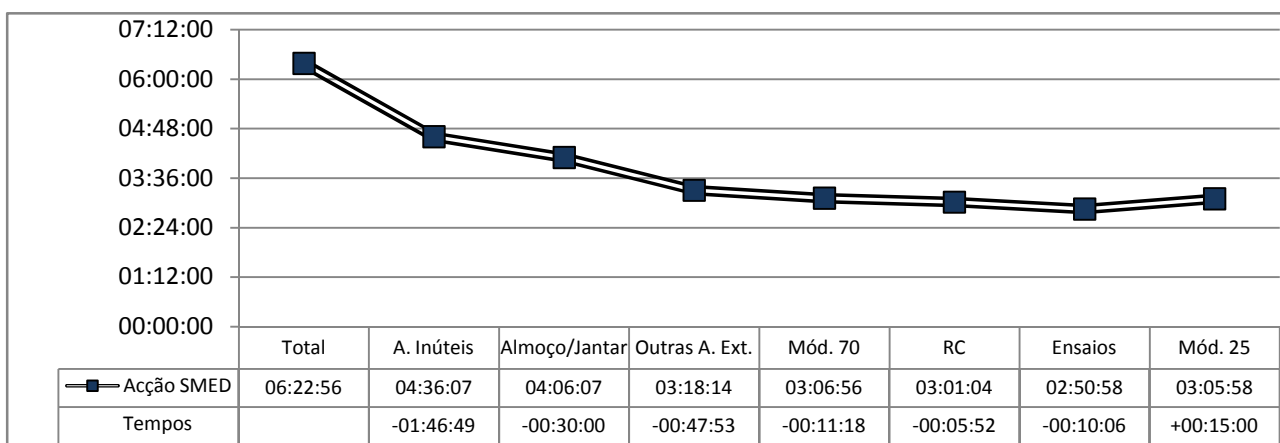


Figura 33. Redução estimada no tempo de paragem de produção, com acção de SMED

#### 4.2.4. Preparação de um modo operatório

A primeira fase para a preparação de um modo operatório consistiu na identificação da informação que ele deveria possuir. O objectivo era que o modo operatório fosse simples, de fácil leitura, e que ao mesmo tempo possuísse toda a informação que o afinador e operadora necessitam para a realização da mudança. Decidiu-se que não seria um modo operatório com muito texto, que na realidade os trabalhadores provavelmente não leriam, mas sim um modo operatório com apenas 2 páginas (uma folha frente e verso), que deveria possuir uma espécie de check-list com o material e ferramenta a ser preparado pelo afinador, os valores de espessura das bigornas/calços dos módulos da CHC, e discos/calços da rebtagem, o material que o afinador tem de arrumar no fim da mudança, e

por fim, um esquema que ilustrasse a forma como a mudança de fabrico deveria ser efectuada.

Após reunião com o grupo, o modo operativo desenvolvido foi aprovado, e foram preparados outros para todos os grupos de mudança apresentados na Tabela 3, Tabela 4, e Tabela 5, de modo a que se fossem necessários no futuro, já estarem preparados, e não terem de ser criados na altura, de raiz. No total, foram desenvolvidos vinte e três modos operatórios, que seriam actualizados à medida que fossem surgindo novas ideias e novos tempos para as diversas actividades, melhores que os já obtidos, ou mais aproximados da realidade.

Como uma mudança entre as correntes PC991HP e PC991CS exigia uma intervenção também na RI, não verificada até então, estimou-se um tempo de mudança nessa máquina igual a 15 minutos, e introduziu-se esse valor no modo operativo referente a esse grupo. Este tempo seria confirmado no terreno, numa futura mudança de fabrico.

#### **4.2.5. Realização de ensaios de SMED**

Para verificar se de facto as sequências preparadas eram na realidade concretizáveis, executaram-se no decorrer do estágio, 3 testes de SMED a mudanças semelhantes à apresentada anteriormente. As principais diferenças entre todas as mudanças observadas consistiram nas limpezas a efectuar (relacionadas com as peças soltas a mudar), e na intervenção na RI, efectuada durante a paragem de produção apenas numa mudança entre as correntes PC991HP e PC991CS.

Entre cada ensaio, actualizaram-se sempre os modos operatórios desenvolvidos, tendo em atenção que como um modo operativo deveria indicar a sequência ideal, deveriam ser utilizados sempre os valores mais baixos até então obtidos, excepto no caso das afinações, em que foram usados valores médios, devido ao facto de as mesmas variarem imenso de mudança para mudança, e de se ter verificado que eram efectuadas um pouco por tentativa e erro. A este nível, decidiu-se que as afinações deveriam de ser estudadas mais em pormenor antes do fim do estágio, para que fosse possível reduzir o seu tempo ou então estipular uma forma de as efectuar.

Do mesmo modo, para cada teste foi preparada uma pequena apresentação em PowerPoint que transmitisse aos trabalhadores afectos a cada um, algum conhecimento

base de SMED, o objectivo da sua implementação e o que de facto iria mudar. Foi a este nível verificada a importância de se terem desenvolvido logo de início todos os modos operatórios, pois para alguns dos testes efectuados, ocorreu a antecipação da mudança, ou mesmo a alteração da própria mudança que iria ocorrer, pouco tempo antes da sua execução. Mudanças deste género (relacionadas com a corrente PC991HP) aconteciam apenas uma vez por mês, e portanto, todas deveriam ser seguidas, para que no fim pudessem ser obtidos alguns resultados.

#### 4.2.5.1. 1º Teste

A mudança de fabrico analisada neste teste foi a de PC991CS para PC991HP, onde ocorreria intervenção na RI, e portanto, seria possível confirmar o tempo que havia sido estimado para ela. A sequência que se seguiu como objectivo para este teste é apresentada no anexo XXI e a que apresenta o resultado obtido é apresentada no anexo XXII.

Nesta mudança, confirmou-se o tempo de intervenção na RI, e o do módulo 25. Tal como tinha sido estimado, ambos consistiram em aproximadamente 15 minutos. No total, obteve-se como tempo total de paragem de produção, 5 horas e 49 minutos, um valor bastante diferente do tido como objectivo: 3 horas e 12 minutos. O porquê desta diferença será discutido no próximo capítulo desta dissertação.

#### 4.2.5.2. 2º Teste

Para o 2º teste, analisou-se a mudança de fabrico PC991HP para PC991, tendo como objectivo a sequência do anexo XXIII. A sequência obtida como resultado é apresentada no anexo XXIV, e originou cerca de 4 horas e 20 minutos de paragem de produção. Tendo em consideração que o objectivo era de 2 horas e 27 minutos, a diferença entre objectivo e resultado foi bastante significativa. Novamente, será discutida no próximo capítulo desta dissertação.

#### 4.2.5.3. 3º Teste

No 3º teste, a sequência que se seguiu como objectivo foi a do anexo XXV, ou seja, de duas horas e 19 minutos. A mudança de fabrico foi a de PC971 para PC991HP, e em relação a ela, obteve-se como resultado a sequência do anexo XXVI, de três horas e

trinta e seis minutos. Apesar de a diferença entre este resultado e objectivo proposto ter sido novamente significativa, foi muito inferior à verificada nos ensaios anteriores. Uma análise mais pormenorizada será apresentada no capítulo *Análise e Discussão de Resultados*.

### **4.3. SMED na secção de peças soltas**

Na secção de peças soltas, efectuou-se apenas o início da implementação de SMED, e apenas nas prensas. Ou seja, não foi observada qualquer mudança de fabrico nas cisalhas, e o trabalho realizado consistiu apenas no seguimento de algumas mudanças de fabrico, recolha de tempos globais de mudança e das várias operações, e análise dos mesmos para desenvolvimento de uma sequência que apresentasse uma melhor organização do trabalho.

A mudança analisada foi uma da prensa que fabrica todo o tipo de placas interiores, e que necessitou da substituição de todos os módulos: placas 500 10 para placas 500 17. Para recolha dos tempos, por falta de preparação, ao contrário do que foi efectuado para as linhas de montagem, não foi utilizada uma filmagem, mas sim apenas um relógio, uma caneta e um papel, e portanto, os tempos devem ser considerados apenas como uma aproximação dos tempos reais, e não como 100% correctos. Toda a análise efectuada é apresentada de seguida.

#### **4.3.1. Recolha e classificação das actividades de mudança**

Para o registo das actividades da mudança seleccionada, utilizou-se uma tabela muito semelhante à utilizada para as linhas de montagem. A classificação das actividades foi também em inúteis, externas e internas, e como externas foram consideradas as que foram feitas antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço, e também aquelas que foram efectuadas durante a paragem, desnecessariamente. Para uma melhor apresentação dessa tabela, desenvolveu-se um gráfico, e é ele que se disponibiliza nesta dissertação. [Anexo XXVII]

Através da sua análise, é possível concluir que a mudança observada foi efectuada apenas por um único operador, e que numa mudança deste tipo, ocorrem principalmente as seguintes actividades, não necessariamente por esta ordem:

- 1. Mudança do aço:** gira-se o desenrolador, de modo a que o novo rolo de aço (colocado antecipadamente) fique na direcção da prensa. Antes de alimentado a ela, são cortadas algumas tiras desse novo aço. Para o desenvolvimento de uma melhor sequência de trabalho, colocaram-se todas as operações relacionadas com esta actividade perto umas das outras, de modo a evitar deslocações repetidas do operador para perto do desenrolador.
- 2. Limpezas:** é limpo o tapete e as caixas para onde caiem as placas, e é retirada a fita de aço que estiver nos módulos da prensa. A este nível, procurou-se colocar a limpeza das caixas num período de espera do operador, particularmente, enquanto ele aguarda pela produção das primeiras placas para ensaios.
- 3. Substituição dos módulos da prensa:** os quatro módulos da prensa são substituídos por novos. Para tal, desapertam-se parafusos tanto na parte da frente da prensa como na parte de trás, retiram-se tubos de ar e lubrificação e utiliza-se um empilhador para colocar e retirar módulos. No fim, os parafusos voltam a ser apertados e efectuam-se afinações aos módulos, com a nova fita de aço. Verificou-se na mudança observada que existiam módulos suplentes já preparados, e que o operador deveria transportá-los para perto da prensa antes do início da paragem de produção, para ser possível retirar uns e colocar logo outros de seguida. É importante referir, porém, que apesar de para esta mudança existirem módulos suplentes, isso não acontece para todas elas, sendo necessário em algumas, uma intervenção em algum módulo, durante a paragem de produção. Quando possível, tal como aconteceu nesta mudança, devem estar já preparados.
- 4. Realização de ensaios às placas:** As primeiras placas produzidas caiem directamente para caixa de refugio colocada propositadamente por baixo do tapete



por onde elas saem da prensa. É a essas placas que os ensaios da mudança de fabrico são efectuados, e consistem em ensaios à furação (diâmetro), e ao tamanho dos canhões dos furos. Só depois da sua realização é que se troca a caixa de refugo por outra, e se dá início à produção.

- 5. Substituição do contentor, e registo da mudança:** o contentor onde são depositadas as placas é substituído, e nele é colocado o cartão kanban respectivo. Do mesmo modo, na própria prensa é registada a data e o código da placa para a qual se efectuou a mudança.

Para além da realização de actividades externas durante a paragem de produção (cerca de 14 minutos), verificou-se que o facto de existir apenas um operador responsável pela mudança e por todas as prensas, originou tempos inúteis durante a mudança. De facto, estes tempos inúteis totalizaram cerca de 30 minutos da paragem de produção, e resultaram de intervenções do operador em outras prensas. No total, com todas as tarefas incluídas, o tempo total de paragem de produção foi de 1 hora e 25 minutos.

#### 4.3.2. Desenvolvimento de uma melhor sequência

Para o desenvolvimento de uma melhor sequência de mudança, procurou-se excluir do tempo de paragem de produção, todo e qualquer tempo inútil, por as actividades que resultaram neles não estarem relacionadas com a mudança de fabrico em estudo. Posteriormente, colocaram-se as actividades classificadas como externas antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço, e efectuou-se uma ordenação delas, de modo a evitar deslocações repetidas ou desnecessárias durante a mudança.

Uma vez que a sequência a criar não seria testada por falta de tempo, ficando apenas como sugestão para uma futura utilização da empresa, ou como início de um futuro trabalho de SMED na secção de peças soltas, decidiu-se para além de estabelecer uma sequência para um operador, também estabelecer uma para dois operadores a trabalhar em simultâneo. No primeiro caso, conseguir-se-ia uma redução do tempo de paragem de produção para 39 minutos, e no segundo para 29 minutos. Ambas as sequências são apresentadas em anexo [anexo XXVIII e XXIX].

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este capítulo foi redigido com o intuito de apresentar os resultados obtidos em cada ensaio de SMED efectuado, e uma comparação entre todos eles, de modo a se retirarem conclusões quanto ao trabalho efectuado na SramPort e vantagens da implementação de SMED nas linhas de montagem de correntes. Posteriormente, serão identificadas as principais ideias que foram surgindo no decorrer do estágio, directa ou indirectamente relacionadas com a implementação de SMED, que apesar de viáveis, não foram implementadas, ou foram apenas parcialmente implementadas. Para cada uma, a razão da sua não implementação será apresentada.

### 5.1. SMED na Montagem de Correntes

Os três ensaios de SMED efectuados no decorrer do estágio, resultaram no gráfico da Figura 34 e no anexo XXX, que apresenta em detalhe todos os resultados, objectivos, e desvios, para as diversas actividades identificadas, em todas as mudanças observadas relacionadas com a corrente PC991HP. Através do gráfico, pode ser observado para cada ensaio, qual o objectivo proposto e qual o resultado (com ou sem a inclusão do tempo de pausa para almoço/jantar), tendo em atenção que o objectivo foi decrescendo com o intuito de o aproximar o mais possível da situação ideal, e portanto, óptima.

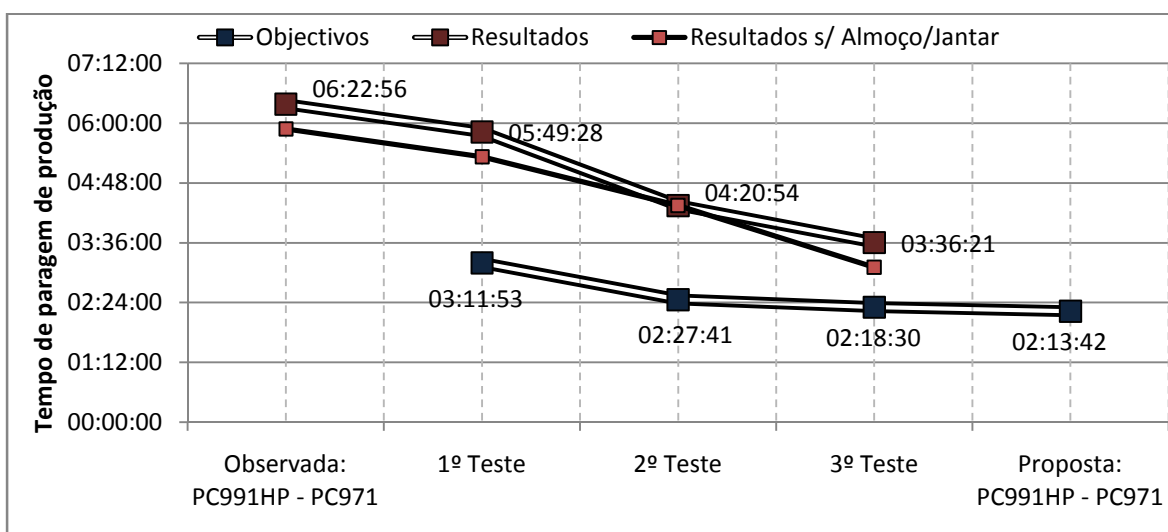


Figura 34. Resultados SMED

Da sua análise, é possível retirar que apesar de o tempo de paragem de produção ter decrescido de ensaio para ensaio, nunca atingiu o objectivo proposto em cada um. O porquê desse desvio será apresentado de seguida.

### 5.1.1. 1º Teste

No primeiro teste, por exemplo, em que se seguiu uma mudança PC991CS para PC991HP, o desvio obtido em relação ao objectivo proposto foi de cerca de 80%, ou seja, o tempo de paragem de produção que se obteve foi quase o dobro que o esperado. Essa diferença, como se pode ver na Figura 35, deveu-se principalmente ao valor totalmente atípico obtido para as afinações, que constituíram mais de 50% do tempo de paragem de produção nesta mudança de fabrico (5 vezes mais do que se tinha como objectivo).

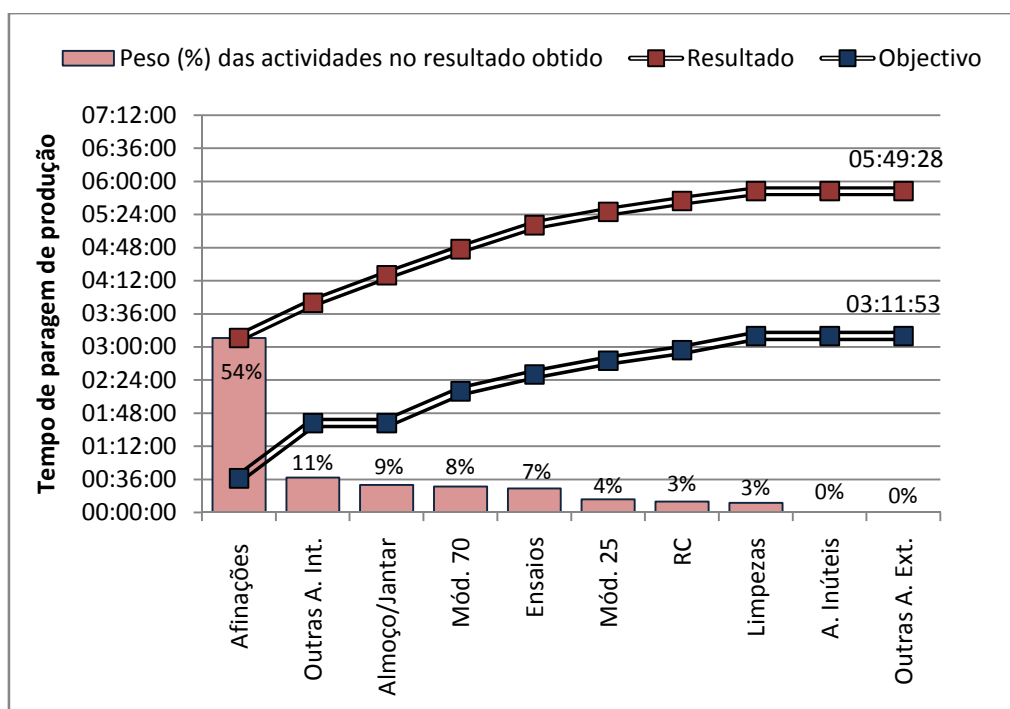


Figura 35. 1º Teste – Objectivos vs Resultados

Numa situação normal, em que as afinações tivessem atingido valores típicos, esta mudança teria muito provavelmente alcançado o objectivo proposto, pois foi possível verificar nela a eliminação total de tempos inúteis, a preparação dos calços e bigornas do módulo 70 (melhoria de mais de 15 minutos), e a realização de muitas das tarefas externas

antes da paragem de produção ou depois do seu recomeço. Aliás, os únicos aspectos negativos desta mudança traduziram-se nas próprias afinações, na não realização dos ensaios à tracção e arrancamentos, em simultâneo (devido à falta de tempo para formação das operadoras na execução de arrancamentos), e na não preparação dos calços e discos para a rebitagem em contínuo.

### 5.1.2. 2º Teste

Ao nível do 2º ensaio, efectuado numa mudança de fabrico PC991HP para PC991, tem-se que houve um desvio de cerca de 77% em relação ao objectivo proposto. Aqui, ao contrário do que foi verificado no 1º teste, esta diferença não resultou de actividades inesperadas, mas sim de uma não preparação do material e não seguimento da sequência de trabalho proposta.

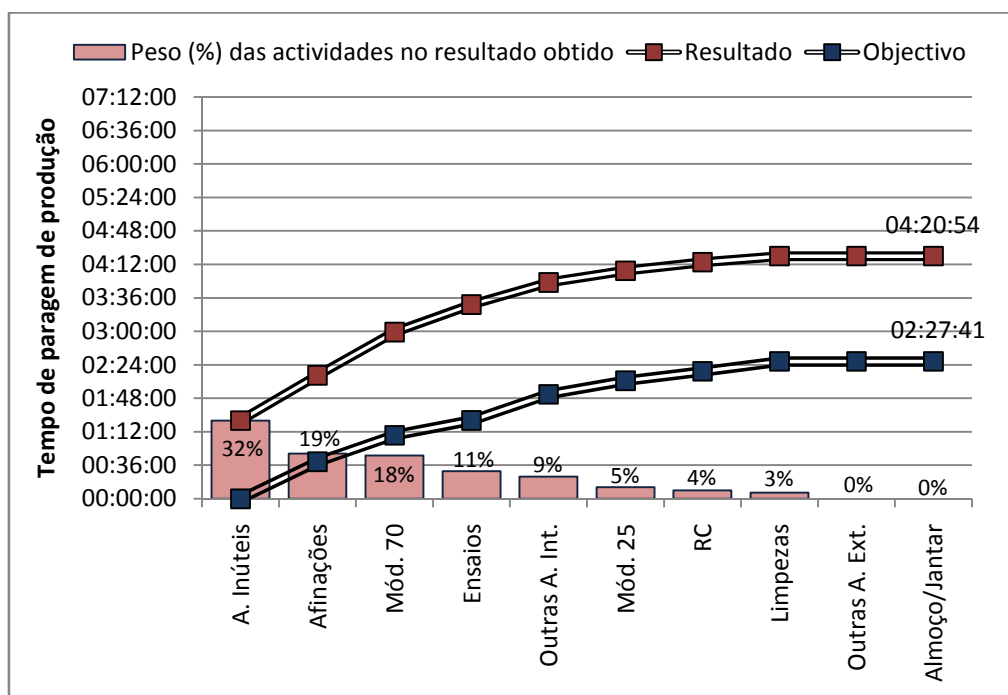


Figura 36. 2º Teste – Objectivos vs Resultados

Da análise da Figura 36, verifica-se que a principal causa da diferença obtida entre o resultado e o objectivo proposto constou na nova ocorrência de tempos inúteis (32% do tempo de paragem de produção), principalmente tempos de espera por o afinador não estar presente, que na mudança anterior tinham sido nulos. Nesta mudança, verificou-

se no terreno algo que já tinha sido discutido em reunião com o grupo de SMED: o facto de as mudanças de fabrico não serem de forma alguma, uma prioridade, ou seja, se o afinador tem de decidir entre a intervenção na mudança de fabrico e a intervenção numa máquina noutra linha, ele opta pela segunda, para que a mesma não fique também com produção parada.

Além da ocorrência de tempos inúteis, temos que neste teste não houve também preparação dos calços/bigornas para o módulo 70 e discos/calços para a RC. Sabendo que o afinador que efectuou esta e a primeira mudança foi o mesmo, e tendo em atenção que antes da paragem de produção me foi transmitido por ele que estava tudo preparado, inclusive o material para estas duas máquinas, não era esperado tal falta. Ficou então decidido que no 3º teste, todas as preparações de material seriam seguidas por mim no terreno, e que se de facto tal não pudesse ser feito, pediria provas como de facto elas tinham sido realizadas. Novamente, voltou a não ser efectuada formação à operadora na realização de arrancamentos, e portanto, não foi observada também a realização dos ensaios em paralelo.

O mais baixo tempo de paragem de produção obtido em relação ao primeiro teste, deveu-se então principalmente ao facto de nesta mudança terem ocorrido muito menos afinações que na anterior (apesar de um aumento bastante significativo nas afinações da RC) e ao facto de a mudança ter ocorrido num horário que não exigiu paragem intermédia para almoço/jantar dos trabalhadores.

### 5.1.3. 3º Teste

No 3º teste, voltou a não haver tempo para efectuar a formação à operadora na realização de arrancamentos, mas foi solicitado a um outro afinador que efectuasse os arrancamentos por ela, para se testar a viabilidade e os resultados que se poderiam obter com essa simultaneidade. Neste teste, foi também possível seguir todas as actividades a efectuar antes da paragem de produção pelo afinador, e assim, garantiu-se que tudo o que tinha sido estipulado no modo operativo fosse cumprido, e que a produção não parasse até que tudo estivesse pronto para tal. Os resultados foram então bastante positivos, apesar de não terem atingido o objectivo proposto. Graficamente, apresentam-se na Figura 37:

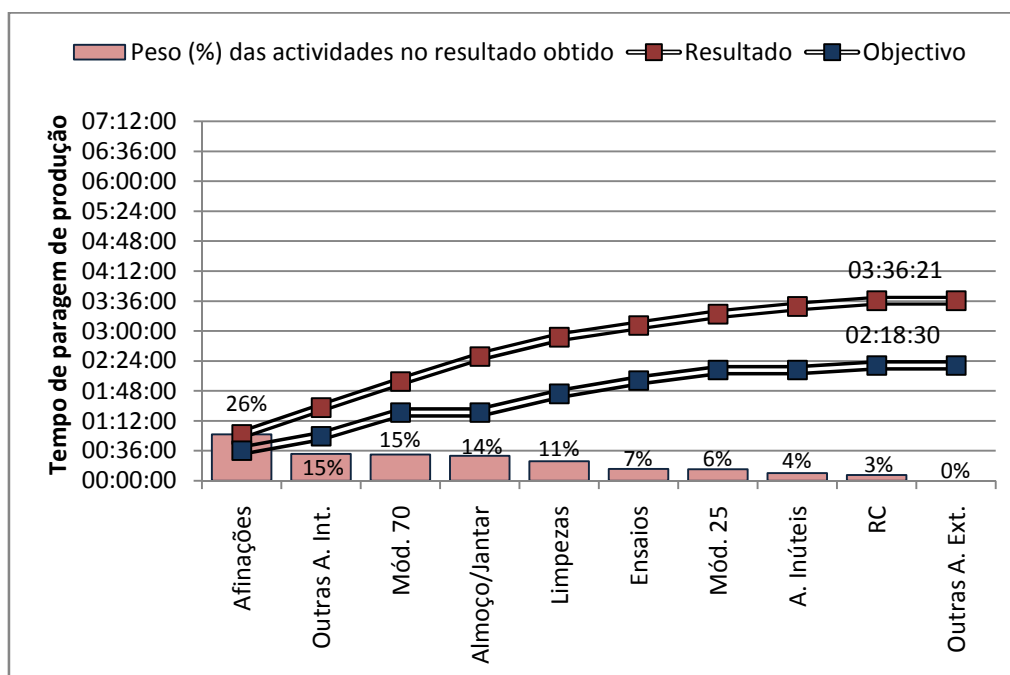


Figura 37. 3º Teste – Objectivos vs Resultados

Como análise da figura, refere-se a quase inexistência de tempos inúteis, e a inexistência de actividades externas durante a paragem de produção, pois desta vez, mesmo os calços e discos para a rebitagem foram preparados. Em todas estas preparações, e mesmo nos ensaios em paralelo efectuados, obtiveram-se as melhorias esperadas, podendo concluir-se que a implementação das sequências até então testadas tornar-se-ia vantajoso para a empresa.

A razão da diferença entre o objectivo e o resultado, está então relacionada principalmente com o facto de as afinações na RC terem atingido valores um pouco superiores ao que habitualmente se verificava, e ao facto de a mudança ter ocorrido num horário que exigiu paragem para almoço/jantar.

#### 5.1.4. Melhorias Individuais obtidas com o SMED

Tal como foi referido anteriormente, a aplicação de SMED nas linhas de montagem, principalmente nas mudanças relacionadas com a corrente PC991HP, consistiu no desenvolvimento de uma sequência organizada de trabalho, sem realização de actividades externas durante a paragem de produção, e com a preparação prévia de todo o material necessário para a mudança. Para cada uma das actividades onde foram efectuadas

alterações relacionadas com o SMED, apresenta-se de seguida uma comparação entre o tempo obtido na primeira mudança observada e o melhor tempo obtido durante os vários ensaios de SMED, e portanto, tempo proposto nas sequências finais desenvolvidas (Figura 38).

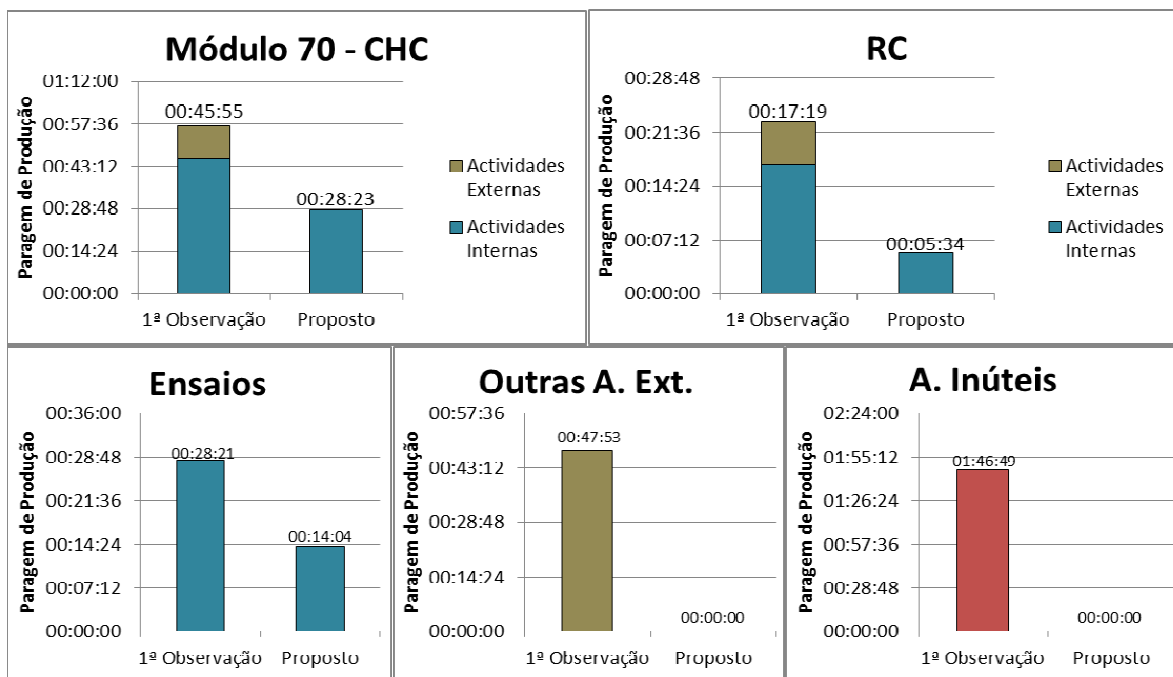


Figura 38. Melhorias Individuais com a acção de SMED

Da sua análise, refere-se que para o módulo 70, a simples preparação prévia dos calços e bigornas a substituir, originou (como pode ser verificado também no anexo XXX) uma melhoria de cerca de 18 minutos, ou seja, de 38% em relação ao observado na primeira mudança. Já ao nível da RC, a diferença entre o tempo verificado inicialmente e o melhor tempo observado ao longo dos 3 ensaios consistiu em cerca de 12 minutos, traduzindo-se numa melhoria de 68% em relação ao que inicialmente havia sido observado.

Na realização dos ensaios à tracção e arrancamentos, comprovou-se que uma simultaneidade na sua execução resultaria numa redução de metade do tempo observado primeiramente para esta actividade, e que portanto, colocar as operadoras a realizar os arrancamentos seria uma mais-valia. Como durante todos os testes de SMED, a formação às operadoras na realização de arrancamentos não foi efectuada, para a empresa continuar a

usufruir desta vantagem, que pode ser obtida em toda e qualquer mudança de fabrico nas 5 linhas de montagem, tem de fazê-la agora.

Quanto às “Outras actividades externas”, apresenta-se uma redução integral do seu tempo durante a paragem de produção. Porém, elas continuam a ser realizadas, e na realidade, são contabilizadas ainda no tempo total de mudança de fabrico. Esta melhoria pode continuar a ser obtida com o contínuo seguimento das sequências preparadas, e realização de actividades de intervenção nas PPRs, substituição de contentores, e limpezas de cubas ou tubos, fora da paragem de produção, externamente.

Por fim, para as actividades inúteis, verificou-se que é possível eliminá-las integralmente. Porém, para que se continuem a verificar tempos inúteis nulos, será necessário rever prioridades. Ocorrerm mudanças de fabrico sem tempos de espera, por exemplo, não é impossível, mas tal depende um pouco do bom-senso de cada trabalhador afecto a elas, e da prioridade que é atribuída à mudança de fabrico.

### 5.1.5. Resultados globais para as linhas de montagem

Após apresentação dos resultados para cada uma das actividades onde houve acção relevante de SMED, exibem-se agora os resultados para o tempo total de paragem de produção, na Figura 39. Comparando o resultado obtido para a primeira observação (não foi considerado o tempo inevitável de paragem para almoço/jantar dos trabalhadores), com o resultado obtido no melhor ensaio efectuado (3º ensaio), confirma-se que com uma simples organização e preparação do trabalho foi possível verificar no terreno uma redução de 47% do tempo de paragem de produção. Porém, considerando os melhores tempos obtidos para todas as actividades efectuadas durante a paragem, essa redução poderia ser de 62%, e é essa a redução proposta para esta mudança. A sequência final que demonstra essa proposta para esta mudança de fabrico encontra-se no anexo XXXI.

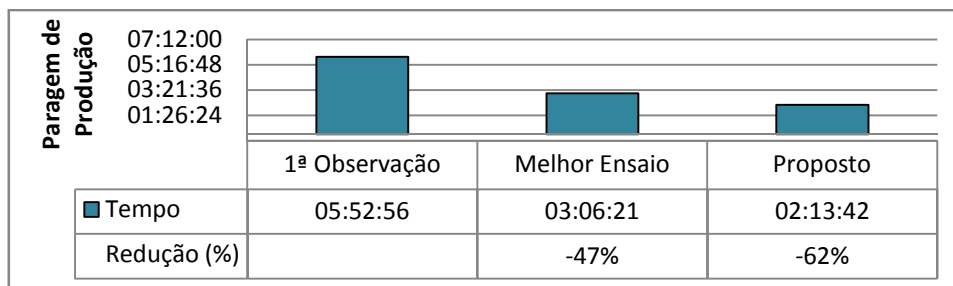


Figura 39. Paragem de produção – Resultados relacionados com PC991HP



Uma vez que o objectivo inicial da implementação do SMED nas linhas de montagem de correntes, não era apenas o estudo de mudanças de fabrico relacionadas com a corrente PC991HP, mas sim o estudo de todas as mudanças de fabrico que ocorriam nessas linhas, foi preparada a tabela do anexo XXXII que apresenta detalhadamente os tempos de paragem de produção e das várias actividades de mudança, que se verificam actualmente, e os propostos, com acção de SMED.

No primeiro caso (“*antes*”), refere-se que nessa tabela não foi considerado qualquer tempo de pausa para refeição dos trabalhadores, e que todos os tempos nela introduzidos, são tempos estimados com base nos valores recolhidos no decorrer do estágio, à mão, em todas as mudanças de fabrico seguidas nestas linhas. Já os tempos propostos consistem em valores calculados com base nos ensaios de SMED efectuados para mudanças relacionadas com a corrente PC991HP, visto que apesar das mudanças serem diferentes, as actividades que acontecem em qualquer mudança das linhas 1, 3, 4 ou 5 ocorrem também em mudanças relacionadas com esta corrente.

Como análise da tabela indica-se a enorme variação nos tempos de limpeza, resultante de as peças soltas a limpar não serem sempre as mesmas, e o facto de termos um tempo superior para os ensaios nas linhas 4 e 5. A este nível, temos que esse acréscimo de 5 minutos está relacionado com os dois tipos de arrancamentos realizados para as correntes de 10 velocidades, dos quais apenas um é realizado nas mudanças das restantes linhas.

Outro aspecto a referir diz respeito às afinações. Para as mudanças mais simples das linhas 1 e 3, as afinações são nulas ou quase nulas. Porém, para as mudanças relacionadas com a corrente PC991HP, o tempo de afinações é bastante significativo, e para as linhas 4 e 5, pelos superiores requisitos de qualidade, há um maior cuidado no arranque de todas as máquinas, após cada intervenção, durante a paragem de produção.

Por fim, refere-se que as mudanças às quais foi atribuído um tempo superior para as “*outras actividades externas*”, são as mudanças onde é necessário intervir nas PPRs. O facto de para as mudanças da linha 1 ter sido estimado um tempo de 10 minutos, diz respeito ao facto de para elas apenas se ter considerado a limpeza das cubas, tubos, e substituição de contentores, como tarefas a realizar externamente.

Como resumo desta tabela, apresenta-se nesta dissertação uma mais simples, para cada linha de montagem referida, que apresenta o tempo necessário para cada

mudança actualmente, o tempo proposto nas sequências desenvolvidas e colocado nos modos operatórios, e a redução esperada se esse tempo proposto for alcançado: Tabela 9, Tabela 10, e Tabela 11.

**Tabela 9.** Redução proposta -Linha 1

Linha	Grupo	Paragem de Produção (Antes)	Paragem de produção ideal (Proposto)	Redução	%
1	1	1h e 20 min	32 min	48 min	60%
	2	1h e 25 min	38 min	47 min	55%
	3	1h e 30 min	42 min	48 min	54%
	4	1h e 20 min	33 min	47 min	59%
	5	1h e 23 min	36 min	47 min	56%

**Tabela 10.** Redução proposta -Linha 3

Linha	Grupo	Paragem de Produção (Antes)	Paragem de produção ideal (Proposto)	Redução	%
3	1	1h e 20 min	33 min	47 min	59%
	2	1h e 23 min	36 min	46 min	56%
	3	5h e 27 min	2h e 17 min	3h e 10 min	58%
	4	2h e 8 min	39 min	1h e 29 min	69%
	5	5h e 17 min	2h e 7 min	3h e 10 min	60%
	6	1h e 10 min	20 min	50 min	71%
	7	5h e 22 min	2h e 14 min	3h e 8 min	58%
	8	5h e 12 min	2h e 4 min	3h e 8 min	60%
	9	5h e 37 min	2h e 21 min	3h e 15 min	58%
	10	2h e 3 min	36 min	1h e 27 min	70%
	11	1h e 5 min	17 min	48 min	73%

**Tabela 11.** Redução proposta - Linhas 4 e 5

<b>Linha</b>	<b>Grupo</b>	<b>Paragem de Produção (Antes)</b>	<b>Paragem de produção ideal (Proposto)</b>	<b>Redução</b>	<b>%</b>
4/5	1	1h e 48 min	1 hora	48 min	44%
	2	1h e 55 min	1h e 5 min	50 min	44%
	3	2 horas	1h e 9 min	51 min	43%
	4	1h e 50 min	1h e 2 min	48 min	44%
	5	1h e 55 min	1h e 6 min	49 min	43%
	6	1h e 53 min	1h e 3 min	50 min	44%
	7	1h e 50 min	59 min	51 min	46%

Como análise das três tabelas apresentadas, refere-se que a redução proposta é a redução ideal, ou seja, a redução que se obteria numa situação óptima, em que os trabalhadores atingem ou superam os melhores tempos verificados nos ensaios de SMED. Tais tempos são então viáveis, mas provavelmente em situações raras serão alcançados. Por exemplo, no caso das mudanças a sombreado, onde foram efectuados testes de SMED, a redução proposta ronda os 60%, mas na realidade o melhor conseguido foi 47%, no último ensaio efectuado.

Do mesmo modo, em certas alturas, os afinadores esperam pela ocorrência de uma mudança de fabrico para substituir ou rodar discos da rebitagem que possuam desgaste, e assim evitar a realização de ensaios por duas vezes. Esta actividade, apesar de não considerada no estudo, por não estar associada directamente à mudança, poderá agravar ainda mais o tempo que na realidade se obterá. Nesses casos, a operadora terá de esperar que toda a corrente do modelo anterior passe pela rebitagem, para que o afinador intervenha nela, e não poderá cortar um pedaço de corrente suficiente para a realização de ensaios, e passá-la mais rapidamente pela rebitagem (como proposto para a situação ideal).

Já apenas como curiosidade, decidiu-se utilizar os valores apresentados na Figura 21, Figura 22 e Figura 23, referentes ao número de mudanças nas 4 linhas em estudo durante 2011, para estimar o tempo despendido nesse ano em mudanças de fabrico,

e o que poderia ter sido alcançado se as medidas de SMED propostas tivessem já sido implementadas, e os tempos ideais alcançados. Para tal, desenvolveu-se a tabela do anexo XXXIII, da qual se retirou informação suficiente para o desenvolvimento da Tabela 12:

**Tabela 12.** Redução Proposta – ano 2011

Linha	Tempo Despendido (2011)		Tempo Ideal (2011)		Redução (2011)		
	Horas	Turnos	Horas	Turnos	Horas	Turnos	%
1	206	26	90	11	115	14	56%
3	313	39	124	16	189	24	60%
4/5	384	48	212	27	172	22	45%
Total	903	113	427	53	476	60	53%

A informação contida nesta tabela, para além de ser útil para uma melhor percepção do impacto da aplicação de SMED nas linhas de montagem, poderá também vir a ser útil para sensibilizar os trabalhadores afectos a cada mudança, para um seguimento contínuo das sequências de trabalho organizadas, pois para além de serem apresentados dados em horas, são também apresentados os dados em forma de turnos de trabalho de 8 horas cada. Como se pode observar, perante os valores estimados, seria possível reduzir as 903 horas (113 turnos de trabalho) despendidas em mudanças de fabrico, para cerca de 476 horas (60 turnos de trabalho).

#### 5.1.6. Finalização dos modos operatórios

Com base nos tempos apresentados como proposta na Tabela 9, Tabela 10, e Tabela 11, finalizaram-se por fim os 23 modos operatórios preparados para os vários grupos de mudança identificados. Esta finalização, para além de se traduzir numa actualização desses tempos, consistiu também na redução de alguns dos tempos mortos durante a paragem de produção, através da colocação de algumas actividades externas no seu lugar. A limpeza das cubas por parte da operadora, por exemplo, foi uma dessas

actividades externas colocadas durante a paragem de produção, e permitiria que a operadora não necessitasse de se ausentar da máquina CHC antes da paragem de produção, para efectuar essa limpeza.

Outra alteração do mesmo tipo verificou-se na colocação do novo material perto da linha. Como este material só seria necessário depois das limpezas a efectuar pela operadora, poderia ser apenas procurado e colocado perto da linha no início dessas mesmas limpezas, e não antes. Por fim, pensou-se na colocação da mudança na PPR1 também durante a paragem de produção, em substituição de outro tempo morto, nas mudanças em que de facto havia tempo para isso. Porém, esta medida não foi implementada pois como em algumas mudanças não haveria esse tempo disponível, teríamos como resultado essa mudança por vezes durante a paragem e em outras antes dela. Esse facto poderia gerar confusão e até atrapalhar a realização de outras tarefas, as quais realmente internas. Uma miniatura de um dos modos operatórios finais, é apresentado na Figura 40.

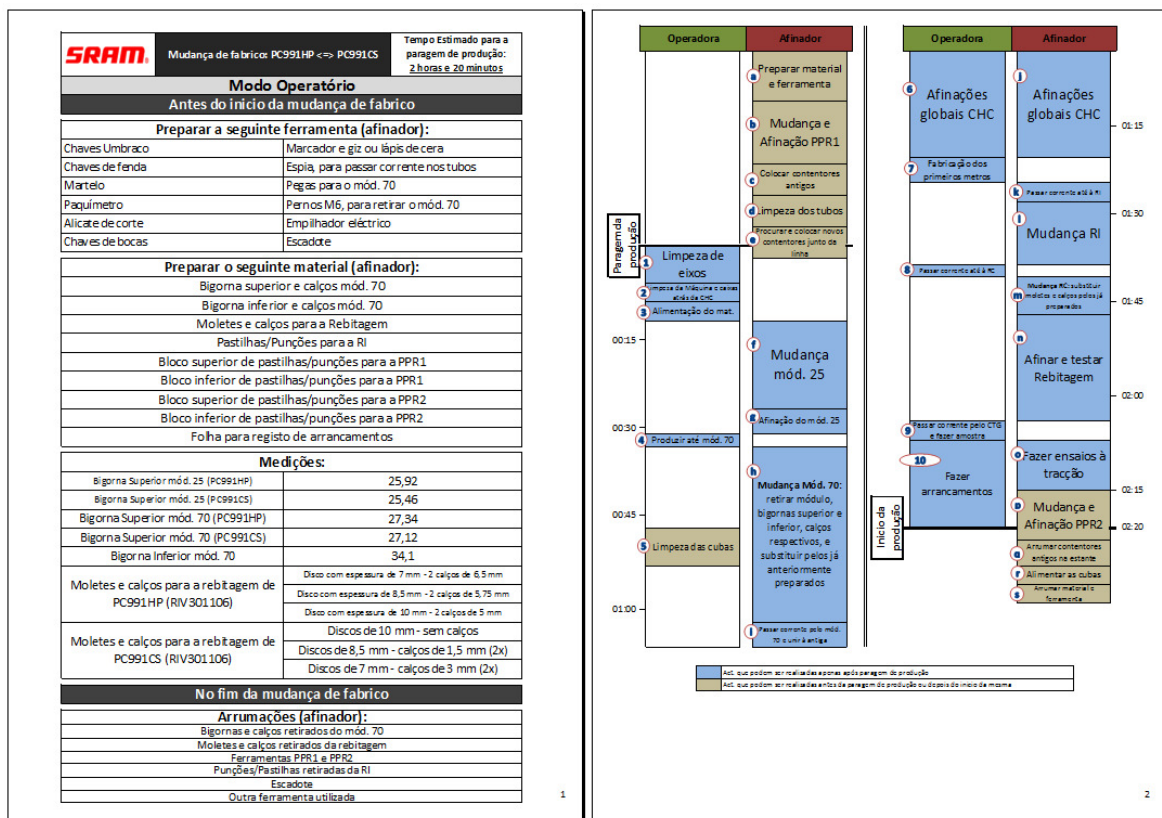


Figura 40. Modo Operatório Grupo 9 – Linha 3

Como análise final aos resultados obtidos para as linhas de montagem, refere-se que todos os modos operatórios foram desenvolvidos tendo em atenção os melhores tempos observados nos ensaios de SMED efectuados, e considerando eventuais ordens de precedência para as diversas tarefas. Conclui-se que apesar de os únicos testes de SMED efectuados contemplarem a corrente PC991HP, todos os modos operatórios estão prontos para serem colocados junto das respectivas linhas, e que agora cabe à empresa, após efectuar a formação necessária aos trabalhadores, coloca-los lá.

Certamente que teria sido vantajoso não só para a empresa, como também para esta dissertação, apresentar um ou dois testes a mudanças mais simples, como é o caso das mudanças das linhas 1, 4 ou 5, mas infelizmente, tal não foi possível. De qualquer forma, todas as melhorias a verificar nessas mudanças verificaram-se nos ensaios efectuados, e portanto, mais interessante ainda será colocar os modos operatórios nas linhas e efectuar esse teste daqui a um ou dois meses, para verificar se de facto aquilo que foi proposto continua a ser efectuado, ou se é necessário proceder a uma nova formação aos trabalhadores.

## 5.2. SMED na secção de peças soltas

Apesar de para esta secção não terem sido efectuados ensaios de SMED às sequências desenvolvidas, considerou-se importante colocar neste capítulo, também uma pequena referência a vantagens da sua implementação. Observe-se então o gráfico da Figura 41:

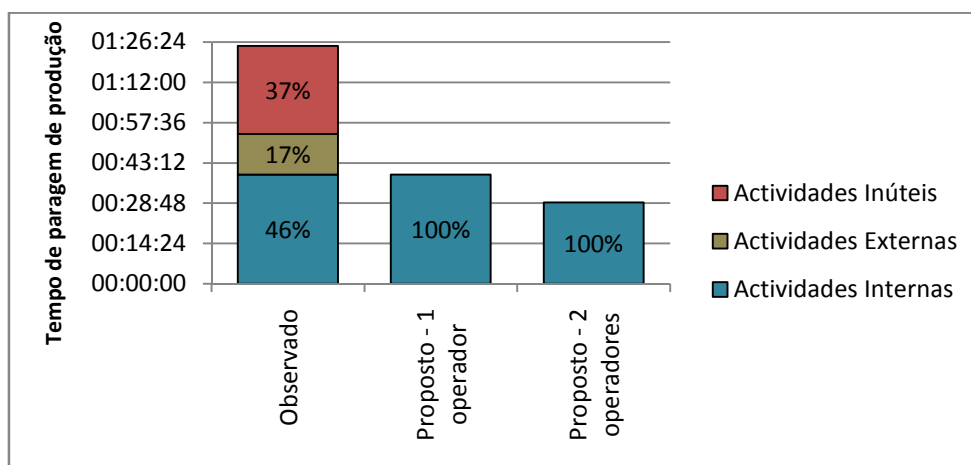


Figura 41. Proposta SMED – Mudança de fabrico 500 17 – 500 10

Da sua análise, retira-se que com a utilização da sequência proposta para um operador, se poderia vir a conseguir uma redução de 54% no tempo de paragem de produção, em relação à mudança observada. Já na utilização de dois operadores a trabalhar em simultâneo, essa redução ascenderia aos 66%. Apesar de o trabalho de SMED nas prensas ter ficado incompleto, poderá traduzir-se no início de um futuro trabalho deste género nas prensas, e portanto, é classificado como uma oportunidade para a empresa.

### **5.3. Acções de melhoria não implementadas**

Uma secção que abordasse e expusesse algumas das sugestões apresentadas no decorrer do estágio, que poderiam vir a gerar vantagens para a empresa, mas que por algum motivo não foram implementadas ou foram apenas implementadas parcialmente, tornou-se relevante para esta dissertação, pois na realidade, essas sugestões foram várias, e para todas elas houve explicação para a sua não implementação. Não há dúvida, que se implementadas, teriam enriquecido o trabalho efectuado na SramPort, e portanto, são apresentadas aqui para que fiquem registadas e para que possam, se a empresa assim o desejar, ser implementadas no futuro.

#### **5.3.1. Comunicação da ocorrência de mudanças de fabrico**

Para a concretização desta acção de melhoria surgiram diversas ideias, algumas das quais exigiam alteração na forma como as ordens de produção seriam colocadas junto à montagem, e outras na forma como era efectuada a comunicação das mudanças de fabrico por parte do responsável pela secção da montagem, também elemento constituinte do grupo de SMED referido.

Na montagem, todas as ordens de produção são colocadas num dossier, e organizadas por tipo de corrente. Quando os responsáveis pela montagem e planeamento de produção decidem que irá ocorrer uma mudança, procuram no dossier a ordem após a qual a mesma irá ocorrer, e escrevem nela um aviso, para que quando a operadora retirar essa ordem saiba que terá de efectuar uma mudança após produzir os metros de corrente nela requeridos. O objectivo era alterar essa forma de aviso, de modo a que houvesse tempo para preparações de mudança, e para tal, pensou-se em:

- 
- Substituir o dossier e as ordens de produção por uma espécie de cartões kanban (com informação sobre a corrente e os metros a produzir), organizados num quadro com cinco colunas (uma para cada linha).
  - Utilizar cartões apenas como “capas” para as ordens de produção, de modo a ser possível colocá-las num quadro semelhante ao anterior. Quando um cartão vermelho fosse colocado no quadro, saber-se-ia com a sua observação, qual a linha a mudar e qual a mudança a preparar. Quando a operadora necessitasse de uma nova ordem, retirava a ordem do cartão e depositava esse mesmo cartão numa caixa perto do quadro, de modo a que ele pudesse ser reutilizado.
  - Utilizar um código de cores e um quadro simples, com espaço para a colocação de apenas um cartão para cada linha. Quando se decidisse que uma mudança iria ocorrer, o responsável pela montagem pegaria em autocolantes de três cores (verde, amarelo, e vermelho), e colocaria o vermelho na ordem após a qual a mudança iria ocorrer, o amarelo na ordem antes dessa, e o verde na antepenúltima. Quando a operadora pegasse na ordem com o autocolante verde, colocaria um cartão verde no quadro, quando pegasse na ordem com um autocolante amarelo, substituiria o cartão verde por um amarelo, e por fim, quando pegasse na última ordem, colocaria um cartão vermelho, retirando o amarelo. O afinador conseguiria então ter uma noção da aproximação de uma mudança, preparando-se para ela.
  - Preparar um quadro onde o responsável da montagem colocaria um cartão vermelho sempre que decidisse que iria ocorrer uma mudança de fabrico. O aviso na ordem de produção manter-se-ia, mas ao mesmo tempo, introduzir-se-ia um cartão vermelho no quadro, para a linha a mudar.

Em reunião com o grupo de SMED, e apesar de o orientador do estágio efectuado ter demonstrado interesse nesta ideia, e até ter sugerido alternativas, as quatro sugestões foram discutidas, mas infelizmente nenhuma foi seleccionada. A justificação para esta recusa consistiu no facto de muitas das vezes as mudanças serem decididas em



cima da hora, e portanto, não ser possível comunicar a sua realização com muita antecedência aos trabalhadores. Além disso, estava prevista a colocação de um quadro interactivo na montagem que apresentaria digitalmente os metros a produzir de determinada corrente, e a ocorrência de mudanças de fabrico. Nenhum meio de comunicação foi então implementado.

### 5.3.2. Zona de stock intermédio junto das linhas de montagem

Apesar de ao longo dos vários testes efectuados ter sido verificada a vantagem de ser criada uma zona de stock intermédio onde os afinadores podem colocar os contentores/caixas com o novo material, essa zona não foi na realidade definida e a sua localização no chão da fábrica não foi decidida.

Em conjunto com o grupo de SMED, concluiu-se que o ideal seria definir quatro zonas diferentes para as cinco linhas, ficando uma delas entre as linhas 1 e 2, outra entre as linhas 2 e 3, outra entre as linhas 3 e 4 e por fim, uma última entre as linhas 4 e 5. Numa mudança na linha 3, por exemplo, o afinador poderia então colocar os contentores numa de duas zonas diferentes: entre as linhas 2 e 3 ou entre as linhas 3 e 4.

O facto de esta zona não ter sido marcada e delimitada no terreno, não impede que o afinador continue a efectuar a colocação do novo material junto às linhas externamente, nem que a empresa faça essa delimitação agora, ou no futuro.

### 5.3.3. Análise às afinações

Ao nível das afinações, foi sugerida a utilização de uma folha para registo delas, dos problemas observados, e das soluções encontradas, por parte dos afinadores. O objectivo seria efectuar de seguida uma análise de pareto e recolher quais as causas mais comuns para as afinações, e desse modo preparar modos operatórios para elas.

Em reunião com o grupo de SMED, foi decidido que apenas seriam estudadas as afinações na rebitagem em contínuo, e que apenas para elas seria desenvolvida uma folha A4 que indicasse sucintamente e com o auxílio a imagens, como realizar as afinações. Essa folha foi de facto preparada, e afixada na rebitagem das cinco linhas de montagem. Apresenta-se de seguida uma figura onde pode ser verificada essa mesma afixação (Figura 42).



**Figura 42.** Folha auxiliar – Afições RC

#### 5.3.4. Arrumação e identificação dos calços utilizados na CHC

Esta arrumação, apesar de não vir a reduzir tempos de paragem de produção, poderia simplificar o trabalho de preparação de material para uma mudança de fabrico. Para a preparação dos calços, no início do estágio, o afinador deslocava-se ao local onde os mesmos estão arrumados, e media com o auxílio a um paquímetro, calço a calço, até encontrar os calços com a espessura pretendida. Isto acontecia porque os cerca de cem existentes não estavam catalogados e encontravam-se empilhados de forma completamente desorganizada, no fundo de uma estante (ver Figura 43).



**Figura 43.** Local de arrumação dos calços - actualmente

Como solução para este problema, pensou-se em primeiro lugar identificar todos os calços quanto à sua espessura, para depois os organizar numa nova estante, ao alto, por gamas e intervalos de espessura, e se possível, numa prateleira do topo da estante, para melhorar o acesso a eles. Com essa nova estante, seria ainda possível arrumar as

bigornas e outro tipo de material de outra estante vizinha, e retirar de lá um armário que pelo espaço que ocupa e material que tem nele arrumado traz mais inconvenientes que benefícios. Na Figura 44, apresenta-se uma imagem através da qual estas estantes e armário a substituir podem ser observados.



**Figura 44.** Estantes e armário a substituir

Após a ideia ter sido comunicada ao grupo de SMED, e ter sido aprovada por eles, o trabalho começou com a medição de todos os calços, com o auxílio a um paquímetro. Como o objectivo era que a marcação da espessura não desaparecesse com a utilização ou limpeza dos calços, foi utilizada uma “caneta” de ar comprimido para gravar neles a espessura, e com números grandes de modo a ser facilmente identificável (ver Figura 45).



**Figura 45.** Marcação dos calços

Com os cerca de cem calços marcados, bastava então arrumá-los numa estante. Para tal, estantes com diferentes características e preços foram sugeridas, após consulta de alguns catálogos e ajuda do responsável pelas compras. Porém, nenhuma delas foi seleccionada, visto que para empresa, uma vez que esta medida só afectava os tempos de

actividades externas, mais precisamente tempos de actividades de preparação, não era interessante o suficiente, e portanto não seria concretizada. Esta sugestão foi então apenas parcialmente implementada.

### 5.3.5. Arrumação do material nas linhas de montagem

Para a arrumação do material nas linhas de montagem, principalmente bigornas retiradas da CHC, e material utilizado para as prensas de pequena reparação, ou rebitação por impacto, pensou-se em adquirir um armário ou então pequenas estantes com ou sem gavetas, a colocar perto das diferentes máquinas. O objectivo seria substituir as caixas que actualmente são utilizadas para guardar o material da RI, retirar as pastilhas e punções dos pequenos sacos perto das PPRs e preparar um local mais cómodo para guardar as bigornas referidas. Na Figura 46 podem ser observados os tais sacos, caixas e local onde são colocadas as bigornas e/ou outro material da CHC.



**Figura 46.** Arrumação do material das linhas de montagem - actualmente

Após discussão desta hipótese com o grupo de SMED, a mesma foi aprovada, mas infelizmente o armário e/ou estantes não ficaram disponíveis antes do fim do estágio, e portanto, não foi possível proceder a essa arrumação e apresentar nesta dissertação o resultado final.

### 5.3.6. Novos calços para a rebitação em contínuo

A sugestão de serem preparados novos calços para a RC, com espessuras diferentes das dos calços que já existiam, deveu-se ao facto de para a corrente PC991HP (produzida apenas na linha 3) não existirem calços com as medidas necessárias. Ou seja,

para o afinador colocar os calços para a rebitagem deste tipo de corrente, pegava nos restantes calços de outras espessuras, e somava-as até reunir um conjunto que totalizasse a espessura pretendida. Isso exigia, normalmente, que tivessem de ser utilizados três ou quatro calços para a mesma ser atingida.

Depois de serem calculados os valores de espessura necessários para eles, determinou-se que eram necessários quatro calços de 6,5 mm, 5,75 mm, e 5 mm, e a sugestão foi apresentada em reunião com o grupo de SMED. O grupo concordou, e um deles ficou responsável por arranjar esses mesmos calços. Porém, até ao fim do estágio, os calços ainda não estavam disponíveis, e não foi possível observar então a sua utilização em nenhuma mudança de fabrico ou afinação do dia-a-dia na rebitagem em contínuo.

### 5.3.7. **Aquisição de blocos suplentes para as PPRs**

Esta sugestão, se implementada, reduziria em muito o tempo de uma actividade considerada externa. Actualmente, numa mudança de pastilhas/punções nas PPRs, o afinador retira os blocos superior e inferior, e de seguida, nesses próprios blocos, tem de retirar as pastilhas/punções e colocar as novas. Essa substituição é a actividade que ocupa mais tempo numa mudança nas PPRs e com estes blocos suplentes poderia ser eliminada.

Apesar de numa mudança de fabrico estas tarefas serem já efectuadas externamente, com os blocos suplentes, que poderiam ser preparados a qualquer altura (no fim da intervenção anterior, se possível), o afinador teria o trabalho bastante mais simplificado. Novamente, em reunião com o grupo de SMED percebeu-se que já tinham pensado nesta aquisição, e portanto, a sugestão foi aceite. Porém, quando o estágio terminou os blocos suplentes ainda não estavam disponíveis.

### 5.3.8. **Desenvolvimento de um carro para mudanças de fabrico**

Na SramPort, cada afinador da secção da montagem possui um carrinho próprio, no qual guarda a ferramenta que necessita para o seu trabalho do dia-a-dia. Uma vez que numa mudança de fabrico seria útil ter um local onde colocar o material e ferramenta que o afinador tem de preparar para ela (bigornas, calços, discos da rebitagem, punções, etc.) e uma vez que a maioria dos carros utilizados por eles não possuíam espaço

para isso, pensou-se em testar a utilização de um carro só para mudanças de fabrico, ou seja, um carro de SMED.

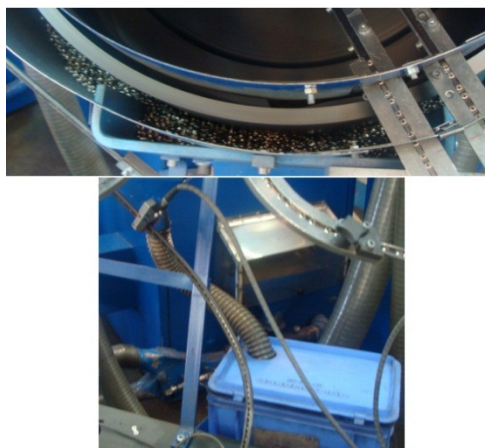
Num dos testes de SMED efectuados, discutiu-se essa possibilidade com o afinador, e verificou-se que tal não era necessário. Esse afinador, ao contrário de todos os outros, utilizava um carro de maior dimensão, que apesar de menos prático e cómodo que os restantes, possuía bastante espaço para guardar o material preparado. A ideia de criar um carro de SMED foi substituída então pela ideia de arranjar carros semelhantes para todos os afinadores, com espaço para essa arrumação de material. Cabe agora à empresa, se assim o entender, ou adquirir novos carros, ou então solicitar aos afinadores que preparem no seu carro uma prateleira apenas para material de mudanças de fabrico. Na Figura 47 é apresentada uma imagem com dois exemplos de carrinhos utilizados actualmente na SramPort por dois afinadores.



**Figura 47.** Carrinhos utilizados pelos afinadores

#### 5.3.9. Eliminar acumulação de placas interiores – Linha 4

Esta possível acção de melhoria foi identificada logo no início do estágio, enquanto se observavam mudanças de fabrico na linha 4. Nessas mudanças de fabrico, verificou-se que a operadora responsável pela limpeza dos alimentadores da CHC demorava muito tempo a limpar o alimentador de placas interiores, uma vez que as placas que saltavam do tambor durante a produção, e que deveriam cair por um tubo para uma das caixas atrás da CHC, ficavam acumuladas no próprio alimentador (ver Figura 48).



**Figura 48.** Acumulação de placas interiores

Determinou-se que o problema poderia ter uma de duas causas: baixo diâmetro do tubo, ou o facto de a caixa não estar directamente por baixo do alimentador, o que originava uma curvatura no tubo onde as placas se poderiam começar a acumular. Em discussão do problema como o grupo de SMED, decidiu-se ignorar este problema, e portanto, apenas perto do fim do estágio ele voltou a ser verificado. Desta vez, foi discutido com o responsável pela orientação do estágio efectuado na empresa, e decidiu-se que de facto era algo que deveria ser analisado, e se possível, solucionado. Com o aproximar do fim do estágio, e como em conversa com um elemento do grupo de SMED se percebeu que a caixa só não estava por baixo do alimentador porque de facto, tal não era possível, nada foi feito para o solucionar, mas fica aqui a ideia registada.

#### **5.3.10. Colocação de um degrau ou banco nas CHCs**

No decorrer do estágio, a utilização de caixas como degrau para as operadoras chegarem a pontos mais elevados da CHC, foi observada frequentemente, e por várias vezes verificou-se que tal não era muito correcto e prático. Porém, a ideia de adquirir um pequeno escadote de um ou dois degraus para substituir essa utilização incorrecta das caixas, surgiu apenas em conversa com o orientador referido anteriormente, já perto do fim do estágio. Fica então aqui a ideia, que apesar de não ter sido implementada, pode vir a sê-lo no futuro, para facilitar o trabalho das operadoras.

## 6. CONCLUSÕES

No último capítulo desta dissertação será feita uma análise a todo o trabalho realizado, e no geral, ao estágio de cinco meses efectuado na SramPort. As principais conclusões serão apresentadas, bem como algumas sugestões para trabalhos futuros nas linhas de montagem de correntes ou mesmo noutras secções da empresa onde algo foi efectuado.

### 6.1. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

Como principal conclusão deste trabalho, apresenta-se a redução de 47% do tempo de paragem de produção para a mudança de fabrico mais analisada durante o estágio efectuado (entre correntes PC991HP e outra qualquer de nove velocidades). Essa redução foi obtida no último ensaio de SMED realizado, e demonstrou que a aplicação desta metodologia é vantajosa para a empresa. Devido à diferença entre a redução conseguida e a redução proposta nos modos operatórios desenvolvidos, redução essa de cerca de 60%, temos que ainda há muito que fazer, e que a empresa deve continuar a apostar no treino e formação dos operadores na realização de mudanças de fabrico com as melhorias propostas.

Para as restantes mudanças, apesar de não ter sido efectuado qualquer ensaio de SMED, foram também propostas melhorias e reduções na ordem dos 55%-60% para a linha 1, e 45% para as linhas 4 e 5. Para a linha 3, houve inclusive propostas de 70% de redução. Nenhuma delas foi confirmada no terreno, mas por todas as actividades que nelas são realizadas, o serem também na mudança relacionada com a corrente PC991HP, e por as melhorias para elas sugeridas serem todas semelhantes, esta proposta é viável. Mais importante que efectuar mais testes, será efectuar as formações necessárias a todos os trabalhadores das linhas de montagem, para que todos comecem a seguir as melhorias propostas, e daqui a um mês, por exemplo, voltar a efectuar um, para determinar se de facto as sequências desenvolvidas foram assimiladas ou simplesmente esquecidas, e se é necessário efectuar nova formação.



---

Ao nível de oportunidades e sugestões para trabalhos futuros, temos a continuação do trabalho de SMED iniciado para a secção de peças soltas, a implementação de SMED também na segunda linha de montagem, e a execução de qualquer uma das ideias sugeridas mas não implementadas, apresentadas no capítulo anterior. A este nível, refere-se o facto de algumas delas não exigirem qualquer investimento ou apenas investimentos mínimos. A criação de um meio de comunicação da ocorrência de mudanças ao afinador, por exemplo, que poderia consistir na utilização de apenas um cartão para aviso da aproximação de uma mudança, teria custos quase nulos para empresa, e poderia originar grandes vantagens.

A este nível de sugestões não ou apenas parcialmente implementadas, destaco aquele que considero ter sido o maior obstáculo verificado ao longo do estágio: resistência à mudança. O factor humano, tal como referido inúmeras vezes em disciplinas como gestão e comportamento organizacional, provou ser sem dúvida alguma relevante, e mereceu ser aqui referenciado. Nomeadamente, refiro a resistência verificada ao nível da simples marcação dos calços que não acarretaria nem custos nem trabalho para qualquer um dos trabalhadores da SramPort. De facto, esse trabalho seria realizado por mim, e mesmo assim, foi necessário discuti-lo por várias vezes em reuniões com o grupo de SMED, para que o mesmo fosse aprovado, e me fosse possível efectuar essa marcação, visto que havia quem considerasse que tal marcação não traria vantagens, e que a esse nível as coisas estavam bem como estavam. Para futuros trabalhos, considero importante a empresa adoptar uma filosofia de “deixar fazer”, e “esperar para ver”, em situações em que o investimento é nulo, pois não têm nada a perder, e poderão conseguir melhorias que provavelmente não esperavam obter.

Outro obstáculo verificado consistiu na existência de dois focos de orientação na empresa, ou seja, da existência de um grupo de SMED, e de ao mesmo tempo um orientador. Apesar de a intenção ter sido muito boa, e de a existência de um grupo de SMED ter ajudado imenso a integração na empresa e a compreensão dos vários processos, por vezes notou-se que a opinião do orientador não ia de encontro à opinião do grupo, ou vice-versa, o que dificultou a tomada de decisões. Em futuros estágios na SramPort, seria importante que o orientador fizesse parte do grupo criado para auxílio no trabalho a desenvolver, de modo a que todos os intervenientes estivessem sempre em “sintonia”.

Para terminar, refiro o facto de as mudanças de fabrico não serem de forma alguma prioritárias, o que originou várias vezes tempos inúteis de espera elevados, por o afinador optar por intervenções não relacionadas com a mudança. Penso que será importante a este nível rever prioridades, pois muito do tempo desperdiçado em mudanças de fabrico é originado por tempos de espera, que só podem ser evitados ou eliminados com um pouco de bom senso e prioridades bem definidas.

## 6.2. Considerações Finais

Inserido no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da FCTUC, esta dissertação e estágio vem culminar um percurso de formação académica e fazer ponte com o mundo do trabalho. Apesar de por vezes atribulado, o estágio foi bastante enriquecedor, pois permitiu colocar em prática ou observar alguns dos conceitos teóricos estudados durante estes dois anos de formação, e um primeiro contacto com a indústria.

Ao nível da implementação da metodologia SMED, ou dos princípios Lean em geral, foi possível também verificar que ao contrário do que se pensava, não são assim de tão simples implementação, e que essa implementação é morosa e trabalhosa.

Quanto ao trabalho desenvolvido, não exigiu qualquer investimento por parte da empresa. As melhorias implementadas consistiram principalmente numa melhor organização e preparação do trabalho, ficando registadas outras sugestões que de facto também poderiam vir a proporcionar melhorias, com ou sem investimento. Fica a sensação que ainda há muito por fazer, mas os objectivos foram dentro do possível cumpridos, e agora cabe à empresa garantir a continuação do seguimento das melhorias e sequências propostas, se assim o entender.
















Por fim, este estágio apagou quaisquer dúvidas que ainda existissem relacionadas com a opção de ter frequentado um mestrado em engenharia e gestão industrial ao invés de um mestrado apenas em gestão, tal como a licenciatura. De facto, é mesmo nesta área da gestão ligada à engenharia que tenciono vir a trabalhar, e portanto, a opção tomada foi a correcta.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
















- Alukal, G. (2007), “Lean Kaizen in the 21<sup>st</sup> Century”, *Quality Progress*, 40, 8, 69-70.
- Anderson, C. (2011), “How Are PDCA Cycles Used Inside ISO 9001?”, acessado em 7 de Março de 2012, em: <http://www.bizmanualz.com/information/2011/06/07/how-are-pdca-cycles-used-inside-iso-9001.html>.
- Fujimoto, T. (1999), “The evolution of a manufacturing system at Toyota”, Oxford University Press Inc., New York.
- Hunter, S. L (2003), “The 10 steps to lean production: Using the single-minute-exchange-of-dies principle can lead to drastically shorter setup times”, *FDM Management*, 75, 16,22-25.
- King, P. L. (2009), “SMED in the process industries”, *Industrial Engineer*, 41, 9, 30-35.
- Kocakulâh, M. C., Austill, A. D. e Schenk, D. E. (2011), “Lean Production Practices for Efficiency”, *Cost Management*, 25, 2,20-28.
- Kocakulâh, M. C., Brown, J. F. e Thomson, J. W. (2008), “Lean Manufacturing Principles and their application”, *Cost Management*, 22, 3, 16-27.
- Lander, E. (2007), “Implementing Toyota-style systems in high variability environments”, Tese de doutoramento em Manufacturing Engineering, University of Michigan, Michigan.
- Liker, J. (2004), “The Toyota Way: 14 management principles from the world’s greatest manufacturer”, McGraw Hill, New York.
- Liker, J. e Womack, J. P. (1998), “Becoming Lean: Inside stories of U.S. manufacturers”, Productivity Inc., Portland.
- Lopes R., Neto C. e Pinto J., “Quick changeover: Aplicação prática do método SMED”, acessado em 20 de Março de 2012, em: [http://www.leanthinkingcommunity.org/livros\\_recursos/artigo\\_quickchangeover.pdf](http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/artigo_quickchangeover.pdf).
- Ohno, T (1988), “Toyota Production System – Beyond large-scale production”, Productivity Inc., Portland.
- Palrilha, H. F. F. (2009), “Aplicação da metodologia SMED na indústria farmacêutica”, Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de

- Coimbra, Coimbra.
- Pinto, J. (2009), “Modelo de implementação do pensamento JIT – Uma abordagem prática aos conceitos”, Publindústria, Porto.
- Rajenthirakumar, D., Mohanram, P. V. e Harikarthik, S. G. (2011), “Process Cycle Efficiency Improvement through Lean: A case study”, acedido em 7 de Março de 2012 no website do International Journal of Lean Thinking: <http://www.thinkinglean.com/ijlt/articles/vol2/issue1/020203m.pdf>
- Rowlands, C. (2006), “Just a minute: the case for faster changeovers is compelling”, Works Management, 59, 11, 18-21.
- Shields, H. (2006), “Attacking Lean Wastes”, Quality Progress, 39, 8, 78-79.
- Shingo, S. (1981), “Study of Toyota Production System”, Productivity Press, Portland.
- Shingo, S. (1985), “A Revolution in Manufacturing: The SMED System”, Productivity Press, Stamford.
- SramPort (2011), Manual da Qualidade e Ambiente, Coimbra.
- Suzaki, K. (2010), “Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua”, LeanOpPress.
- Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. (1990), “The machine that changed the world: The story of lean production – how Japan’s secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry”, Rawson Associates, New York.

## ANEXO I

Modelo	Placa Exterior	Placa Interior	Eixo	Rolo	
PC7X	Kanban - 400 72	Kanban - 500 18	Kanban - 700 14	Kanban - 815 12	
	SAP:52783321064	SAP:52788502164	SAP:12783701064	SAP:012768815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta	Cementado	
					
PC1Niq	Kanban - 400 20	Kanban - 500 12	Kanban - 700 13	Kanban - 815 12	
	SAP:052768321064	SAP:052768502064	SAP:012768700064	SAP:012768815164	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Niquelada	Cementado	Cementado	
					
PC1SS	Kanban - 400 21	Kanban - 500 11	Kanban - 700 13	Kanban - 815 12	
	SAP:012768320064	SAP:012770503064	SAP:012768700064	SAP:012768815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Cementado	Cementado	
					

## ANEXO II

Modelo	Placa Exterior	Placa Interior	Eixo	Rolo	
PC10	Kanban - 400 10	Kanban - 500 10	Kanban - 700 17	Kanban - 815 22	
	SAP:12769319064	SAP:12770500064	SAP:12746700064	SAP:012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Revenida	Revenida	Cementado	Cementado	
					
PC10Niq	Kanban - 400 34	Kanban - 500 10	Kanban - 700 17	Kanban - 815 22	
	SAP:52768321064	SAP:12770500064	SAP:12746700064	SAP:012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Revenida	Cementado	Cementado	
					
PC10SS	Kanban - 400 16	Kanban - 500 11	Kanban - 700 17	Kanban - 815 22	
	SAP:12769320064	SAP:12770503064	SAP:12746700064	SAP:012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Cementado	Cementado	
					







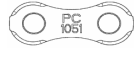









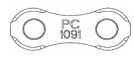








### ANEXO III

Modelo	Placa Exterior	Placa Interior	Eixo	Rolo	
PC830	Kanban - 400 47	Kanban - 500 17	Kanban - 700 17	Kanban - 815 22	
	SAP: 12746320064	SAP: 12786503164	SAP: 12746700064	SAP: 012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: 20 MnB4 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Cementado	Cementado	
PC830SS	Kanban - 400 47	Kanban - 500 17	Kanban - 700 18	Kanban - 815 22	
	SAP: 12746320064	SAP: 12786503164	SAP: 12747701064	SAP: 012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Delta	Cementado	
PC850	Kanban - 400 48	Kanban - 500 17	Kanban - 700 18	Kanban - 815 22	
	SAP: 12747320064	SAP: 12786503164	SAP: 12747701064	SAP: 012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Delta	Cementado	
PC870	Kanban - 400 49	Kanban - 500 17	Kanban - 700 18	Kanban - 815 22	
	SAP: 52748321064	SAP: 12786503164	SAP: 12747701064	SAP: 012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Bariada	Delta	Cementado	
PC890	Kanban - 400 50	Kanban - 500 18	Kanban - 700 18	Kanban - 815 22	
	SAP: 52749321064	SAP: 52788502164	SAP: 12747701064	SAP: 012781500001	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta	Cementado	

### ANEXO IV

Modelo	Placa Exterior	Placa Interior	Eixo	Rolo	
PC951	Kanban - 400 31	Kanban - 500 17	Kanban - 700 16	Kanban - 815 16	
	SAP: 012786320164	SAP: 012786503164	SAP: 012786701064	SAP: 012787815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Bariada	Bariada	Delta	Cementado	
PC971	Kanban - 400 35	Kanban - 500 17	Kanban - 700 16	Kanban - 815 16	
	SAP: 012787321164	SAP: 012786503164	SAP: 012786701064	SAP: 012787815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Bariada	Delta	Cementado	
PC991	Kanban - 400 36	Kanban - 500 18	Kanban - 700 16	Kanban - 815 16	
	SAP: 012788321164	SAP: 012788502164	SAP: 012786701064	SAP: 012787815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta	Cementado	
PC991CS	Kanban - 400 36	Kanban - 500 18	Kanban - 700 16	Kanban - 815 16	
	SAP: 012788321164	SAP: 012788502164	SAP: 012786701064	SAP: 012787815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	Aço: C68 (Trefilado)	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta	Cementado	
PC991HP	Kanban - 400 36	Kanban - 500 18	Kanban - 702 12	Kanban - 815 16	
	SAP: 012788321164	SAP: 012788502164	SAP: 012786701064	SAP: 012787815064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C35E_b (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta Furado	Cementado	

## ANEXO V

Modelo	Placa Exterior	Placa Interior	Eixo	Rolo	
PC1031	Kanban - 400 77	Kanban - 500 20	Kanban - 703 10	Kanban - 815 17	
	SAP:05.2704.007.700	SAP:01.2789.503.064	SAP:01.2792.703.064	SAP:01.2789.815.064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C27 MnCrB5-2 (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Bariada	Delta Solid Pin	Cementado	
					
PC1051	Kanban - 400 76	Kanban - 500 19	Kanban - 703 10	Kanban - 815 17	
	SAP:05.2704.007.600	SAP:01.2789.503.064	SAP:01.2792.703.064	SAP:01.2789.815.064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C27 MnCrB5-2 (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta Solid Pin	Cementado	
					
PC1071	Kanban - 400 75	Kanban - 500 20	Kanban - 702 13	Kanban - 815 17	
	SAP:05.2704.007.500	SAP:01.2789.503.064	SAP:01.2791.702.264	SAP:01.2789.815.064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C27 MnCrB5-2 (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Bariada	Delta Furado	Cementado	
					
PC1091	Kanban - 400 74	Kanban - 500 19	Kanban - 702 13	Kanban - 815 17	
	SAP:05.2704.007.400	SAP:01.2789.503.064	SAP:01.2791.702.264	SAP:01.2789.815.064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C27 MnCrB5-2 (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta Furado	Cementado	
					
PC1091R	Kanban - 400 73	Kanban - 500 19	Kanban - 702 13	Kanban - 815 17	
	SAP:05.2704.007.300	SAP:01.2789.503.064	SAP:01.2791.702.264	SAP:01.2789.815.064	
	Aço: C35E_a (Laminado)	Aço: C27 MnCrB5-2 (Laminado)	-	-	
	Niquelada	Niquelada	Delta Furado	Cementado	
					

## ANEXO VI

Grupo	Mudanças de fabrico na linha 1:	Limpezas
1	PC830 - PC830SS	Eixos
2	PC830 - PC850	Placa Exterior e eixos
2	PC830 - PC870	Placa Exterior e eixos
3	PC830 - PC890	Placa Exterior, Interior e eixos
1	PC830SS - PC830	Eixos
4	PC830SS - PC850	Placa Exterior
4	PC830SS - PC870	Placa Exterior
5	PC830SS - PC890	Placa Exterior e interior
2	PC850 - PC830	Placa Exterior e eixos
4	PC850 - PC830SS	Placa Exterior
4	PC850 - PC870	Placa Exterior
5	PC850 - PC890	Placa Exterior e interior
2	PC870 - PC830	Placa Exterior e eixos
4	PC870 - PC830SS	Placa Exterior
4	PC870 - PC850	Placa Exterior
5	PC870 - PC890	Placa Exterior e interior
3	PC890 - PC830	Placa Exterior, Interior e eixos
5	PC890 - PC830SS	Placa Exterior e interior
5	PC890 - PC850	Placa Exterior e interior
5	PC890 - PC870	Placa Exterior e interior

## ANEXO VII

Grupo	Mudanças de fabrico na linha 3 (9 velocidades):	Limpezas	Mudanças em máquinas:				
			Rebitagem Impacto		Rebitagem Contínua	Módulos CHC 25 e 70	PPRs
			Produção em curso	Produção parada			
1	PC951 - PC971	Placa Exterior	Não	Não	Não	Não	Não
2	PC951 - PC991	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Não
3	PC951 - PC991HP	Placa Exterior, Interior e Eixo	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
4	PC951 - PC991CS	Placa Exterior e Interior	Sim	Não	Não	Não	Sim
1	PC971 - PC951	Placa Exterior	Não	Não	Não	Não	Não
2	PC971 - PC991	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Não
3	PC971 - PC991HP	Placa Exterior, Interior e Eixo	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
4	PC971 - PC991CS	Placa Exterior e Interior	Sim	Não	Não	Não	Sim
2	PC991 - PC951	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Não
2	PC991 - PC971	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Não
5	PC991 - PC991HP	Eixos	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
6	PC991 - PC991CS	Não há limpeza de material	Sim	Não	Não	Não	Sim
7	PC991HP - PC951	Placa Exterior, Interior e Eixo	Não	Não	Sim	Sim	Sim
7	PC991HP - PC971	Placa Exterior, Interior e Eixo	Não	Não	Sim	Sim	Sim
8	PC991HP - PC991	Eixos	Não	Não	Sim	Sim	Sim
9	PC991HP - PC991CS	Eixos	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
10	PC991CS - PC951	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Sim
10	PC991CS - PC971	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Não	Sim
11	PC991CS - PC991	Não há limpeza de material	Não	Não	Não	Não	Sim
9	PC991CS - PC991HP	Eixos	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

## ANEXO VIII

Grupo	Mudanças de fabrico na linha 4 e 5:	Limpezas	Mudanças em máquinas:				
			Rebitagem Impacto			Rebitagem Contínua	Módulos CHC
			Retirar da RI	Passar pela RI	Deixar na RI		
1	PC1031 - PC1051	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Afinar	Afinar
2	PC1031 - PC1071	Placa Exterior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
3	PC1031 - PC1091	Placa Exterior, Interior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
3	PC1031 - PC1091R	Placa Exterior, Interior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
1	PC1051 - PC1031	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Não	Afinar	Afinar
3	PC1051 - PC1071	Placa Exterior, Interior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
2	PC1051 - PC1091	Placa Exterior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
2	PC1051 - PC1091R	Placa Exterior e Eixo	Não	Sim	Não	Afinar	Afinar
4	PC1071 - PC1031	Placa Exterior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
5	PC1071 - PC1051	Placa Exterior, Interior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
6	PC1071 - PC1091	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar
6	PC1071 - PC1091R	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar
5	PC1091 - PC1031	Placa Exterior, Interior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
4	PC1091 - PC1051	Placa Exterior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
6	PC1091 - PC1071	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar
7	PC1091 - PC1091R	Placa Exterior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar
5	PC1091R - PC1031	Placa Exterior, Interior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
4	PC1091R - PC1051	Placa Exterior e Eixo	Sim	Não	Não	Afinar	Afinar
6	PC1091R - PC1071	Placa Exterior e Interior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar
7	PC1091R - PC1091	Placa Exterior	Não	Não	Sim	Afinar	Afinar



## ANEXO IX

Grupo	Mudanças de fabrico Prensa 2 (Fabrica todo o tipo de placas interiores)	Mudanças				
		Aço	Módulos			
			1	2	3	4
1	500 17 - 500 18	Não	Não	Não	Não	Não
2	500 17 - 500 19	Sim	Não	Sim	Sim	Não
2	500 17 - 500 20	Sim	Não	Sim	Sim	Não
3	500 17 - 500 12	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 17 - 500 11	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 17 - 500 10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
2	500 18 - 500 19	Sim	Não	Sim	Sim	Não
2	500 18 - 500 20	Sim	Não	Sim	Sim	Não
3	500 18 - 500 12	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 18 - 500 11	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 18 - 500 10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1	500 19 - 500 20	Não	Não	Não	Não	Não
3	500 19 - 500 12	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 19 - 500 11	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 19 - 500 10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 20 - 500 12	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 20 - 500 11	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	500 20 - 500 10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1	500 12 - 500 11	Não	Não	Não	Não	Não
1	500 12 - 500 10	Não	Não	Não	Não	Não
1	500 11 - 500 10	Não	Não	Não	Não	Não

Grupos de mudança	
1	Não são efectuadas mudanças
2	Mudança de aço, mód. 2 e mód 3
3	Mudança de aço, mód. 1, 2, 3 e 4

## ANEXO X

Grupo	Mudanças de fabrico Prensa 3 (Fabrica principalmente placas Exteriores de 10 velocidades)	Mudanças				
		Aço	Módulos			
			1	2	3	4
1	400 73 - 400 74	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 73 - 400 75	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 73 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 73 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim
2	400 74 - 400 75	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 74 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 74 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 75 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim
1	400 75 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim
2	400 76 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Não

Grupos de mudança	
1	Mudança do mód. 3 e 4
2	Mudança do mód. 3 (marcas)

## ANEXO XI

Grupo	Mudanças de fabrico Prensa 4 (Fabrica principalmente placas exteriores de 8 ou 9 velocidades)	Mudanças				
		Aço	Módulos			
			1	2	3	4
1	400 31 - 400 35	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 31 - 400 36	Não	Não	Não	Sim	Não
2	400 31 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 31 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 31 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 31 - 400 50	Sim	Não	Não	Sim	Não
1	400 35 - 400 36	Não	Não	Não	Sim	Não
2	400 35 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 35 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 35 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 35 - 400 50	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 36 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 36 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 36 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não
2	400 36 - 400 50	Sim	Não	Não	Sim	Não
1	400 47 - 400 48	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 47 - 400 49	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 47 - 400 50	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 48 - 400 49	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 48 - 400 50	Não	Não	Não	Sim	Não
1	400 49 - 400 50	Não	Não	Não	Sim	Não

### Grupos de mudança

1	Mudança mód. 3
2	Mudança aço e mód. 3

## ANEXO XII

GRUPO	Mudança	Aço	Fieiras	R. Alimentadores	Engrenagens	Luneta	Cortantes
1	700 13 - 700 17	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
2	700 13 - 700 14	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
3	700 13 - 700 18	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	700 13 - 700 16	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
3	700 17 - 700 14	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
2	700 17 - 700 18	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
2	700 17 - 700 16	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
1	700 14 - 700 18	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
1	700 14 - 700 16	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
4	700 18 - 700 16	Não	Não	Não	Não	Não	Não

GRUPO	Mudança
1	Mudança nas engrenagens (dentes) - comprimento
2	Mudança de aço, fieiras, alimentadores, luneta e cortantes
3	Mudança de aço, fieiras, alimentadores, luneta, engrenagens, e cortantes
4	Não muda nada!

## ANEXO XIII

SRAM	SMED MONTAGEM	Mudança de fabrico: PC991HP - PC971		1º TURNO		2º TURNO		Elaborado por:	Data: 15/03/2012
		Levantamento de todas as operações		Operadora: Lúcia	Operadora: Alcina	Pedro Domingues		pedromingues@sram.com	
Nº	Descrição das actividades	Responsável pela Act.	Duração	Tempo Acumulado	Interna	Externa	Inútil	Comentários	
1	Paragem da produção	Operador	00:00:00	00:00:00	-	-	-		
2	Limpeza das cubas	Operador	00:02:16	00:02:16		X			
3	Limpeza Placas Exteriores Inf.	Operador	00:02:53	00:05:09	X				
4	Limpeza de Eixos	Operador	00:06:02	00:11:11	X				
5	Limpeza de Placas Exteriores Sup.	Operador	00:02:38	00:13:49	X			Testar utilização de um aspirador	
6	Limpeza de Placas Interiores	Operador	00:03:57	00:17:46	X				
7	Limpeza da Máquina e caixas atrás da CHC	Operador	00:06:59	00:24:45	X				
8	Afinador não está presente - ESPERA	-	00:02:56	00:27:41			X	Estava a intervir na linha 4	
9	Limpeza tubos	Afinador	00:05:22	00:33:03		X			
10	Substituir contentores (antigos por novos)	Afinador	00:09:00	00:42:03		X			
11	Alimentação do material à mão	Operador	00:02:20	00:44:23	X				
12	Afinação de mód. 25	Afinador	00:02:29	00:46:52	X			Observar uma outra mudança de fabrico para determinar o tempo correcto desta afinação.	
13	Produzir e passar corrente até mód. 70	Operador	00:02:34	00:49:26	X				
14	Afinador não está presente - ESPERA	-	00:04:10	00:53:36			X		
15	Retirar mód 70 para cima da mesa	Afinador	00:02:40	00:56:16	X				
16	Corte de corrente no mód. 70	Afinador	00:00:20	00:56:36	X				
17	Retirar bigorna inferior e calços	Afinador	00:12:10	01:08:46	X				
18	Retirar bigorna superior e calços	Afinador	00:04:12	01:12:58	X				
19	Procurar e medir calços	Afinador	00:11:18	01:24:16		X		Uma aparafusadora seria útil para estas actividades. Nesta mudança foi utilizada uma, mas era do afinador e não da empresa.	
20	Colocar calços e bigorna superior	Afinador	00:03:45	01:28:01	X				
21	Colocar calços e bigorna inferior	Afinador	00:07:45	01:35:46	X				
22	Colocar mód.70	Afinador	00:03:45	01:39:31	X				
23	Mudança de turno (espera de afinador)	-	00:03:55	01:43:26			X		
24	Passar corrente pelo mód. 70 e unir à antiga	Afinador	00:14:24	01:57:50	X				
25	Afinações globais CHC	Afinador	00:29:45	02:27:35	X				
26	Fabricar primeiros metros para verificação	Afinador	00:11:50	02:39:25	X				
27	ESPERA	-	00:06:05	02:45:30			X	Estavam a passar rolos de corrente	
28	Mudança PPR1 (tirar bloco superior)	Afinador	00:00:50	02:46:20		X			
29	Mudança PPR1 (tirar bloco inferior)	Afinador	00:05:42	02:52:02		X			
30	Mudança PPR1 - Alterações nos blocos	Afinador	00:13:38	03:05:40		X		Eliminar. Ter já novos blocos prontos suplentes para substituir os retirados.	
31	Mudança PPR1 - Colocação dos blocos e teste	Afinador	00:11:05	03:16:45		X			
32	Mudança PPR1 - Nova retirada dos blocos e colocação de outras pastilhas. Novo teste à PPR1. Motivo: Erro do afinador que antes mudou a PPR1.	Afinador	00:22:41	03:39:26			X	As pastilhas introduzidas não foram as correctas. O afinador que mudou antes a PPR1, colocou mal as pastilhas nos sacos que estão perto da PPR1.	
33	Passar corrente até à Rebit. Continua	Afinador	00:06:29	03:45:55	X			Utilização de uma espia colocada anteriormente pela operadora	
34	Mudança RC - Retirar e limpar moletes e calços	Afinador	00:06:03	03:51:58	X				
35	Mudança RC - Procurar e medir novos calços/moletes	Afinador	00:05:52	03:57:50		X		Acrescentar 1 disco em cima e outro em baixo, e colocar calços	
36	Mudança RC - Colocar moletes e calços	Afinador	00:05:24	04:03:14	X				
37	Testar rebtagem em continuo (afinar)	Afinador	00:04:59	04:08:13	X				
38	Passar corrente pelo MTC e até às PPR's	Afinador	00:05:11	04:13:24	X				
39	Fazer amostras	Operador	00:04:09	04:17:33	X				
40	Preparação Elos para arrancamentos	Afinador	00:04:26	04:21:59	X				
41	ESPERA - Falta folha para anotar arrancamentos	-	00:06:52	04:28:51			X	Verificar existência de uma folha destas antes de iniciar a mudança de fabrico.	
42	Ver arrancamentos	Afinador	00:13:49	04:42:40	X			Poderá ser a operadora a fazer? Colocar esta operação em simultâneo com os ensaios à tracção	
43	Fazer ensaios à tracção	Afinador	00:10:06	04:52:46	X				
44	Intervenção Extra - Mód. 25	Afinador	01:00:10	05:52:56			X	Actividade esporádica, resultante em parte do incumprimento de outra	
45	Jantar	-	00:30:00	06:22:56			X		
46	Início da produção	Operador	00:00:00	06:22:56	-	-	-		
47	Mudança PPR2 - Retirar blocos superior e inferior	Afinador	00:02:31	06:25:27		X			
48	Mudança PPR2 - Preparar novo bloco inferior	Afinador	00:03:08	06:28:35		X			
49	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco inferior	Afinador	00:05:27	06:34:02		X			
50	Mudança PPR2 - Preparar bloco superior	Afinador	00:08:49	06:42:51		X			
51	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco superior	Afinador	00:00:49	06:43:40		X			
52	Testar PPR2 e afinar	Afinador	00:09:01	06:52:41		X		Tirar punções e meter pastilhas. Ter novos blocos já prontos para substituir apenas os antigos	

Tempo Total Mudança	06:52:41
Tempo Total de paragem de produção	06:22:56

Tempo Act. Inúteis	01:46:49
Jantar	00:30:00
Tempo Act. Internas	03:01:04
Tempo Act. Externas	01:34:48

# ANEXO XIV

## Mudança de fabrico PC991HP para PC971

Gráfico Gantt - Levantamento de todas as operações



## ANEXO XV

SRAM	SMED MONTAGEM	Mudança de fabrico: PC991HP - PC971					Elaborado por:	
		Eliminação das Actividades Inúteis					Pedro Domingues <a href="mailto:pdomingues@sram.com">pdomingues@sram.com</a>	
Nº	Descrição das actividades	Responsável pela Act.	Duração	Tempo Acumulado	Interna	Externa	Comentários	
1	Paragem da produção	Operador	00:00:00	00:00:00	-	-		
2	Limpeza das cubas	Operador	00:02:16	00:02:16		X		
3	Limpeza Placas Exteriores Inf.	Operador	00:02:53	00:05:09	X		Possível utilização de aspirador?	
4	Limpeza de Eixos	Operador	00:06:02	00:11:11	X			
5	Limpeza de Placas Exteriores Sup.	Operador	00:02:38	00:13:49	X			
6	Limpeza de Placas Interiores	Operador	00:03:57	00:17:46	X			
7	Limpeza da Máquina e caixas atrás da CHC	Operador	00:06:59	00:24:45	X			
8	Limpeza tubos	Afinador	00:05:22	00:30:07		X		
9	Substituir contentores (antigos por novos)	Afinador	00:09:00	00:39:07		X		
10	Alimentação do material à mão	Operador	00:02:20	00:41:27	X			
11	Afinação de mód. 25	Afinador	00:02:29	00:43:56	X		Verificar esta actividade numa outra mudança de fabrico, pois os calços deste módulo são geralmente mudados.	
12	Produzir e passar corrente até mód. 70	Operador	00:02:34	00:46:30	X		Aparafusadora	
13	Retirar mód 70 para cima da mesa	Afinador	00:02:40	00:49:10	X			
14	Corte de corrente no mód. 70	Afinador	00:00:20	00:49:30	X			
15	Retirar bigorna inferior e calços	Afinador	00:12:10	01:01:40	X			
16	Retirar bigorna superior e calços	Afinador	00:04:12	01:05:52	X			
17	Procurar e medir calços	Afinador	00:11:18	01:17:10		X		
18	Colocar calços e bigorna superior	Afinador	00:03:45	01:20:55	X			
19	Colocar calços e bigorna inferior	Afinador	00:07:45	01:28:40	X			
20	Colocar mód.70	Afinador	00:03:45	01:32:25	X			
21	Passar corrente pelo mód. 70 e unir à antiga	Afinador	00:14:24	01:46:49	X			
22	Afinações globais CHC	Afinador	00:29:45	02:16:34	X			
23	Fabricar primeiros metros para verificação	Afinador	00:11:50	02:28:24	X			
24	Mudança PPR1 (tirar bloco superior)	Afinador	00:00:50	02:29:14		X		
25	Mudança PPR1 (tirar bloco inferior)	Afinador	00:05:42	02:34:56		X		
26	Mudança PPR1 - Alterações nos blocos	Afinador	00:13:38	02:48:34		X	Eliminar. Ter já novos blocos prontos para substituir os retirados	
27	Mudança PPR1 - Colocação dos blocos e teste	Afinador	00:11:05	02:59:39		X		
28	Passar corrente até à Rebit. Continua	Afinador	00:06:29	03:06:08	X		Utilização de uma espia colocada antecipadamente pela operadora	
29	Mudança RC - Retirar e limpar moletes e calços	Afinador	00:06:03	03:12:11	X		Acrescentar 1 disco em cima e outro em baixo, e colocar calços	
30	Mudança RC - Procurar e medir novos calços/moletes	Afinador	00:05:52	03:18:03		X		
31	Mudança RC - Colocar moletes e calços	Afinador	00:05:24	03:23:27	X			
32	Testar rebitagem em continuo (afinar)	Afinador	00:04:59	03:28:26	X			
33	Passar corrente pelo MTC e até às PPR's	Afinador	00:05:11	03:33:37	X			
34	Fazer amostras	Operador	00:04:09	03:37:46	X			
35	Preparação Elos para arrancamentos	Afinador	00:04:26	03:42:12	X		Poderá ser a operadora a fazer esta operação, em simultâneo com os ensaios à tracção?	
36	Ver arrancamentos	Afinador	00:13:49	03:56:01	X			
37	Fazer ensaios à tracção	Afinador	00:10:06	04:06:07	X			
38	Início da produção	Operador	00:00:00	04:06:07	-	-		
39	Mudança PPR2 - Retirar blocos superior e inferior	Afinador	00:02:31	04:08:38		X	Tirar punções e meter pastilhas. Ter novos blocos já prontos para substituir apenas os antigos	
40	Mudança PPR2 - Preparar novo bloco inferior	Afinador	00:03:08	04:11:46		X		
41	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco inferior	Afinador	00:05:27	04:17:13		X		
42	Mudança PPR2 - Preparar bloco superior	Afinador	00:08:49	04:26:02		X		
43	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco superior	Afinador	00:00:49	04:26:51		X		
44	Testar PPR2 e afinar	Afinador	00:09:01	04:35:52		X		

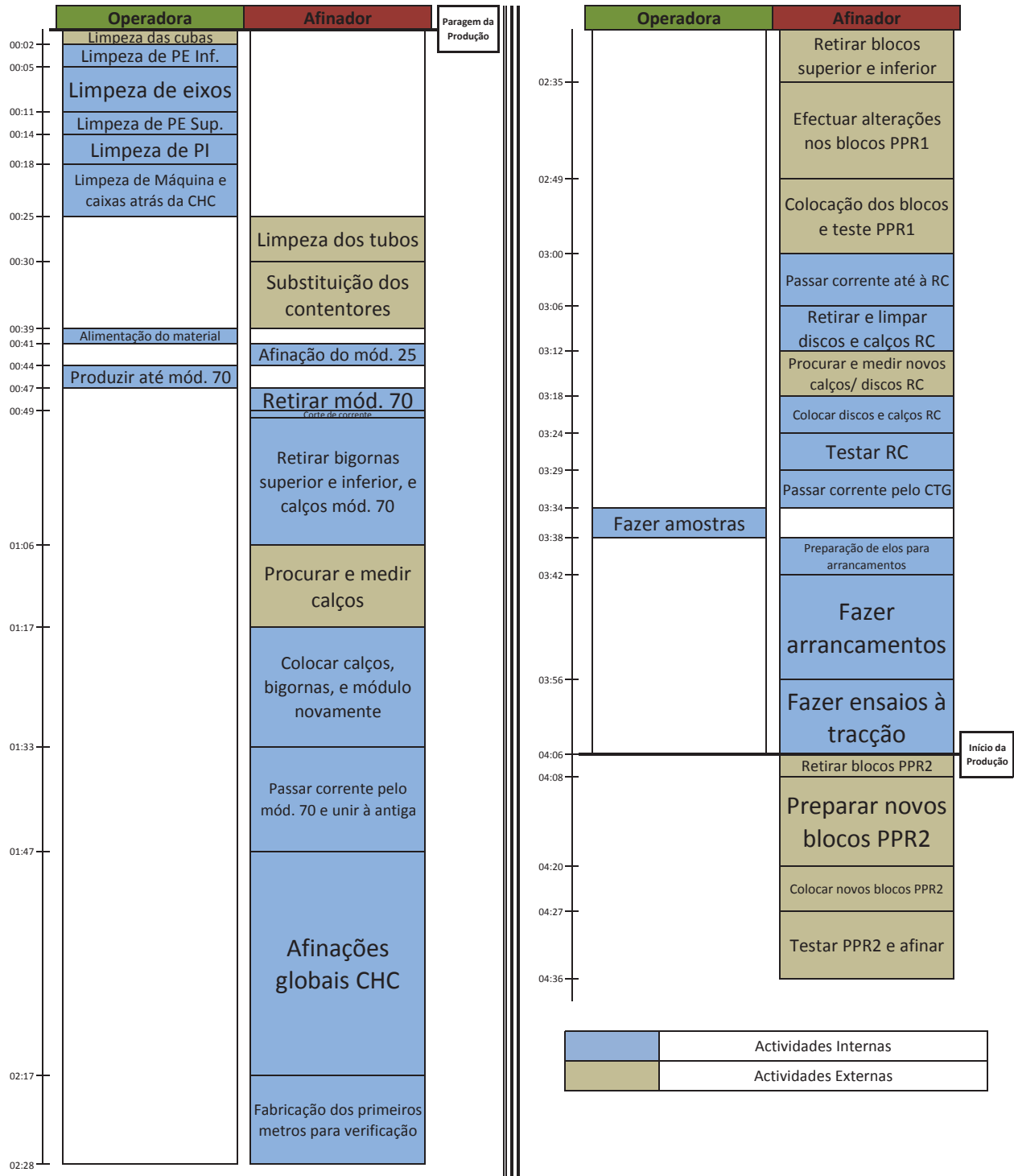
T. Total Mudança	04:35:52
T. Total Paragem de produção	04:06:07

T. Internas	03:01:04
T. Externas	01:34:48

# ANEXO XVI

## Mudança de fabrico PC991HP para PC971

Gráfico Gantt - Eliminação de operações inúteis



# ANEXO XVII

SRAM.	SMED MONTAGEM	Mudança de fabrico: PC991HP - PC971					Elaborado por:
		Separação de actividades Externas e Internas					Pedro Domingues <a href="mailto:pdomingues@sram.com">pdomingues@sram.com</a>
Nº	Descrição das actividades	Responsável pela Act.	Duração	Tempo Acumulado	Interna	Externa	Comentários
1	Preparar ferramenta e material necessário para a mudança	Afinador	-	-	-	X	Preparar antecipadamente blocos para as PPRs, calços e bigornas mód 70, discos e calços RC, e outra ferramenta necessária
2	Mudança PPR1 (tirar bloco superior)	Afinador	00:00:50			X	
3	Mudança PPR1 (tirar bloco inferior)	Afinador	00:05:42			X	
4	Mudança PPR1 - Colocação dos blocos e teste	Afinador	00:11:05			X	
5	Colocar contentores antigos para a limpeza	Afinador	-			X	
6	Limpeza das cubas	Operador	00:02:16			X	
7	Limpeza tubos	Afinador	00:05:22			X	
8	Colocar novos contentores junto da linha	Afinador	-			X	
9	Paragem da produção	Operador	00:00:00	00:00:00	-	-	Possível utilização de aspirador?
10	Limpeza Placas Exteriores Inf.	Operador	00:02:53	00:02:53	X		
11	Limpeza de Eixos	Operador	00:06:02	00:08:55	X		
12	Limpeza de Placas Exteriores Sup.	Operador	00:02:38	00:11:33	X		
13	Limpeza de Placas Interiores	Operador	00:03:57	00:15:30	X		
14	Limpeza da Máquina e caixas atrás da CHC	Operador	00:06:59	00:22:29	X		
15	Alimentação do material à mão	Operador	00:02:20	00:24:49	X		
16	Afinação de mód. 25	Afinador	00:02:29	00:27:18	X		
17	Produzir e passar corrente até mód. 70	Operador	00:02:34	00:29:52	X		
18	Retirar mód 70 para cima da mesa	Afinador	00:02:40	00:32:32	X		
19	Corte de corrente no mód. 70	Afinador	00:00:20	00:32:52	X		
20	Retirar bigorna inferior e calços	Afinador	00:12:10	00:45:02	X		
21	Retirar bigorna superior e calços	Afinador	00:04:12	00:49:14	X		
22	Colocar calços e bigorna superior	Afinador	00:03:45	00:52:59	X		
23	Colocar calços e bigorna inferior	Afinador	00:07:45	01:00:44	X		
24	Colocar mód.70	Afinador	00:03:45	01:04:29	X		
25	Passar corrente pelo mód. 70 e unir à antiga	Afinador	00:14:24	01:18:53	X		
26	Afinações globais CHC	Afinador	00:29:45	01:48:38	X		
27	Fabricar primeiros metros para verificação	Afinador	00:11:50	02:00:28	X		
28	Passar corrente até à Rebit. Continua	Afinador	00:06:29	02:06:57	X		
29	Mudança RC - Retirar e limpar moletes e calços	Afinador	00:06:03	02:13:00	X		
30	Mudança RC - Colocar moletes e calços	Afinador	00:05:24	02:18:24	X		
31	Testar rebitagem em contínuo (afinar)	Afinador	00:04:59	02:23:23	X		
32	Passar corrente pelo MTC e até às PPR's	Afinador	00:05:11	02:28:34	X		
33	Fazer amostras	Operador	00:04:09	02:32:43	X		
34	Preparação Elos para arrancamentos	Afinador	00:04:26	02:37:09	X		
35	Ver arrancamentos	Afinador	00:13:49	02:50:58	X		
36	Fazer ensaios à tracção	Afinador	00:10:06	03:01:04	X		
37	Início da produção	Operador	00:00:00	03:01:04	-	-	
38	Mudança PPR2 - Retirar blocos superior e inferior	Afinador	00:02:31			X	Tirar punções e meter pastilhas. Ter novos blocos já prontos para substituir apenas os antigos
39	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco inferior	Afinador	00:05:27			X	
40	Mudança PPR2 - Colocar novo bloco superior	Afinador	00:00:49			X	
41	Testar PPR2 e afinar	Afinador	00:09:01			X	
42	Arrumar contentores antigos na estante	Afinador	-			X	
43	Alimentar cubas	Afinador	-			X	
44	Arrumar material e ferramenta	Afinador	-			X	

T. Total Paragem de produção 03:01:04

Ocupação dos intervenientes (durante a paragem de produção):

Ocupação do afinador	02:29:32
Ocupação da operadora	00:31:32

# ANEXO XVIII

<b>SRAM.</b>	<b>SMED MONTAGEM</b>	<b>Mudança de fabrico: PC991HP - PC971</b>					<b>Elaborado por:</b>
		<b>Ordenação de Tarefas</b>					Pedro Domingues <a href="mailto:pdomingues@sram.com">pdomingues@sram.com</a>
<b>Nº</b>	<b>Descrição das actividades</b>	<b>Responsável pela Act.</b>	<b>Duração</b>	<b>Tempo Ac.</b>	<b>Interna</b>	<b>Externa</b>	<b>Comentários</b>
1	Preparar ferramenta necessária para a mudança	Afinador	-	-	-	X	Preparar antecipadamente blocos para as PPRs, calços e bigornas mód 70, discos e calços RC, e outra ferramenta necessária
2	Mudança PPR1 e teste	Afinador	00:17:37			X	
3	Colocar contentores antigos para a limpeza	Afinador	-			X	
4	Limpeza das cubas	Operador	00:02:16			X	
5	Limpeza tubos	Afinador	00:05:22			X	
6	Colocar novos contentores junto da linha	Afinador	-			X	
7	Paragem da produção	Operador	00:00:00	00:00:00	-	-	Possível utilização de aspirador?
8	Limpeza Placas Exteriores Inf.	Operador	00:02:53	00:02:53	X		
9	Limpeza de Eixos	Operador	00:06:02	00:08:55	X		
10	Limpeza de Placas Exteriores Sup.	Operador	00:02:38	00:11:33	X		
11	Limpeza de Placas Interiores	Operador	00:03:57	00:15:30	X		
12	Limpeza da Máquina e caixas atrás da CHC	Operador	00:06:59	00:22:29	X		
13	Alimentação do material à mão	Operador	00:02:20	00:24:49	X		
14	Afinação de mód. 25	Afinador	00:02:29	00:27:18	X		
15	Produzir e passar corrente até mód. 70	Operador	00:02:34	00:29:52	X		
16	Corte de corrente no mód. 70	Afinador	00:00:20	00:30:12	X		
17	Mudança Mód. 70	Afinador	00:34:17	01:04:29	X		Aparafusadora
18	Passar corrente pelo mód. 70 e unir à antiga	Afinador	00:14:24	01:18:53	X		
19	Afinações globais CHC	Afinador	00:29:45	01:48:38	X		
20	Fabricar primeiros metros para verificação	Operador	00:11:50	02:00:28	X		
21	Passar corrente até à Rebit. Continua	Operador	00:06:29	02:06:57	X		Utilização de uma espia colocada antecipadamente pela operadora
22	Mudança RC	Afinador	00:11:27	02:18:24	X		Acrescentar 1 disco em cima e outro em baixo, e colocar calços
23	Testar rebitagem em contínuo (afinar)	Afinador	00:04:59	02:23:23	X		
24	Passar corrente pelo MTC e até às PPR's	Operador	00:05:11	02:28:34	X		
25	Fazer amostras	Operador	00:04:09	02:32:43	X		
26	Ver arrancamentos	Operador	00:18:15	02:50:58	X		Formar operadoras para que sejam elas a fazer os arrancamentos
27	Fazer ensaios à tracção	Afinador	00:10:06	03:01:04	X		
28	Início da produção	Operador	00:00:00		-	-	
29	Mudança PPR2	Afinador	00:08:47			X	Tirar punções e meter pastilhas. Ter novos blocos já prontos para substituir apenas os antigos
30	Testar PPR2 e afinar	Afinador	00:09:01			X	
31	Arrumar contentores antigos na estante	Afinador	-			X	
32	Alimentar cubas	Afinador	-			X	
33	Arrumar material e ferramenta	Afinador	-			X	

T. Total Paragem de produção

03:01:04

**Ocupação dos intervenientes (durante a paragem de produção):**

Ocupação do afinador 01:47:47

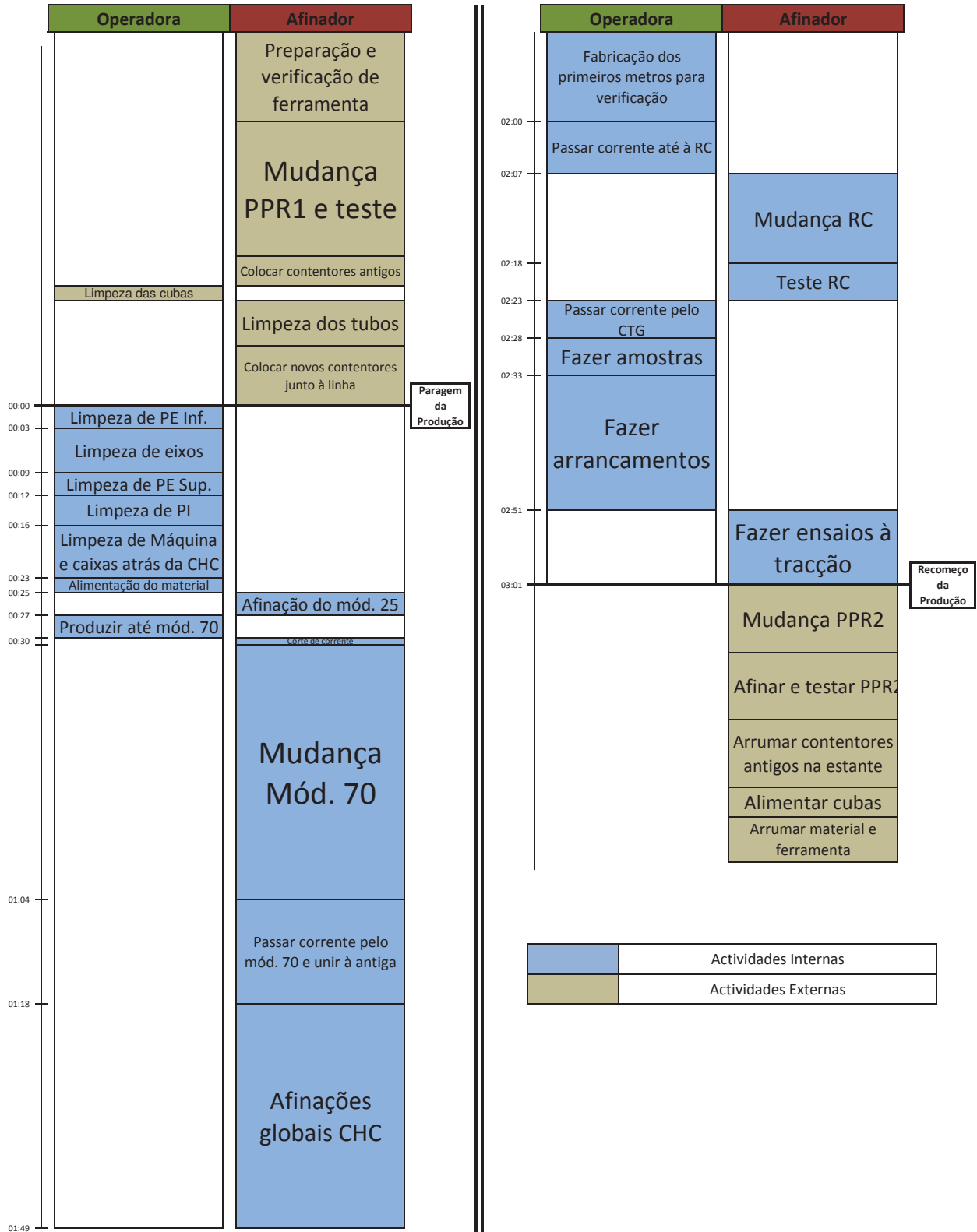
Ocupação da operadora 01:13:17



# ANEXO XIX

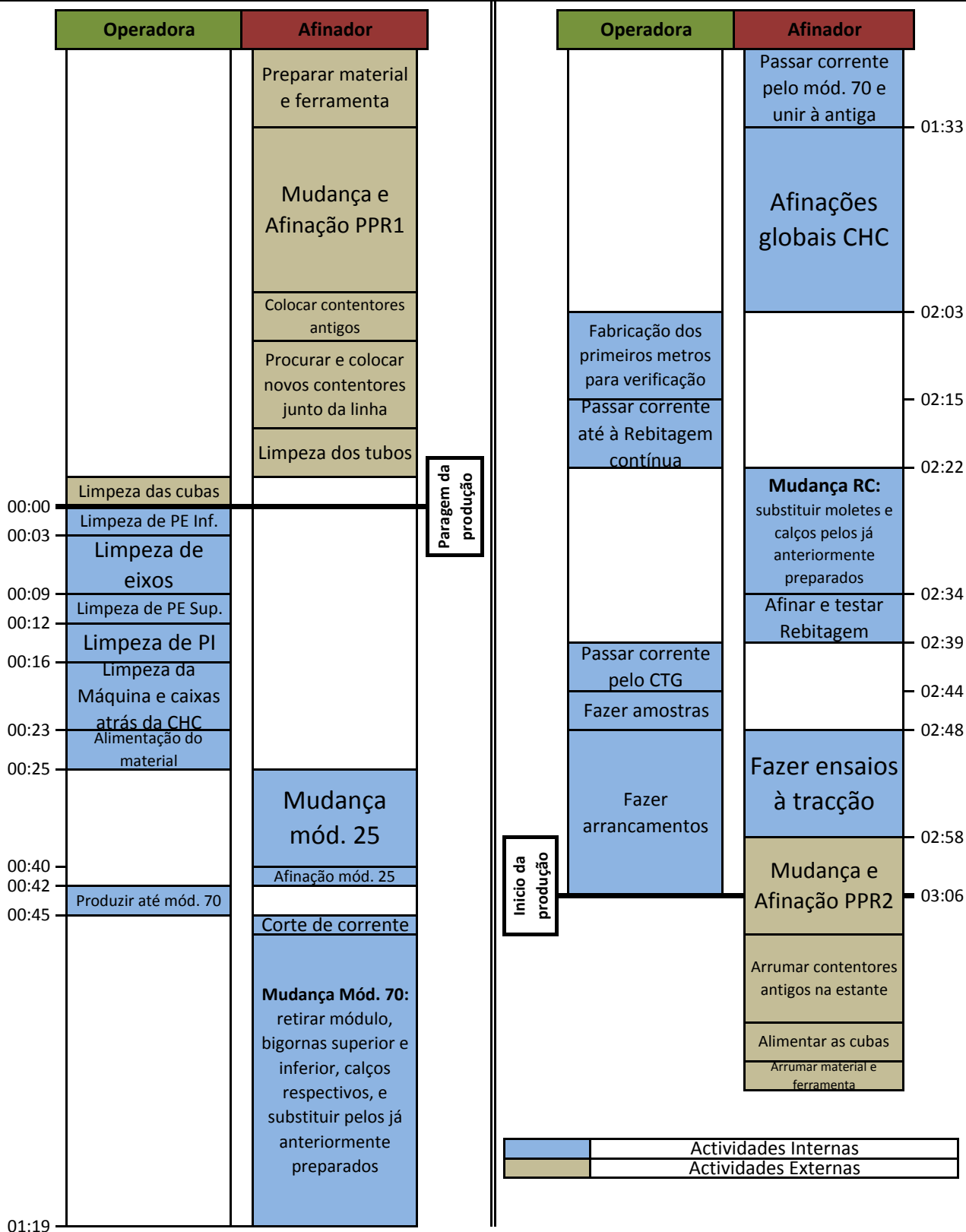
## Mudança de fabrico PC991HP para PC971

Gráfico Gantt - Separação das actividades Externas e Internas e ordenação de tarefas



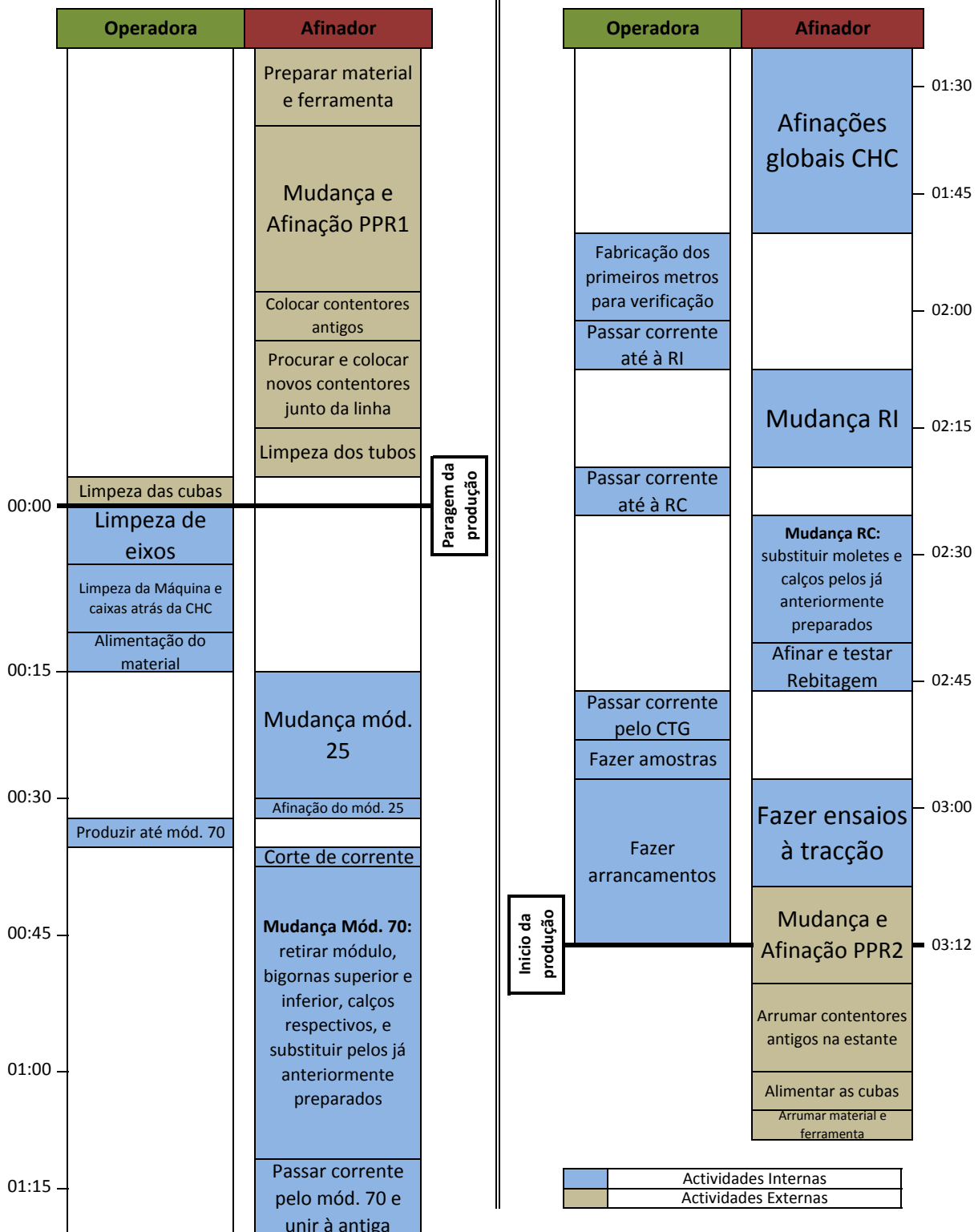
# ANEXO XX

## Sequência a Testar - Mudança de fabrico PC991HP - PC971



# ANEXO XXI

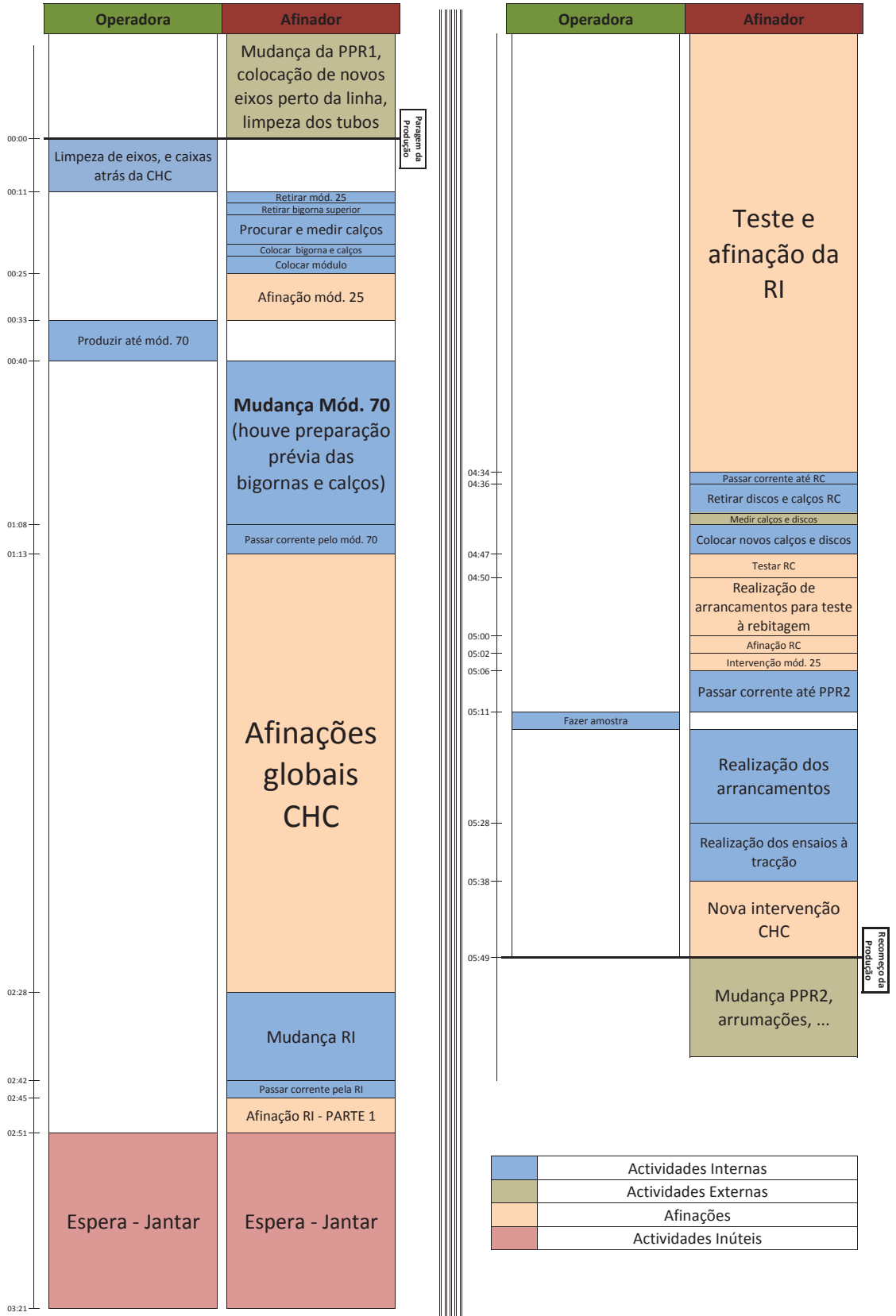
## 1º Teste: Mudança de fabrico PC991CS - PC991HP - Objectivo



## ANEXO XXII

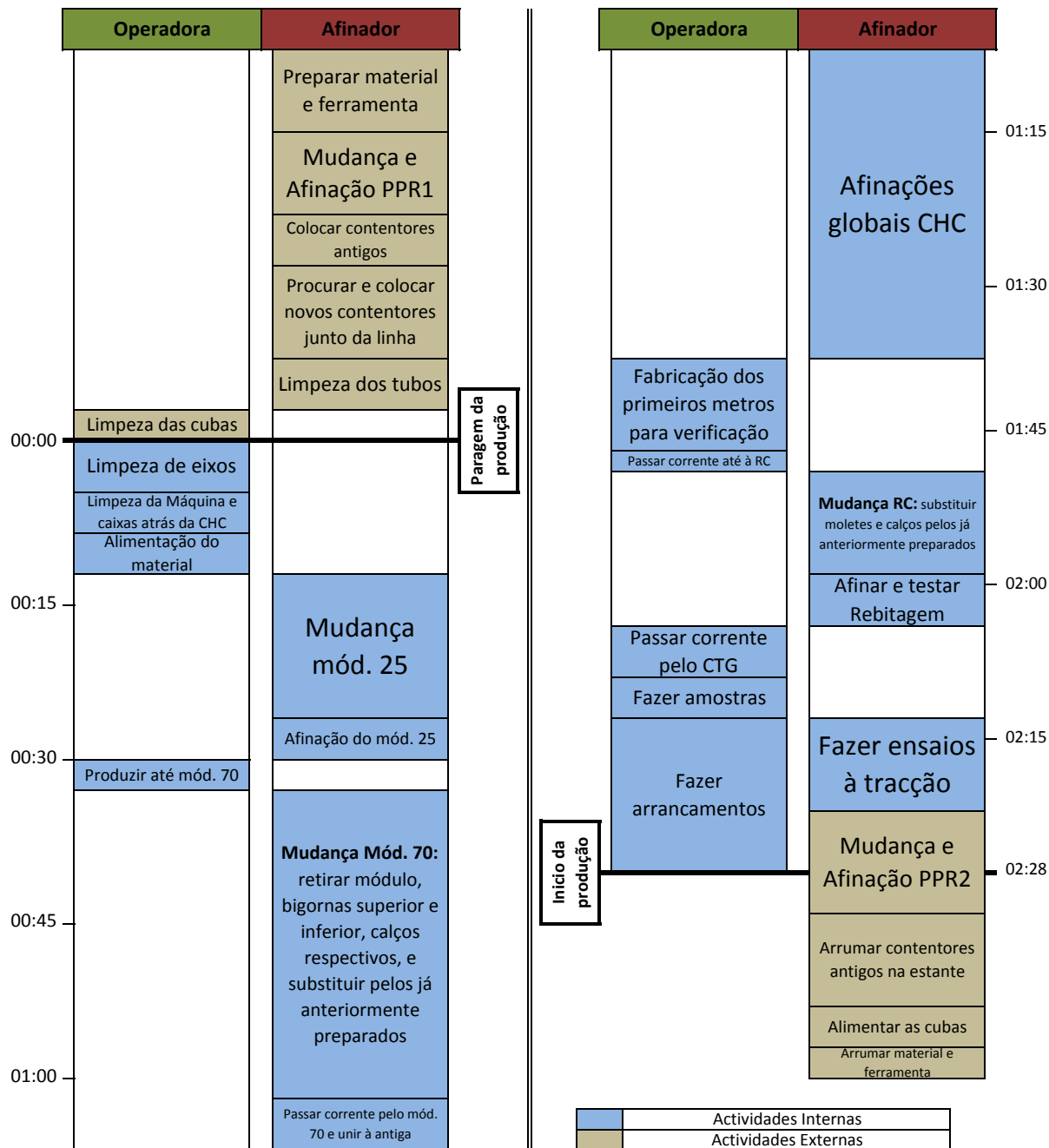
# Mudança de fabrico PC991CS - PC991HP

**Gráfico Gantt - 1º TESTE - Resultado**



# ANEXO XXIII

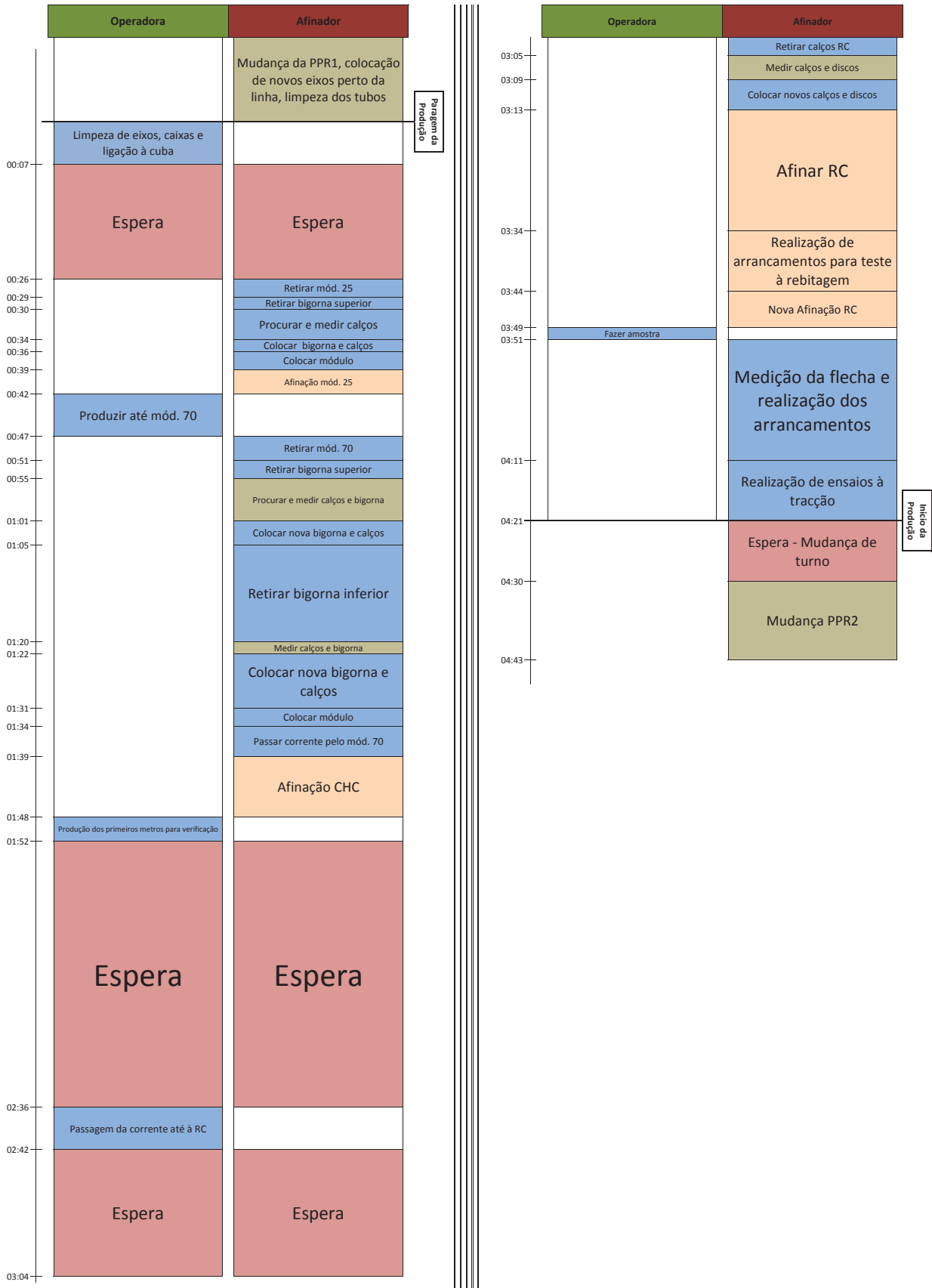
## 2º Teste: Mudança de fabrico PC991HP - PC991 - Objectivo



ANEXO XXIV

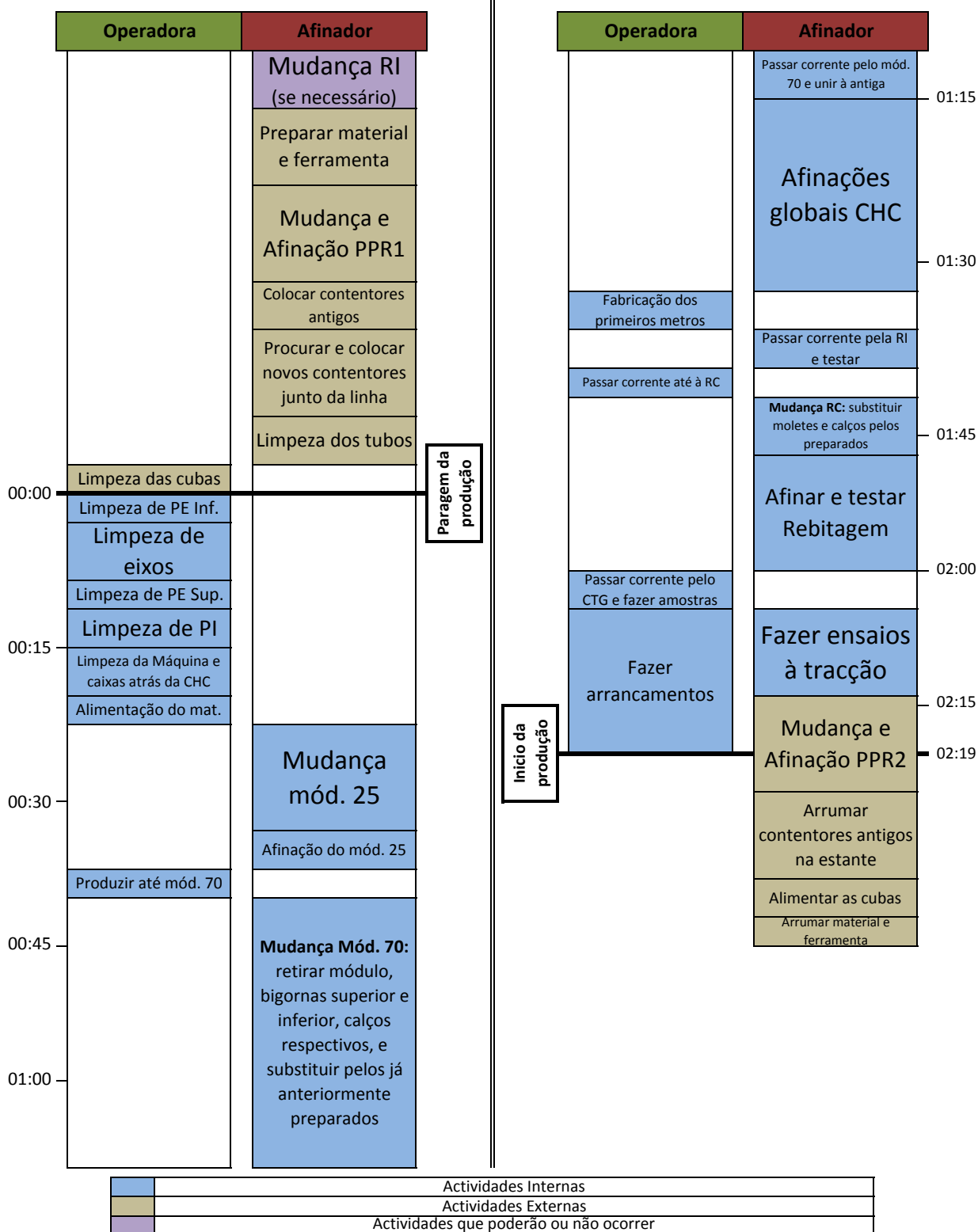
# Mudança de fabrico PC991HP - PC991

## Gráfico Gantt - 2º TESTE - Resultado



# ANEXO XXV

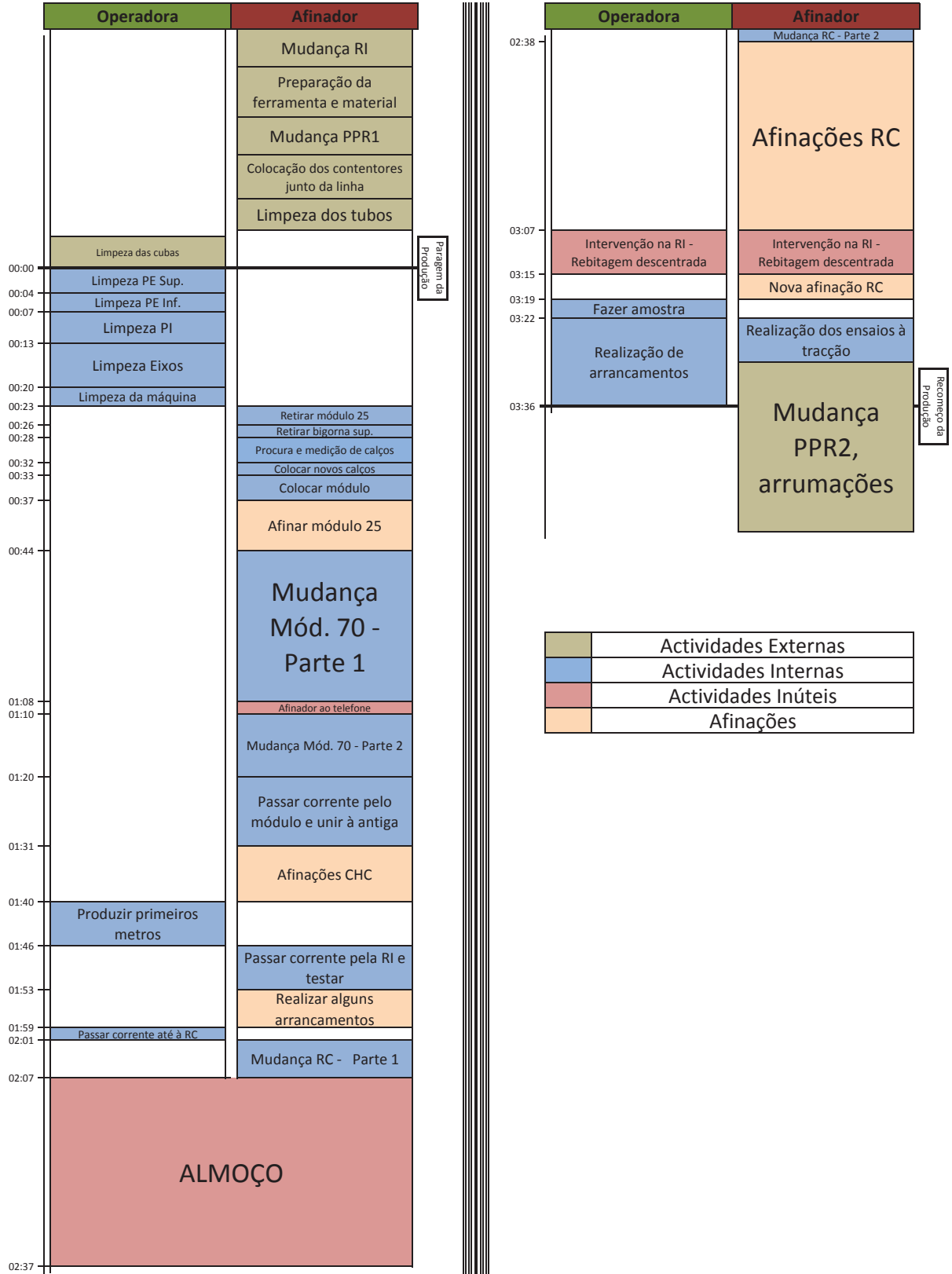
## 3º Teste: Mudança de fabrico PC971 - PC991HP - Objectivo



# ANEXO XXVI

## Mudança de fabrico PC971 - PC991HP

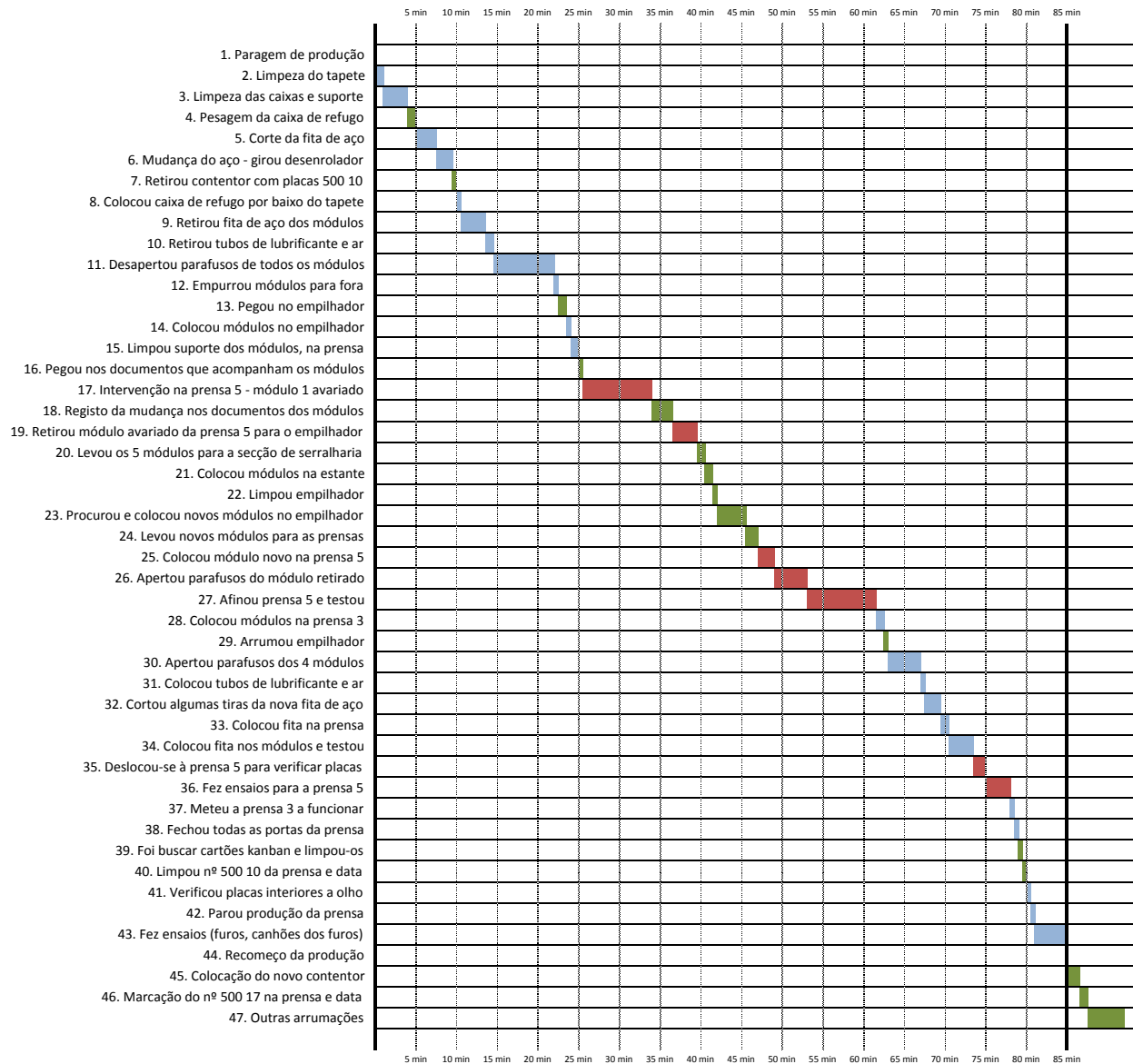
### Gráfico Gantt - 3º TESTE - Resultado





## ANEXO XXVII

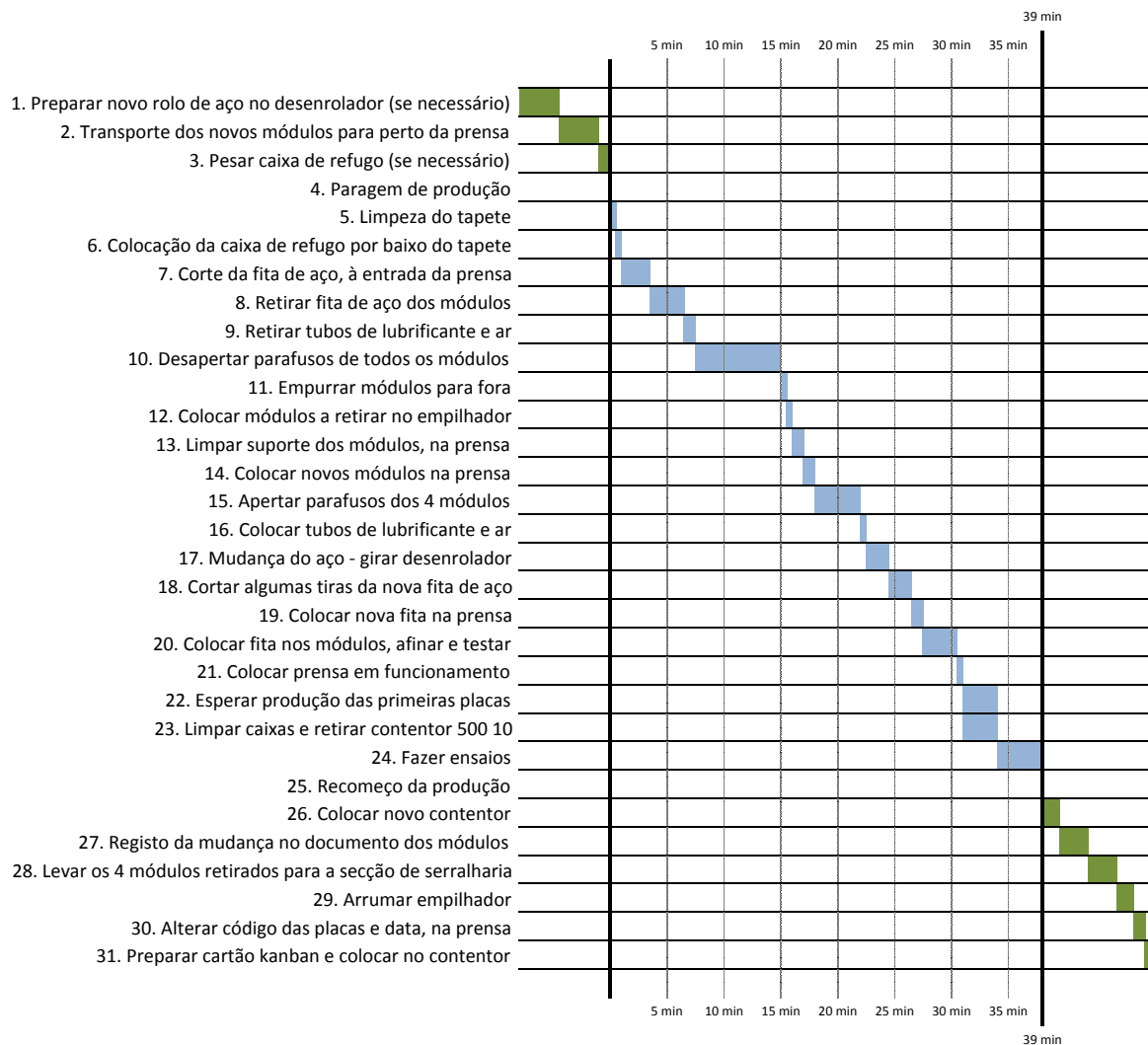
### Mudança de fabrico 500 10 - 500 17 - Recolha de operações



	Actividades Internas	39m e 30s
	Actividades Externas durante a paragem de produção	14m e 30s
	Actividades Inúteis durante a paragem de produção	31 min
	<b>Total Paragem de Produção</b>	<b>1h e 25m</b>

# ANEXO XXVIII

## Mudança de fabrico 500 10 - 500 17 - Sequência c/ 1 Operador



	Actividades Internas	39 min
	Actividades Externas	0 min
	<b>Total Paragem de Produção</b>	<b>39 min</b>

# ANEXO XXIX

## Mudança de fabrico 500 10 - 500 17 - Sequência c/ 2 Operadores

	Operador 1	Operador 2	
Paragem de produção		Preparar novo rolo de aço no desenrolador	
	Pesar caixa refugo	Transporte dos novos módulos para perto da prensa	
	Limpeza do tapete	Corte da fita de aço, à entrada da prensa	00:00
	Limpar caixas e retirar contentor 500 10	Retirar fita de aço dos módulos	
	Colocar caixa refugo		
	Mudar aço - girar desenrolador	Retirar tubos de lubrificante e ar	00:05
	Cortar algumas tiras do novo aço	Desapertar parafusos de todos os módulos	
	Colocar nova fita à entrada da prensa		
	Colocar novo contentor, colocar cartão kanban no contentor e alterar informação na prensa		
		Retirar módulos para empilhador	
	Registo da mudança nos cadernos dos módulos	Limpar suporte dos módulos, na prensa	00:15
		Colocar novos módulos	
	Arrumar os quatro módulos retirados	Apertar parafusos dos quatro módulos	
	Arrumar empilhador	Colocar tubos de ar	00:20
	Colocar fita nos módulos, afinar e testar		
Produzir primeiras placas		00:25	
Fazer ensaios			
Recomeço da produção			00:29
	Actividades Internas		
	Actividades Externas		

# ANEXO XXX

## SMED Montagem - Objectivos

Mudança de fabrico	Limpezas - Objectivo	Mód. 25 - Objectivo	Afinações mód. 25 - Objectivo	Mód. 70		Afinações CHC - Objectivo	RC		Afinações RC - Objectivo	Outras A. Int. - Objectivo	Ensaaios - Objectivo	Outras A. Ext. - Objectivo	A. Inúteis - Objectivo	Paragem de Produção - Objectivo
				Objectivo	A. Ext.		Objectivo	A. Ext.						
PC991HP - PC971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1º TESTE	00:15:21	00:15:00	00:02:29	00:34:37	00:00:00	00:29:45	00:11:27	00:00:00	00:04:59	01:00:00	00:18:15	00:00:00	00:00:00	03:11:53
2º TESTE	00:10:40	00:14:31	00:05:11	00:28:23	00:00:00	00:29:45	00:10:04	00:00:00	00:05:00	00:28:09	00:15:58	00:00:00	00:00:00	02:27:41
3º TESTE	00:22:28	00:12:38	00:04:37	00:28:23	00:00:00	00:19:33	00:05:34	00:00:00	00:12:02	00:17:17	00:15:58	00:00:00	00:00:00	02:18:30
<b>Resultado: PC991HP - PC971</b>	00:20:27	00:12:38	00:05:20	00:28:23	00:00:00	00:15:49	00:05:34	00:00:00	00:17:27	00:14:00	00:14:04	00:00:00	00:00:00	02:13:42

## SMED Montagem - Resultados

Mudança de fabrico	Limpezas	Mód. 25	Afinações mód. 25	Mód. 70		Afinações CHC	RC		Afinações RC	Outras A. Int.	Ensaaios	Outras A. Ext.	Outras Afinações	Almoço/ Jantar	A. Inúteis	Paragem de Produção	
				Total	A. Ext.		Total	A. Ext.								Total	Total sem almoço
PC991HP - PC971	00:24:49	-	00:02:29	00:45:55	00:11:18	00:29:45	00:17:19	00:05:52	00:04:59	00:44:37	00:28:21	00:47:53	-	00:30:00	01:46:49	06:22:56	05:52:56
1º TESTE	00:10:40	00:14:31	00:07:53	00:28:23	00:00:00	01:15:08	00:11:51	00:01:47	00:05:01	00:38:07	00:26:01	00:00:00	01:41:53	00:30:00	00:00:00	05:49:28	05:19:28
2º TESTE	00:06:32	00:12:38	00:03:28	00:46:24	00:08:10	00:09:22	00:09:08	00:03:34	00:26:05	00:23:42	00:29:41	00:00:00	00:09:46	00:00:00	01:24:08	04:20:54	04:20:54
3º TESTE	00:23:10	00:13:38	00:07:29	00:31:26	00:00:00	00:08:20	00:06:56	00:00:00	00:33:45	00:32:15	00:14:04	00:00:00	00:06:01	00:30:00	00:09:17	03:36:21	03:06:21

## SMED Montagem - Desvio (tempo) em relação ao objectivo

Mudança de fabrico	Limpezas	Mód. 25	Afinações mód. 25	Mód. 70	Afinações CHC	RC	Afinações RC	Outras A. Int.	Ensaaios	Paragem de Produção	
										Total	Total sem almoço
PC991HP - PC971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1º TESTE	-00:04:41	-00:00:29	+00:05:24	-00:06:14	+00:45:23	+00:00:24	+00:00:02	-00:21:53	+00:07:46	+02:37:35	+02:07:35
2º TESTE	-00:04:08	-00:01:53	-00:01:43	+00:18:01	-00:20:23	-00:00:56	+00:21:05	-00:04:27	+00:13:43	+01:53:13	+01:53:13
3º TESTE	+00:00:42	+00:01:00	+00:02:52	+00:03:03	-00:11:13	+00:01:22	+00:21:43	+00:14:58	-00:01:54	+01:17:51	+00:47:51

## SMED Montagem - Desvio (%) em relação ao objectivo

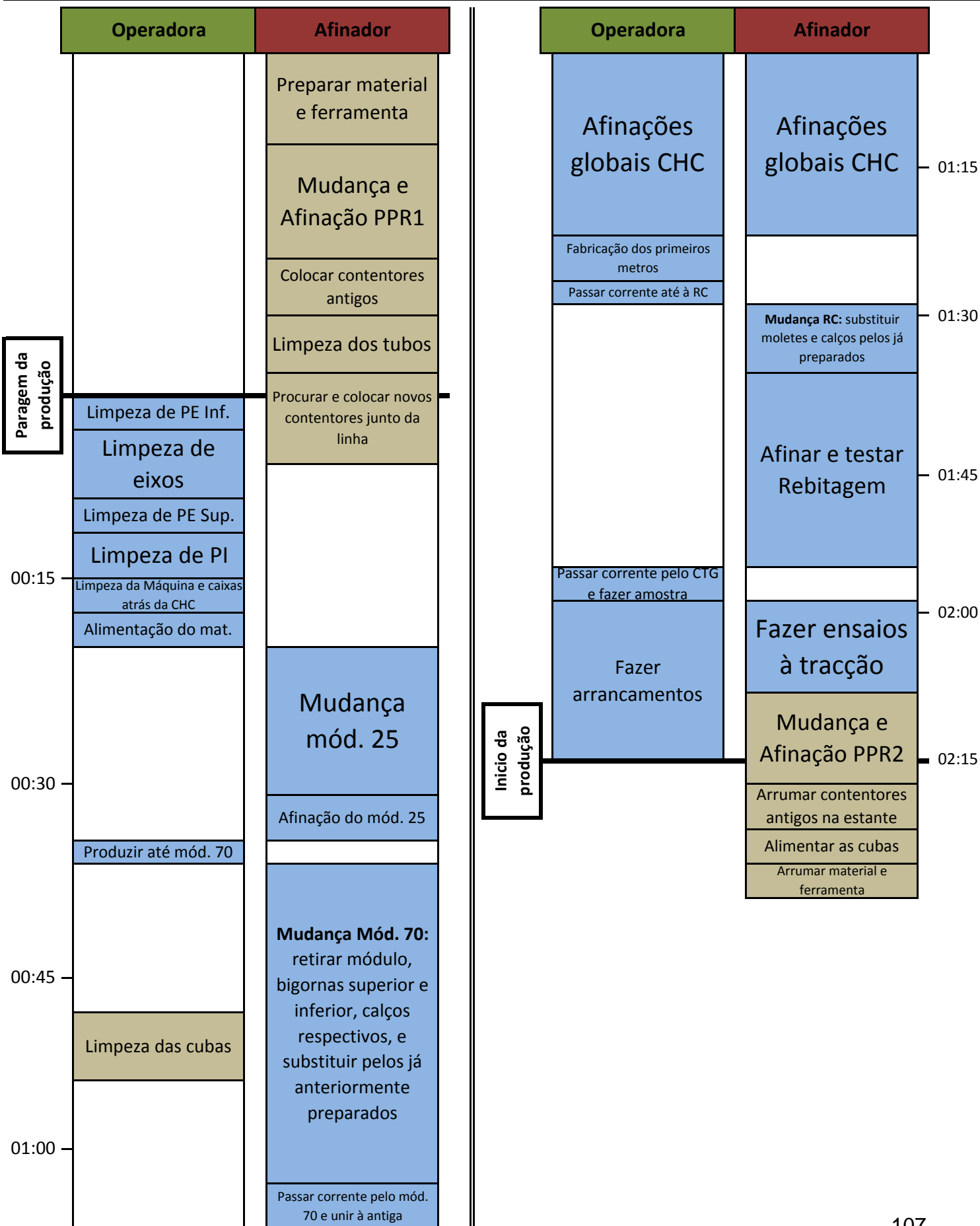
Mudança de fabrico	Limpezas	Mód. 25	Afinações mód. 25	Mód. 70	Afinações CHC	RC	Afinações RC	Outras A. Int.	Ensaaios	Paragem de Produção	
										Total	Total sem almoço
PC991HP - PC971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1º TESTE	-31%	-3%	+217%	-18%	+153%	+3%	+1%	-36%	+43%	+82%	+66%
2º TESTE	-39%	-13%	-33%	+63%	-69%	-9%	+422%	-16%	+86%	+77%	+77%
3º TESTE	+3%	+8%	+62%	+11%	-57%	+25%	+181%	+87%	-12%	+56%	+35%

## SMED Montagem - Comparação entre 1ª Mudança observada e Objectivo final proposto

Mudança de fabrico	Mód. 70	RC	Ensaaios	Outras A. Ext.	A. Inúteis	Paragem de Produção	
						Total	Total sem almoço
<b>Redução proposta</b>	-38%	-68%	-50%	-100%	-100%	-65%	-62%
<b>PC991HP - PC971</b>	-00:17:32	-00:11:45	-00:14:17	-00:47:53	-01:46:49	-04:09:14	-03:39:14

# ANEXO XXXI

## Sequência Final - PC991HP para PC971



# ANEXO XXXII

## SMED Montagem - Proposta Final

Linha	Grupo	ANTES <small>(Tempos estimados com base no registo de tempos resultante da observação de mudanças, no decorrer do estágio)</small>										PROPOSTO (IDEAL) <small>(Tempos estimados com base nos resultados obtidos nos 3 ensaios de SMED efectuados)</small>										Redução Proposta	
		Limpezas	Mód. 25	Mód. 70	RC	Outras A. Int.	Ensaio	Afinações	Outras A. Ext.	A. Inúteis	Paragem de Produção	Limpezas	Mód. 25	Mód. 70	RC	Outras A. Int.	Ensaio	Afinações	Outras A. Ext.	A. Inúteis	Paragem de Produção	Tempo	%
1	1	00:15:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:20:00	00:10:59	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:32:20	00:47:40	60%
	2	00:20:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:25:00	00:16:30	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:37:51	00:47:09	55%
	3	00:25:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:30:00	00:20:27	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:41:48	00:48:12	54%
	4	00:15:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:20:00	00:11:10	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:32:31	00:47:29	59%
	5	00:18:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:23:00	00:15:07	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:36:28	00:46:32	56%
3	1	00:15:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:20:00	00:11:10	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:32:31	00:47:29	59%
	2	00:18:00	-	-	-	00:20:00	00:25:00	-	00:10:00	00:10:00	01:23:00	00:15:07	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:36:28	00:46:32	56%
	3	00:25:00	00:15:00	00:45:00	00:12:00	00:50:00	00:25:00	00:50:00	00:45:00	01:00:00	05:27:00	00:20:27	00:12:38	00:28:23	00:05:34	00:16:58	00:14:04	00:38:36	00:00:00	00:00:00	02:16:40	03:10:20	58%
	4	00:18:00	-	-	-	00:30:00	00:25:00	-	00:45:00	00:10:00	02:08:00	00:15:07	-	-	-	00:10:15	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:39:26	01:28:34	69%
	5	00:15:00	00:15:00	00:45:00	00:12:00	00:50:00	00:25:00	00:50:00	00:45:00	01:00:00	05:17:00	00:10:59	00:12:38	00:28:23	00:05:34	00:16:58	00:14:04	00:38:36	00:00:00	00:00:00	02:07:12	03:09:48	60%
	6	-	-	-	-	00:15:00	00:25:00	-	00:20:00	00:10:00	01:10:00	-	-	-	-	00:06:12	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:20:16	00:49:44	71%
	7	00:25:00	00:15:00	00:45:00	00:12:00	00:45:00	00:25:00	00:50:00	00:45:00	01:00:00	05:22:00	00:20:27	00:12:38	00:28:23	00:05:34	00:14:00	00:14:04	00:38:36	00:00:00	00:00:00	02:13:42	03:08:18	58%
	8	00:15:00	00:15:00	00:45:00	00:12:00	00:45:00	00:25:00	00:50:00	00:45:00	01:00:00	05:12:00	00:10:59	00:12:38	00:28:23	00:05:34	00:14:00	00:14:04	00:38:36	00:00:00	00:00:00	02:04:14	03:07:46	60%
	9	00:15:00	00:15:00	00:45:00	00:12:00	01:00:00	00:25:00	01:00:00	00:45:00	01:00:00	05:37:00	00:10:59	00:12:38	00:28:23	00:05:34	00:31:35	00:14:04	00:38:36	00:00:00	00:00:00	02:21:49	03:15:11	58%
	10	00:18:00	-	-	-	00:25:00	00:25:00	-	00:45:00	00:10:00	02:03:00	00:15:07	-	-	-	00:07:17	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:36:28	01:26:32	70%
	11	-	-	-	-	00:10:00	00:25:00	-	00:20:00	00:10:00	01:05:00	-	-	-	-	00:03:14	00:14:04	-	00:00:00	00:00:00	00:17:18	00:47:42	73%
4 ou 5	1	00:18:00	-	-	-	00:20:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:48:00	00:15:07	-	-	-	00:07:17	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:00:24	00:47:36	44%
	2	00:20:00	-	-	-	00:25:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:55:00	00:16:30	-	-	-	00:10:15	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:04:45	00:50:15	44%
	3	00:25:00	-	-	-	00:25:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	02:00:00	00:20:27	-	-	-	00:10:15	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:08:42	00:51:18	43%
	4	00:20:00	-	-	-	00:20:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:50:00	00:16:30	-	-	-	00:07:17	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:01:47	00:48:13	44%
	5	00:25:00	-	-	-	00:20:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:55:00	00:20:27	-	-	-	00:07:17	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:05:44	00:49:16	43%
	6	00:18:00	-	-	-	00:25:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:53:00	00:15:07	-	-	-	00:10:15	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	01:03:22	00:49:38	44%
	7	00:15:00	-	-	-	00:25:00	00:30:00	00:20:00	00:10:00	00:10:00	01:50:00	00:11:10	-	-	-	00:10:15	00:18:00	00:20:00	00:00:00	00:00:00	00:59:25	00:50:35	46%

# ANEXO XXXIII

Mudança de fabrico	Nº Mudanças - 2011	Tempo Despendido - 2011		Tempo Ideal - 2011		Redução		
		Horas	Turnos	Horas	Turnos	Horas	Turnos	%
PC830 - PC850	49	69	9	31	4	38	5	55%
PC850 - PC870	37	49	6	20	3	29	4	59%
PC830 - PC870	29	41	5	18	2	23	3	55%
PC830 - PC890	13	20	2	9	1	10	1	53%
PC870 - PC890	12	17	2	7	1	9	1	57%
PC850 - PC890	7	10	1	4	1	5	1	57%
PC951 - PC971	51	68	9	28	4	40	5	59%
PC951 - PC991	25	35	4	15	2	20	2	57%
PC971 - PC991	17	24	3	10	1	13	2	57%
PC991 - PC991CS	14	16	2	4	1	11	1	73%
PC991 - PC991HP	10	53	7	21	3	32	4	60%
PC951 - PC991HP	8	43	5	18	2	25	3	58%
PC951 - PC991CS	8	17	2	5	1	12	1	70%
PC991CS - PC971	7	15	2	4	1	10	1	70%
PC971 - PC991HP	4	22	3	9	1	13	2	58%
P991HP - PC991CS	4	22	3	9	1	13	2	58%
PC1031 - PC1051	48	86	11	48	6	38	5	44%
PC1031 - PC1071	34	63	8	35	4	28	4	45%
PC1091 - PC1091R	26	48	6	26	3	22	3	46%
PC1071 - PC1091	23	43	5	24	3	19	2	44%
PC1071 - PC1091R	20	38	5	21	3	17	2	44%
PC1051 - PC1091	16	30	4	17	2	14	2	45%
PC1051 - PC1091R	12	23	3	12	2	10	1	45%
PC1051 - PC1071	10	20	2	11	1	8	1	43%
PC1031 - PC1091R	10	20	2	11	1	9	1	44%
PC1031 - PC1091	7	14	2	7	1	7	1	47%
<b>Total</b>	<b>501</b>	<b>903</b>	<b>113</b>	<b>427</b>	<b>53</b>	<b>476</b>	<b>60</b>	<b>53%</b>

Linha	Tempo Despendido - 2011		Tempo Ideal - 2011		Redução - 2011		
	Horas	Turnos	Horas	Turnos	Horas	Turnos	%
1	206	26	90	11	115	14	56%
3	313	39	124	16	189	24	60%
4 ou 5	384	48	212	27	172	22	45%
<b>Total</b>	<b>903</b>	<b>113</b>	<b>427</b>	<b>53</b>	<b>476</b>	<b>60</b>	<b>53%</b>