



**Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias na CaetanoBus, S.A.**

*Vanessa Joana Gonçalves Madureira*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

Orientador na Caetano Bus, S.A.: Eng.º Ivo Sá



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2011-07-01

*Aos meus pais e irmã.*

## Resumo

Num momento em que as empresas lutam por ser competitivas, o pensamento *Lean* surge como seu grande aliado, garantindo a satisfação do cliente com qualidade e rapidez, mantendo os seus custos baixos. Estudando os recursos, alocando-os de forma racional e desenvolvendo-os, este pensamento permite eliminar o desnecessário, tornando simples os processos que são valiosos.

O presente projecto surgiu de forma a corrigir problemas detectados na secção de Preparação para Entrega ao cliente numa linha de produção de carroçarias. Estando no final da cadeia de fabrico de um autocarro, esta secção absorve tudo aquilo que corre mal ao longo dessa cadeia. Demonstraram-se os problemas recolhidos nessa secção, que se prendem, maioritadamente, com ineficiências ao longo da linha de produção que a fornece. Desta forma, estabeleceu-se como principal objectivo detectar essas ineficiências e eliminá-las. Para tal, acompanhou-se o processo de Acabamentos e de 2ª fase de pintura das carroçarias, identificando oportunidades de melhoria e, conseqüentemente, de redução de número de postos de trabalho. Paralelamente, lutou-se pela garantia da qualidade, de forma a reduzir o efeito de estrangulamento sentido na Preparação para Entrega. Baseadas em conceitos como Normalização de trabalho, *Kaizen*, *Quality At The Source*, *Just-in-Time*, 5 S e Envolvimento das Pessoas, apresentam-se soluções para a eliminação de desperdício ao longo da linha de produção de Acabamentos.

Como resultado do estudo do processo produtivo, foi possível balancear a linha de produção de forma a concluir as suas tarefas de montagens em cinco postos, sendo que, inicialmente, estas montagens se prolongavam até ao sexto posto. Conseguiu-se, também, a redução do número de operadores. Durante este estudo foram implementadas melhorias de processos produtivos e de fluxos de abastecimento. Tendo como base aquele balanceamento, traçou-se uma reorganização da secção de Acabamentos de forma a tornar possível a redução dos problemas detectados na secção de Preparação de Entrega. Nesta secção foram, paralelamente, desenvolvidas medidas de alteração de *layout* e abastecimentos, sustentadas pela redução do desperdício de espera, espaço e movimentação humana.

## **Standardization of the finishes production flow of a bus body production line**

### **Abstract**

In this moment, when companies strive to be competitive, Lean thinking is their great ally, assuring the client satisfaction with quality and speed, keeping the company costs low. Studying the resources, allocating them rationally and improving them, this thinking allows the elimination of all the unnecessary, simplifying those processes that are valuable.

This project was initiated as a way to solve problems that were detected in a preparation for customer delivery section of a bus body production line. Being at the end of the production chain, this section absorbs everything that goes wrong throughout that chain. There is a demonstration of the problems collected in this section, which are mostly related to inefficiencies along the production line that supplies it. This way, identifying those inefficiencies and eliminating them became the main goal of this project. To do so, the finishes process and the second painting phase of the bus body were followed, identifying the improvement opportunities and, consequently, number of workstations reduction. In parallel, the quality assurance was defended, in a way to reduce the strangulation effect felt in the preparation for delivery. Based on concepts like Standard Work, *Kaizen*, Quality At The Source, Just-in-Time, 5 S and People Involvement, solutions to waste elimination throughout the finishes production line are presented.

As a result of the production process study, it was possible to balance the production line in order to finish its tasks in 5 workstations, which, in the beginning, took 6 workstations to finish. The reduction of the number of operators was accomplished, as well. During this study some production processes and supply flow improvements were implemented. Upon the line balancing, a reorganization of finishes section was designed in order to reduce the problems identified in the preparation for customer delivery section. At the same time, some layout and supply processes changes were developed, sustained by the reduction of wait, space and human motion waste.

## **Agradecimentos**

Ao Eng.º Ivo Sá, pela orientação na CaetanoBus, pela disponibilidade constante, pelo forte apoio e preocupação e pelos conhecimentos transmitidos. Agradeço-lhe a integração numa equipa espectacular, de pessoas competentes e unidas.

À Rita Cerqueira, ao Rui Jesus, ao Fernando Silva e ao Álvaro Sousa pela motivação e amizade, pela disponibilidade. Ao Pedro Neves e ao António Lopes, pela cooperação, amizade e apoio. A todos agradeço o companheirismo diário e conhecimentos partilhados.

À Eng.ª Marina Vasconcelos, pela oportunidade e pelo apoio nos primeiros passos dentro da empresa.

À Andreia Milheiro, colega e amiga com quem partilhei esta experiência.

A todos os colaboradores da CaetanoBus que, directa ou indirectamente, contribuíram para o meu projecto. Agradeço ao Ventura Afonso que, ao longo destes meses, sempre foi grande apoio. Igualmente, agradeço ao António Silva e José Manuel Almeida. Agradeço a Nuno Durães, Arménio Ribeiro, Joaquim Monteiro, Vítor Vieira, Manuel Gomes e Nelson Soares, também em representação de todos aqueles que chefiam, pela integração, disponibilidade e ajuda.

Ao Prof. Hermenegildo Pereira, pela orientação académica, pela disponibilidade, pelo apoio e formação prestados. A todos os Professores da FEUP que contribuíram para a minha formação.

Ao Luís Carvalho, pela força dada.

A todos os amigos que me acompanharam e apoiaram.

Aos meus pais e irmã, pela amizade, partilha e paciência ao longo da vida. Pelo interesse e apoio ao longo de toda a minha formação. Por me transmitirem valores fortes de luta e respeito. Por tornarem todos os sonhos possíveis.

## Índice de Conteúdos

1. Introdução .....	1
1.1. Grupo Salvador Caetano.....	1
1.2. CaetanoBus, S.A.....	1
1.3. Departamentos da CaetanoBus, S.A. ....	2
1.4. Objectivos da Dissertação.....	3
1.5. Metodologia utilizada .....	4
1.6. Temas Abordados na Dissertação .....	4
2. Revisão de Literatura .....	5
2.1. Filosofia <i>Lean</i> .....	5
2.1.1. Valor e cadeia de valor .....	5
2.1.2. Eliminação de <i>Muda</i> .....	5
2.1.3. Sistema <i>Pull</i> .....	6
2.1.4. Fluxo .....	6
2.1.5. Procura da perfeição .....	6
2.1.6. <i>Just-in-Time</i> .....	6
2.1.7. Importância dos Fornecedores .....	7
2.1.8. Importância do Envolvimento das Pessoas .....	8
2.1.9. Qualidade e Produção <i>Lean</i> .....	8
2.1.10. Gestão Visual .....	9
2.1.11. Metodologia 5 S.....	9
2.2. Balanceamento de uma Linha de Produção .....	9
2.2.1. Curvas de experiência e Economias de repetição .....	10
2.2.2. Normalização de trabalho.....	10
2.2.3. Estudo de Tempo e Medição de Trabalho .....	10
2.2.4. Balanceamento <i>Lean</i> e Quadro <i>Yamazumi</i> .....	11
2.3. <i>Layout</i> .....	12
2.4. Projectos desenvolvidos na CaetanoBus, S.A. ....	12
3. Processo de Fabrico .....	15
3.1. Produtos da linha 1 .....	15
3.2. Descrição do Processo de Fabrico .....	15
4. Apresentação do problema .....	19
4.1. Secção de Preparação para Entrega .....	19
4.2. Secção de Acabamentos .....	21
4.3. 2ª fase de pintura .....	21
5. Balanceamento da secção de Acabamentos da linha 1 .....	22
5.1. Resultados do Balanceamento .....	23
5.2. Recuo do início da montagem do WC para a secção Estrutura e Chapeamento .....	23
5.3. <i>Standard Work</i> .....	24
5.3.1. Resultados <i>Standard Work</i> .....	28

6. Reorganização da secção de Acabamentos da Linha 1.....	29
6.1. Lista de Verificação posto-a-posto .....	29
6.2. Reorganização secção de Acabamentos e interacção departamentos da Produção e da Qualidade.....	30
7. Redução da 2ª fase de pintura.....	32
7.1. Redução de peças pintadas após Acabamentos .....	32
7.2. Redução dos defeitos na pintura.....	34
7.2.1. Redução dos defeitos na pintura causados na 1ª fase de pintura .....	36
7.2.2. Redução dos defeitos na pintura causados nos Acabamentos .....	37
8. Alterações de <i>Layout</i> e Abastecimentos da secção de Preparação para Entrega .....	41
8.1. 5 S .....	41
8.2. Pedido, abastecimento e arrumação de Material de Consumo .....	42
8.3. Abastecimento de materiais .....	44
9. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros .....	45
10.Referências .....	46
11.ANEXO A: Localização das Portas da Qualidade .....	48
12.ANEXO B: <i>Standards</i> de trabalho – Balanceamento de Acabamentos da linha 1.....	49
13.ANEXO C: Sequência de montagens eléctricas - Balanceamento de Acabamentos da linha 1.....	62
14.ANEXO D: Quadros <i>Yamazumi</i> de cada posto de trabalho - Balanceamento de Acabamentos da linha 1 .....	63
15.ANEXO E: Tarefas Montagem WC .....	64
16.ANEXO F: <i>Standards</i> de trabalho – Montagem WC.....	65
17.ANEXO G: Lista de Verificação posto-a-posto .....	66
18.ANEXO H: Mapa ocupação diária dos postos 5 e 6 – <i>takt time</i> 10 horas .....	70
19.ANEXO I: Defeitos na Pintura .....	71
20.ANEXO J: Resultados da 2ª verificação da Pintura.....	73

## Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo de modelos fabricados na Caetano Bus (Fonte das imagens: <a href="http://www.caetanobus.pt">www.caetanobus.pt</a> ).....	2
Figura 2 - Organigrama CaetanoBus. ....	2
Figura 3 – Processo de produção de carroçarias. ....	3
Figura 4 – Actividades Secção Preparação para Entrega – situação inicial. ....	3
Figura 5 – Actividades Secção Preparação para Entrega – situação objectivo. ....	4
Figura 6 – Quadro Yamazumi. ....	12
Figura 7 – Fases de “Optimização do Processo de Fabrico do Tourino na CaetanoBus, S.A.” .....	13
Figura 8 – Produção da linha 1: Março 2010 – Fevereiro 2011.....	15
Figura 9 – Montagem da “gaiola”. ....	16
Figura 10 – Modelo CAETANO à entrada de Acabamentos. ....	16
Figura 11 – Modelo CAETANO à saída de Acabamentos.....	16
Figura 12 – Bordo de linha (Acabamentos da linha 1).....	17
Figura 13 – Secção de Preparação para Entrega.....	19
Figura 14 – Layout da secção de Preparação para Entrega .....	19
Figura 15 – Percentagem de horas de mão-de-obra por secção. ....	20
Figura 16 – Quadro Yamazumi para Acabamentos da linha 1. ....	23
Figura 17 – Proposta de arrumação e transporte de borracha guarda-vento. ....	24
Figura 18 – Borracha guarda-vento no bordo de linha. ....	24
Figura 19 – Meio de transporte de condutas para pré-montagem.....	25
Figura 20 – Faixa preta no vidro pára-brisas. ....	26
Figura 21 – Exemplo de peças abastecidas à secção de Pintura. ....	27
Figura 22 – Fibra frente – situação inicial. ....	27
Figura 23 – Fibra frente – situação final.....	27
Figura 24 – Meio auxiliar de produção de furação para espelhos exteriores retrovisores. ....	28
Figura 25 – Reorganização da secção de Acabamentos. ....	30
Figura 26 – Fluxo espelhos retrovisores exteriores – situação inicial.....	32
Figura 27 – Fluxo espelhos retrovisores exteriores – situação final. ....	33
Figura 28 – Meios auxiliares criados para pintura (lado esquerdo) e transporte (lado direito) de espelhos retrovisores exteriores. ....	33
Figura 29 – Tampas no interior das bagageiras, com cor incorrecta.....	34
Figura 30 – Protecções de pintura da tampa da frente.....	34

Figura 31 – Frequência de repintura zonas lado esquerdo do Levante. ....	35
Figura 32 – Máscara de verificação de pintura – lado esquerdo do Levante. ....	35
Figura 33 – Tipo de defeitos mais comuns nas zonas repintadas com maior frequência. ....	36
Figura 34 – Arrumação de cavas – situação inicial. ....	37
Figura 35 – Arrumação de cavas – situação final. ....	38
Figura 36 – Porta- faróis traseiro – situação inicial. ....	38
Figura 37 – Porta- faróis traseiro – situação final. ....	38
Figura 38 – Fluxo pintura porta-faróis da frente. ....	39
Figura 39 – Evolução custos médios de 2ª fase de pintura modelo Levante (Dezembro 2010 – Junho 2011). ....	40
Figura 40 – Quadro posição diária – secção 10. ....	41
Figura 41 – Processo para actualização dos perfis de borracha em stock na secção 10. ....	41
Figura 42 – Zona inicial de arrumação de bancos. ....	42
Figura 43 – Zona final de arrumação de bancos. ....	42
Figura 44 – Processo para pedido de Material de Consumo. ....	43
Figura 45 – Arrumação do material de consumo – situação inicial. ....	43
Figura 46 – Arrumação do material de consumo – situação final. ....	44
Figura 47 – Planta da fábrica e localização das Portas da Qualidade. ....	48
Figura 48 – Quadros Yamazumi dos postos de Acabamentos da linha 1. ....	63
Figura 49 – Exemplo de escorrido (fonte da imagem: <a href="http://www.glasurit.com/pt">www.glasurit.com/pt</a> em 15 de Junho de 2011). ....	71
Figura 50 – Exemplo de lixo (fonte da imagem: <a href="http://www.glasurit.com/pt">www.glasurit.com/pt</a> em 15 de Junho de 2011). ....	71
Figura 51 – – Frequência de repintura zonas lado esquerdo do Levante. ....	73
Figura 52 – Máscara lado esquerdo Levante. ....	73
Figura 53 – Máscara do lado direito do Levante. ....	73
Figura 54 – Frequência de repintura zonas lado direito do Levante. ....	74
Figura 55 – Máscara da frente do Levante. ....	74
Figura 56 – Frequência de repintura das zonas da frente do Levante. ....	74
Figura 57 – Máscara da traseira do Levante. ....	75
Figura 58 – Frequência de repintura das zonas da traseira do Levante. ....	75

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Métodos de medição de trabalho por observação.....	11
Tabela 2 – Actividades secção 10 integradas em Acabamentos (takt time:16h), (Côrte-Real 2010). .....	13
Tabela 3 – Actividades secção 10 integradas em Acabamentos (takt time: 8h), (Côrte-Real, 2010) .....	14
Tabela 4 – Resultados esperados do balanceamento da secção de Acabamentos. ....	23
Tabela 5 – Ganhos das medidas Standard Work. ....	28
Tabela 6 – Ordem de tarefas após reorganização da secção de Acabamentos – secção 05. ....	30
Tabela 7 – Ordem de tarefas após reorganização da secção de Acabamentos – secção 10. ....	31
Tabela 8 – Resultados esperados implementação reorganização da secção de Acabamentos. ....	31
Tabela 9 – Zonas críticas de repintura.....	35
Tabela 10 – Standards - Tarefas Acabamentos linha 1.....	49
Tabela 11 – Sequência de montagens eléctricas. ....	62
Tabela 12 – Dependência entre tarefas – Montagem do WC.....	64
Tabela 13 – Sequência de tarefas – Montagem WC .....	64
Tabela 14 – Mapa ocupação postos 5 e 6 – takt time 10 horas. ....	70
Tabela 15 – Possíveis causas para a formação de escorridos/pingos.....	71
Tabela 16 – Possíveis causas para a formação de lixo.....	71
Tabela 17 – Possíveis causas para a má lacagem.....	72
Tabela 18 – Possíveis causas para a falta de catados.....	72

## 1. Introdução

O presente projecto foi desenvolvido na fase final do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, constituindo a Dissertação. O seu desenvolvimento deu-se no departamento de Produção da CaetanoBus, S.A. – empresa pertencente ao Grupo Salvador Caetano.

### 1.1. Grupo Salvador Caetano

Surgiu no ano de 1946, com a criação da empresa “Martins, Caetano & Irmão, Lda.”. Iniciou a sua actividade com o fabrico de carroçarias para autocarros, tendo sido a primeira em Portugal a fabricar estruturas totalmente metálicas. Em 1966, inaugurou a unidade fabril de Gaia. No ano de 1968, tornou-se o distribuidor exclusivo da Toyota em Portugal e, três anos depois, inaugurou a unidade fabril de Ovar.

O Grupo está, actualmente, presente em vários países para além de Portugal, como Reino Unido, Espanha, Alemanha, Cabo Verde, Angola e, mais recentemente, em Marrocos, sendo responsável por mais de 6500 postos de trabalho. Divide-se em três sub-holdings e duas empresas na área industrial:

**Salvador Caetano Auto, S.A.**, que agrega o negócio de retalho automóvel no mercado ibérico;

**Toyota Caetano Portugal (SGPS), S.A.**, responsável pelo negócio industrial e pela representação automóvel da Toyota;

**Salvador Caetano.Com (SGPS), S.A.**, que representa o negócio na área das tecnologias de informação;

**Caetano Components, S.A.**, para a produção de componentes para indústria automóvel, bem como componentes metálicos para outras indústrias;

**CaetanoBus, S.A.**, na área de produção de autocarros, para todo o mundo.

### 1.2. CaetanoBus, S.A.

Empresa com sede em Gaia, nasceu em 2002, numa parceria com a Daimler-Chrysler. Em 2010, o Grupo Salvador Caetano adquiriu as acções que pertenciam à Empresa alemã, passando a deter a totalidade do capital.

A Empresa fabrica carroçarias para autocarros destinados a diferentes serviços de transporte de passageiros: turismo, transporte interurbano e de aeroporto. Os autocarros produzidos dividem-se em três marcas: Caetano, Cobus e Mercedes-Benz.

As carroçarias são montadas sobre *chassis* de várias marcas e são produzidos à medida das necessidades dos clientes, respeitando a orientação da Empresa para a satisfação dos seus clientes e utilizadores dos seus produtos, a par de uma vocação constante de inovação.



**CAETANO**



**COBUS**



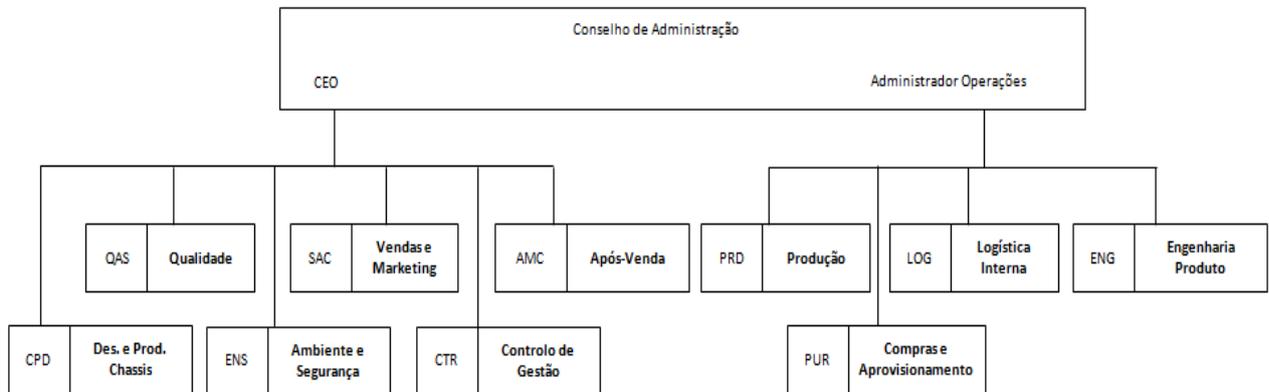
**Mercedes-Benz**

**Figura 1 - Exemplo de modelos fabricados na Caetano Bus (Fonte das imagens: [www.caetanobus.pt](http://www.caetanobus.pt)).**

Apesar do *know-how* de vários anos, a CaetanoBus investe em modernização. O seu Sistema de Gestão da Qualidade tem como referencial normativo a NP EN ISO 9001 e está certificado pela APCER desde 2002 e o seu Sistema de Gestão Ambiental definido de acordo com a NP EN ISO 14001, também certificado pela APCER, desde 2004. Destaca-se, também, a adopção de sistemas CAD – auxiliares no desenvolvimento de produto – e do sistema SAP R/3 – auxiliar no planeamento e gestão de materiais.

### 1.3. Departamentos da CaetanoBus, S.A.

No Projecto desenvolvido no departamento de Produção verificou-se o contacto e a interacção com vários departamentos da empresa. O departamento de Produção da CaetanoBus, S.A. tem como missão o fabrico das carroçarias para autocarros e está inserido na estrutura organizativa que é evidenciada no Organigrama que se apresenta na Figura 2.



**Figura 2 - Organigrama CaetanoBus.**

A relação entre departamentos ocorre em todas as actividades relevantes do processo de Desenvolvimento. Constatou-se que os vários departamentos, com ênfase nos de Qualidade (QAS), Engenharia de Produto (ENG) e Logística Interna (LOG), se apresentam transversais ao funcionamento do departamento de Produção.

Iniciar um novo projecto pode ser consequência de uma encomenda de um modelo já desenvolvido, pelo aparecimento de um novo conceito ou como resposta a um concurso. Independentemente da origem deste arranque, o departamento de Marketing e Vendas estuda a sua aceitação no mercado. Posteriormente, o projecto é financeiramente avaliado e Administração decide sobre o seu avanço. Sendo a decisão positiva, a Engenharia de Produto define os componentes do produto, que resultam em conjuntos de materiais designados por Listas Técnicas e em Desenhos Técnicos. Estes definem as necessidades de compras, sendo o

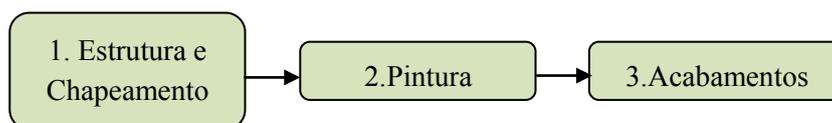
departamento de Compras e Aprovisionamento que selecciona os fornecedores necessários e o departamento de Logística que decide as datas das encomendas.

Após a fase descrita, de planeamento e desenvolvimento, arranca a fase de produção.

A unidade fabril de Gaia está dividida em três linhas de produção:

- **Linha 1-** multi-produto, sobre a qual incide este projecto, abriga a produção de modelos Caetano;
- **Linha 2-** ainda que cada vez menos dedicada, linha onde se produz o modelo da Mercedes-Benz – o Tourino
- **Linha 3-** na qual é produzido o modelo de aeroporto – Cobus.

A produção de carroçarias na Empresa consiste nas fases ilustradas na Figura 3.



**Figura 3 – Processo de produção de carroçarias.**

Para os modelos Cobus e Caetano, segue-se ainda a fase de preparação para entrega antes da saída da unidade para o cliente.

#### 1.4. Objectivos da Dissertação

O modelo Cobus é produzido a uma cadência regular, geralmente para parque. Assim, apenas quando uma unidade é comprada, sofre os acabamentos finais, de acordo com a especificação do cliente, na secção de Preparação para Entrega.

De forma geral, os modelos da linha 1 são produzidos após encomenda. Assim, a ida para a secção de Preparação para Entrega inclui a 2ª fase de pintura, a conclusão de acabamentos finais (não alcançados na fase de Acabamentos), inspecção pré-final e respectiva correcção de Não Conformidades - cumprimento de relatório, *pre-delivery inspection* (PDI – feita pelo fornecedor do *chassis*) e certificação final.

Tanto a inspecção pré-final como a certificação final são efectuadas pelo departamento de Qualidade.

A proposta do presente projecto foi do departamento de Produção tendo como objectivo final a redução das actividades da secção de Preparação para Entrega respeitantes à linha 1, bem como a melhoria do funcionamento desta secção. Tem-se que, após a secção de Acabamentos, são precisos oito dias até a entrega ao cliente. Estes dias dividem-se da forma representada na Figura 4.

Dias	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Seqüência de actividades	2ª fase de pintura		Inspecções e cumprimento de relatório		PDI			Certificação final

**Figura 4 – Actividades Secção Preparação para Entrega – situação inicial.**

O objectivo do presente projecto implica a redução da 2ª fase de pintura e do cumprimento de relatório. Assim, a situação objectivo encontra-se ilustrada na Figura 5.

Dias	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Sequência de actividades	2ª fase de pintura	Inspecções e cumprimento de relatório	PDI			Certificação final

**Figura 5 – Actividades Secção Preparação para Entrega – situação objectivo.**

Deste modo, espera-se uma diminuição do *lead time* e um aumento da produtividade da linha 1.

### 1.5. Metodologia utilizada

De forma a atingir os objectivos propostos, o presente projecto desenvolveu-se nas seguintes fases:

1. Integração na empresa;
2. Pesquisa bibliográfica e elaboração da revisão de literatura;
3. Acompanhamento da produção;
4. Desenvolvimento e implementação de melhorias;
5. Avaliação das melhorias implementadas e propostas.

Transversalmente a estas fases, envolveu-se as pessoas, tanto da empresa como de empresas fornecedoras, apresentando-lhe os objectivos e resultados que surgiram ao longo do projecto.

### 1.6. Temas Abordados na Dissertação

Na Introdução do presente projecto faz-se a apresentação da empresa em que este foi desenvolvido, bem como o seu objectivo inicial. No segundo capítulo, expõe-se a Revisão de Literatura, que resume o estudo bibliográfico feito, que suportou a direcção tomada neste projecto.

No Processo de Fabrico são apresentados alguns dos produtos produzidos na linha de produção em estudo – a linha 1, bem como as fases produtivas que estes sofrem. Na Apresentação do Problema desenvolve-se o diagnóstico da secção final daquela linha - de preparação para entrega ao cliente.

As soluções propostas para a resolução de problemas detectados são apresentadas em quatro capítulos: Balanceamento da secção de Acabamentos da linha 1, Reorganização da secção de Acabamentos da linha 1, Redução da 2ª fase de pintura e Alterações de *Layout* e Abastecimentos da secção de Preparação para Entrega.

No último capítulo expõem-se as conclusões do projecto desenvolvido e perspectivas de trabalhos a desenvolver no futuro.

## 2. Revisão de Literatura

Neste capítulo apresenta-se a compilação da investigação feita como suporte teórico para a direcção tomada no desenvolvimento do projecto. Na primeira parte, resume-se o estudo feito quanto à abordagem utilizada – metodologia *Lean*. Na fase seguinte, apresenta-se a investigação feita sobre projectos de melhoria já desenvolvidos na CaetanoBus, S.A.

### 2.1. Filosofia *Lean*

O *Lean* tem-se revelado a abordagem mais significativa para a Gestão da Produção nos últimos 50 anos (Jacobs, Chase et al. 2009). O pensamento *Lean* teve origem no Japão, a partir do executivo da Toyota Taiichi Ohno, sendo a sua grande prioridade a eliminação de todo o tipo de desperdício – em Japonês, *Muda* (Womack and Jones 1996). Esta filosofia foi inicialmente designada por *TPS - Toyota Production System* e posteriormente com a sua divulgação no ocidente, na década de 90, assumiu as designações *Lean Production* e *Lean Thinking* (Dahlggaard and Dahlggaard-Park 2006).

#### 2.1.1. Valor e cadeia de valor

Num sistema de produção *Lean*, o valor é definido pelo cliente, sendo estabelecido de acordo com a percepção que este tem de valor. Segundo Jacobs, Chase et al. (2009), o valor do trabalho desenvolvido depende do valor que o cliente está disposto a pagar por ele. A partir deste conceito de valor é que se define o “não valor” – desperdício (Morgan and Liker 2006).

Para identificar a cadeia de valor na realização do produto e entrega ao cliente o *Lean* propõe o VSM – Value Stream Mapping. Com esta ferramenta é possível diferenciar três categorias de actividades: as que adicionam valor, as que não adicionam valor mas que são necessárias e as que não adicionam valor e que podem ser eliminados. O VSM permite proteger as actividades que geram valor e lutar para eliminar o desperdício.

#### Princípios da cadeia de valor

Segundo Jacobs, Chase et. al (2009), os princípios a aplicar no desenvolvimento da cadeia de valor são:

- Manter a cadeia de valor na velocidade máxima;
- Eliminar todas as tarefas que param, atrasam ou se desviam da cadeia de valor;
- Prevenir o desperdício ao invés de acelerar as tarefas que adicionam valor;
- Procurar desperdício na planta da fábrica (em japonês, *Gemba*) e no escritório.

#### 2.1.2. Eliminação de *Muda*

*Muda* foi descrito por um antigo presidente da Toyota, Fujio Cho, como “todos os equipamentos, materiais, peças e mão-de-obra existentes para além do mínimo necessário para a produção”. Assim, é possível identificar sete tipos de *Muda* (Jacobs, Chase et al. 2009; Jacobs et al. 2009):

1. Excesso de produção;
2. Tempo de espera;
3. Inventário;

4. Transporte;
5. Tarefas desnecessárias;
6. Movimentos;
7. Defeitos.

Mais tarde, surgiu o oitavo tipo de *Muda* (Alukal and Manos 2006):

8. Subutilização das capacidades humanas.

Sendo o antídoto do desperdício, a filosofia *Lean* defende cinco princípios (Womack 1996; Jacobs, Chase et al. 2009)

- Definição de valor.
- Identificação da cadeia de valor.
- *Pull*.
- Fluxo.
- Procura da perfeição.

### **2.1.3. Sistema *Pull***

O sistema *pull* surge como forma de eliminar a primeira fonte de desperdício – a superprodução. Assim, eliminar a produção do que não é necessário passa por “permitir que o cliente defina o que é feito, por quem e quando” (Pullin 2005). Isto significa produzir apenas quando o cliente “puxa” (*pull*). Assim, a Produção, bem como toda a cadeia de abastecimento, deve funcionar num sistema *Pull* (Jacobs, Chase et al. 2009).

### **2.1.4. Fluxo**

O pensamento em fluxo (de bens e informação) aparece como forma de evitar outras fontes de desperdício – o tempo de espera e o inventário (Jacobs et al. 2009). Grande parte do desperdício reside nos tempos e, também, nas quantidades de espera para o passo seguinte na cadeia de valor. Assim, pelo nascimento do conceito de fluxo, espera-se que os bens possam fluir continuamente através da cadeia de abastecimento sem paragens (Womack 1996). Segundo (Glenday 2005) para garantir este fluxo, constante e suave, é essencial o nivelamento da produção (ver Balanceamento de uma Linha de Produção).

### **2.1.5. Procura da perfeição**

Num ambiente *Lean*, é de extrema importância a procura de melhorias, a luta constante pela eliminação total de desperdício. Desta forma, *Lean* aposta em Melhoria Contínua, em japonês *Kaizen*, promovendo pequenos acontecimentos, incrementais como forma de encontrar perfeição (Womack 1996; Shahmanesh 2000; Pullin 2005; Jacobs, Chase et al. 2009). Estes acontecimentos são monitorizados de forma a garantir a sua implementação e avaliar o seu desenvolvimento e impacto.

### **2.1.6. *Just-in-Time***

O termo *Just-in-Time* foi implementado pela primeira vez na Toyota por Taiichi Ohno, tendo como grandes pilares o *takt time* e fluxo, o nivelamento da produção e sistema *pull*. Produção

*Just-in-Time* (JiT) significa produzir apenas o necessário, quando necessário. Este tipo de produção aplica-se a indústrias repetitivas, não sendo necessários grandes volumes de produção (Jacobs, Chase et al. 2009). O sistema JiT surge como forma de reduzir desperdício, reduzindo os inventários em espera e abandonando a ideia de produzir ou armazenar mais do que o necessário para o caso de algo correr mal. Assim, qualquer problema é tornado visível.

O volume de lote óptimo é a unidade; isto é, os bens devem passar para o posto de trabalho seguinte um a um. Desta forma, as quantidades de transferência são mínimas, devendo, também, lutar-se pela minimização da distância dessa transferência. Desta forma, o sistema JiT permite também a redução do *lead time*, bem como melhorias na qualidade (Jacobs, Chase et al. 2009).

Funcionando *Just-in-Time*, a produção *Lean* consegue sincronizar as pessoas, os materiais e os equipamentos de forma a estarem disponíveis no lugar e no momento certos (Davies 2009; Jacobs, Chase et al. 2009).

### **2.1.7. Importância dos Fornecedores**

No ambiente actual, em que as empresas procuram desenvolver o seu trabalho rapidamente, sem erros e mantendo-se competitivas, a gestão de processos e relações com o mercado revela um papel fundamental (Steiner 1997; Jacobs, Chase et al. 2009). Neste sentido, as organizações devem identificar as suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças; a partir destas devem ser capazes de definir as suas competências centrais. Sendo competência central de uma empresa, aquilo que esta desempenha melhor que os seus concorrentes (Jacobs, Chase et al. 2009), os seus gestores devem focar-se nela, mantendo essa competência forte.

Assim sendo, no momento em que uma empresa se depara com a necessidade de desenvolver actividades que se desviam das suas competências centrais, apresentam-se três alternativas: desenvolver e adquirir recursos para desempenhar essas funções, encontrar outra empresa que detenha já estes recursos e comprá-la ou encontrar essa empresa e torná-la sua parceira (Steiner 1997). Actualmente, e porque as empresas reconhecem o valor da aposta nas suas competências centrais, verifica-se que a tendência é optar pela terceira opção (Steiner 1997; Jacobs, Chase et al. 2009), denominada de subcontratação. A subcontratação tira partido do investimento em conhecimento e desenvolvimento que outras empresas já fizeram nas respectivas competências centrais (Steiner 1997).

Integrar outra empresa no processo produtivo de uma organização revela-se uma tarefa exigente, pelo que o rumo das duas empresas deve ser partilhado de forma a atingir objectivos globais. Para tal, é necessário que a empresa partilhe informação com os seus fornecedores e subcontratados: não só um plano de produção preciso, como também previsões de vendas e planos de qualidade devem ser do conhecimento da gestão da empresa parceira. Da mesma forma, a definição das tarefas dos fornecedores não deve ser estática nem demasiado estreita; isto é, deve ser dada flexibilidade à sua intervenção na definição do processo produtivo, bem como no desenvolvimento do produto (Steiner 1997; Morgan and Liker 2006; Jacobs, Chase et al. 2009). Só desta forma se pode alcançar a situação que o pensamento *Lean* defende: uma relação de confiança, de longo termo com os fornecedores. “Para se ser *Lean*, todos têm de estar na mesma página!” (Jacobs, Chase et al. 2009).

### 2.1.8. Importância do Envolvimento das Pessoas

Na implementação da filosofia *Lean*, verifica-se que o maior problema não está na definição das melhorias a adoptar, mas sim fazer com que elas se mantenham (Pullin 2005). Assim, o pensamento *Lean* caminha a par do respeito pelas pessoas e do reconhecimento que um projecto apenas é vencedor quando a equipa que o implementa é uma equipa vencedora (Pullin 2005; Jacobs, Chase et al. 2009). Conseguir melhorias através de *Kaizen* implica que todos estejam envolvidos na eliminação de desperdício (Shahmanesh 2000) e conheçam os objectivos das mudanças (Jacobs, Chase et al. 2009; Santos 2009). As relações humanas representam um papel fundamental na cultura japonesa e, portanto, um pilar do pensamento *Lean* (Steiner 1997; Jacobs, Chase et al. 2009).

De forma a reduzir o *Muda* que os defeitos representam, o pensamento *Lean* defende a produção de zero defeitos. Segundo Jacobs et al. (2009), uma vez que a execução de tarefas desnecessárias representa desperdício, as tarefas devem ser feitas bem - sem falhas - na primeira tentativa. Assim, surge a importância da responsabilidade que cada colaborador deve ter no seu trabalho. De entre técnicas para facilitar a redução de defeitos, destaca-se o *poka-yoke*, uma ferramenta anti-erro para tarefas repetitivas que liberta a mente do trabalhador para outras tarefas de valor superior.

A informação é essencial para atingir os objectivos da produção *Lean*: apenas conhecendo os objectivos das melhorias, reconhecendo a importância que elas têm e o papel que as pessoas terão nessas melhorias, se poderá formar uma equipa motivada e capaz de as alcançar. Paralelamente, destaca-se a intenção da eliminação do último tipo de desperdício – o subaproveitamento das capacidades humanas. Desta forma, uma empresa *Lean* deve aproveitar todo o potencial capital intelectual nela disponível (Jacobs, Chase et al. 2009; Santos 2009). Em adição, deve proporcionar às pessoas todas as condições para que elas desempenhem o seu trabalho, permitindo que elas estejam satisfeitas e, também, disponíveis para identificar oportunidades de melhoria.

Para Jacobs, Chase et al. (2009), o respeito pelas pessoas é a chave do TPS - *Toyota Production System*. As suas ideias e dificuldades devem ser ouvidas e estudadas e toda a informação que lhes é necessária ao seu trabalho, bem como à implementação de mudanças, deve estar disponível.

### 2.1.9. Qualidade e Produção *Lean*

*Quality at the source* (QATS) consiste num outro princípio para a redução de *Muda* (Poling 2007; Jacobs, Chase et al. 2009). Este conceito está relacionado com fazer bem à primeira. A implementação de QATS implica dar o conhecimento e autoridade aos operadores para que não deixem que os defeitos sigam pela cadeia de valor (Poling 2007). Assim, os operadores em auto-controlo tornam-se responsáveis pelo resultado do seu trabalho (Jacobs, Chase et al. 2009).

Segundo Poling (2007), os trabalhadores devem ser conhecedores dos requisitos mínimos de qualidade exigidos a cada passo do processo e incentivados a corrigir as não conformidades. Poling (2007) defende, então, a existência de uma “inspecção rápida através de meios visuais em cada peça antes de se adicionar valor”, bem como, a correcção de defeitos encontrados no ponto do processo produtivo em que foram descobertos.

### 2.1.10. Gestão Visual

Na produção *Lean*, interpreta-se o gasto desnecessário de tempo na interpretação de informação como *Muda*. Assim, a disponibilização de informação deve ser simples e clara (Morgan and Liker 2006; Poling 2007). Uma forma eficiente de tornar a informação acessível consiste na Gestão Visual. Esta representa uma ferramenta *Lean*, em que considerações de qualidade, fluxo produtivo, identificação de materiais e instruções de trabalho devem ser transmitidas através de imagens, estando claramente visíveis e interpretáveis (Jacobs, Chase et al. 2009).

Uma das ferramentas da Gestão Visual consiste no *Kanban*, palavra japonesa para sinal (Jacobs, Chase et al. 2009). O *Kanban* assegura o controlo de fluxo no sistema JiT: nada é produzido até ser necessário (Takeda 2006) e o sistema *pull*: a ordem de produção é desencadeada a jusante pelo pedido do cliente (Jacobs, Chase et al. 2009).

### 2.1.11. Metodologia 5 S

A metodologia dos 5 S está associada à Gestão Visual e à produção *Lean* (Marchwinski 2008) e visa melhorar a organização de qualquer posto de trabalho. O nome da metodologia tem origem nas seguintes palavras japonesas:

*Seiri* - selecção entre o que é necessário e eliminação do desnecessário;

*Seiton* - existência de um local próprio para tudo e tudo no seu local próprio;

*Seiso* – limpeza e manutenção da área de trabalho;

*Seiketsu* – normalização, treino e manutenção;

*Shitsuke* – disciplina para desenvolver a manutenção das normas e a melhoria contínua.

Actualmente, é habitual adicionar um sexto “S”: **Segurança**.

## 2.2. Balanceamento de uma Linha de Produção

Uma linha de produção consiste em conjuntos de postos de trabalho, constituídos por operadores e equipamentos, cuja posição é fixa de acordo com uma sequência pré-definida de tarefas a realizar num produto (Carravilla 1998; Assis 2010), que segue ao longo da linha.

Balancear uma linha de produção consiste, então, em distribuir as operações a que o produto é sujeito pelos diversos postos de trabalho (Carravilla 1998; Assis 2010; Rocha 2010).

O balanceamento de uma linha de produção desempenha um papel muito relevante na implementação de um sistema de produção *pull*. Uma vez que é a procura que determina a produção, o ritmo da linha deve ser conseguido de forma a satisfazer a procura (Davies 2009; Rocha 2010). O ritmo da linha de produção quando definido pela procura é chamado de *takt time* (T). Este valor pode ser calculado da seguinte forma:

$$T = \frac{T_d}{P}$$

Em que:

T= *takt time*;

T<sub>d</sub>= tempo disponível para produção;

P= procura.

Em complemento, o nivelamento da produção é um requisito importante na produção *Lean* (Glenday 2005), porque assegura que a carga produtiva é distribuída, de modo uniforme, pelos postos de trabalho e colaboradores (Assis 2010).

### **2.2.1. Curvas de experiência e Economias de repetição**

Uma curva de experiência traduz a relação entre o tempo de produção unitário e a quantidade acumulada de peças produzidas (Jacobs et. al 2009). Em ambiente de produção, esta ferramenta pode ser utilizada para estimar os tempos de desenvolvimento de produto, produção e custos.

As curvas de experiência podem ser de âmbito individual ou da organização. A primeira diz respeito à eficiência que um indivíduo adquire pela sua experiência, na repetição de uma tarefa; a curva de experiência de uma organização resulta da prática, mas também de mudanças na administração, equipamento e no *design* do produto. Nas organizações é frequente verificar-se os dois tipos de curvas ocorrerem simultaneamente; no entanto, o efeito combinado das duas é, normalmente, descrito numa única curva.

A teoria das curvas de experiência está baseada nos seguintes pressupostos:

- A. O tempo necessário para realizar uma dada tarefa ou unidade de produto será menor a cada vez que a tarefa é realizada;
- B. O tempo unitário decresce a uma taxa decrescente;
- C. A redução de tempo segue um padrão previsível.

Segundo Glenday (2005), à medida que o *takt time* é repetido, verifica-se o fenómeno de economias de repetição. Este fenómeno está de acordo com a teoria das curvas de experiência: quanto mais vezes um indivíduo exerce uma tarefa, melhor e mais naturalmente a exerce.

### **2.2.2. Normalização de trabalho**

É utilizada como forma de reduzir desperdício, sendo elementar na redução de variabilidade de processos (Teresko 2007). Consiste em definir métodos normalizados para a realização do trabalho e é necessária para planear a produção, bem como para alocar a capacidade produtiva (Jacobs, Chase et al. 2009). Este conceito consiste em três pilares: o *takt time*, sequência de trabalho e racionalização de trabalho (em inglês, *standard work*) (Davies 2009; Wilson 2009). Racionalização do trabalho foca-se na movimentação humana, minimizando os movimentos para a sua realização (Coimbra 2009; Davies 2009).

### **2.2.3. Estudo de Tempo e Medição de Trabalho**

Na primeira década do século XIX, Frederic W. Taylor introduziu o conceito de Estudo de Tempo e Medição de Trabalho. O objectivo principal da Medição de Trabalho é de definir *standards* de trabalho (Jacobs, Chase et al. 2009).

Distinguem-se dois grupos de métodos para a medição de trabalho – métodos de observação e métodos indirectos. A abordagem mais comum para a medição de tempo é de observação (Tabela 1).

**Tabela 1 - Métodos de medição de trabalho por observação.**

Métodos directos	Estudo de tempo	Faz uso de um cronómetro para contar o tempo de trabalho.
	Amostras de trabalho	Feito com base em observações aleatórias de trabalho.

O método adoptado no presente projecto foi o estudo de tempo. Esta opção deveu-se ao facto de que o estudo de tempo requer um menor período de tempo para a observação de todas as tarefas e, portanto, para o estabelecimento de *standards* de trabalho.

No estudo de tempo, o trabalho deve ser estudado em elementos mensuráveis e cada elemento deve ser cronometrado individualmente (Jacobs, Chase et al. 2009).

Diversas medições das tarefas resultam em diversos tempos. Deve calcular-se a média destes tempos. Essa média será assumida como o tempo de execução da tarefa pelo operador observado. No entanto, para a construção de *standards*, é necessário que estes tempos sejam aplicáveis a qualquer operador. Deve calcular-se o Tempo Normal, através da aplicação de um índice de desempenho:

$$\text{tempo normal} = \frac{\text{tempo observado}}{\text{unidade}} \times \text{índice de performance}$$

O tempo *standard* é obtido adicionando ao tempo normal compensações para necessidades pessoais, atrasos inevitáveis e fadiga. Deste modo:

$$\text{tempo standard} = \text{tempo normal} + \text{compensações} \times \text{tempo normal}$$

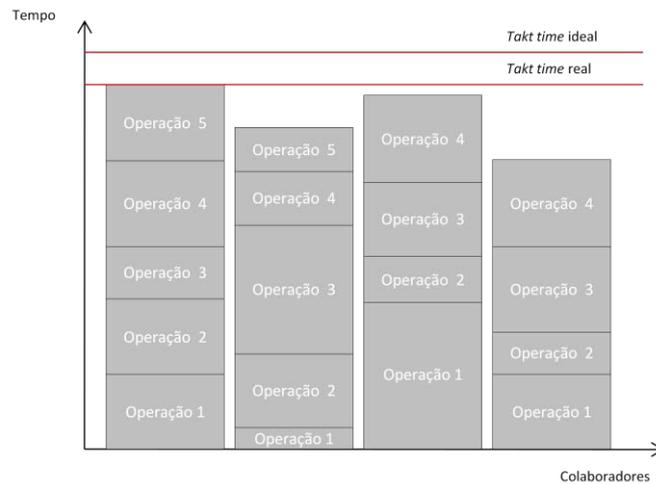
Obtendo um resultado diferente, no caso de se assumir que as compensações devem ser aplicadas ao tempo de trabalho total, o cálculo a efectuar é o seguinte:

$$\text{tempo standard} = \frac{\text{tempo normal}}{1 - \text{compensações}}$$

#### 2.2.4. Balanceamento *Lean* e Quadro *Yamazumi*

Segundo Gomes (2008), o método de balanceamento *Lean Manufacturing* pressupõe a distribuição das tarefas de modo a que todos os operadores, à excepção de um, tenham o seu tempo disponível preenchido na quase totalidade. Este método contraria o método de balanceamento habitual – que distribui todas as tarefas igualmente por todos os operadores – para garantir que a carga de todos os operadores está balanceada e que o *muda* de espera se concentre em apenas um operador.

O quadro *Yamazumi* (Figura 6), palavra japonesa que significa “empilhar”, foi desenvolvido pela Toyota e permite fazer o balanceamento *Lean*. É um método visual e simples e que permite facilmente identificar desperdício. Este quadro apresenta dois eixos – o horizontal, que corresponde ao número colaboradores e o vertical que representa o tempo. As tarefas, representadas em blocos de dimensões proporcionais à sua duração são empilhadas até se atingir o *takt time* (real).



**Figura 6 – Quadro Yamazumi.**

O *takt time* real consiste em subtrair ao *takt time* ideal (calculado com base na procura) o tempo de compensações.

### 2.3. Layout

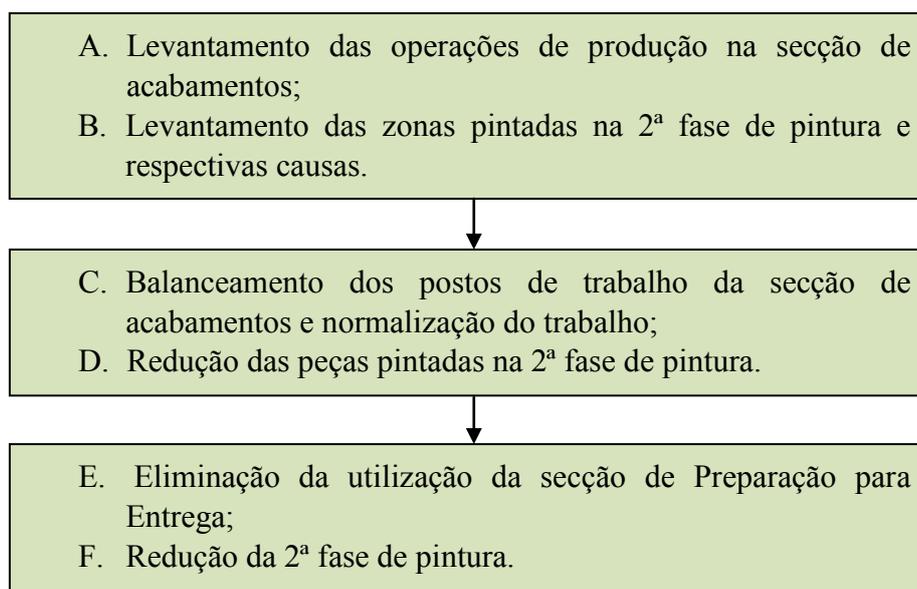
Para Carravilla (1998) e Jacobs, Chase et al. (2009), *layout* define-se como o posicionamento de departamentos, postos de trabalho, equipamentos e zonas de armazenamento de produtos em curso. A decisão sobre o layout tem implicações sobre o nível de stocks utilizados, número de operários necessários, relações entre eles e sua produtividade (Carravilla, 1998). Desta forma, o *layout* deve ser definido de forma a garantir um fluxo produtivo suave (Jacobs, Chase et. al. 2009): minimizando as necessidades de movimentações dos operários e materiais e a distância de movimentações e maximizando os departamentos relacionados (Carravilla 1998).

### 2.4. Projectos desenvolvidos na CaetanoBus, S.A.

Diversos projectos de melhoria têm sido desenvolvidos na CaetanoBus. Do seu estudo, pode concluir-se que autores, como Côrte-Real (2010), Sotto Mayor (2007) e Mendes (2006), alcançaram aumentos de produtividade, incidindo sobre a produção do modelo Tourino, sendo que o último abrangeu também a linha de produção do modelo Cobus. Em traços gerais, estes projectos seguiram uma abordagem semelhante, com forte componente no *Gemba*: levantamento das tarefas do processo produtivo e sua duração, balanceamento dos postos de trabalho e normalização de trabalho. Deve salientar-se que os projectos mencionados incidiram sobre linhas de produção dedicadas.

Côrte-Real (2010) focou-se na redução da 2ª fase de pintura e eliminação da utilização da secção de Preparação para Entrega no modelo Tourino. A sequência do processo produtivo da linha de produção do Tourino (linha 2) revela muitas semelhanças com a da linha 1.

Para Côrte-Real (2010), o desenvolvimento do projecto passou, de forma geral, pelas fases representadas na Figura 7.



**Figura 7 – Fases de “Optimização do Processo de Fabrico do Tourino na CaetanoBus, S.A.”**

A eliminação da utilização da secção de Preparação para entrega foi conseguida pela redução da linha de Acabamentos de sete para cinco postos de trabalho, integrando as tarefas da secção 10 nos Acabamentos (Tabela 2). A redução da 2ª fase de pintura passou pela prevenção dos defeitos na pintura e integração da 2ª fase de tratamento interior da carroçaria na operação de Remates realizado na 1ª fase de pintura.

**Tabela 2 – Actividades secção 10 integradas em Acabamentos (*takt time*:16h), (Côrte-Real 2010).**

POSTO 6						
1º dia			2º dia			
1º turno		2º turno	3º turno	1º turno		3º turno
Manhã	Tarde	Secção Pintura		Manhã	Tarde	
Preparação da unidade para pintura; Montagens no interior		Pintura unidade na estufa		Montagens no exterior; Remates pintura na linha; relatórios QAS	Cumprimento dos relatórios (montagens e pintura)	
POSTO 7						
1º dia			2º dia			
1º turno		2º turno	3º turno	1º turno		3º turno
Manhã	Tarde			Manhã	Tarde	
Testes QAS	Cumprimento relatórios testes estrada + estanquidade; Limpeza interior			Conclusão da unidade + Certificação final		

Côrte-Real (2010) desenvolveu o projecto mencionado para um *takt time* 16 horas. Ora, o *takt time* varia de acordo com a procura, pelo que foi também feito um balanceamento da secção de Acabamentos para um *takt time* de 8 horas (Côrte-Real 2010), que não foi testado aquando

do estudo. A proposta da integração de actividades de Preparação para Entrega nos Acabamentos para um *takt time* de 8 horas está ilustrada na Tabela 3.

**Tabela 3 – Actividades secção 10 integradas em Acabamentos (*takt time*: 8h), (Côrte-Real, 2010)**

POSTO 5				POSTO 6			
1º dia				1º dia			
1º turno		2º turno	3º turno	1º turno		2º turno	3º turno
Manhã	Tarde	Secção Pintura		Manhã	Tarde		
Tarefas Posto 5		Preparação da unidade para pintura	Pintura unidade na estufa	Montagens no interior e exterior; Remates pintura na linha + relatórios QAS	Cumprimento dos relatórios (montagens e pintura)	Testes QAS	
POSTO 7							
1º dia							
1º turno			2º turno	3º turno			
Manhã		Tarde					
Cumprimento relatórios testes estrada + estanquidade; Limpeza interior		Conclusão da unidade + Certificação final					

Durante a realização do presente projecto, a produção do Tourino ocorreu a um *takt time* de 8 horas. A esta cadência, verificaram-se várias dificuldades:

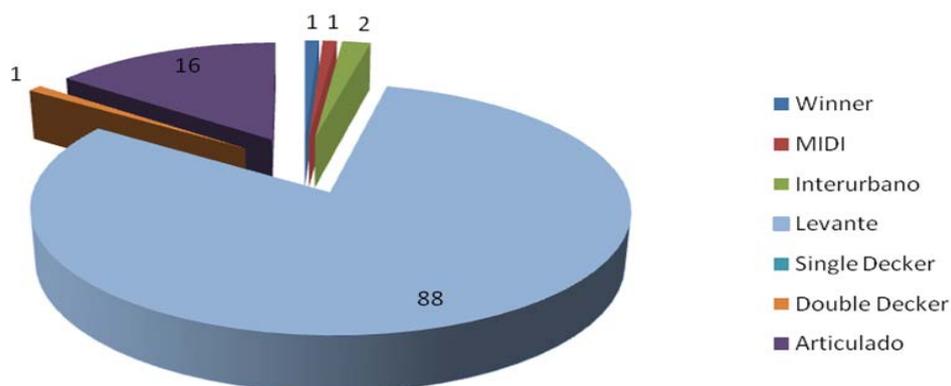
- Conclusão das tarefas de montagem no posto 5;
- Redução da 2ª fase de pintura – devido ao ritmo mais acelerado de trabalho, surgiram mais defeitos na pintura causados nos Acabamentos;
- Aumento de Não Conformidades (NC) na PQ4 – causado também pela velocidade da linha, verificou-se um aumento significativo da média de NC no fim dos Acabamentos: 132% em relação ao número médio de NC verificados no *takt time* de 16 horas;
- Pintura da unidade na estufa – ainda com o *takt time* de 16 horas, a secção de Pintura revelava dificuldades em devolver o carro à linha de Acabamentos dentro do horário estipulado; no entanto, com essa cadência existia folga para a recuperação desse atraso. As actividades do posto 6, na cadência máxima, alongavam-se para o posto 7, gerando a necessidade de executar a conclusão da unidade após a saída dos Acabamentos.

### 3. Processo de Fabrico

Neste capítulo, apresentam-se exemplos de autocarros produzidos na Linha 1, bem como o processo produtivo a que estes são sujeitos.

#### 3.1. Produtos da linha 1

Como foi mencionado anteriormente, a linha 1 constitui uma linha multi-produto. Entre Março de 2010 e Fevereiro de 2011 foram produzidos os seguintes modelos, nas quantidades assinaladas na Figura 8.



**Figura 8 – Produção da linha 1: Março 2010 – Fevereiro 2011.**

Os modelos acima dividem-se no grupo de autocarros CAETANO produzidos na Linha 1:

- **Urbanos:**
  - MIDI, Double Decker e Articulado;
- **Interurbano;**
- **Turismo:**
  - Winner, Levante.

A par do presente projecto, a produção na Linha 1 consistiu nos modelos Winner e Levante. Estes dois modelos são bastante semelhantes entre si, sendo que as principais diferenças assentam no facto do segundo ser para venda no mercado britânico e, portanto, de volante à direita e que o Winner apresenta um estrado plano, com coxia rebaixada, enquanto o Levante apresenta um estrado em rampa sem desnível na coxia. Actualmente, a produção do Levante assume um papel importante no volume de produção da linha 1, bem como da CaetanoBus.

De forma a explicar a produção observada aquando da realização deste projecto, é pertinente referir que a produção de Winner decorreu a um *takt time* de 16 horas e a do Levante com um *takt time* de 10 horas. A produção de Levante consistiu em duas séries, sendo que uma delas foi produzida pela linha 1 e a outra pela linha 2.

#### 3.2. Descrição do Processo de Fabrico

A fabricação de carroçarias passa pelas seguintes secções e respectivas actividades:

**Células de corte** – corte de tubos para construção de estruturas e tampas laterais;

**Tampas** – soldadura e colagem das tampas laterais;

**Pré-montagem de estruturas** – desenvolvimento da estrutura de suporte da carroçaria – “gaiola” (Figura 9), constituída pelas estruturas da frente, traseira, estrado, painéis laterais e tejadilho.



**Figura 9 – Montagem da “gaiola”.**

**Aplicação de primário** – tarefa de pintura que consiste na lixagem, desengorduramento, e aplicação de primário (produto anti-corrosivo) na estrutura;

**Estrutura e Chapeamento** – separação entre eixos de *chassis* e montagem da “gaiola” sobre este; montagem da frente, traseira e tejadilho, painéis e tampas laterais, estribos e plataformas;

**Pintura** – secção por onde passam todos os autocarros produzidos na CaetanoBus, que trabalha em três turnos por dia. O processo de pintura é definido pela seguinte ordem de operações:

- 1. Regularização de superfícies** – aplicação de betumes para correcção de imperfeições das chapas e fibras;
- 2. Subcapa** – aplicação, à pistola, de subcapa, cuja função é de uniformizar os substratos (chapas e fibras);
- 3. Tratamento inferior do *chassis*** – levantamento do autocarro através de mecanismos de elevação: aplicação do produto anti-gravilha e insonorizante FT 90 na parte inferior do autocarro.
- 4. Lixagem** – rectificações de superfícies por nova aplicação de betumes e lixagem geral do autocarro;
- 5. Esmaltagem** – pintura do exterior da unidade, de acordo com a especificação do cliente;
- 6. Remate** – pintura do interior das bagageiras, das zonas exteriores de cor preta e porta-faróis traseiro.

As operações de aplicação de subcapa e de esmaltagem incluem a secagem em estufa a 60° C durante 60 minutos.

**Acabamentos** – Montagem de fechos exteriores, aplicação de forras interiores, condutas e tablier, ligações mecânicas e eléctricas, aplicação de vidros, portas e bancos;



**Figura 10 – Modelo CAETANO à entrada de Acabamentos.**



**Figura 11 – Modelo CAETANO à saída de Acabamentos.**

**Pintura (2ª fase)** – rectificações de pintura e pintura de peças montadas nos Acabamentos (operações de pintura 1, 2, 4 e 5); rectificação de tratamento inferior.

**Preparação para entrega** – colocação de autocolantes, limpeza, inspecção mecânica e certificação final.

#### **Plano de produção e roteiro**

O plano de produção e os roteiros são construídos em paralelo. Geralmente, o plano de produção é determinado com base na procura, ajustando o *takt time* da linha de produção (com base, também, na mão-de-obra disponível). Inserindo o plano de produção em SAP, são geradas necessidades de materiais de acordo com as Listas Técnicas de cada modelo. Então, de forma a garantir a metodologia *Just-in-Time*, existe um roteiro para cada modelo. Este consiste numa descrição, em SAP, dos postos de trabalho por onde passa cada modelo e materiais necessários às tarefas desse posto.

Assim, a criação do roteiro de um modelo garante que as necessidades são geradas para o momento certo de produção. Paralelamente, a partir da descrição de cada posto de trabalho e do *takt time*, é determinado o *Lead Time* de uma unidade de cada modelo. Esta duração é o último *input* para a construção do plano de produção.

#### **Abastecimento de materiais e Bordo de linha**

O abastecimento de materiais à linha de produção é garantido pelo Armazém e, para alguns materiais, pelos fornecedores – segundo processo *Ship to Line*. O Armazém faz uso do *Mizusumashi*, que abastece cada secção duas vezes por dia, em viagens de, aproximadamente, 30 minutos. Dos materiais abastecidos pelo Armazém, distinguem-se os materiais de *picking* e materiais de supermercado. Os materiais são disponibilizados no bordo de linha (Figura 12).



**Figura 12 – Bordo de linha (Acabamentos da linha 1).**

#### **Portas da Qualidade**

O departamento de Qualidade é responsável pelo controlo da qualidade do produto. Este controlo é feito nas Portas da Qualidade (PQ) que existem ao longo do processo produtivo:

PQ0 – inspecção soldadura e montagem de estruturas;

PQ1 – verificação do *chassis* na sua recepção;

PQ2 – inspecção da carroçaria após secção de Estrutura e Chapeamento;

PQ3 – verificação da 1ª fase de pintura;

PQ4 – inspecção pré-final após fase de Acabamentos:

- Inspeção exterior;
- Inspeção interior.

PQ5 – inspeção final:

- Inspeção inferior;
- Teste de estanquidade;
- Inspeção exterior;
- Inspeção interior;
- Teste de estrada;
- Certificação final – que consiste na certificação do cumprimento dos relatórios elaborados nos testes/inspeções anteriores.

No Anexo A encontra-se a planta da fábrica e a localização das Portas da Qualidade.

O controlo é feito a partir de uma Lista de Verificação para cada Porta da Qualidade. As Não Conformidades (NC) detectadas são inseridas numa base de dados, dando origem à actualização dessa lista. A inspeção final dá origem a um top mensal de 10 NC para cada modelo.

## 4. Apresentação do problema

Este capítulo apresenta o diagnóstico inicial feito à secção de Preparação para Entrega, bem como a explicação do rumo tomado para a resolução dos problemas detectados.

### 4.1. Secção de Preparação para Entrega

Como referido anteriormente, a secção de Preparação para Entrega (Figura 13) representa a fase posterior às actividades da secção de Acabamentos. A avaliação inicialmente feita da secção em estudo era de que esta apresentava uma produtividade reduzida, bem como dificuldades na organização do trabalho. De forma a fazer uma avaliação da situação inicial da secção, realizou-se um estudo sobre o seu funcionamento.

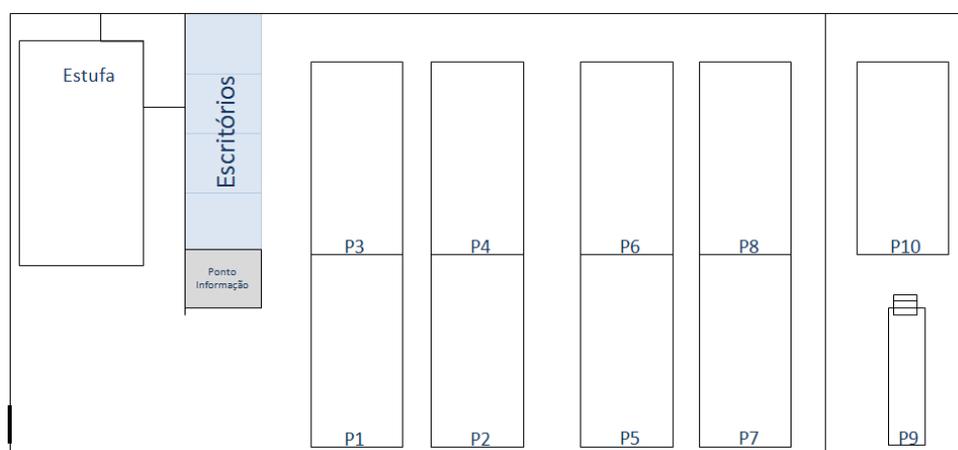


**Figura 13 – Secção de Preparação para Entrega**

Da avaliação inicial realizada, destacam-se os seguintes parâmetros: *layout* da secção, número de unidades em produção, tempo de mão-de-obra de Preparação para Entrega e tempo de mão-de-obra da 2ª fase de pintura.

#### **Layout da secção**

A secção 10 é constituída por uma cabine de pintura e 10 postos de trabalho, sendo que dois destes se destinam a tarefas na zona inferior da carroçaria – um tem uma fossa e o segundo, mecanismos de elevação (macacos). Estes postos correspondem aos postos (P) 9 e 10 da Figura 14, respectivamente.



**Figura 14 – Layout da secção de Preparação para Entrega**

Assim, o primeiro problema identificado prende-se com o *layout* da secção, uma vez que, tendo apenas portões num dos lados, obriga a movimentação de uma unidade para a saída da

unidade de trás. Como exemplo, havendo uma unidade no P1 e uma outra no P3: para a unidade do P3 sair, tem de sair a unidade no P1 para posteriormente voltar a entrar. Além de movimentações desnecessárias, este facto obriga a paragem dos trabalhos na unidade que está à frente.

Os postos 1 a 4 são dedicados a unidades da linha 1 e os 5 a 8 dedicados a unidades da linha 2. No entanto, verifica-se flexibilidade relativamente a este ponto, em momentos que há mais de quatro unidades de uma das linhas e é necessário mais espaço. Da mesma forma, quando o número de unidades em produção é superior a onze, verifica-se que as unidades sofrem operações no lado exterior da secção, originando ainda mais movimentações no caso de uma unidade de trás ter necessidade de sair.

### Número de unidades em produção

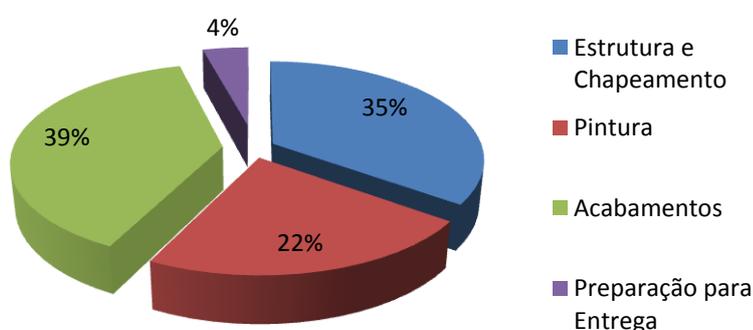
Considerando o *takt time* mínimo da CaetanoBus até agora verificado – 8 horas, ou seja, a cadência de produção máxima e o tempo dedicado às tarefas da secção 10 pode determinar-se o número máximo de unidades em produção na secção.

Sendo que, dos oito dias para tarefas na secção 10, três dias são para inspecção mecânica, realizada no fornecedor de *chassis*, cinco seria o número máximo de unidades na secção. Além disso, o primeiro dia de 2ª fase de pintura consiste em actividades desenvolvidas na secção de Pintura (secção 04). Assim, o número máximo de unidades baixaria para quatro. Como falado anteriormente, verifica-se muitas vezes a presença de mais de quatro unidades da linha 1 na secção 10. Este foi, então, um sinal de que a ordem de trabalhos pré-estabelecida não estaria a funcionar.

### Tempos de mão-de-obra Preparação para Entrega e 2ª fase de pintura

Com base nos dados da Empresa sobre as horas de mão-de-obra para a produção acima mencionada dos 88 Levante, pôde determinar-se o peso que as tarefas da secção 10 desempenham na fabricação deste modelo. Uma vez que os postos de trabalho na produção da linha 1 são comuns à generalidade dos modelos, considera-se que esta é uma boa aproximação do peso que a secção 10 terá nos modelos da linha 1.

Na série de produção analisada, verifica-se que o número de horas de mão-de-obra médio para a fabricação de uma unidade é de 1533 horas. Destas, aproximadamente 590 horas correspondem a tarefas de Acabamentos e 68 horas a tarefas desempenhadas na secção 10 (Figura 15).



**Figura 15 – Percentagem de horas de mão-de-obra por secção.**

É de realçar que o valor de horas da secção 10 representa cerca de 10% de toda a fase de Acabamentos.

Os pontos acima descritos revelaram que a secção de Preparação para Entrega não estaria a funcionar de acordo com o esperado. A abordagem do problema pôde tomar dois rumos: organizar o trabalho na secção 10, de forma a respeitar-se a ordem de trabalhos esperada; ou perseguir as causas de um elevado número de unidades em produção na secção e reduzi-las. A primeira poderia garantir um funcionamento organizado da secção, passando por prepará-la para mais unidades em produção; no entanto, tentou-se resolver o problema de forma mais profunda, optando-se pela segunda abordagem. Assim, fez-se uma análise dos factores que causavam o problema mais grave verificado: a existência de mais de quatro unidades da linha 1 em Preparação para Entrega.

Das tarefas cumpridas na Preparação para Entrega, verificou-se que a 2ª fase de pintura, as inspecções, o cumprimento de relatórios e a certificação final são as tarefas susceptíveis de redução. Devido ao forte poder negocial dos fornecedores de *chassis*, a CaetanoBus não pode alterar a duração do PDI, mantendo-se em três dias. Investiu-se, então, na redução das outras tarefas, pela prevenção das suas causas.

#### **4.2. Secção de Acabamentos**

Esta secção - 05 - apresenta seis postos de trabalho, sendo que em roteiro apenas cinco postos são considerados como postos de montagem. Isto porque se espera que a inspecção da PQ4 seja realizada no 2º turno, no posto 5 e que o posto 6 seja apenas para cumprimento do relatório dessa inspecção.

Ora, na realidade, verifica-se que as montagens não são terminadas até ao posto 5, sendo necessário também o posto 6 para a realização destas. Da mesma forma, a inspecção realizada no posto 5 aponta várias tarefas por concluir, obrigando o controlador à construção de um relatório de faltas extenso. Este facto revela-se desperdício: em primeiro lugar, o controlador regista faltas que são já do conhecimento dos operadores e, em segundo lugar, porque, havendo ainda montagens a realizar, a inspecção feita pode não apontar NC que venham ainda a surgir como consequência das montagens realizadas no posto 6.

Em suma, as tarefas de Acabamentos não são alcançadas dentro do tempo estipulado e as verificações da Qualidade não reflectem o estado de conformidade da unidade – servem principalmente como um relatório das tarefas em falta.

As tarefas em falta, não sendo realizadas no posto 6, seguem para ser executadas na Preparação para Entrega, prolongando as tarefas na secção 10.

#### **4.3. 2ª fase de pintura**

Após os Acabamentos, a unidade segue para a 2ª fase de pintura. A pintura revela-se um processo cujas operações obedecem a procedimentos muito específicos, tanto no seu número, como na sua duração e sequência. Assim, a duração da pintura – tanto a 1ª como a 2ª – revelam-se independentes do *takt time*, sendo que são dados cinco dias para a 1ª fase de pintura e, como já mencionado, dois dias para a 2ª.

A 2ª fase tem como papel a pintura de peças apenas montadas na secção de Acabamentos, bem como rectificação de peças com defeitos na pintura, sendo que estes podem ter duas origens: a 1ª fase de pintura e, portanto, defeitos causados no processo de pintura em si e Acabamentos, ou seja, defeitos causados nas tarefas executadas após a 1ª pintura.

## 5. Balanceamento da secção de Acabamentos da linha 1

De forma a tornar possível terminar as tarefas na secção de Acabamentos, fez-se o seu acompanhamento e, posteriormente, o balanceamento da linha de Acabamentos. O modelo acompanhado, dada a produção em curso, foi o Levante. Ainda que um modelo com um peso muito significativo na linha 1, sabe-se que outros modelos são fabricados nesta. Assim, o balanceamento feito assentou no princípio de que todos os modelos sofrerão acabamentos semelhantes e que, ainda que haja tarefas diferentes, as macro actividades são comuns.

O acompanhamento dos Acabamentos passou pela visualização das suas tarefas e respectiva cronometragem. O tempo normal de cada tarefa foi determinado atribuindo um índice de performance de um, uma vez que os operadores realizam sempre as mesmas tarefas. O método de balanceamento adoptado foi o Quadro *Yamazumi*, uma vez que permite uniformizar a carga dos operadores, bem como, facilmente, gerir actividades em paralelo. Isto é, para o balanceamento, deu-se atenção ao facto de que tarefas incompatíveis não podem ser realizadas em paralelo – como exemplo, tenham-se as montagens das condutas e painéis laterais interiores: são actividades que, por dificultarem a movimentação dos operadores, são impossíveis de realizar do mesmo lado do autocarro em simultâneo. Da mesma forma, o balanceamento foi realizado respeitando a precedência das tarefas. Além disso, duas grandes restrições ao balanceamento foram identificadas: apenas o posto 3 está equipado com plataformas (necessárias à aplicação dos vidros) e os postos 5 e 6 são os únicos da secção de Acabamentos que têm fossa (que facilitam montagens mecânicas no inferior da carroçaria).

### **Takt time do balanceamento**

Realizou-se o balanceamento para o *takt time* mínimo na CaetanoBus – 8 horas. Esse é, para o balanceamento, o *takt time* ideal. O *takt time* real foi calculado de acordo com o tempo de compensações estabelecido na empresa para a secção de Acabamentos – 10%.

$$takt\ time\ real = takt\ time\ ideal \times (1 - compensações) = 8 \times 0,9 = 7,2\ h = 432\ min$$

No entanto, este *takt time* real não existe como tempo disponível para montagens para todos os operadores: os chefes de equipa dispõem 50 minutos para executar tarefas de chefia (no caso de chefiarem um posto) ou 75 minutos (se chefiarem dois postos).

### **Cálculo do número mínimo de operadores**

Após a medição de todas as tarefas e o cálculo da sua duração total, estimou-se o número mínimo de operadores necessários:

$$n^{\circ}\ mínimo\ operadores = \frac{duração\ total\ das\ tarefas}{takt\ time\ real} = \frac{12702}{432} \cong 30\ operadores$$

Com base neste valor, iniciou-se o balanceamento conhecendo já o número de operadores a atingir. De salientar que o ponto de partida para a distribuição de tarefas foi o de alocar, inicialmente, as tarefas de maior duração e, posteriormente, considerando os pontos acima referidos, as tarefas de menor duração, de forma a preencher o tempo de trabalho dos operadores.

Como se pode verificar na Figura 16, o *Yamazumi* foi construído num quadro magnético de forma a permitir a discussão do balanceamento com os chefes de equipa e da secção. Os fornecedores foram, também, envolvidos neste balanceamento, de forma a acompanhar as soluções propostas.



**Figura 16 – Quadro *Yamazumi* para Acabamentos da linha 1.**

### 5.1. Resultados do Balanceamento

Actualmente, a secção 05 conta com 39 operadores para desempenhar as tarefas balanceadas. Nos Anexos B e C pode consultar-se a sequência de tarefas para o balanceamento atingido e a sequência de tarefas de montagens eléctricas desempenhadas por fornecedores, respectivamente. O quadro *Yamazumi* de cada posto pode ser consultado no Anexo D. O balanceamento garante a conclusão das tarefas no posto 5, com 31 operadores (Tabela 4).

A produtividade da secção de Acabamentos será, então:

$$produtividade = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{tempo disponível}} = \frac{\text{duração total de tarefas}}{n^{\circ} \text{ operadores} \times \text{takt time real}} = \frac{12752}{31} \cong 95,2\%$$

**Tabela 4 – Resultados esperados do balanceamento da secção de Acabamentos.**

Parâmetro	Valor inicial	Valor final esperado	Ganho
Operadores sec. 05	39	31	20,5%
Produtividade sec 05	75,7%	95,2%	25,8%
Horas de mão-de-obra de Acabamentos	590	532,4	9,8%

### 5.2. Recuo do início da montagem do WC para a secção Estrutura e Chapeamento

Uma opção dada ao cliente é da inclusão de WC no autocarro. Esta opção tinha sido seleccionada na série acompanhada – bem como na maioria das unidades Levante normalmente produzidas. Na linha 1, a sua montagem é assegurada por uma empresa subcontratada e implica a colocação e fixação da sua carcaça no interior da unidade, ligações de águas e ligações eléctricas, montagem do depósito de águas sujas e acabamento final exterior da divisão.

No início do presente projecto, a colocação da carcaça acontecia no primeiro posto dos Acabamentos. A montagem do WC e algumas tarefas de Acabamentos (umas executadas pela CaetanoBus e outras subcontratadas) dependem entre si. (No Anexo E pode ser consultada a lista de tarefas e a dependência entre si). O facto de iniciar-se a montagem do WC na secção de Acabamentos resultava em atrasos nas tarefas mencionadas: a colocação dos painéis de madeira forrados apenas acontecia no posto 4, arrastando a colocação da fibra superior traseira e a última placa do tejadilho para o posto 5 e a aplicação dos últimos conjuntos de ar e luz e o ventilador do AC traseiro para o posto 5 ou, por vezes, posto 6. Da mesma forma, a aplicação do depósito de água suja apenas no posto 5 (após a montagem das escadas de emergência) obrigava a conclusão das ligações de águas no posto 6 e na secção 10.

Assim, decidiu-se fazer o recuo do início da montagem do WC e da aplicação do depósito de águas sujas, recuando as outras tarefas. Para atingir este objectivo, foi necessário envolver os fornecedores afectados, discutindo as soluções possíveis. Após analisada a precedência das tarefas, normalizou-se a montagem do WC (Anexo F).

Esta medida tornou possível a conclusão das tarefas da montagem do WC até ao posto 5 da secção de Acabamentos.

### 5.3. *Standard Work*

Através do acompanhamento das montagens na secção 05 foi possível, para além de conhecer o processo produtivo, identificar melhorias. As melhorias identificadas prenderam-se com simplificação das montagens e redução da sua duração, eliminação de movimentações desnecessárias e ergonomia dos operadores. Algumas destas melhorias permitiram, também, a redução da 2ª fase de pintura – como se verá adiante.

De seguida, apresentam-se algumas das melhorias sugeridas e implementadas e, posteriormente, os resultados – obtidos e esperados.

#### **Desenrolador portátil de borracha guarda-vento**

Em todas as tampas laterais da carroçaria é aplicado um perfil de borracha para amortecer o fecho das tampas e, no caso das bagageiras, vedar esse compartimento. Este perfil de borracha encontra-se no bordo de linha (Figura 17). Assim, o operador corta a quantidade necessária esperada de borracha para cada uma das tampas e distribui-a pelas tampas. Este facto leva a que haja desperdício de material e de movimentações, bem como de tempo na medição e no corte da borracha. A solução para este facto passa pela construção de um desenrolador portátil de borracha (Figura 18), que permita a aplicação do guarda-vento transportando o desenrolador e só cortando a borracha depois, na medida correcta.



**Figura 18 – Borracha guarda-vento no bordo de linha.**



**Figura 17 – Proposta de arrumação e transporte de borracha guarda-vento.**

### **Caixilho da janela do motorista**

O caixilho sofria várias correcções nas medidas de forma a ser montado na abertura para a janela deslizante do motorista. Estas correcções geravam, além de desperdício de tempo e esforço humano, desperdício de material. Assim, estudou-se estas afinações em várias unidades, definindo as medidas que esta peça devia ter. Procedeu-se à alteração do desenho, passando a ser encomendado o caixilho com as medidas correctas – para o modelo Levante.

### **Meio auxiliar de transporte de condutas**

As condutas sofrem uma pré-montagem, que consiste em furações e cortes para aplicação na unidade, ligações dos conjuntos de ar e luz, aplicação de rodízios para as cortinas e aplicação de meios de ligação entre as condutas da frente e traseiras (de notar que, devido à sua grande dimensão, as condutas são fornecidas à CaetanoBus separadas entre condutas da frente e da traseira). O Armazém abastece as condutas num meio de transporte que funciona também como zona de espera deste material: em primeiro lugar, deslocam-se as condutas da frente até aos tripés de pré-montagem, procede-se às tarefas descritas e, posteriormente, realiza-se o mesmo com as condutas traseiras.

Assim, dois operadores transportavam manualmente cada conduta do seu suporte até ao tripé (uma vez que o suporte em que estavam se revelava pouco prático para esta tarefa). De forma a reduzir o esforço físico dos operários, adaptou-se um meio de transporte inutilizado já existente para esta movimentação (Figura 19).



**Figura 19 – Meio de transporte de condutas para pré-montagem.**

### **Pré-afinação de condutas**

Na pré-montagem das condutas, no posto 2, é feita a ligação eléctrica dos conjuntos de ar e luz. No entanto, apenas quando as ligações do autocarro se encontravam concluídas (postos finais), se podia testar as funcionalidades das condutas. Muitas vezes, aquando deste teste, verificava-se que as condutas apresentavam problemas e não funcionando, obrigando à desmontagem daqueles conjuntos e respectiva correcção.

De forma a prevenir este facto, instalou-se um transformador no posto 2 para se testar o funcionamento das condutas antes da sua montagem no autocarro.

### **Furo na conduta para cablagem AC**

No modelo Levante, uma das bagageiras das condutas incorpora comandos do ar condicionado (AC). Para a sua montagem, era executado um furo na conduta na sua pré-montagem. Através da alteração das características de encomenda da conduta, encomendando já a execução desse furo, garantiu-se a eliminação daquela tarefa.

### Faixa preta no interior do vidro pára-brisas

No interior do vidro pára-brisas é pintada uma faixa preta de prolongamento da serigrafia. Esta pintura era feita no posto 4 aquando da montagem das fibras forradas da frente interior. Ora, neste posto, o pára-brisas estava já montado, obrigando o operador a fazer esta pintura na vertical (após colocação daquela fibra, marcação da medida e desmontagem da fibra). De forma a facilitar esta operação, fez-se o seu recuo para o momento de preparação do vidro pára-brisas no posto 2, em que são aplicados o primário e a cola no vidro para a sua montagem (Figura 20). Para tal, acompanhou-se, em algumas unidades, a largura da faixa pintada e conclui-se que seria de 6,5 centímetros.



**Figura 20 – Faixa preta no vidro pára-brisas.**

Ainda assim, considerando que esta é uma tarefa desnecessária que pode ser eliminada pela alteração da largura da serigrafia, estudou-se a viabilidade desta alteração e, portanto, a eliminação daquela tarefa de pintura. Consultando os departamentos de Engenharia de Produto e Compras, verificou-se que o aumento da serigrafia teria um custo único de 150€. Considerando a duração desta tarefa (15 minutos) e o custo de mão-de-obra horário estabelecido (10€/hora), a amortização deste custo é conseguida ao fim da produção de 60 autocarros. Uma vez que o pára-brisas do Levante é aplicado também noutros modelos, conclui-se que é vantajosa a alteração da serigrafia deste vidro.

No entanto, dada a quantidade de vidros pára-brisas já encomendados e existentes em *stock*, a pintura da faixa será feita na preparação do vidro até a alteração se reflectir nos vidros disponíveis.

### Alteração do abastecimento de peças para pintura

Diversas peças montadas nos Acabamentos da linha 1 eram fornecidas sem o seu acabamento final (pintura), pela impossibilidade do fornecedor de executar a sua tarefa ou pela grande variabilidade de cores a pintar. Estas peças eram fornecidas pelo Armazém à secção de Acabamentos, em diversos postos. Posteriormente, o chefe de equipa de cada posto, entregava essas peças na secção de Pintura e, após pintadas, eram de novo transportadas para o posto de Acabamentos correcto por um chefe de equipa. Até então, não se considerava nenhum posto de entrega de materiais na secção 04. No entanto, de forma a eliminar estas movimentações desnecessárias, procedeu-se à alteração do roteiro e o *Mizusumashi* passou a abastecer estas peças directamente à Pintura (Figura21) e, após pintadas, ao posto correspondente à sua montagem.



**Figura 21 – Exemplo de peças abastecidas à secção de Pintura.**

#### **Furo para campainha de deficientes**

No primeiro posto é executada a furação de um painel de revestimento interior para a posterior colocação da campainha de deficientes. Aquando da aplicação deste, já no posto 5, eram feitos acertos no diâmetro deste furo. Sendo desnecessária, evitou-se esta tarefa procedendo à alteração do diâmetro do furo no posto 1. Esta correcção garantiu a eliminação do acerto mencionado.

#### **Rasgos para montagem dos faróis da frente**

Os faróis da frente são fixados em rasgos na fibra da frente. Verificou-se que, em ambos os lados, apenas dois dos três rasgos na fibra para os faróis estavam já executados e que o furo para passar a tubagem do esguicho de faróis era feito pelo operador (Figura 22). Constatou-se, também, que os rasgos feitos não apresentavam a localização correcta, obrigando o operador a executar acertos nesses rasgos.

Seguindo a execução dos rasgos e acertos mencionados em três unidades, definiu-se as suas medidas correctas e alterou-se o desenho da fibra da frente, garantindo o fornecimento da fibra da frente com os rasgos correctos (Figura 23).



**Figura 22 – Fibra frente – situação inicial.**



**Figura 23 – Fibra frente – situação final.**

À semelhança do que acontecia na fibra da frente, o porta faróis da frente não tinha o rasgo para a aplicação do esguicho de faróis, sendo o operador a executá-lo. Alterou-se, também, a especificação do porta-faróis, sendo já fornecido com esse rasgo.

### Molde para montagem de espelhos retrovisores exteriores

A aplicação dos espelhos retrovisores no autocarro passa pela furação para a colocação dos seus suportes. Para a furação são utilizados os espelhos para determinar a sua posição e dos furos, depois os espelhos são de novo colocados no suporte, executa-se a furação e depois, então, a colocação dos espelhos. Esta situação revela muitos movimentos desnecessários, para além do esforço físico do operador no transporte dos espelhos retrovisores. Para eliminar este desperdício, criou-se um molde de furação (Figura 24). Esta medida está implementada para o modelo Levante e será adoptada em todos os outros modelos aquando da sua produção.



Figura 24 – Meio auxiliar de produção de furação para espelhos exteriores retrovisores.

#### 5.3.1. Resultados *Standard Work*

A compilação dos resultados das medidas acima descritas está na Tabela 5. Estes ganhos são representados pela redução da duração inicial das tarefas, movimentações e desperdício de material e melhor ergonomia de operadores.

Tabela 5 – Ganhos das medidas *Standard Work*.

Medida	Implementação		Ganho	
	(s/n)	Data	Esperado	Obtido
Desenrolador portátil de borracha guarda-vento	n	-	31 minutos + redução desperdício de material	-
Caixilho da janela do motorista	s	Junho 2011	30 minutos + redução do desperdício de material	30 minutos + redução do desperdício de material
Meio auxiliar de transporte de condutas	s	Maió 2011	ergonomia dos operadores	ergonomia dos operadores
Pré-afinação de condutas	s	Abril 2011	aprox. 8 horas em cada conduta não conforme	aprox. 8 horas em cada conduta não conforme
Furo na conduta para cablagem AC	s	Junho 2011	20 minutos	20 minutos
Faixa preta no interior do vidro pára-brisas	s	Maió 2011	10 minutos + ergonomia do operador	10 minutos + ergonomia do operador
Abastecimento de peças para pintura	s	Março 2011	aprox. 10 minutos por deslocação entre Acabamentos e Pintura	aprox. 10 minutos por deslocação entre Acabamentos e Pintura
Furo para campainha de deficientes	s	Maió 2011	15 minutos	15 minutos
Rasgos para montagem faróis da frente	s	Abril 2011	28 minutos	28 minutos
Molde para montagem de espelhos retrovisores exteriores	s	Junho 2011	60 minutos	60 minutos

## 6. Reorganização da secção de Acabamentos da Linha 1

Concluiu-se, da experiência com o modelo Tourino que para ser possível terminar as unidades na secção de Acabamentos é necessário, além do balanceamento da linha, o controlo de qualidade ao longo da linha de produção, bem como, a definição do seu funcionamento para diferentes *takt time*.

### 6.1. Lista de Verificação posto-a-posto

Como referido anteriormente, o relatório de qualidade redigido na Porta da Qualidade 4 não é cumprido integralmente na secção 05. Paralelamente, verificou-se que as Não Conformidades registadas naquela porta eram superiores ao objectivo estabelecido para o modelo Levante – 30 NC, estando a revelar uma média de 49 NC e 19 NR (Não realizados). Estes dois factos revelaram-se o ponto de partida para uma verificação das tarefas desempenhadas em todos os postos.

A verificação posto-a-posto podia ser conseguida de duas formas: pela Qualidade ou pela própria Produção.

Por um lado, a existência de controladores em todos os postos de Acabamentos, geraria um custo adicional de mão-de-obra no departamento de Qualidade. Da mesma forma, esse controlador redigiria uma lista de NC, não garantindo a sua correcção até a chegada à PQ4. Assim, estaria a repetir-se a constatação dos mesmos defeitos. Por outro lado, sabe-se que a verificação desempenhada pelo departamento de Produção reduziria a necessidade da passagem da informação entre departamentos e poderia resultar na correcção de todos os defeitos detectados.

Assim, criou-se uma lista de verificação para cada posto, sendo a Produção a responsável por essa verificação (no Anexo G pode ser consultada a Lista de Verificação posto-a-posto). A verificação definida consiste num controlo visual de alguns pontos por posto (12, em média), durando, aproximadamente, 15 minutos. De forma a garantir o funcionamento desta verificação, realçou-se a relação de fornecedor e cliente existente entre todos os postos: no momento do avanço, a lista de verificação segue com a unidade para o posto seguinte e os chefes de equipa fornecedor e cliente fazem a verificação. Constatando alguma NC, o chefe de equipa fornecedor é responsável pela sua correcção.

A lista de verificação é elaborada com base na lista de verificação da Qualidade. Como referido anteriormente, aquela lista sofre actualizações com base no *top* de defeitos mensais. Desta forma, a lista de verificação sofrerá, também, actualizações mensais. Assim, este *top* será de conhecimento imediato das chefias de produção, possibilitando a sensibilização destes para a prevenção desses defeitos.

Actualmente, alguns dos pontos de verificação da lista posto-a-posto constam, também, na Lista de Verificação da Qualidade. Isto quer dizer que pontos que terão já sido corrigidos e que, portanto, estão conformes, são novamente verificados pela Qualidade. Ora, no futuro, os pontos da Lista de Verificação posto-a-posto deverão ser retirados – entregando a responsabilidade desses pontos aos operadores.

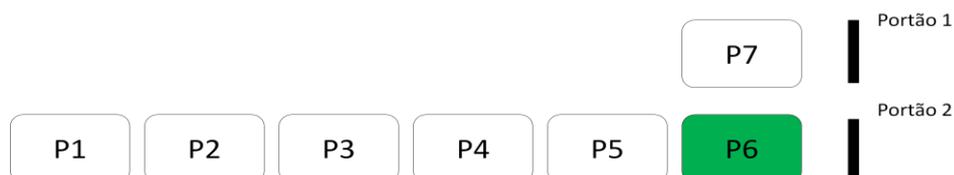
A verificação posto-a-posto está em fase de implementação: as pessoas foram envolvidas, têm conhecimento dos objectivos e do modo de funcionamento desta tarefa. Espera-se que esta medida permita alcançar, ou até reduzir, o número objectivo de Não Conformidades no fim da linha.

## 6.2. Reorganização secção de Acabamentos e interacção departamentos da Produção e da Qualidade

Cumprindo o balanceamento realizado, as montagens de Acabamentos terminarão no posto 5. Desta forma, tem-se a hipótese da PQ4 existir no posto 5, em paralelo com a finalização das montagens, ou no posto 6.

A primeira solução permite o cumprimento de relatório no posto 6. No entanto, apresenta a desvantagem, já referida, de obrigar o controlador a redigir um relatório no qual constam, ainda, várias tarefas não realizadas e, então, não reflecte a conformidade da unidade. Para sustentar este facto, elaborou-se um mapa da posição das unidades nos postos 5 e 6 para o *takt time* actual – 10 horas (ver Anexo H). A partir deste, verificou-se que o estado das unidades no posto 5 durante o horário de produção seria, de semana para semana, muito variável, não permitindo esta realização em paralelo. Ainda, surgiu a solução de desfazar as montagens e a elaboração do relatório de Qualidade, realizando o relatório após a conclusão das montagens. Foi, no entanto, invalidada, uma vez que resultaria em paragens da equipa de produção no posto 5 (veja-se no Anexo H o exemplo da unidade N no posto 5 – acabar as montagens e começar a verificação da Qualidade às 11:30h, causavam a paragem da equipa das 11:30h às 18:30h).

Desta forma, concluiu-se que a solução consiste em dedicar um posto – o posto 6 - e, portanto, um *takt* ao departamento da Qualidade (Figura 25). Por um lado, esta solução permite que a unidade, já completa, esteja ao dispor do departamento de Qualidade, possibilitando uma correcta verificação. Por outro lado, esta medida permite a compilação de tarefas da Qualidade, até agora realizadas na secção 10, num posto.



**Figura 25 – Reorganização da secção de Acabamentos.**

A adopção desta medida resulta na ordem de actividades na secção de Acabamentos ilustrada na Tabela 6.

**Tabela 6 – Ordem de tarefas após reorganização da secção de Acabamentos – secção 05.**

Secção	Posto		Actividades
05	5		Conclusão montagens
	6	Manhã	Inspecção inferior Teste de estanquidade
		Tarde	Inspecção exterior Inspecção interior
	7		Cumprimento relatórios Limpeza interior unidade (apenas após cumprimento)

Uma vez que os relatórios acima serão realizados numa unidade já acabada, o auto-controlo dos operadores que executam o cumprimento do relatório eliminará as inspecções inferior, exterior e interior e o teste de estanquidade da PQ5. Desta forma, a ordem de actividades que a unidade sofrerá após a saída dos Acabamentos representa-se na Tabela 7.

**Tabela 7 – Ordem de tarefas após reorganização da secção de Acabamentos – secção 10.**

Secção	Dias	Actividades
10	1º	2ª fase de pintura Montagem de peças desmontadas no exterior Remates pintura a pincel Colagem autocolantes
	2º	
	3º	PDI
	4º	
	5º	
		Regresso de PDI
6º	Cumprimento teste de estrada Certificação final	

A implementação desta medida garante um máximo de quatro unidades em fabrico na secção Preparação para Entrega. Os resultados esperados desta solução apresentam-se na Tabela 8.

**Tabela 8 – Resultados esperados implementação reorganização da secção de Acabamentos.**

Parâmetro	Valor inicial	Valor final esperado	Ganho
Lead time sec. 05	6 x <i>takt time</i>	7 x <i>takt time</i>	-16.7%
Lead time sec. 10	8 dias	6 dias	25%
Nº controladores secção 05	1	1	0%
Nº controladores secção 10 (linha 1)	3	2	33.3%

A adopção desta proposta implica a implementação completa do balanceamento da secção de Acabamentos.

## 7. Redução da 2ª fase de pintura

Para reduzir-se a 2ª fase de pintura, surgiu a necessidade de duas medidas: a primeira, reduzir o número de peças a pintar apenas após Acabamentos e, a segunda, reduzir os defeitos na pintura.

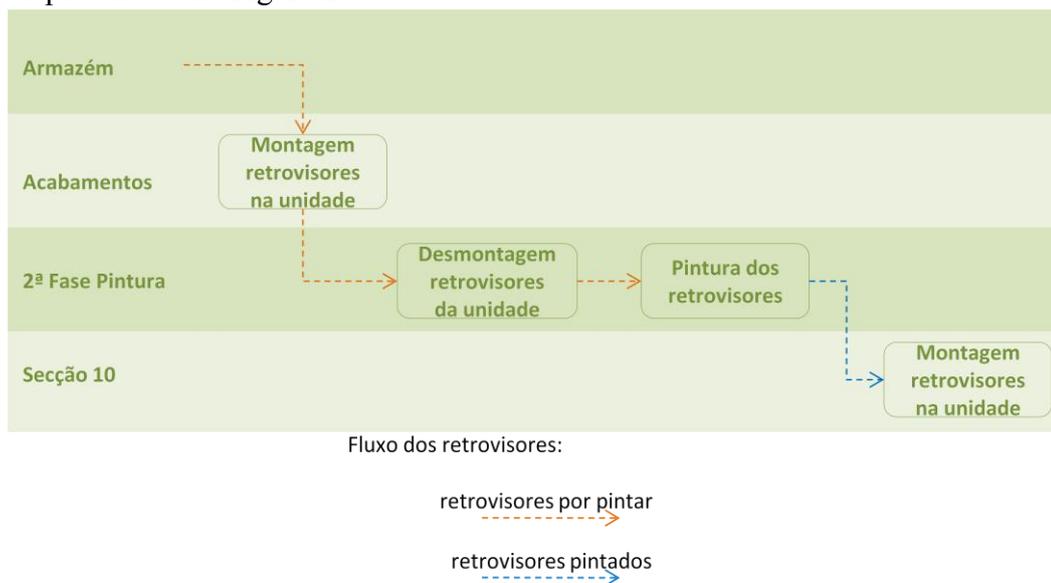
### 7.1. Redução de peças pintadas após Acabamentos

Diferente da situação das peças abastecidas à secção de Acabamentos que eram levadas para a pintura e, de novo, trazidas para montar na secção 05, verificou-se que algumas peças eram abastecidas na secção de Acabamentos por pintar e eram apenas pintadas na 2ª fase de pintura.

#### Espelhos retrovisores exteriores

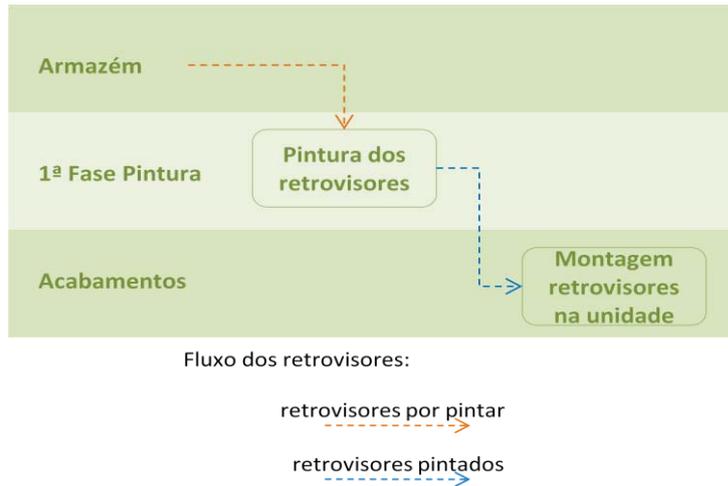
Os espelhos retrovisores exteriores dos modelos Winner, Levante e interurbanos são fornecidos ao armazém da CaetanoBus sem pintura. Este facto deve-se à variabilidade da cor em que estas peças são pintadas, pois a sua cor depende das especificações do produto final. Assim, os retrovisores são pintados na secção de Pintura.

No início do projecto, a montagem dos retrovisores e respectiva pintura processavam-se da forma representada na Figura 26.



**Figura 26 – Fluxo espelhos retrovisores exteriores – situação inicial.**

Assim, os retrovisores eram montados na unidade para serem, posteriormente, desmontados. Como solução para esta repetição desnecessária de tarefas, alterou-se o fluxo destes componentes, como se verifica na Figura 27.



**Figura 27 – Fluxo espelhos retrovisores exteriores – situação final.**

Os abastecimentos acima são garantidos pelo *Misuzumashi*. Para que os retrovisores pudessem ser pintados separadamente da unidade e apenas quando necessários à sua montagem, foi criado um meio auxiliar de produção capaz de suportar os espelhos retrovisores de duas unidades (Figura 28 – lado esquerdo). Da mesma forma, uma “carruagem” do *Mizusumashi* foi adaptada – forrada - para o transporte do componente pintado (Figura 28 – lado direito).



**Figura 28 – Meios auxiliares criados para pintura (lado esquerdo) e transporte (lado direito) de espelhos retrovisores exteriores.**

A alteração descrita foi implementada para os modelos Winner e Levante, estando planeada, também, para a produção de interurbanos. Com esta medida verificou-se uma redução de 10 minutos de desmontagem e 30 minutos de 2ª montagem dos retrovisores, por unidade. Passando a ser efectuada antes da 2ª fase de pintura, esta medida reduziu, também, em 90 minutos a 2ª fase de pintura

#### **Tampas interiores das bagageiras**

A pintura do interior das bagageiras é feita em cor preta. No entanto, as tampas de acesso a órgãos mecânicos montadas no interior das bagageiras eram fornecidas à CaetanoBus noutras cores (Figura 29). Assim, estas peças eram montadas na unidade e a sua cor era rectificada na 2ª fase de pintura.



**Figura 29 – Tampas no interior das bagageiras, com cor incorrecta.**

Alterando o desenho destas peças e, portanto, a especificação com que são encomendadas ao fornecedor, as peças passaram a ser fornecidas e aplicadas na cor correcta. Pela aplicação destas peças com a cor correcta, a 2ª fase de pintura foi reduzida em 10 minutos.

#### **Tampa da frente**

A tampa da frente é uma peça em fibra, cujo acabamento final é em cor cinzento metalizado, é pintada na 1ª fase com uma outra cor não metalizada, pois admite-se que a sua pintura é danificada na secção de Acabamentos. Assim, a peça é pintada com o acabamento final apenas na 2ª fase de pintura. Isto obriga à desmontagem da peça e respectiva (re)montagem.

Para que se pinte esta peça apenas uma vez – na primeira fase – criou-se uma protecção em tecido, que aperta na tampa com elásticos (Figura 30), protegendo-a das tarefas desempenhadas nos Acabamentos. Esta protecção é colocada na unidade à entrada da secção 05 e retirada à saída, fazendo a sua reutilização



**Figura 30 – Protecções de pintura da tampa da frente.**

Esta medida está em fase de implementação. Implementada, espera-se que reduza a 2ª fase de pintura em 60 minutos.

#### **7.2. Redução dos defeitos na pintura**

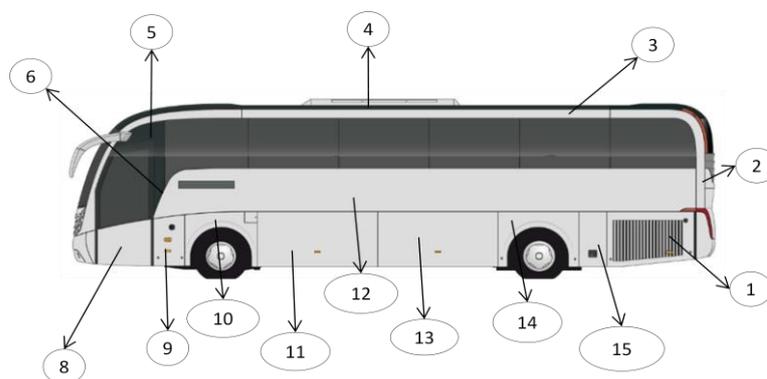
Após a 1ª fase de pintura, é realizada uma verificação da qualidade da pintura. Nesta, são identificados defeitos causados no próprio processo de pintura. No entanto, de forma a não atrasar a cadência da linha e, porque se admite a existência da 2ª fase de pintura, os defeitos detectados não são corrigidos. Durante as tarefas executadas nos Acabamentos, novos defeitos na pintura são criados. Desta forma, verificou-se necessário identificar também os defeitos que eram causados na secção 05.

Uma descrição dos defeitos mais frequentes causados no processo de pintura, bem como a sua causa apresentam-se no Anexo I. Às tarefas de pintura atribuem-se, então, os defeitos:

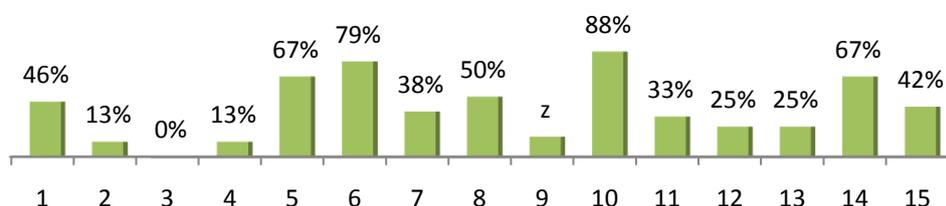
escorridos, lixo, má lacagem, falta de catados, entre outros. Assim, defeitos como esmurrados, riscos, fibras partidas, mossas são, geralmente, causados nas operações executadas na linha.

Para identificar os defeitos que têm origem nos Acabamentos, iniciou-se uma verificação da pintura após esta secção, executada em paralelo com a limpeza do exterior da unidade para a 2ª fase de pintura. Além de identificar os defeitos criados na secção de Acabamentos, esta verificação tinha por objectivo identificar as zonas críticas – que eram repintadas mais frequentemente - e possibilitar a definição de um plano de acções para as proteger.

A verificação foi feita em 24 unidades Levante durante Abril de 2011. Dividiu-se a unidade em quatro áreas de acção: frente, traseira, lado direito e lado esquerdo, sendo estas áreas divididas, também, em várias zonas. Na Figura 31 apresenta-se, como exemplo, a máscara utilizada para o lado esquerdo do modelo Levante.



**Figura 32 – Máscara de verificação de pintura – lado esquerdo do Levante.**



**Figura 31 – Frequência de repintura zonas lado esquerdo do Levante.**

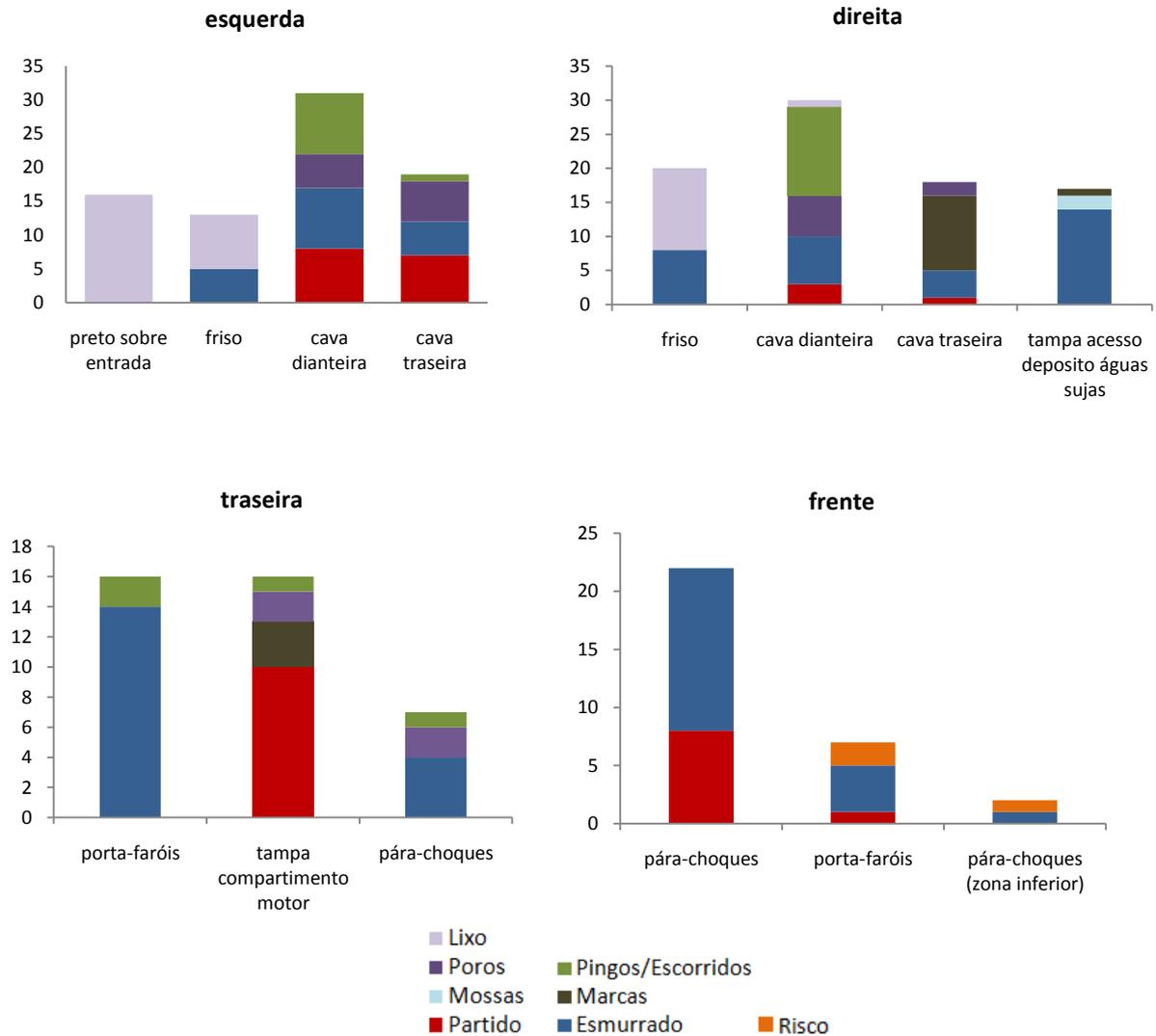
Das 24 verificações, obteve-se a frequência de repintura das zonas acima assinaladas (Figura 32).

Efectuou-se a mesma análise para as outras áreas mencionadas, que pode ser consultada no Anexo J. A partir da qual foi possível determinar as zonas-se as zonas críticas (Tabela 9).

**Tabela 9 – Zonas críticas de repintura.**

Esquerda	Direita	Traseira	Frente
5 - Preto sobre a porta de entrada	6 - Friso remate dos vidros	4 - Porta-faróis	1 - Pára-choques
6 - Friso remate dos vidros	10 - Cava dianteira	11 - Tampa compartimento motor	2 e 8 - Porta-faróis
10 - Cava dianteira	14 - Cava traseira	12 - Pára-choques	9 - Zona inferior do pára-choques
14 - Cava traseira	15 - Tampa acesso depósito águas sujas		

Nas zonas identificadas como críticas, fez-se o apuramento dos defeitos mais comuns nessas zonas. Os resultados obtidos apresentam-se nos gráficos seguintes.



**Figura 33 – Tipo de defeitos mais comuns nas zonas repintadas com maior frequência.**

Desta forma, concluiu-se que, aproximadamente, 60% dos defeitos na pintura verificados após Acabamentos tinham origem nesta secção.

### 7.2.1. Redução dos defeitos na pintura causados na 1ª fase de pintura

Grande maioria dos defeitos de escorridos e lixo são reparados lixando ligeiramente a superfície danificada e polindo-a. Desta forma, estes defeitos não originam a repintura das peças.

No entanto, devem eliminar-se. A sua eliminação passou, em primeiro lugar, pelo envolvimento dos colaboradores da secção de Pintura. Foi-lhes transmitido o objectivo da eliminação da 2ª fase de Pintura, motivando-os à realização de um trabalho perfeito à primeira. Esta sensibilização resultou num cuidado superior no processo de pintura:

- Melhor limpeza das superfícies a pintar;

- Aplicação de tinta a uma distância superior, com o bico de pulverização (da pistola de pintura) mais fechado.

### **Poros**

Não directamente relacionados com o processo de pintura, mas com o estado das peças em fibra de vidro, os poros revelaram-se um problema comum que representa 10% dos defeitos detectados na 2ª verificação da pintura. Este defeito é causado por muito pequenas bolhas de ar na fibra, que originam bolhas na película de tinta e a sua reparação consiste em lixar a peça até à superfície intacta, na aplicação de betume ou fibra de vidro e repintura.

Os poros podem ser causados por duas razões: defeito da peça em fibra de vidro ou lixagem das peças que origine bolhas de ar. A maioria de operações de lixagem ocorre na secção de Estrutura e Chapeamento.

Desta forma, a solução deste problema deverá passar por um projecto de melhoria de fibras, a realizar com o fornecedor, bem como, uma análise das tarefas executadas naquela secção de forma a reduzir o aparecimento de poros.

### **7.2.2. Redução dos defeitos na pintura causados nos Acabamentos**

A abordagem utilizada para proteger as zonas mencionadas na secção de Acabamentos baseou-se no envolvimento e na sensibilização das pessoas, que estavam habituadas a executarem as operações (bem como a 1ª pintura) admitindo a repintura da unidade, pelo que o conhecimento da redução da 2ª fase de pintura contribuiu para que os operadores passassem a tratar as peças com mais cuidado.

De seguida apresentam-se as medidas tomadas para proteger as zonas críticas daqueles defeitos.

### **Cavas**

As cavas são tampas frequentemente abertas e fechadas durante a secção de Acabamentos, para possibilitar as montagens eléctricas e mecânicas desempenhadas na unidade. Por este motivo, são retiradas para evitar este manuseamento. Desta forma, as cavas sofrem, no primeiro posto, operações – colocação de fechos e farolins – e apenas são montadas de novo na unidade no fim da linha. No entanto, detectou-se que as cavas eram encostadas no bordo de linha (Figura 34), provocando riscos e quebras.



**Figura 34 – Arrumação de cavas – situação inicial.**

Construiu-se um meio para arrumar as cavas (Figura 35). Esta medida garantiu, além de maior organização do posto de trabalho, a redução de cavas riscadas e partidas.



**Figura 35 – Arrumação de cavas – situação final.**

#### **Friso de remate dos vidros**

É um perfil de alumínio, fornecido por pintar à CaetanoBus, cujo acabamento final é preto brilhante. Esta peça é pintada na empresa, uma vez que o fornecedor não consegue assegurar a qualidade da sua pintura. Uma vez que o comprimento da carroçaria sofre ligeiras variações, as medidas desta peça são ajustadas. Esta tarefa danifica a pintura dos frisos.

Assim, não se encontrou uma solução para a eliminação da 2ª fase de pintura destas peças. No entanto, pode garantir-se que são apenas pintadas uma vez – na 2ª fase de pintura.

O fornecedor em questão abastece os perfis de alumínio directamente à secção de Pintura. Desta forma, deverá alterar esse abastecimento para a secção de Acabamentos, permitindo que a montagem seja de perfis por pintar, pintando-os apenas na 2ª fase.

#### **Pára-choques**

Os pára-choques apresentavam vários esmurrados causados pelo choque com meios auxiliares, como cavaletes, escadas e meios de transporte. Assim, forrou-se a totalidade destes meios na secção de Acabamentos. Actualmente, a somar ao cuidado extra dos operários, a colisão com aqueles meios não origina estragos na pintura.

#### **Porta-faróis traseiro**

Os porta-faróis são furados para a colocação dos faróis traseiros. Esta furação estava na origem dos esmurrados que se verificaram em 67% das unidades (Figura 36). Assim, alterou-se o desenho dos porta-faróis de forma que os furos sejam feitos pelo fornecedor de fibras (Figura 37), garantindo que são executados antes da pintura e, ainda, reduzindo 30 minutos na montagem dos farolins.



**Figura 36 – Porta-faróis traseiro – situação inicial.**



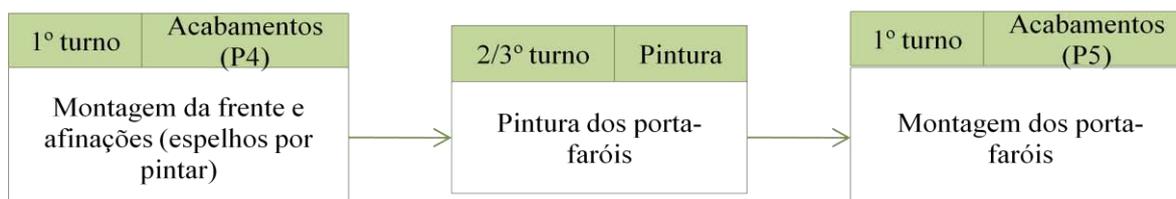
**Figura 37 – Porta-faróis traseiro – situação final.**

Esta medida eliminou a repintura dos porta-faróis traseiros.

### Porta-faróis da frente

Os porta-faróis sofrem afinações na sua montagem para se conseguir o faceamento das diferentes peças da frente. Desta forma, a pintura que se executa na 1ª fase teve de ser repetida em 60% das unidades verificadas.

Uma vez que tem de se garantir o faceamento de todas as peças e que as medidas são ligeiramente variáveis, não foi possível eliminar esta afinação. Para existir apenas uma pintura destas peças, esta tinha de ser, então, posterior à montagem da frente, sem prejudicar o objectivo de reduzir a 2ª fase de pintura. Assim, criou-se um fluxo que assegura uma única pintura dos porta-faróis (Figura 38), não a realizando na 2ª fase.



**Figura 38 – Fluxo pintura porta-faróis da frente.**

A solução encontrada mantém, ainda, o seguinte *muda*: desmontagem e 2ª montagem dos porta-faróis, e deslocação entre os Acabamentos e a Pintura. Este *muda* verificava-se já na situação inicial, passando, então, a reduzir-se 25 minutos na 2ª fase de pintura dos faróis da frente.

### 7.2.3. Resultados e actuação sobre resultados

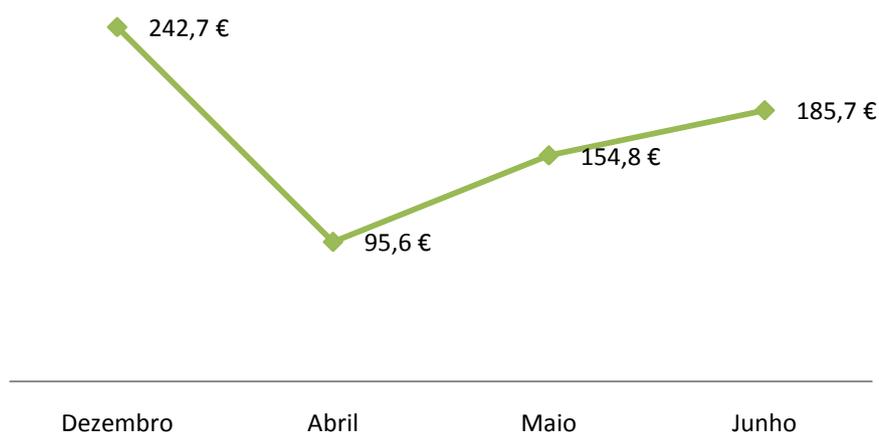
Das medidas descritas, aquelas que asseguram a eliminação da repintura das zonas críticas são:

- Alteração do fluxo de abastecimento dos espelhos retrovisores exteriores;
- Redefinição da especificação da cor das tampas interiores da bagageira;
- Pintura da tampa da frente com acabamento final na 1ª fase de pintura;
- Alteração do desenho dos porta-faróis traseiros;
- Alteração do fluxo de abastecimento dos faróis da frente.

Estas medidas garantem a redução da duração da 2ª fase de pintura num total de 4,25 horas. A duração total da 2ª fase de pintura é de 74 horas. Assim, as medidas descritas reduzem em 5,6%.

Além de reduzir a duração da 2ª fase de pintura, aquelas medidas implicam redução de custos de materiais. Estes materiais consistem naqueles utilizados no isolamento para pintura: papel de pintura, fita cola; materiais utilizados na regularização de superfícies: lixas, fibra de vidro e betume; materiais aplicados para a esmaltagem: primário, sub-capa, tintas e verniz. A redução destes materiais é contabilizada através dos custos de materiais de 2ª fase de pintura.

Uma vez que as medidas foram implementadas no modelo Levante em Abril de 2011, recolheram-se os custos médios de 2ª fase de pintura da última produção deste modelo antes da implementação – correspondentes ao mês Dezembro de 2010 – e traçou-se a sua evolução até ao momento final do projecto – Junho de 2011 (Figura 39).



**Figura 39 – Evolução custos médios de 2ª fase de pintura modelo Levante (Dezembro 2010 – Junho 2011).**

A implementação das medidas anteriormente mencionadas, bem como as acções de sensibilização desenvolvidas junto dos operadores, deu-se no mês de Abril. Do gráfico acima constata-se a evidência dessa intervenção, que resultou numa redução dos custos de materiais da 2ª fase de pintura de 60,6%.

Verifica-se, no entanto, uma nova subida desses custos. Actualmente, são cerca de 76,5% do valor registado em Dezembro de 2010. Para esta subida identificam-se duas causas:

- Resistência à alteração de hábitos e métodos de trabalho – apenas sendo constantemente acompanhados e sensibilizados, os operadores demonstraram o maior cuidado com o estado e a preservação da pintura da carroçaria;
- Problemas na afinação de tampas pneumáticas (da bagageira) – o faceamento das tampas pneumáticas com as outras tampas laterais é feito no último posto da secção de Acabamentos. Esta tarefa origina defeitos de pintura – nomeadamente esmurrados e mossas. Com efeito, o departamento da Produção identificou um aumento de dificuldade nesta tarefa a partir do mês de Maio. Esse facto está, também, envolvido no aumento dos custos enunciados.

De forma a resolver a resistência à mudança verificada, devem desenvolver-se acções frequentes de sensibilização dos operadores para a importância do cuidado com a preservação da pintura das unidades. Propõe-se a realização de reuniões de sensibilização de forma regular, fazendo o seguimento dos resultados. Deverá, assim, intensificar-se a frequência dessas reuniões se ocorrer a subida dos custos médios.

No que respeita à afinação de tampas pneumáticas, deve recuar-se a sua realização. A dificuldade deste recuo encontra-se no facto de que as tampas pneumáticas apenas funcionam após a conclusão das ligações pneumáticas da carroçaria. Desta forma, foi desenvolvido pelo departamento da Produção um dispositivo que permite simular o abastecimento de ar comprimido nos cilindros das tampas, permitindo a sua pré-afinação na secção de Estrutura e Chapeamento. Ainda em fase de implementação, esta medida irá reduzir as dificuldades sentidas na afinação final das tampas pneumáticas na secção de Acabamentos e, consequentemente, a necessidade de repintura dessas zonas.

## 8. Alterações de *Layout* e Abastecimentos da secção de Preparação para Entrega

Como anteriormente referido, a secção de Preparação para Entrega (secção 10) recebe unidades das linhas 1 e 3 para se desempenharem as últimas tarefas nos autocarros antes da entrega ao cliente. Ainda reduzindo o *lead time* da secção 10 para as unidades da linha 1, verifica-se necessária uma melhor organização desta secção.

Um dos problemas detectados no funcionamento desta secção prendia-se com o facto de que, havendo vários postos de trabalho, várias unidades em fabrico e actividades que não eram desempenhadas na secção 10, perdia-se o controlo sobre a posição das diferentes unidades - apenas o chefe de secção tinha esse conhecimento. Assim, criou-se um quadro de posição diária para esta secção (Figura 40).



Figura 40 – Quadro posição diária – secção 10.

Este quadro deverá sofrer as devidas actualizações aquando da implementação da reorganização da secção de Acabamentos. No entanto, o seu funcionamento está já implementado, normalizando o seu preenchimento e utilização.

### 8.1. 5 S

A metodologia 5 S está adoptada na CaetanoBus, havendo auditorias regulares e acções 5S em toda a fábrica. Verificou-se, no entanto, que a secção 10, pela variabilidade de tarefas, apresentava maus resultados nessas auditorias – pontuação de 34%.

#### Zona de arrumação de perfis de borracha

Nas carroçarias produzidas, são utilizados vários tipos de perfis de borracha. Desta forma, há uma zona destinada à arrumação destes materiais.

Constatou-se, que a identificação existente estava desactualizada e que havia perfis de borracha não utilizados actualmente. Assim, eliminou-se os perfis de borracha não utilizados, arrumou-se a zona de armazenamento destes materiais e definiu-se o processo, a cumprir pelos chefes de equipas da secção 10 (Figura 41).

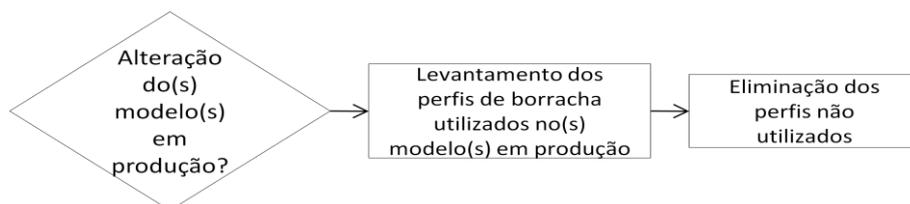
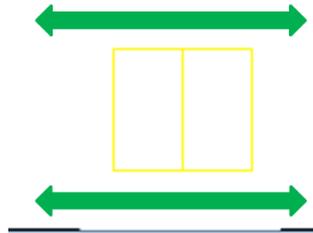


Figura 41 – Processo para actualização dos perfis de borracha em *stock* na secção 10.

### Zona de arrumação de bancos do modelo Cobus

Sendo apenas definidos pelo cliente, a montagem de bancos do Cobus constitui uma das actividades da Preparação para Entrega deste modelo. Assim, existe uma zona na secção 10 destinada à arrumação desses bancos. Uma vez que há outros materiais na secção para montagens, a zona de arrumação é ocupada por outros materiais além dos bancos.

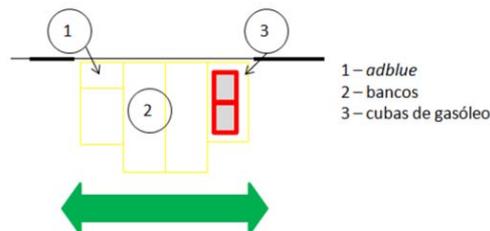
Assim, torna-se necessária a definição de uma zona de arrumação destes materiais, que consistem em recipientes de *adblue* e cubas de gasóleo. Da mesma forma, deve manter-se a zona de arrumação dos bancos do Cobus (Figura 42).



**Figura 42 – Zona inicial de arrumação de bancos.**

Para além de não garantir localização para os outros materiais, a arrumação acima originava dois corredores de passagem. Este facto propiciava o desrespeito pelas marcações no chão para a arrumação.

O *adblue*, produto anti-congelante, é abastecido nas unidades na secção de Acabamentos. No entanto, aquando do PDI, o fornecedor de chassis envia um recipiente de *adblue* na bagageira de cada veículo. Isto origina a acumulação destes recipientes na secção 10 que são apenas transportados para a secção 05 quando há mais de cinco recipientes, aproximadamente. Este transporte é feito por um chefe de equipa. Deve, então, reduzir-se este lote de transporte a uma unidade e garantir que o transporte é assegurado pelo Mizusumashi. Para garantir a fácil identificação da existência de recipientes de *adblue*, criou-se a zona de arrumação. Na existência de recipientes, o Mizusumashi deve transportá-los para a secção 05. Estando vazia, o abastecedor tem conhecimento de que não há recipientes a transportar para os Acabamentos.



**Figura 43 – Zona final de arrumação de bancos.**

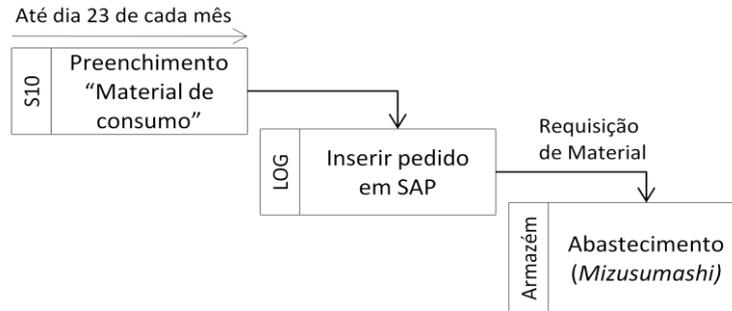
A arrumação final (Figura 43) garante as localizações necessárias, mantendo o volume de espaço livre. Em adição, origina um único corredor, mais largo, que promoverá o respeito das marcações de arrumação, uma vez que o desrespeito origina a obstrução do único corredor.

### 8.2. Pedido, abastecimento e arrumação de Material de Consumo

Por Material de Consumo entende-se aquele material que não faz parte das Listas Técnicas, mas que constitui material utilizado na produção das carroçarias e é pedido, mensalmente,

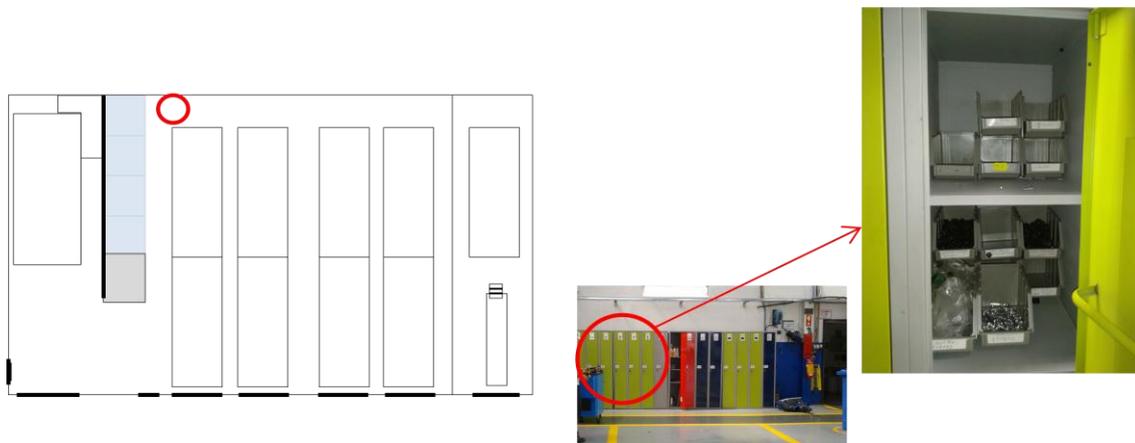
para cada secção pelo respectivo chefe. Entre este tipo de material, pode enumerar-se parafusos, porcas, anilhas, colas, entre outros.

Constatou-se que o pedido do material de consumo não estava normalizado. Era, então efectuado, próximo do fim do mês para ser fornecido e utilizado no mês seguinte. Desta forma, o fornecimento destes materiais é feito ao chefe de equipa, que se dirige ao Armazém para os receber. Esta movimentação revela-se desnecessária: efectuando o pedido com antecedência de uma semana, o Armazém abastece a secção fazendo uso do *Mizusumashi*. Assim, definiu-se o processo apresentado na Figura 44.



**Figura 44 – Processo para pedido de Material de Consumo.**

Inicialmente, a arrumação destes materiais era feita numa zona do fundo da secção, em armários fechados (Figura 45).



**Figura 45 – Arrumação do material de consumo – situação inicial.**

Como se pode verificar acima, esta arrumação apresentava os seguintes problemas:

- Necessidade dos operadores de pedirem a chave dos armários aos chefes de equipa;
- Movimentação até ao fundo da secção para utilização do material;
- Impossibilidade de passagem do *Mizusumashi* até aquela zona;
- Arrumação deficiente: não se via os materiais arrumados na caixa de trás, obrigando a procurá-las; para aceder às caixas de trás, tornava-se necessário tirar as caixas da frente.

De forma a eliminar aqueles problemas, alterou-se a arrumação destes materiais para uma estante, numa zona central da secção, como se pode ver na Figura 46.



**Figura 46 – Arrumação do material de consumo – situação final.**

### **8.3. Abastecimento de materiais**

Uma vez que a situação objectivo é a de que as unidades não sofram montagens na secção 10, não existe um posto de abastecimento nesta secção, em roteiro.

Assim, materiais que são aplicados na inspecção inferior na secção 10 – as palas das rodas – e autocolantes aplicados na unidade após limpeza final, são abastecidos ao último posto de montagem da secção de Acabamentos. Este facto origina a movimentação do chefe daquele posto à secção de Preparação para Entrega para abastecê-la desses materiais. Desta forma, propõe-se que os roteiros destes materiais sejam alterados e sejam abastecidos directamente na secção 10 pelo *Mizusumashi*.

No momento em que for atingido o objectivo daquelas montagens não se realizarem na secção de Preparação para Entrega poderá, então, cessar-se o abastecimento de materiais a esta secção.

## 9. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

Reorganizar o funcionamento de uma linha de produção, neste caso, o método de trabalho de dezenas de pessoas, implica uma implementação paciente e suave. Melhorias foram implementadas ao longo do desenvolvimento deste projecto. Os objectivos finais não foram totalmente alcançados. No entanto, está traçado o caminho a seguir.

Implementar o balanceamento e a reorganização propostos aumentará a produtividade da linha 1, reduzirá a utilização de um espaço que a Empresa aluga ao Grupo Salvador Caetano, o *lead time* da linha 1 e os custos de produção. Assim, far-se-á a CaetanoBus crescer. As soluções propostas abrem também a possibilidade de uma superior satisfação do cliente: fornecido, com maior rapidez, de um produto de qualidade.

A linha 1 da CaetanoBus é a que abriga a produção do maior número de modelos. Por essa variabilidade, apresenta-se como aquela que sofreu menos projectos de melhoria e normalização. A maioria dos operadores desta linha, nomeadamente, os da secção de Acabamentos, mostrou-se, ainda, fechada à mudança e às possibilidades de melhoria. Apresentar os objectivos do projecto, envolver as pessoas na criação de novas soluções e na tomada de decisões, aproximou-as deste projecto, tornando-o possível. Verifica-se, actualmente, na atitude dos colaboradores envolvidos, uma menor resistência à mudança, bem como uma maior sensibilidade para a importância das suas ideias. Constatou-se, assim, a importância que o envolvimento das pessoas tem no sucesso de um projecto. Este envolvimento foi, ao longo do projecto, e deverá ser, ao longo de todos os projectos desenvolvidos, a atitude chave.

Na linha 1 são produzidos modelos de grande peso para o sucesso da CaetanoBus, pelo que deve ser, ainda, muito melhorada. De entre os projectos que a Empresa deve desenvolver na linha 1, destacam-se o fortalecimento da integração do desenvolvimento do processo produtivo no desenvolvimento do produto, o planeamento das tarefas desenvolvidas na secção de Preparação para Entrega e no desenvolvimento das infra-estruturas da secção de Acabamentos.

Com o primeiro, deve procurar-se reduzir o caminho da informação entre o Cliente, o departamento de Engenharia de Produto e a Linha de Produção, deve integrar-se as necessidades dessas três entidades, acrescentando valor a todas elas, perseguindo um objectivo comum. Pelo planeamento das actividades da secção de Preparação para Entrega, espera-se dar resposta mais rápida ao Cliente, conseguindo otimizar a sequência de actividades naquela secção desenvolvidas. De várias formas, os primeiros dois projectos podem ser integrados. Desenvolver as infra-estruturas na secção de Acabamentos, especificamente, a localização da fossa e das pranchas de montagem de vidros, significa fazê-las acompanhar a luta pelo recuo de tarefas.

Como consideração final, aponta-se o olhar atento para todas as pessoas e para o seu trabalho como segunda atitude chave. Este permite encontrar pequenas grandes melhorias que satisfaçam o Colaborador, a Empresa e o Cliente.

## 10. Referências

- Alukal, G. and Manos, Anthony. 2006. *Lean Kaizen - A Simplified Approach to Process Improvements*. ASQ Quality Press.
- Assis, R. 2010. *Balanceamento de uma Linha de Produção*.
- Carravilla, M. A. 1998. *Layouts e Balanceamento de Linhas*.
- Coimbra, E. A. 2009. *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*, Kaizen Institute.
- Côrte-Real, J. M. 2010. *Optimização do Processo de Fabrico do Tourino na CaetanoBus, S.A.* MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Dahlgaard, J. J. and S. M. Dahlgaard-Park. 2006. Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *TQM Magazine* **18**(Compendex): 263-281.
- Davies, S. 2009. A matter of takt. *Engineering & Technology* **4**(Copyright 2009, The Institution of Engineering and Technology): 62-65.
- Glasurit. 2011. Guia de Defeitos da Pintura. [www.glasurit.com/pt](http://www.glasurit.com/pt). (accessed June 15, 2011).
- Glenday, I. 2005. Moving to flow [levelled production]. *Manufacturing Engineer* **84**(Copyright 2005, IEE): 20-23.
- Gomes, J. *Balanceamento de Linha de Montagem na Indústria Automotiva – Um Estudo de Caso*. ENEGEP, 2008
- Jacobs, F. R., R. B. Chase, et al. 2009. *Operations and supply management*, McGraw-Hill.
- Marchwinski, C. 2008. *Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers*, The Lean Enterprise Institute.
- Mendes, D. M. 2006. *Total flow management na indústria no Kaizen Institute - CaetanoBus*. Relatório de estágio curricular, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Morgan, J. M. and J. K. Liker 2006. *The Toyota product development system: integrating people, process, and technology*, Productivity Press.
- Poling, S. R. N., Mark. A. 2007. "Improving Quality Through Lean Concepts." [www.qualitymag.com](http://www.qualitymag.com) (accessed May 23, 2011)
- Pullin, J. 2005. The meaning of lean. *Professional Engineering* **18**(Copyright 2005, IEE): 27.
- Rocha, D. R. 2010. *Balanceamento de Linha - Um Enfoque Simplificado*.
- Santos, W. I. 2009. Estudo sobre a importância da administração do gestor de pessoas na visão do sistema lean manufacturing. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, Faculdade Anhaguera de Matão. **12**: 163-180.
- Shahmanesh, N. 2000. Waste not. *Automotive engineer* **25**(6): 3-3.
- Sotto Mayor, A. M. B. 2007. Ferramentas Kaizen no aumento da produtividade na CaetanoBus. Relatório de estágio curricular, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Steiner, E. L. 1997. Importance of the supplier in the lean manufacturing process. Proceedings of the 1997 23rd IEEE Electrical Electronics Insulation Conference and Electrical Manufacturing & Coil Winding, September 22, 1997 - September 25, 1997, Rosemont, IL, USA, IEEE.
- Takeda, H. 2006. *The synchronized production system: going beyond just-in-time through kaizen*, Kogan Page.
- Teresko, J. 2007. Toyota's real secret [automobile industry]. *Industry Week* (Copyright 2007, The Institution of Engineering and Technology): 36-42.
- Wilson, L. 2009. *How to Implement Lean Manufacturing*, McGraw-Hill.
- Womack, J. P. J., Daniel T. 1996. *Lean Thinking*, FREE PRESS.



11. ANEXO A: Localização das Portas da Qualidade

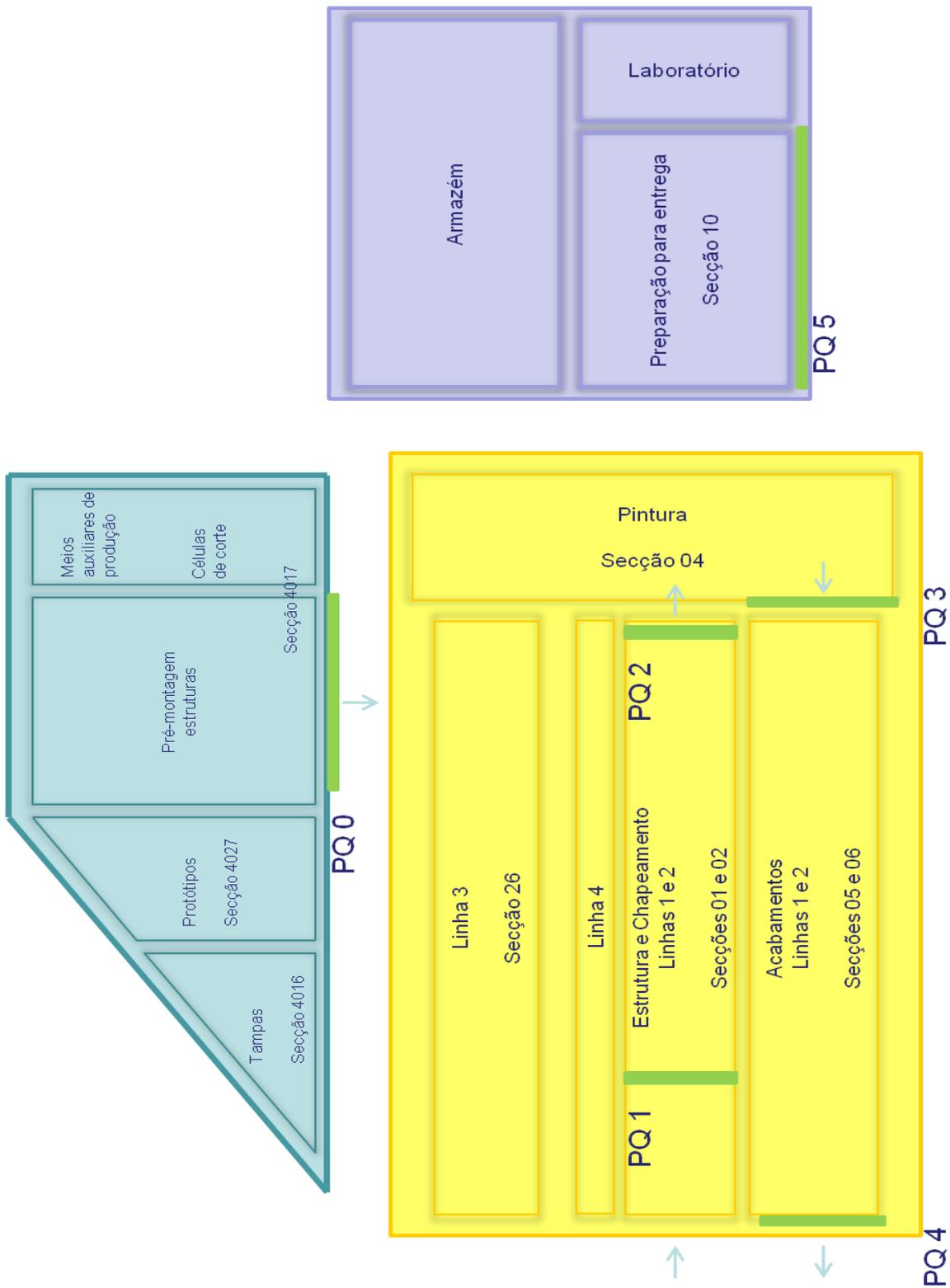


Figura 47 – Planta da fábrica e localização das Portas da Qualidade.

## 12. ANEXO B: *Standards* de trabalho – Balanceamento de Acabamentos da linha 1

**Tabela 10 – Standards - Tarefas Acabamentos linha 1.**

Nº	Designação	Operador(es)	Duração (min)
1	aplicação fita inseal + colocação caixa quadro eléctrico (l. dto.+l esq.)	A	18
2	colocação napas cavas diant.	A	16
3	transporte + apontar + apertar fibra supr. Frente	A	21
4	furações e aperto perfis remate painéis laterais	A	81
5	acerto + aplicação deflectores	A	29
6	medições + acerto estrutura zona elevador janela do motorista	A	25
7	aperto caixilho l. esq.	A	11
8	acertos no caixilho e estrutura - c/ janela	A	6
9	aperto caixilho l. drt.	A	5
10	isolamento janela, caixilho e moca + aplicação primário na moca+ colagem moca janela motorista	A	75
11	aplicar primário na moca + estrutura + caixilho	A	10
12	secagem primário	A	10
13	dar cola caixilho + estrutura e aplicação moca	A	25
14	colagem caixilho	A	11
15	tirar excesso de cola e selar caixilho	A	10
16	Aplicação cornija janela motorista	A	30
17	fita inseal + colocação caixa quadro eléctrico (l. dto.+l esq.)	B	18
18	colocação napas cavas diant.	B	16
19	transporte + apontar + apertar fibra supr. Frente	B	21
20	rebarbar estrutura zona painéis + apontar perfis	B	7

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

21	furações e apertar perfis aparelho destinos lateral + ficha computador + cantoneira frt.	B	25
22	marcações na estrutura para colocação painéis de madeira + acerto painéis de madeira(l.esq.)	B	36
23	marcações na estrutura para colocação painéis de madeira + acerto painéis de madeira - tirar medidas e identificar + transp. p/ forrar(dto.)	B	32
24	colocação de isolamento na forra (remate com condutas)	B	9
25	dar cola na estrutura para fixação fita 3M	B	24
26	corte fita 3M + colagem na estrutura	B	37
27	fixação final perfis painéis laterais	B	8
28	após forrar, dar cola nos painéis laterais	B	20
29	colocação painéis laterais	B	40
30	cortes dos perfis para remate painéis laterais + preparação	B	61
31	Aplicação poliuretano na traseira + retirar excesso	B	16
32	Aplicar blindagem fogmaker	B	30
33	pré-montagem fibra forra interior fit. sup.	C	30
34	pré-montagem + montagem fechos com chave - pré-montagem	C	53
35	afinação veios + montagem veios tampas acesso motor e panela	C	38
36	aplicar e selar isolamentos interiores (tampa acesso motor + tampa acesso panela)	C	36
37	montagem farolins traseiros	C	112
38	montagem farolins frente superiores	C	20
39	montagem + selagem farolins traseiros superiores	C	20
40	colocação suporte grelhas AC	C	12
41	ventiladores - pré-montagem	C	9
42	colocação ventiladores + aro ventilador fit	C	55
43	aplicação placa em fibra + isolamento na traseira (dto.)	C	10

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

44	Aplicar aparelho destinos traseiro	C	5
45	furação + colocação + aperto piscas laterais	D	35
46	colocação guarda-vento nas tampas laterais	D	114
47	colocação guarda-vento - tirar excesso de cola aros das bagageiras	D	62
48	colocação guarda-vento- bagageiras	D	210
49	montagem sistema esguicho	E	90
50	montagem mecanismo limpa pára-brisas	E	100
51	colocação tacos nas tampas	E	25
52	transporte condutas frt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	E	8
53	colocação grelha caixa captação de ar - montagem + selagem	E	27
54	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	E	10
55	montagem punhos e fechos tampa acesso ao motor	E	116
56	Dar cola no tejadilho + fita 3M na estrutura	F	20
57	aplicação portal porta emergência - retirar porta	F	5
58	aplicação portal porta emergência - aplicação frisos, marcações, acertos e 1ª fixação	F	40
59	aplicação portal porta emergência - retirar frisos e colar cantoneira	F	60
60	aplicação portal porta emergência - acertar frisos	F	40
61	aplicação portal porta emergência - aplicar frisos	F	90
62	aplicação portal porta emergência - corte de borracha	F	35
63	aplicação portal porta emergência - aplicação da borracha	F	65
64	aplicação portal porta emergência - aperto porta emergência	F	10
65	aplicação portal porta emergência -acerto borracha no portal de emergência	F	5
66	colocação guarda-vento- tampas no pavimento	F	25

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

67	montagem farolins matrícula	F	30
68	aplicação amortecedores tampas	F	14
69	montagem portal porta ftt. - aplicar frisos (marcar+furar)	G	67
70	montagem portal porta ftt. - retirar frisos + limpar + dar cola	G	63
71	montagem portal porta ftt. - retirar excesso de cola + selar	G	20
72	montagem portal porta ftt. - cortar borrachas	G	10
73	montagem portal porta ftt. - aplicar borrachas	G	20
74	montagem mecanismo janela motorista	G	240
75	acertos na fibra para colocação vidro pára-brisas	H	80
76	apontar vidro + retirar vidro + acertos na fibra	H	64
77	aplicação primário no vidro pára-brisas e estrutura	H	55
78	aplicação borracha no vidro pára-brisas e primário	H	40
79	aplicação borracha interior para remate vidro/tablier	H	35
80	apontar vidro e fixar com calços	H	17
81	colar vidro pára-brisas	H	120
82	pré-montagem condutas ftt	I	90
83	pré-montagem condutas trs	I	90
84	pré-montagem condutas - acerto nas tampas das bagageiras	I	37
85	transporte condutas ftt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	I	8
86	fixação condutas ftt	I	30
87	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	I	10
88	fixação condutas trs	I	30
89	verificação de folgas + aplicação adesivo	I	15

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

90	após forrar, dar cola nas placas do tejadilho	I	11
91	aplicação placas tejadilho (excepto última)	I	16
92	aplicação remate dos ventiladores	I	4
93	aplicação tampa remate acesso cablgens no tejadilho frt.	I	15
94	aplicação remate grelhas AC	I	20
95	acertar+colocar perfis remate nas condutas (excepto zona última placa tejadilho)	I	25
96	após forrar, aplicar remates tejadilho	I	4
97	pré-montagem condutas frt	J	90
98	pré-montagem condutas trs	J	90
99	pré-montagem condutas - acerto nas tampas das bagageiras	J	37
100	transporte condutas frt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	J	8
101	fixação condutas frt	J	30
102	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	J	10
103	fixação condutas trs	J	30
104	ligar cabos no interior das condutas	J	10
105	preparações para montagem tejadilho no interior da unidade	J	15
106	aplicação placas tejadilho (excepto última)	J	16
107	aplicação remate dos ventiladores	J	4
108	acertos tampas das bagageiras	J	60
109	após forrar, aplicar remates tejadilho	J	4
110	montagem fechos tampas bagageiras	K	80
111	montagem aparelho destinos lateral	K	45
112	transporte condutas frt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	K	8

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

113	fixação condutas frt	K	30
114	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	K	10
115	fixação condutas trs	K	30
116	ligar cabos no interior das condutas	K	10
117	preparações para montagem tejadilho no interior da unidade	K	15
118	aplicação placas tejadilho (excepto última)	K	16
119	aplicação remate dos ventiladores	K	4
120	cortar perfis p/ remate tejadilho + levar p / forrar	K	12
121	montagem conjunto ar e luz motorista + guia	K	12
122	pré-montagem traseira interior superior	K	35
123	tempo chefe equipa P1 e P2	K	75
124	montagem escadas de emergência - blindagens com chassis (trs + drt)	L	60
125	montagem escadas de emergência - furações	L	20
126	montagem escadas de emergência - guias	L	140
127	transporte condutas frt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	L	8
128	aplicação grelha na traseira	L	15
129	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	L	10
130	montagem escadas de emergência - aplicação escadaria	L	130
131	montagem escadas emergência - blindagem c/ traseira	L	15
132	aplicação calços de borracha (l. esq. + l. drt.)	AA	40
133	aplicação calços de borracha na traseira	AA	6
134	aplicação primário (l. esq. + l. drt.)	AA	10
135	montagem vidros laterais	AA	320

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

136	montagem óculo traseiro	AA	35
137	furações p/ aplicação chaços (l. esq. + l. drt.)	BB	10
138	selar junta aileron e sanca l esq. (frt + trs )	BB	15
139	montagem vidros laterais	BB	320
140	montagem óculo traseiro	BB	35
141	tempo chefe equipa P3 - 2º turno	BB	50
142	isolar + limpar + desengordurar zona de colagem vidros laterais (l esq. + l. drt.)	CC	35
143	isolar + limpar + desengordurar zona de colagem óculo traseiro	CC	15
144	selar junta aileron e sanca l esq. (frt + trs )	CC	15
145	montagem vidros laterais	CC	320
146	montagem óculo traseiro	CC	35
147	pré-montagem tablier e consola motorista	DD	360
148	montagem tablier e consola motorista	DD	60
149	colocação fibra interior superior	M	20
150	selar vidro aparelho destinos lateral	M	52
151	selar janela motorista	M	25
152	tirar isolamento e chaços (l. esq.)	M	15
153	retirar excesso de cola zona inferior vidros (l. esq.)	M	20
154	selar zona depois último vidro (l. esq.)	M	10
155	selar união entre dois vidros frente (l. esq.)	M	16
156	aplicação friso remate vidros (l. esq.)	M	112
157	tirar isolamento e chaços (l. drt.)	M	15
158	retirar excesso de cola zona inferior vidros (l. drt.)	M	20

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

159	selar união entre dois vidros frente (l. drt.)	M	16
160	aplicação friso remate vidro (l. drt.)	M	110
161	selar zona ligação entre fibras na traseira (l. drt.)	N	13
162	selar zona ligação entre fibras na traseira (l. esq.)	N	13
163	retirar isolamento óculo traseiro + excesso cola	N	26
164	selar óculo traseiro	N	67
165	selar portal porta emergência	N	40
166	aplicação friso remate vidros (l. esq.)	N	112
167	aplicar cornija porta entrada	N	35
168	selar zona depois último vidro (l. drt.)	N	10
169	aplicação friso remate vidros (l. drt.)	N	110
170	corte de perfis ABS	O	45
171	aplicação perfis chapa para fixação remates zona inferior janelas	O	35
172	aplicação ABS	O	195
173	aplicar remates zona inferior das janelas	O	49
174	aplicação última placa tejadilho	O	10
175	aplicação aro ventilador trás	O	5
176	corte + colagem borracha no batente porta emergência	O	30
177	fixar martelos emergência	O	45
178	colocação fibra interior superior	P	20
179	montagem perfis no WC p/ colocação última placa tejadilho	P	35
180	colocar cortinas	P	45
181	aplicação espelho retrovisor exterior (de bermas)	P	40

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

182	montagem suportes espelhos retrovisores exteriores	P	80
183	transporte condutas frt até unidade + apontar conduta + segurar escoras	P	8
184	montagem últimos conjuntos ar e luz	P	8
185	acertar última placa tejadilho	P	20
186	transporte condutas trs até unidade + apontar conduta + segurar escoras	P	10
187	pré-montagem íman porta emergência	P	40
188	aplicação íman porta emergência no pavimento	P	5
189	aplicação coca íman porta emergência no pavimento	P	5
190	após forrar, dar cola na última placa tejadilho	P	5
191	aplicação última placa tejadilho	P	10
192	aplicação ro ventilador trás	P	5
193	tempo chefe equipa (P3 e P4)	P	75
194	montagem porta-faróis frente	Q	110
195	montagem tampa frente + sistema de fecho + afinação	Q	180
196	montagem do pára-choques na unidade	Q	120
197	pré-montagem faróis frente	R	37
198	montagem fibras interiores (fibra estore pára-brisas, estore motorista, pilar frente esq.)	R	220
199	montagem fibras interiores (pilar frent drt, fibra por cima janela motorista)	R	150
200	pré-montagem pára-choques	S	75
201	pré-montagem porta entrada	S	100
202	montagem cilindro porta + varão porta entrada	S	90
203	montagem porta entrada + cilindro fecho	S	140
204	acertar + colocar perfil remate condutas (zona tejadilho trs.)	S	20

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

205	aplicação protecções ligações eléctricas farolins nas tampas laterais	T	35
206	montagem chapa escada emergência na porta emergência	T	25
207	afinação porta emergência	T	210
208	aplicação friso porta emergência	T	45
209	aplicação íman na porta emergência	T	5
210	colocação parafusos laterais p/ montagem bancos (esq. + drt.)	T	10
211	colocação parafusos no chão p/ montagem bancos (esq. + drt.)	T	15
212	marcações e furações p/ fixação bancos fixos no chão	T	25
213	aplicação no chão suportes para bancos fixos	T	5
214	furações para suportes cortinas	T	40
215	pré-montagem conjunto aparelho destinos frontal + forra	U	35
216	aplicação fibra l. esq. (pilar tras porta entrada)	U	30
217	fixação conjunto aparelho destinos frt + forra ( com auxílio)	U	7
218	fixação conjunto aparelho destinos frt + forra	U	25
219	montagem chapa botões tablier	U	45
220	montagem fibra zona por cima porta entrada	U	40
221	alicação coca remate varão porta entrada	U	10
222	aplicação suporte comando rampa deficientes	U	10
223	aplicação acrílico para identificação no estribo	U	5
224	aplicação remate entre estribo e porta entrada	U	5
225	aplicação bocais AC no tablier	U	15
226	aplicação bocais AC no estribo	U	15
227	aplicação corrimão no estribo	U	30

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

228	fixação estore pára-brisas nas varetas	U	5
229	botão campainha deficientes	U	5
230	aplicação tampa forra aparelho destinos lateral	U	10
231	fixação parafuss p/ cadeira deficientes	U	5
232	pré-montagem + montagem tapa-pernas e varão (l. esq.)	U	55
233	aplicação chapa tablier junto ao pavimento	U	30
234	pré-montagem + montagem monitor frt + forra	U	30
235	aperto câmara central	V	8
236	aperto câmaras frente	V	15
237	colagem grelha no tablier junto ao pavimento	V	10
238	aplicação fibra l. esq. (pilar tras porta entrada)	V	30
239	fixação conjunto aparelho destinos frt + forra ( com auxílio)	V	7
240	blindagem pés motorista	V	20
241	descanso pé motorists	V	10
242	pré-montagem banco motorista	V	15
243	fixação suporte banco do motorista	V	40
244	fixação chave pneus na zona motorista	V	5
245	fixação suporte extintor (zona motorista)	V	5
246	aplicação remate janela motorista com consola (bacalhau)	V	35
247	fixação divisória motorista + cortina	V	25
248	fixação painel de instrumentos	V	15
249	fixação aro painel de instrumentos	V	5
250	aplicação bolsa na concola do motorista	V	5

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

251	montagem coluna na consola motorista	V	7
252	fixação porta-copos na consola motorista	V	5
253	fixação tampa acesso a acablagens na consola motorista	V	5
254	aplicação chapas p/ autocolantes na zona motorista	V	15
255	transporte banco motorista + aperto	V	10
256	montagem espelho retrovisor interior	V	15
257	montagem comandos AC e câmaras no interior bagageira conduta (l drt)	V	40
258	pré-montagem + montagem tapa-pernas e varão (l. drt.)	V	55
259	aplicação blindagem radiador	W	145
260	montagem encaixes p/ suportes cavas	W	30
261	fixação blindagens dos cilindros das bagageiras + carapuças nos cilindros	W	20
262	aperto blindagens no interior das bagageiras para acesso a tubagens	W	60
263	colocação napas de protecção de cablagens na bagageira	W	40
264	aplicação poliuretano expandido na bagageira	W	25
265	colocação corrimão na bagageira	W	25
266	montagem fibra pilar traseiro (l. drt.)	W	30
267	montagem fibra trs inferior oculo trs	W	15
268	montagem chapas p/ autocolantes na traseira	W	20
269	fixações suportes cortinas	X	70
270	aplicação borrachas remate calhas bancos no pavimento - preparação p/ montagem bancos	X	20
271	aplicação e fixação bancos	X	220
272	aplicação borrachas remate bancos	X	50
273	fixação espelhos retrovisores exteriores	X	20

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

274	montagem escova limpa-vidros	X	10
275	fixações suportes cortinas	Y	70
276	aplicação borrachas remate calhas bancos no pavimento - preparação p/ montagem bancos	Y	20
277	aplicação e fixação bancos	Y	220
278	aplicação borrachas remate bancos	Y	50
279	Dar binário de paerto dos bancos	Y	40
280	Afinação porta entrada + colocação blindagem cilindro porta	Z	120
281	Afinação tampas pneumáticas	Z	300
282	Afinação tampas pneumáticas	ZA	300
283	tempo chefe equipa P5 e P6	ZA	75
		<b>Duração acumulada (min)</b>	<b>12752</b>

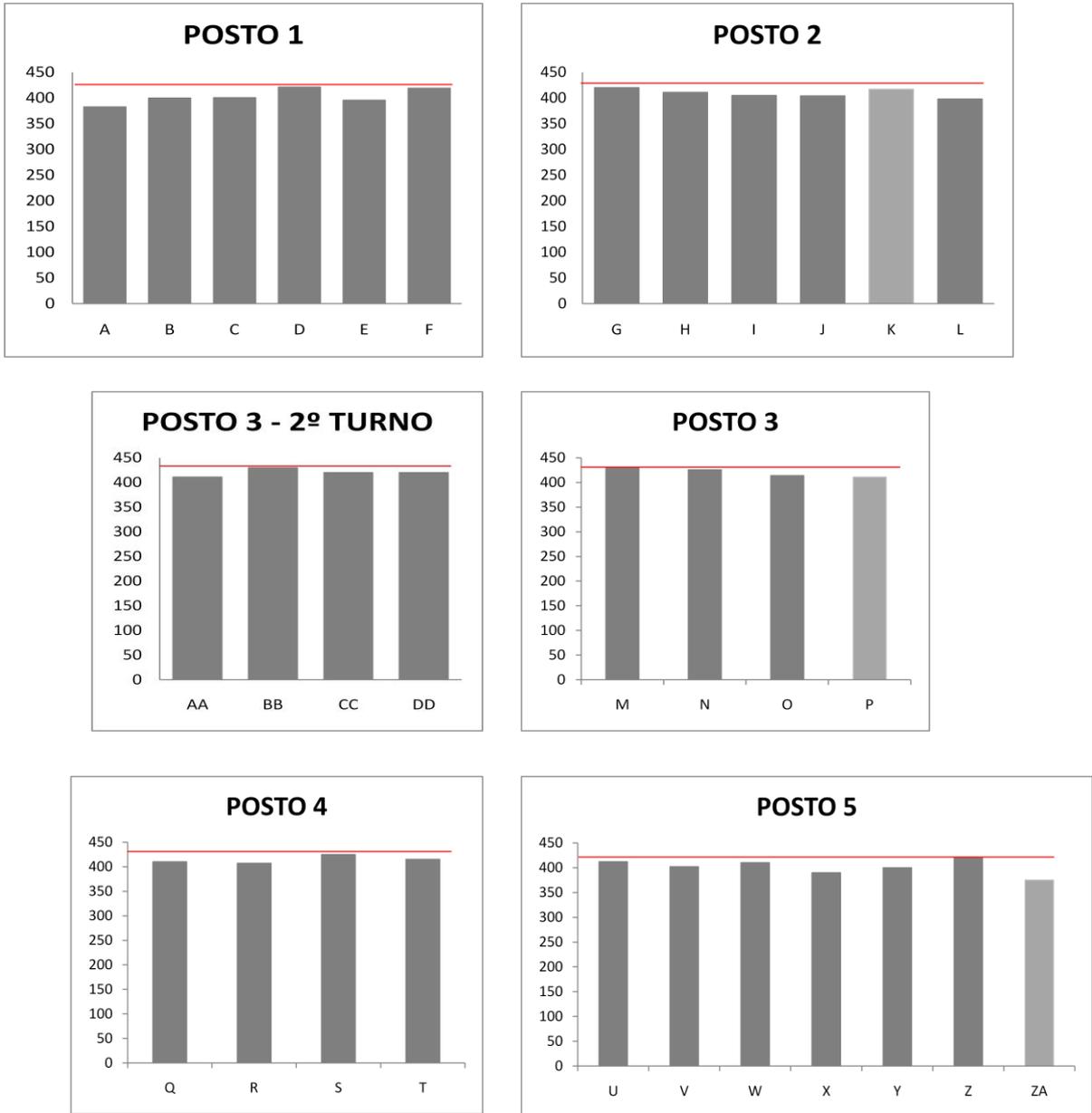
### 13. ANEXO C: Sequência de montagens eléctricas - Balanceamento de Acabamentos da linha 1

**Tabela 11 – Sequência de montagens eléctricas.**

P1	Passar cablagens
P2	Ligar corte geral Amarrar todas as cablagens na bagageira
P3	Ligação dos quadros eléctricos Ligação CCTV Ligar martelos Ligar íman porta emergência Ligar câmaras exteriores e interiores e relógio Ligações no tablier Ligar sensores marcha-atrás Ligar farolins exteriores
P4	Ligar botões chapa tablier

**14. ANEXO D: Quadros Yamazumi de cada posto de trabalho - Balanceamento de Acabamentos da linha 1**

Na cor mais clara, estão representados os chefes de equipa.



**Figura 48 – Quadros Yamazumi dos postos de Acabamentos da linha 1.**

**15. ANEXO E: Tarefas Montagem WC****Tabela 12 – Dependência entre tarefas – Montagem do WC.**

Op.	Precedências	Executada por:	Designação
A	-	Subcontratado 1	Passagem cablagem eléctrica na zona superior traseira
B	G	Subcontratado 1	Fixação carcaça WC
C	H	Subcontratado 1	Acerto placas madeira a forrar na frente do WC
D	C,J	Subcontratado 1	Acerto placas madeira a forrar na direita do WC
E	D	Subcontratado 1	Aplicação placas madeira forradas
F	-	Subcontratado 2	Passagem tubagem AC na zona superior traseira
G	A, F	CaetanoBus	Aplicação fibra e isolamento acústico na zona superior traseira
H	G	CaetanoBus	Colocação condutas lado esquerdo
I	H	CaetanoBus	Aplicação do último vidro lado esquerdo
J	-	CaetanoBus	Aplicação óculo traseiro
K	B, J	CaetanoBus	Acerto fibra traseira superior
L	K	CaetanoBus	Colocação fibra traseira superior
M	E, L	CaetanoBus	Acerto última placa do tejadilho
N	M	CaetanoBus	Aplicação última placa do tejadilho
O	N	CaetanoBus	Aplicação ventilador AC traseiro
P	L	CaetanoBus	Aplicação dos conjuntos ar e luz na traseira

Destas relações de precedência, concluiu-se que a sequência para as tarefas acima é a representada na tabela seguinte.

**Tabela 13 – Sequência de tarefas – Montagem WC**

Seq.	Operação	Executada por:	Designação
1	A	Subcontratado 1	Passagem cablagem eléctrica na zona superior traseira
2	F	Subcontratado 2	Passagem tubagem AC na zona superior traseira
3	G	CaetanoBus	Aplicação fibra e isolamento acústico na zona superior traseira
4	B	Subcontratado 1	Fixação carcaça WC
5	H	CaetanoBus	Colocação condutas lado esquerdo
6	I	CaetanoBus	Aplicação do último vidro lado esquerdo
7	C	Subcontratado 1	Acerto placas madeira a forrar na frente do WC
8	J	CaetanoBus	Aplicação óculo traseiro
9	D	Subcontratado 1	Acerto placas madeira a forrar na direita do WC
10	K	Subcontratado 1	Acerto fibra traseira superior
11	L	CaetanoBus	Colocação fibra traseira superior
12	E	Subcontratado 1	Aplicação placas madeira forradas
13	M	CaetanoBus	Acerto última placa do tejadilho
14	N	CaetanoBus	Aplicação última placa do tejadilho
15	P	CaetanoBus	Aplicação dos conjuntos ar e luz na traseira
16	O	CaetanoBus	Aplicação ventilador AC traseiro

## 16. ANEXO F: Standards de trabalho – Montagem WC

		MNAC/TE	FT	CB
S02P4		Montagem depósito de águas sujas		
S02P5	7:30 às 13:00	Passar cablagem pela traseira	Passar tubagem AC pela traseira (inclui tubo escoamento de água)	
avanço da unidade				
S02P6	13:00 às 15:00			Colocação fibra+isolamento (cód. 51920802 e 196790) no tejadilho, do lado do WC
S02P6	15:00 às 17:00	Colocar carcaça WC e fixar + ligações para lavatório		
Pintura				
S05P1	1º turno	Depósito águas limpas		Blindagem <i>fog maker</i>
S05P1	2º turno			Colocação do óculo traseiro
S05P2	1º turno	Acertar placas de madeira; Acerto fibra interior traseira superior		
S05P3	1º turno	Aplicação placas forradas e omega para fixação da placa do tejadilho; Concluir ligações		Aplicação fibra forrada interior traseira superior; Fixação da última placa do tejadilho

## 17. ANEXO G: Lista de Verificação posto-a-posto

		<b>Verificação posto-a-posto</b>		Levante		<b>PEP:</b>	
<b>Descrição</b>		<b>NC</b>	<b>C</b>	<b>NR</b>	<b>Falha</b>	<b>Observações</b>	
<b>Rubrica chefia P1</b>							
<b>Posto 1</b>							
Interior							
Revestimento int. painéis (ver emendas e aspecto)							
Poliuretano na traseira							
Exterior							
Aperto do motor limpa-vidros							
Colocação dos guarda-vento e blindagens							
Farolins e piscas fixos e alinhados							
Aspecto do caixilho + moca da janela do motorista + cornija							
Tampa de motor - dobradiças fixas e fechos							
Amortecedores alinhados e com veios limpos							
Afinação das tampas de acesso com fecho							
Fechos / puxadores							
<b>Rubrica chefia P1</b>							
<b>Rubrica chefia P2</b>							
<b>Posto 2</b>							
Interior							
Conduitas das bagageiras com emendas alinhadas e bem fixas							
Vidros acrílicos nas fluorescentes com emendas ajustadas e limpas							
Fixação dos multisetes e placas entre estes							
Ventilador frente com aros e parafusos c/ carapuça							
Grelhas do A/C ajustadas							
Placas do tejadilho com emendas ajustadas + remates (excepto última)							
Exterior							
Pára-brisas - ver ajuste e aspecto							
Tampa acesso elevador vidro + dobradiças + fechos							
Óculo de trás (atenção à selagem e riscos)							

Mecanismo de elevação do vidro apertados e vidro sem interferências + batente					
<b>Rubrica chefia P2</b>					
<b>Rubrica chefia P3</b>					
<b>Posto 3</b>					
Interior					
Tablier e consola motorista					
Última placa do tejadilho com emendas ajustadas + remates					
Ventilador trás com aros e parafusos c/ carapuça					
Forra das partes superiores das janelas					
Exterior					
verificar isolamento tablier e vedações para interior					
Interior do elevador do vidro, limpo, vedado com tratamento e drenos					
Vidros laterais e remate de colas, selagens e perfis de remate (atenção aos riscos!)					
<b>Rubrica chefia P3</b>					
<b>Rubrica chefia P4</b>					
<b>Posto 4</b>					
Interior					
Montagem dos ABS					
Montagem corrimão no tablier					
Tablier e tejadilho: aspecto e remates com pára-brisas					
Estore janela motorista +forra					
Forras dos pilares do para-brisas do lado esquerdo e direito: ver aspecto					
Consola com remate com vidro da janela do motorista					
Estore do para-brisas, contacto e abertura do lado esquerdo					
Exterior					
corte dos tubos de esgoto WC + ar condicionado					
<b>Porta entrada</b>					
Interruptor de abertura e fecho (ajuste e selagem da coca)					
Perfil do portal e porta ajustados e acertados					
Aperto da guia inferior com protecção e cornija sobre porta					
Tampa de acesso ao elevador do vidro da janela mot. fixação e faceamento					
<b>Bagageiras</b>					
Válvulas pneumáticas					
Tampa de frente ao depósito de gasóleo no topo da fr e vedação					

<b>Rubrica chefia P4</b>					
<b>Rubrica chefia P5</b>					
<b>Posto 5</b>					
Interior					
Aparelho de destinos (fixação + forra)					
Aspecto: tapete e perfis de ramate nos degraus					
Aplicação de monitor + forra sobre este (ver aspecto)					
Aplicação de botão p/deficientes + int. de campainha					
Remate em volta do óculo de trás ajustados					
Fixação do travão de parque					
Banco do motorista (fixação, aspecto e funções)					
Aperto do banco do guia					
Compartimento na consola e bolsa com molas					
Tapa-pernas - fixação ao pavimento, painéis e com varões para a frente					
Fixação de todas as tampas com parafusos direitos					
Martelos quebra vidros fixos nos pilares e ganchos das cortinas					
Porta copos e cortina preta posterior ao motorista					
Suportes para extintores					
Cortinas					
Vidro da divisória motorista - aspecto e fixação					
Tampas na frente do lado drt + posição posterior a esta					
Porta de emergência - ver abertura, fecho e vedação					
calha na porta de emergência com cortina a deslizar					
Comando de emergência da porta + protecção					
Bancos apertados com espaços uniformes					
<b>Exterior</b>					
Tampa acesso quadro eléctrico CaetanoBus					
Tampa frente - fixação e folgas					
Faróis - fixação e ajuste dos cantos sobre estes					
Pára-choques / fixação / folgas e faceamento					
Dobradiças da tampa da frente, contacto com tirantes das escovas					
Folga dos faróis, alinhamento + focagem					
Farolins pisca, farois de nevoeiro, presença, piscas e sup. no tejadilho					

Normalização do fluxo produtivo de Acabamentos numa linha de produção de carroçarias

Caixa do filtro de ar apertado					
<b>Bagageiras</b>					
Napas de cobertura					
Tampa acesso quadro eléctrico de origem + Fixação					
<b>Rubrica chefia P5</b>					
<b>Rubrica chefia P6</b>					

18. ANEXO H: Mapa ocupação diária dos postos 5 e 6 – *takt time* 10 horas

Tabela 14 – Mapa ocupação postos 5 e 6 – *takt time* 10 horas.

		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
<b>Avanço:</b>		<b>07:30</b>					<b>09:30</b>					<b>11:30</b>					<b>14:30</b>					<b>16:30</b>				
<b>S05P5</b>	07:30 a 8:30																									
	08:30 a 9:30						G	H	I	J	K															
	09:30 a 10:30																									
	10:30 a 11:30											L	M	N	O	P										
	11:30 a 12:00	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Hora almoço																									
	13:00 a 13:30																									
	13:30 a 14:30																Q	R	S	T	U					
	14:30 a 15:30																									
	15:30 a 16:30					G					L					Q					V	V	W	X	Y	Z
16:30 a 17:30																										
17:30 a 18:30	C	D	E	F		H	I	J	K		M	N	O	P		R	S	T	U		W	X	Y	Z		
18:30 a 00:30	C	D	E	F		H	I	J	K		M	N	O	P		R	S	T	U		W	X	Y	Z		
<b>S05P6</b>	07:30 a 8:30																									
	08:30 a 9:30						F	G	H	I	J															
	09:30 a 10:30																									
	10:30 a 11:30											K	L	M	N	O										
	11:30 a 12:00	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
	Hora almoço																									
	13:00 a 13:30																									
	13:30 a 14:30																P	Q	R	S	T					
	14:30 a 15:30																									
	15:30 a 16:30					F					K					P					U	U	V	W	X	Y
16:30 a 17:30																										
17:30 a 18:30	B	C	D	E		G	H	I	J		L	M	N	O		Q	R	S	T		V	W	X	Y		
18:30 a 00:30	B	C	D	E		G	H	I	J		L	M	N	O		Q	R	S	T		V	W	X	Y		

## 19. ANEXO I: Defeitos na Pintura

### Pingos/Escorridos

Acumulações de tinta em forma de gota em superfícies verticais.

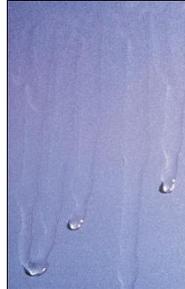


Figura 49 – Exemplo de escorrido (fonte da imagem: [www.glasurit.com/pt](http://www.glasurit.com/pt) em 15 de Junho de 2011).

Tabela 15 – Possíveis causas para a formação de escorridos/pingos.

Possíveis causas
<b>Viscosidade da tinta muito baixa</b>
<b>Aplicação do material com débito excessivo</b>
<b>Bico de pulverização muito grande</b>
<b>Pequena distância de pulverização</b>
<b>Aplicação à pistola em movimentos muito irregulares</b>

Evita-se pela correcta afinação da tinta e, eventualmente, bico de pulverização menor.

### Lixo

Saliências pequenas na película de tinta provocadas pela oclusão de partículas estranhas (p. ex. poeira).



Figura 50 – Exemplo de lixo (fonte da imagem: [www.glasurit.com/pt](http://www.glasurit.com/pt) em 15 de Junho de 2011).

Tabela 16 – Possíveis causas para a formação de lixo.

Possíveis causas
<b>Má limpeza antes da aplicação de materiais</b>
<b>Restos de panos de limpeza</b>
<b>Restos de poeira no ar de outras zonas da fábrica</b>
<b>Problemas na cabine – filtros sujos</b>

Evita-se pela limpeza cuidadosa antes da pintura, ajuste da circulação de ar na cabine e separação física da cabine do resto da fábrica.

### **Má lacagem**

A cor da tinta de acabamento transparece e não tem brilho.

**Tabela 17 – Possíveis causas para a má lacagem.**

Possíveis causas
<b>Falta/pouca lixagem da superfície a pintar</b>
<b>Aplicação de tinta a menos</b>

Evita-se pela lixagem correcta da superfície e aplicação de uma camada de tinta suficiente.

### **Falta de catados**

Desnível da superfície pintada.

**Tabela 18 – Possíveis causas para a falta de catados.**

Possíveis causas
<b>Incorrecta regularização da superfície (aplicação de betume/ fibra de vidro insuficiente)</b>

Evita-se através da correcta regularização da superfície a pintar.

## 20. ANEXO J: Resultados da 2ª verificação da Pintura

Lado esquerdo

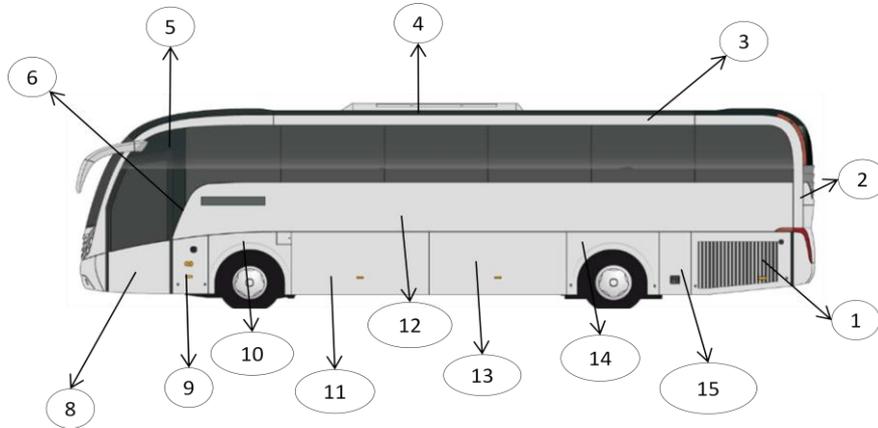


Figura 52 – Máscara lado esquerdo Levante.

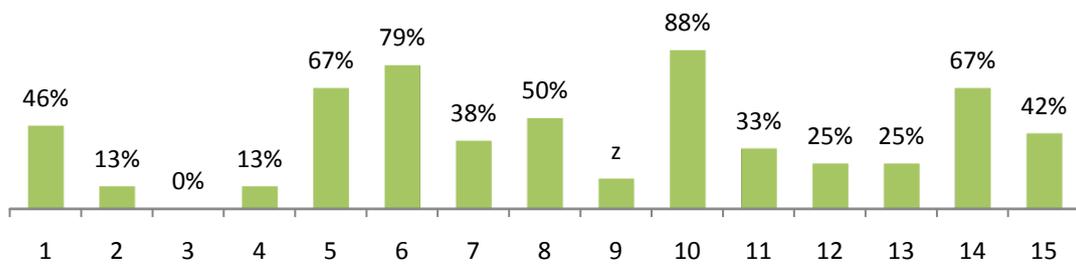


Figura 51 - - Frequência de repintura zonas lado esquerdo do Levante.

Lado direito

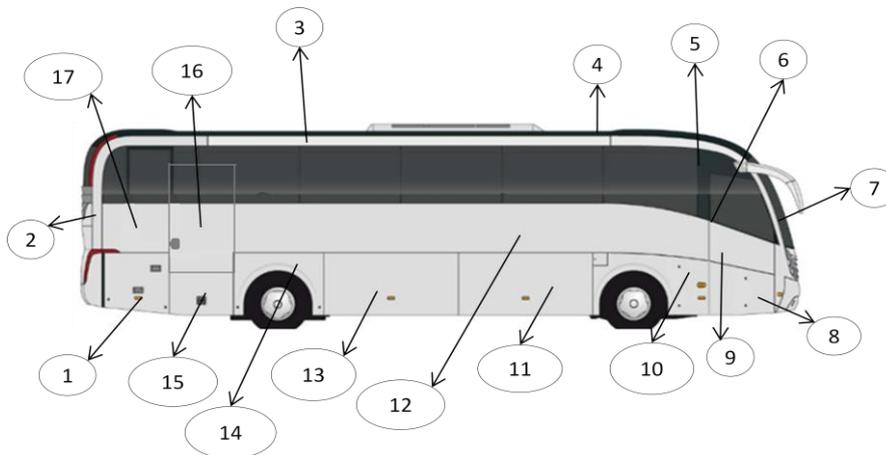
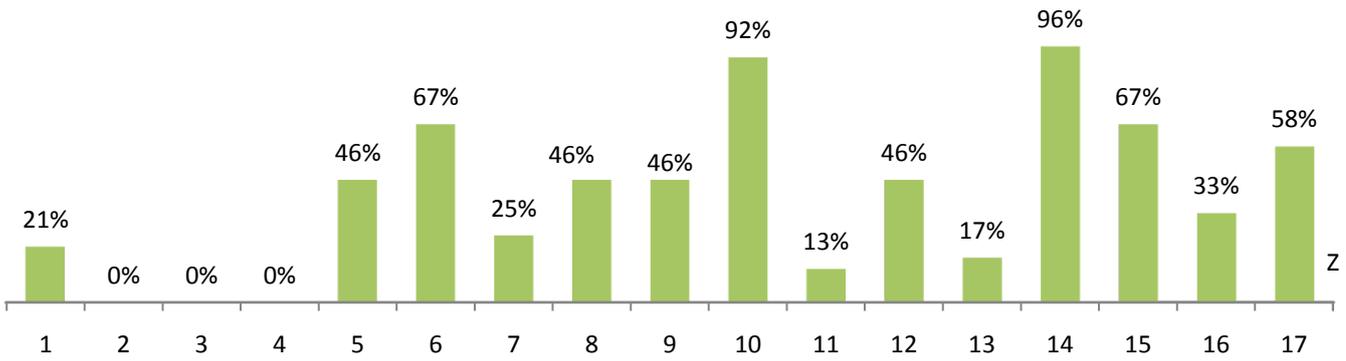
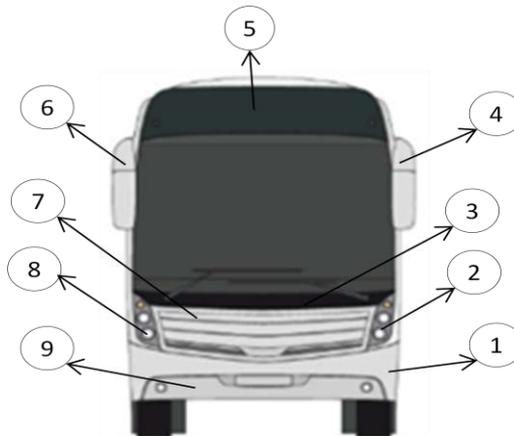


Figura 53 – Máscara do lado direito do Levante.

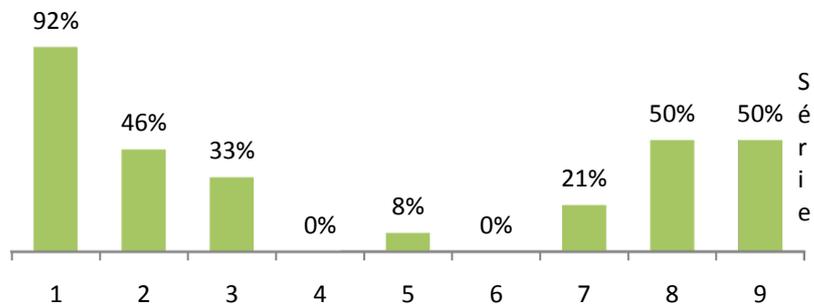


**Figura 54 – Frequência de repintura zonas lado direito do Levante.**

**Frente**



**Figura 55 – Máscara da frente do Levante**



**Figura 56 – Frequência de repintura das zonas da frente do Levante.**

Traseira

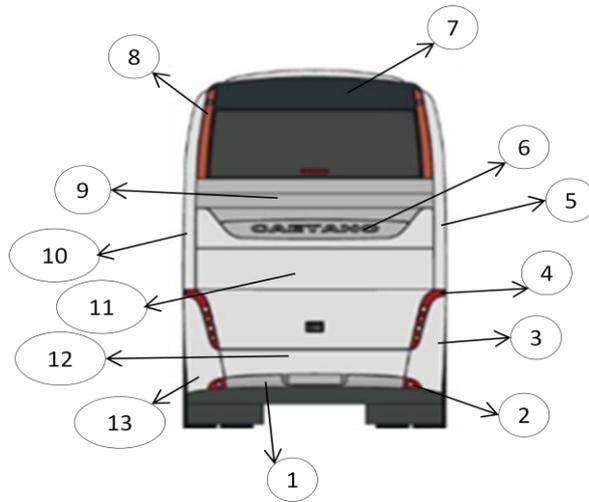


Figura 57 – Máscara da traseira do Levante.

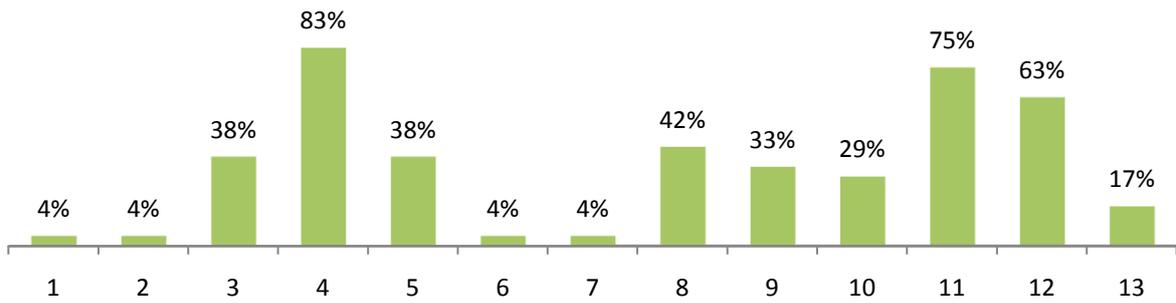


Figura 58 – Frequência de repintura das zonas da traseira do Levante.