



Optimização do Processo de Fabrico do Tourino na CaetanoBus, S.A.

José Maria Barbosa Alcoforado Côte-Real

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. João Oliveira Neves

Orientador na CaetanoBus: Eng.^a Marina Vasconcelos



FEUP

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

2010-07-05

Aos meus pais e aos meus irmãos,

Resumo

No ambiente empresarial, a competitividade vem tendo um papel cada vez mais importante ao longo dos últimos anos. O elevado número de concorrentes e as transformações que surgem rapidamente em todo o mundo são alguns dos factores que resultam na necessidade de as empresas procurarem alternativas de vantagem competitiva para se manterem no mercado. Assim, torna-se evidente a urgência destas organizações em procurar otimizar os recursos existentes de maneira a produzir com menor custo, em menor tempo e, porventura, com mais qualidade.

Neste sentido, e considerando o funcionamento da linha de produção do autocarro do modelo Tourino na CaetanoBus, surgiu o desafio do Projecto de Optimização do Processo de Fabrico do Tourino. Este projecto tem como objectivos primordiais a eliminação da segunda fase de pintura dos autocarros deste modelo e a eliminação da utilização do edifício onde se encontra a última secção do processo de fabrico, integrando as tarefas aí realizadas nas secções precedentes.

Consequentemente, espera-se reduzir o *work-in-process* e o *lead time*, aumentando a satisfação do cliente; pretende-se reduzir a área de produção utilizada, aumentando-se a eficiência do espaço disponível; ambiciona-se ainda diminuir a multiplicação de tarefas, o que resulta numa directa redução de custos e num aumento de produtividade.

Com o intuito de se eliminar a segunda fase de pintura, foi necessário fazer um levantamento de dados para identificar o que era pintado na segunda fase de pintura, separando-se o que era pintado pela primeira vez e o que era repintado. Posteriormente, foi necessário analisar as respectivas causas, estudar soluções e tomar acções com a finalidade de se obter resultados reais.

Relativamente à eliminação da utilização do edifício onde se encontra a última secção do processo de fabrico, foi necessário efectuar um balanceamento da linha de produção com a finalidade de se eliminar dois postos de trabalho. Foi imprescindível analisar as tarefas efectuadas em várias secções da linha de produção com a finalidade de se integrar as operações realizadas na última secção nas secções precedentes. Tendo em consideração a possibilidade de a linha de produção avançar a cadências superiores à actual, foi necessário efectuar um novo balanceamento para a cadência considerada máxima pela empresa.

É de realçar que a última secção da linha de produção foi eliminada com sucesso, tendo-se diminuído o *lead time* em dois ciclos, equivalente a quatro dias à actual cadência da linha; ganhando-se esse espaço, o que possibilitará usá-lo para diferentes fins; e reduzindo-se o *work-in-process*. Quanto à eliminação da segunda fase de pintura, houve progressos significativos, quer quanto ao que era pintado pela primeira vez nessa fase, quer quanto às repinturas. É ainda de destacar o grande aumento de produtividade que se obteve, quer nas montagens, quer na pintura.

Optimization Project of the Tourino Manufacturing Process

Abstract

In the business environment, competitiveness is having an increasingly important role over the past years. The high number of competitors and the transformations that arise rapidly around the world are among the factors that result in the need for companies to seek alternative competitive advantage to stay on the market. Thus, it becomes evident the urgency of these organizations in seeking to optimise existing resources in order to produce at a lower cost, in less time and, perhaps, with more quality.

In this sense, considering the functioning of the production line of the bus model Tourino at CaetanoBus, arose the challenge of the Optimization Project of the Tourino Manufacturing Process. This project has as its primary objectives the elimination of the second phase of painting of the bus model Tourino and the elimination of the use of the building where the last section of the manufacturing process is, integrating the tasks carried out there in the previous sections.

Consequently, it is expected to reduce work in progress and lead time, increasing customer satisfaction; it is intended to reduce the production area used, increasing the efficiency of space; it is also ambitioned to reduce the multiplication of tasks, resulting in direct cost savings and increased productivity.

In order to eliminate the second stage of painting, it was necessary to make a collection of data to identify what was being painted in the second phase of painting, separating what was painted for the first time and what was repainted. Later, it was necessary to analyse the causes, to explore solutions and to take actions in order to achieve real results.

Regarding the elimination of the use of the building where the last section of the manufacturing process is, it was necessary to conduct a balancing of the production line in order to eliminate two workstations. It was essential to analyse the tasks carried out in several sections of the production line in order to integrate the operations performed in the last section in the preceding sections. Taking into account the possibility of the production line to run at higher cycle times than the current one, it was necessary to rebalance the line for the cycle time considered maximum by the company.

It is noteworthy that the last section of the production line was successfully eliminated, having reduced the lead time in two cycles, equivalent to four days at the current cycle time, earning that space and making it possible to use it for different purposes, and reducing the work-in-process. Regarding the elimination of the second phase of painting, there was a significant progress, in terms of what was painted for the first time in that phase as well as to repainting. It is worth mentioning the great increase in productivity that was achieved, whether in assemblies or in painting.

Agradecimentos

À Eng.^a Marina, pela orientação e formação ao longo deste projecto, e a todos os outros na CaetanoBus que contribuíram para o desenvolvimento do projecto, nomeadamente o Santos, o António, o Ventura, o Zé Manuel, o Seabra e o Sérgio.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação académica na FEUP, em particular ao Professor João Oliveira Neves pela disponibilidade durante o estágio.

Aos meus amigos da FEUP por terem contribuído para que eu me mantivesse motivado ao longo de todo o curso.

À minha família pelo apoio, pelo interesse e por me possibilitarem tirar este curso.

À Catarina, por tudo.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do Grupo Salvador Caetano.....	1
1.2	Apresentação da CaetanoBus	1
1.2.1	Estrutura Organizacional	2
1.3	Objectivos da Dissertação.....	2
1.4	Estrutura da Dissertação.....	3
2	Revisão de Literatura	4
2.1	Kaizen	4
2.2	Muda	4
2.3	Standard Work	5
2.4	Mizusumashi	6
2.5	Kanban.....	6
2.6	Bordo de Linha.....	7
2.7	Supermercado.....	8
2.8	Ship-to-Line.....	8
2.9	Layout	9
2.10	Balanceamento de uma Linha de Produção	9
2.10.1	Estudo do Tempo	10
2.10.2	Quadro Yamazumi.....	10
2.10.3	Balanceamento Lean Manufacturing	11
2.10.4	Curvas de Experiência.....	11
2.10.5	Sensibilidade da Eficiência a Variações do Tempo de Ciclo	12
3	O Processo de Fabrico.....	13
3.1	Apresentação do Produto.....	13
3.2	Descrição do Processo de Fabrico	14
3.2.1	Estrutura e Chapeamento.....	14
3.2.2	Pintura	15
3.2.3	Acabamentos.....	15
3.2.4	Pós-Acabamentos	16
3.2.5	Segunda Fase de Pintura	16
3.2.6	Preparação para Entrega.....	17
3.2.7	Testes do Departamento de Qualidade	19
4	Balanceamento da Linha de Produção	20
4.1	Situação Inicial	20
4.2	Situação Ideal Antes da Eliminação da Segunda Fase de Pintura	21
4.2.1	Layout.....	21
4.2.2	Balanceamento da Secção de Acabamentos	22
4.2.3	Segunda Fase da Inspecção Inferior	23
4.2.4	Alterações do Bordo de Linha.....	25
4.2.5	Teste do Quarto de Banho.....	26
4.3	Standard Work	27
4.3.1	Soldadura do Suporte do Espelho da Bagageira.....	28
4.3.2	Montagem da Frente Exterior	28

4.3.3	Perfil de Alumínio da Porta de Trás	29
4.4	Balanceamento da Linha de Produção para a Cadência Máxima.....	29
4.5	Resultados	30
4.5.1	Aumento de produtividade	31
4.5.2	Redução no Lead Time.....	31
4.5.3	Diminuição da Área de Produção	31
5	Eliminação da Segunda Fase de Pintura	32
5.1	Primeira Pintura	32
5.1.1	Peças Montadas nos Acabamentos.....	32
5.1.2	Peças com Pintura Indefinida	38
5.2	Repintura.....	40
5.2.1	Inspecções de Pintura	40
5.2.2	Defeitos de Pintura	42
5.2.3	Defeitos na Pintura Decorrentes do Processo de Fabrico	43
5.2.4	Defeitos na Pintura Decorrentes dos Materiais Utilizados no Processo de Fabrico.....	47
5.2.5	Rectificações de Defeitos na Pintura	49
5.3	Resultados	50
5.3.1	Redução de Defeitos na Pintura	50
5.3.2	Redução de Materiais	50
5.3.3	Aumento de Produtividade.....	51
5.3.4	Redução no Lead Time.....	51
6	Conclusões e Perspectivas de Trabalho Futuro	52
	Referências	54
	ANEXO A: Condições Necessárias para a Realização dos Testes Efectuados pelo Departamento de Qualidade	55
	ANEXO B: Folhas Normalizadas de Trabalho – Situação Inicial (Secção de Acabamentos)	56
	ANEXO C: Folhas Normalizadas de Trabalho – Novos <i>Standards</i> (Secção de Acabamentos)	66
	ANEXO D: <i>Standards</i> da Junção do Remate da Primeira Fase de Pintura com a Segunda Fase da Inspecção Inferior.....	75
	ANEXO E: Folhas Normalizadas de Trabalho – Situação Inicial (Secção de Preparação para Entrega)	76
	ANEXO F: Produtividade nas Secções de Acabamentos e de Preparação para Entrega	78
	ANEXO G: Eliminação de Escorridos	79
	ANEXO H: Primeira Fase de Pintura com Operação de Rectificações.....	80
	ANEXO I: Produtividade na Secção de Pintura	81

Siglas

Desperdício: tudo aquilo que não acrescenta valor.

FIFO: first in first out.

Gemba: o local onde se acrescenta valor – terreno.

Kanban: palavra de origem japonesa que significa cartão e que nos dias de hoje está associada ao ponto em que se transmite um ordem de produção ou encomenda.

Kaizen: palavra de origem japonesa constituída pelos vocábulos KAI (mudança) e ZEN (bom) que juntos significam melhoria contínua.

Lead time: tempo entre o momento de entrada do material até à sua saída do inventário.

Mizusumashi: operador logístico encarregue de efectuar uma rota num determinado período de tempo de modo a abastecer os materiais necessários.

Muda: palavra de origem japonesa que significa desperdício.

Picking: processo de recolha de um determinado material/produto destinado a uma dada operação.

SMED: método, que significa “troca rápida de ferramentas”, empregado para reduzir o tempo de preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção.

Supermercado: volumes controlados de materiais, que servem como pontos de geração de informações sobre o que encomendar. Permitem o nivelamento dos stocks de acordo com uma determinada procura e tempo, tornam a operação de *picking* mais simples e rápida, e garantem o FIFO.

Tempo de ciclo: ciclo da procura do cliente.

Valor Acrescentado: tudo aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar.

Índice de Figuras

Figura 1 – Organigrama geral da CaetanoBus	2
Figura 2 – Situação Inicial vs Objectivo	3
Figura 3 – Ciclos SDCA e PDCA	6
Figura 4 – Sistema de caixa cheia – caixa vazia.....	7
Figura 5 – Quadro Yamazumi	11
Figura 6 – Curva de experiência.....	12
Figura 7 – Sensibilidade da eficiência a variações do tempo de ciclo	12
Figura 8 – Tourino.....	13
Figura 9 – Processo de Fabrico Inicial	14
Figura 10 – Requisitos de FT90	18
Figura 11 – Situação inicial após a primeira fase de pintura.....	20
Figura 12 – Situação ideal após a primeira fase de pintura e antes da eliminação da segunda fase de pintura.....	21
Figura 13 – Junção do remate com a segunda fase da Inspeção Inferior	24
Figura 14 – Encapsulamento do motor montado na fossa.....	25
Figura 15 – Carrinho do pneu suplente	26
Figura 16 – Meio auxiliar de produção do teste de quarto de banho.....	27
Figura 17 – Espelho da bagageira montado no suporte com a furação correcta	28
Figura 18 – Grelha e frente amovível desmontadas do autocarro	29
Figura 19 – Balanceamento com o Quadro Yamazumi para a Cadência Máxima.....	30
Figura 20 – Segunda fase de pintura	32
Figura 21 – Suporte do desembaciador	33
Figura 22 – Quadro eléctrico e blindagem para tapar as cablagens do mesmo.....	34
Figura 23 – Selagens na bagageira	34
Figura 24 – Tampas da coxias pintada à trincha	35
Figura 25 – Carrinho dos ventiladores e da tampa do extractor.....	35
Figura 26 – Grelha da frente do Tourino.....	36
Figura 27 – Frisos entre painéis e vidros	36
Figura 28 – Fluxo Ship-to-line para frisos entre painéis e vidros	37
Figura 29 – Preto à volta do retrovisor alinhado com a cornija	38
Figura 30 - Meio auxiliar de produção para alinhamento da pintura à volta dos retrovisores com as cornijas	39

Figura 31 - Meio auxiliar de produção para definição da faixa por trás dos retrovisores	39
Figura 32 – Preto da testa do "H" alinhado com a borracha do pára-brisas	39
Figura 33 – Meio auxiliar de produção para alinhar o preto do "H" com a borracha do pára-brisas	39
Figura 34 – Inspeções de pintura no fim das Secções 02, 04 e 06	40
Figura 35 – Inspeções de pintura ao longo da Secção de Acabamentos.....	41
Figura 36 – Bordas das tampas da bagageira e das cavas	42
Figura 37 – Máquina de lavagem do chão das cabines de esmaltagem	43
Figura 38 – Sapatos anti-derrapantes para uso no tejadilho	45
Figura 39 - Grelha e frente amovível.....	45
Figura 40 – Marca de cravo antes da pintura da traseira	47
Figura 41 – Cava	48
Figura 42 – Defeitos na Pintura do Fim da Secção dos Acabamentos	50

1 Introdução

No âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto foi proposta a realização de um estágio curricular, com a duração de quatro meses e meio, com o objectivo de desenvolver um projecto em ambiente empresarial, aplicando conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico.

Neste sentido, surgiu o desafio da realização de um projecto de optimização de uma linha de produção na Caetanobus – Fabricação de Carroçarias, S.A. O projecto realizado, intitulado “Optimização do Processo de Fabrico do Tourino”, insere-se no Departamento de Produção e tem como objectivos primordiais a redução de custos e do *lead time*, passando essencialmente pela eliminação de uma fase de pintura do processo de fabrico do modelo de autocarro em questão, o Tourino, um autocarro de turismo.

1.1 Apresentação do Grupo Salvador Caetano

O Grupo Salvador Caetano foi fundado em 1946, iniciando a sua actividade com o fabrico de carroçarias para autocarros, na Divisão Fabril de Gaia. Em 1967 iniciou as actividades de exportação para Inglaterra e em 1968 tornou-se representante exclusivo da Toyota em Portugal. O Grupo construiu uma unidade fabril em Ovar, inaugurada em 1971 e desde então, o crescimento e expansão alargaram-se a todo o país e, mais tarde ao estrangeiro, passando igualmente pela diversificação dos negócios e actividades.




Actualmente o grupo encontra-se presente em Portugal, Espanha, Inglaterra, Alemanha, Angola e Cabo Verde em áreas como o fabrico de automóveis e carroçarias, serviços pós-venda, comercialização e assistência de veículos automóveis e peças, entre outras.

1.2 Apresentação da CaetanoBus

A CaetanoBus é uma empresa que se insere no Grupo Salvador Caetano e foi formada em 2002, surgindo de uma parceria entre o Grupo Daimler Chrysler e o Grupo Salvador Caetano. Esta empresa tem como actividade o fabrico de carroçarias de autocarros e como objectivo ser uma referência relativamente à relação qualidade-preço, como fabricante de veículos de transporte público de passageiros.

A produção de carroçarias na CaetanoBus está dividida em três linhas de montagem (Tabela 1). A Linha 1 é uma linha flexível, destinada à montagem de autocarros por séries de maior ou menor dimensão, produzindo os modelos Winner, Levante, Enigma e City Gold. Na Linha 2 produz-se o modelo Tourino, um autocarro com chassis Mercedes-Benz para transporte de passageiros de longo curso, e ainda a estrutura e o revestimento exterior dos autocarros do modelo Optimo. A Linha 3 é destinada à montagem exclusiva do modelo Cobus, um autocarro concebido para o transporte de passageiros em plataformas de aeroportos.

Tabela 1 – Modelos fabricados na CaetanoBus

	<p><i>Carroçarias para diferentes tipos de chassis: Winner · Levante · Enigma · City Gold</i></p>
	<p>Carroçarias do modelo Tourino, com chassis Mercedes-Benz. Carroçarias do modelo Optimo</p>
	<p>Autocarros de Aeroporto da CONTRAC GmbH.</p>

1.2.1 Estrutura Organizacional

A empresa conta actualmente com cerca de 500 colaboradores. Na Figura 1 apresenta-se o organigrama geral da CaetanoBus.

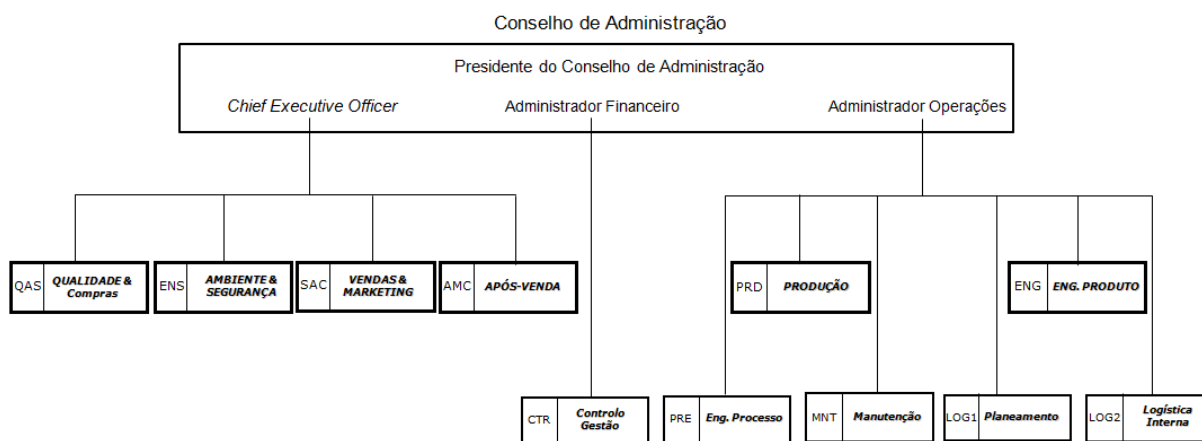


Figura 1 – Organigrama geral da CaetanoBus

O projecto de estágio intitulado de “Optimização do Processo de Fabrico do Tourino na CaetanoBus, S.A.” surge inserido Departamento de Produção da empresa.

1.3 Objectivos da Dissertação

O projecto está inserido na Linha 2, a linha em que se insere o Tourino. No entanto, para uma melhor compreensão dos objectivos da presente dissertação, é importante explicar brevemente as fases do processo produtivo deste modelo. A linha de montagem está dividida em 5 grandes etapas: a primeira corresponde à estrutura exterior do autocarro, a segunda é referente ao revestimento exterior, a terceira é a de pintura, a quarta concerne os acabamentos (interiores e exteriores) e a última é a de preparação para entrega ao cliente. No entanto, por sistema, depois da etapa dos acabamentos, os autocarros voltam sempre para a pintura antes de serem preparados para serem entregues ao cliente, num edifício separado das anteriores etapas.

Os principais objectivos do projecto passam pela eliminação da segunda fase de pintura e pela integração das tarefas da etapa de preparação para entrega ao cliente na etapa dos acabamentos, eliminando a utilização do edifício onde se encontra a última etapa do processo de fabrico (Figura 2).

Uma vez que está estipulado que há três ciclos desde a saída do autocarro da Secção de Acabamentos até a entrega ao cliente, está intrínseco aos objectivos do projecto a redução de três ciclos no *lead time*, equivalente a seis dias à actual cadência da linha. Para além da redução no *lead time*, o que aumentará a satisfação do cliente, deverá ainda haver uma redução do *work-in-process*. A área de produção utilizada também deverá diminuir, pelo que possibilitará o uso do edifício da última etapa do processo produtivo para diferentes fins. Tem-se ainda como objectivo a redução da multiplicação de tarefas, o que para além de reduzir custos ainda aumentará a produtividade.



Figura 2 – Situação Inicial vs Objectivo

1.4 Estrutura da Dissertação

O capítulo inicial desta dissertação constitui a Introdução em que se apresenta o contexto em que foi desenvolvido o presente projecto. Também se apresenta genericamente o problema que despoletou a criação do projecto e definem-se os objectivos do trabalho.

No segundo capítulo, numa óptica de tornar mais compreensível ao leitor as melhorias que se pretendem implementar com vista ao cumprimento dos objectivos do projecto, são apresentados os resultados da revisão da literatura que balizam e sustentam este trabalho e suas conclusões.

De seguida, será descrito o processo de fabrico, referindo as diferentes fases e as principais operações de cada uma. No mesmo capítulo serão apresentados, em maior pormenor do que na Introdução, os problemas ou questões que deram origem ao presente projecto.

No quarto capítulo será descrito o trabalho efectuado relativamente ao balanceamento da linha de produção. Neste capítulo apresentar-se-ão as resoluções dos problemas encontrados relativos à integração da Secção de Acabamentos na Secção de Preparação para Entrega. No final do capítulo apresentam-se os resultados relativos a este objectivo.

No capítulo seguinte, serão apresentados em detalhe os problemas que resultavam numa necessidade de uma segunda fase de pintura. Será exposto o método utilizado na resolução do problema geral, bem como a solução encontrada para cada problema específico de pintura. Os resultados referentes a este problema serão apresentados no fim do capítulo.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões de todo o trabalho desenvolvido e sugerem-se melhorias numa perspectiva de trabalho futuro.

2 Revisão de Literatura

Neste capítulo apresenta-se o resultado da revisão bibliográfica que está na base do desenvolvimento do presente projecto.

2.1 *Kaizen*

Kaizen significa “mudar para melhor” e é também conhecido como melhoria contínua, (Coimbra, 2009). Esta filosofia assenta na eliminação do desperdício com base em soluções de baixo custo e de criatividade, envolvendo todos os colaboradores, desde a gestão de topo até aos operários de base.

A filosofia *kaizen* tem como base um conjunto de ferramentas de melhoria contínua que permite às organizações reduzir desperdício. No entanto, a implementação de um sistema de melhoria contínua tem sempre associada uma grande aversão à mudança. A persistência e motivação demonstradas pela gestão de topo a todos os níveis hierárquicos da organização são determinantes para o sucesso da implementação.

Com o intuito de se obter resultados sólidos, é necessário identificar-se no *gemba*, isto é, no local onde se acrescenta valor, as melhores práticas para a gestão de uma organização.

2.2 *Muda*

Muda significa desperdício. A percepção deste conceito é fundamental na criação de uma cultura de melhoria contínua. *Muda*, conforme definido pelo presidente da Toyota, Fujio Cho, é “qualquer coisa que não a quantidade mínima de equipamentos, materiais, peças e trabalhadores (tempo de trabalho) que são absolutamente essenciais para a produção”.

De acordo com Jacobs, Chase, Aquilano (2009), Fujio Cho identifica sete tipos de *muda* a serem eliminados da cadeia de abastecimento:

1. Produção excessiva – a produção em excesso pode ser considerada o pior dos *muda* porque esconde ou gera todos os outros, especialmente o inventário. A produção em excesso aumenta a quantidade de espaço necessário para armazenar matéria-prima, bem como produtos acabados.
2. Espera – quando os produtos não estão a ser transportados ou processados, estão parados. Estas paragens são causadas por diversos problemas como mau balanceamento, falta de material, mudanças de trabalho, avarias, etc.
3. Transporte de material – cada vez que um produto é movido há o risco de ser danificado, perdido, atrasado, etc., para além de ser um custo para qualquer valor acrescentado. O transporte não acrescenta valor ao produto, pelo que deve ser minimizado.
4. Inventário – inventário, seja na forma de matérias-primas, *work-in-process* ou produtos acabados, representa um desembolso de capital que ainda não produziu um rendimento, quer pelo produtor, quer para o consumidor. Qualquer uma dessas três formas de inventário, não sendo activamente processadas para agregar valor, é *muda*.
5. Processamento excessivo – processamento excessivo ocorre sempre que é feito mais trabalho em determinada peça do que é exigido pelo cliente. Isto inclui o uso de

ferramentas que são mais precisas, complexas ou caras do que o absolutamente necessário.

6. Movimentação de operadores – toda a movimentação de operadores deve também ser minimizada. A deslocação de pessoas é normalmente originada por uma má sequência de tarefas ou por um *layout* inadequado.
7. Defeitos – sempre que ocorre um defeito, há custos adicionais imputados ao trabalho requerido para compensar a anomalia.

Coimbra (2009) ainda considera que estes sete *muda* também fazem parte de um conceito mais amplo – os três Ms: *muda*, *mura* e *muri*.

Muda, como já referido, significa desperdício. *Mura* quer dizer variabilidade, e é um conceito que representa a falta de estabilidade e fiabilidade. Demasiado *mura* significa demasiadas variações inesperadas de um momento para outro.

Muri quer dizer dificuldade, e representa o conceito de perdas de tempo e de energia. Uma má posição ergonómica num posto de trabalho que requeira que o trabalhador se curve é um desperdício de tempo (o movimento tem de abranger uma maior movimentação do que o necessário), um desperdício de energia, e um risco de lesão (porque a energia necessária para o movimento pode ultrapassar o limite da capacidade do indivíduo).

2.3 Standard Work

De acordo com Taiichi Ohno, considerado o pai do Sistema de Produção da Toyota, “onde não existe um *standard*, não pode haver *kaizen*”.

No entanto, é importante não interpretar mal o termo *standard*. É importante não encará-lo como sendo algo rígido ou imutável, senão tornar-se-á um obstáculo para a melhoria contínua.

Standard work significa minimizar os movimentos dos trabalhadores e é uma forma fundamental de melhoria do trabalho que pode ser alcançada para os trabalhadores em qualquer situação (Coimbra, 2009).

Takeda (2006) considera que o trabalho padronizado é uma ferramenta para sincronizar os padrões de movimento dos trabalhadores, ajudando a melhorar todos os processos de trabalho

Com o intuito de reduzir *muda*, é essencial efectuar o ciclo SDCA (*Standard, Do, Check, Act*) em qualquer processo que apresente variabilidade. Neste sentido, o primeiro passo a realizar será o de normalização, a seguir dever-se-á implementar a norma, posteriormente é necessário verificar os resultados, e finalmente é crucial actuar de acordo com os mesmos.

Depois de se efectuar o ciclo SDCA, tendo por base o conceito *kaizen*, é crucial adoptar-se o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que implica a existência de uma norma a melhorar. Estes ciclos são ilustrados na Figura 3. O ciclo PDCA é importante porque propicia a criação de oportunidades com a finalidade de melhorar continuamente processos.

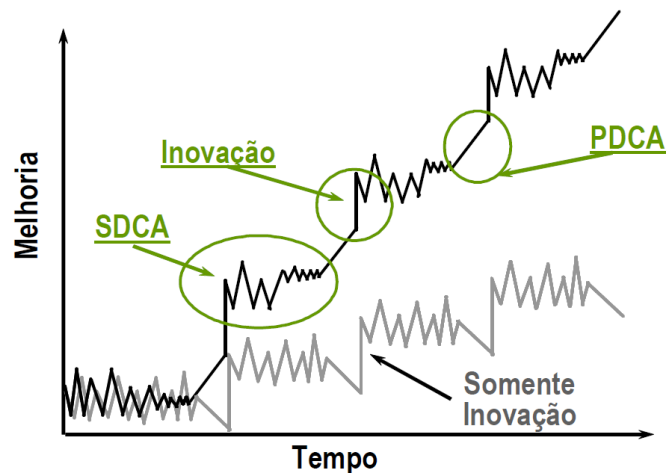


Figura 3 – Ciclos SDCA e PDCA

2.4 Mizusumashi

Mizusumashi é uma palavra de origem japonesa que significa “aranha de água”. Este conceito, na prática, reflecte-se no reabastecimento ao bordo de linha, através de ciclos normalizados baseados na cadência de produção. Este reabastecimento pode ser efectuado de diversos modos. No entanto, neste caso específico, traduz-se num comboio logístico responsável pelo transporte de todos componentes necessários, de forma a criar o mínimo *muda* possível.

Na CaetanoBus, o *mizusumashi* é responsável pela recolha de todas as caixas e carros vazios que se encontram no bordo de linha, transportá-los para o armazém de componentes, efectuar a troca das caixas e carros vazios por outros abastecidos no supermercado, e voltar a transportar este conjunto de material para o bordo de linha, a fim de se efectuar o reabastecimento do material em falta.

2.5 Kanban

O sistema de controlo por *kanban* utiliza um sinal físico para regular a produção em *just-in-time*. *Kanban* significa “sinal” ou “cartão de ordem” em Japonês. Tradicionalmente, nos sistemas de *kanban* são utilizados cartões para sinalizarem uma ordem. No entanto, verifica-se que este é, em diversos casos, substituído por outros tipos de sinais físicos, como por exemplo caixas plásticas ou carros, de acordo com a dimensão e quantidade necessárias dos componentes. O fluxo destas caixas, cartões ou carros é responsável pela gestão do sistema *pull* de *kanban*.

O sistema de *kanban* pode estar associado a dois tipos distintos de ordens: ordens de produção e ordens de abastecimento, consoante requisitem a produção de um componente ou apenas a deslocação do mesmo.

No presente caso é apenas oportuno efectuar a descrição do procedimento do sistema de *kanban* associado a uma ordem de abastecimento, já que se encontra relacionado com o sistema de supermercado.

Na prática, o sistema de *kanban* associado ao sistema de caixa cheia – caixa vazia requer o dimensionamento de cada uma dessas caixas de acordo com a procura associada ao componente em questão. Assim, é necessário definir o ciclo como a quantidade, em número

de caixas, correspondente ao consumo de componentes dessa caixa até ao reabastecimento da caixa seguinte.

De forma a tornar mais claro o sistema de caixa cheia – caixa vazia, apresenta-se na Figura 4 o esquema que ilustra o seu funcionamento, que é assegurado por ciclos normalizados do *mizusumashi*.

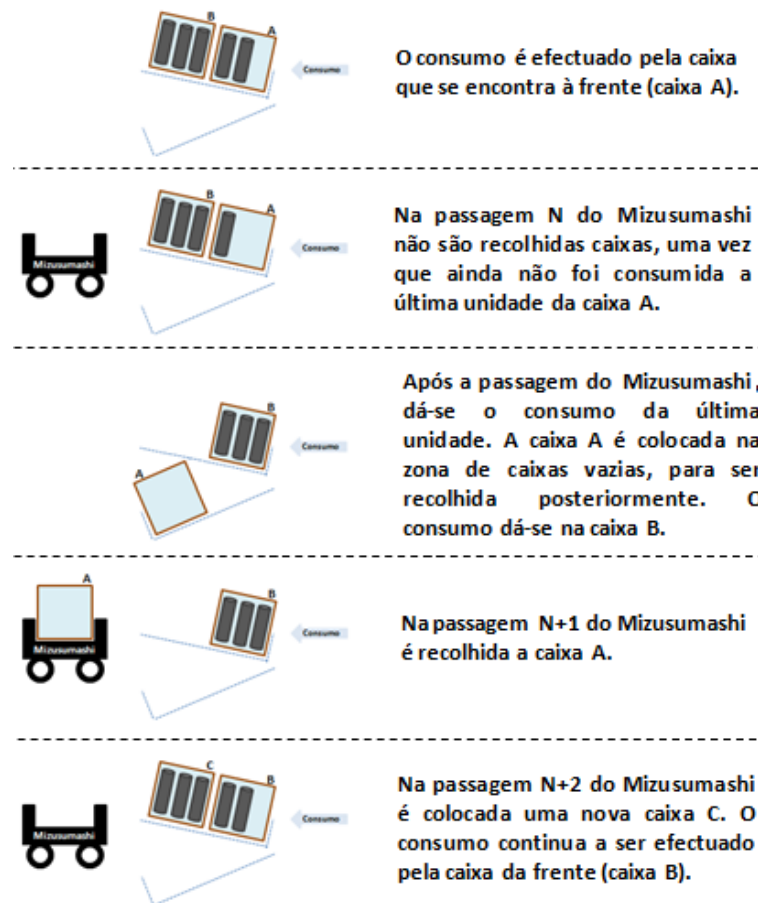


Figura 4 – Sistema de caixa cheia – caixa vazia

Como é possível verificar através do esquema apresentado, para cada componente existem duas caixas de material. O consumo é feito de forma ordenada, começando pela primeira caixa até que esta esteja vazia. A caixa vazia funciona como um *kanban*, ou seja, como um sinal de reabastecimento da mesma quantidade de componentes que a caixa estava abastecida antes de se iniciar o consumo. Enquanto a primeira caixa está a ser reabastecida, o consumo é feito através da segunda caixa, sendo que quando a primeira está reabastecida é colocada no lugar da segunda, e esta no lugar da primeira. O consumo da segunda caixa é efectuado até que esta fique vazia e percorra o mesmo circuito da primeira caixa, e assim sucessivamente.

2.6 Bordo de Linha

O bordo de linha é um supermercado avançado do posto de trabalho, onde estão disponíveis as referências necessárias à execução das tarefas desse mesmo posto. Assim sendo, o bordo de linha é composto por um conjunto de estantes colocadas junto ao posto de trabalho. Nestas estantes é utilizado o sistema de caixa cheia – caixa vazia, ou seja, o sistema *kanban*.

O abastecimento ao bordo de linha é efectuado através de ciclos normalizados, através do *mizusumashi*, baseados na cadência de produção, e que têm como objectivo o aumento da produtividade, que reabastecem este stock através do supermercado do armazém.

2.7 Supermercado

Um supermercado é uma área de armazenamento que deve respeitar uma localização fixa para cada componente permitir o fácil acesso para *picking*, possibilitar a gestão visual dos diversos fluxos e ainda assegurar o princípio de FIFO, tornando mais eficaz o abastecimento à linha de produção. O objectivo é que a produção se concentre naquelas que são as suas responsabilidades, não desperdiçando tempo à sua actividade com tarefas logísticas, como a procura de materiais.

O dimensionamento do supermercado do armazém é efectuado através da análise ABC dos diversos componentes, sendo este gerido através do sistema de caixa cheia – caixa vazia, ou seja, sistema *kanban* associado ao duplo lote, para cada um dos componentes a contemplar no referido supermercado.

De acordo com Jacobs, Chase, Aquilano (2009), o sistema de classificação ABC divide os produtos de *stock* em três grupos: os de maior importância, valor ou necessidade (A), os de importância, valor ou necessidade intermediários (B), e os de menor importância, valor ou necessidade (C).

A implementação de supermercados de abastecimentos vem completar aquele que pode ser um processo mais claro e eficaz de abastecimento à linha.

2.8 Ship-to-Line

Ship-to-line é um sistema logístico de abastecimento directo à linha. Este sistema poderá permitir obter ganhos de produtividade consideráveis, dependendo dos materiais. Os factores podem prender-se com o volume dos materiais, com um melhor aproveitamento do espaço em linha e no armazém, ou com o tempo que envolve o transporte dos materiais entre o armazém e a linha de montagem.

No entanto, este sistema exige um controlo mais apertado sobre os níveis de *stock*. Assim, a quantidade de *stock* na linha deve ter em consideração o consumo dos materiais e a capacidade de resposta dos fornecedores.

Um sistema *ship-to-line* pode ser complementado com a utilização de *kanbans*. Deste modo, para além de um meio de comunicação visual, simples e rápido na gestão diária da produção, ainda se controla o *stock* em curso, alertando para a necessidade de reposição de materiais.

O sinal de reposição, dado consoante as necessidades reais, é emitido através de um *kanban* que pode ser recolhido pelo fornecedor no bordo de linha. O *kanban* deverá indicar a designação e o código do material, o fornecedor, o cliente, a quantidade de material a entregar, o prazo de entrega acordado com o fornecedor e a localização da peça no bordo de linha.

É de realçar que o prazo de entrega assinalado no *kanban* não corresponde ao *lead-time* definido para colocação de uma encomenda ao fornecedor. O pedido de encomenda é feito com a devida antecedência através da sugestão do sistema informático. O prazo marcado no *kanban* apenas define o tempo necessário para o fornecedor desde que recolhe o cartão até à entrega da peça no bordo de linha.

2.9 Layout

Para Coimbra (2009), existem dois tipos diferentes de *layout*: o *layout* funcional e o *layout* de processo. No *layout* funcional, as máquinas são agrupadas por função. Todas as máquinas que têm a mesma função são agrupadas. Este tipo de *layout* é caracterizado por trabalhar com grandes lotes para minimizar o transporte entre máquinas, pelo que o *work-in-process* é elevado.

Por outro lado, o *layout* de processo é organizado numa sequência de operações ao longo de uma linha. Neste caso, o *work-in-process* e o *lead time* serão substancialmente reduzidos. Este tipo de linha não é necessariamente considerada uma linha de fluxo contínuo. À partida poderá olhar-se para este tipo de linha e assumir que o fluxo já está criado. No entanto, uma análise minuciosa poderá revelar a existência de algum inventário acumulado entre os postos de trabalho. Isto é um sintoma de *muda* que poderá resultar de um balanceamento desequilibrado dos postos de trabalho.

De acordo com Coimbra (2009), o primeiro domínio da melhoria do fluxo de produção é o *design* de linha e *layout*. Neste sentido, é importante analisar os processos para as diversas famílias de produtos e projectar linhas de produção que integram um fluxo contínuo, tanto quanto possível. Também é importante escolher a melhor localização para essas linhas.

Num *design* de linha e *layout* pretende-se eliminar todas as operações que não acrescentam valor, seja elas de transporte, controlo ou espera, enquanto se concentra nas operações de valor acrescentado. Durante o redesenho, pode haver algumas operações de valor acrescentado que possam, de facto, ser eliminadas alterando a sequência do processo, ou melhorando a eficácia de certas operações.

O parâmetro de *design* mais importante para uma linha de fluxo contínuo é o tempo de ciclo. Este é definido como uma estimativa do ciclo da procura do cliente, sendo calculado como a relação entre o tempo operacional da linha e a quantidade procurada num determinado período de tempo. As linhas serão desenhadas com várias estações de trabalho funcionando no mesmo ciclo de uma forma equilibrada, de acordo com o tempo de ciclo definido. O número ideal de produtos em processo (*work-in-process*) é igual ao número de postos de trabalho balanceados. Assim se elimina *muda* através do *design*.

2.10 Balanceamento de uma Linha de Produção

Balancar uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da procura, maximizando a utilização dos seus postos de trabalho (Rocha, 2010).

Para Carravilla (1998), o balanceamento de linhas corresponde à distribuição de actividades sequenciais por postos de trabalho, de modo a permitir uma elevada utilização de trabalho e de equipamentos, e minimizar o tempo em vazio, consistindo em encontrar a solução para uma das seguintes alternativas:

1. Dado um tempo de ciclo, encontrar o menor número de postos de trabalho necessários;
2. Dado um certo número de postos de trabalho, minimizar o tempo de ciclo.

No entanto, num sistema *pull*, quem determina a quantidade e a cadência de produção de uma fábrica é o cliente, pelo que, se possível, deverá tentar encontrar-se o menor número de postos de trabalho necessários, dado um tempo de ciclo.

2.10.1 Estudo do Tempo

De acordo com Jacobs, Chase, Aquilano (2009), existem quatro técnicas básicas para a medição de trabalho e definição de *standards*: dois métodos de observação directa e dois métodos indirectos. Os métodos directos são o estudo do tempo, em que se utiliza um cronómetro para contar o tempo de trabalho, e a amostragem de trabalho, que implica gravar observações aleatórias de uma pessoa ou equipa a trabalhar. Na presente dissertação, o método utilizado para a medição de trabalho e definição de *standards* foi o tempo de estudo, pelo que se aprofundará este conceito.

O estudo do tempo é normalmente efectuado com um cronómetro e o trabalho a ser analisado deverá ser separado em elementos ou tarefas mensuráveis em que cada um é cronometrado individualmente. Na separação do trabalho em tarefas deve ter-se em consideração o seguinte:

1. Cada tarefa deverá ser curta em duração mas longa o suficiente para que possa ser cronometrada e registada;
2. Se um colaborador trabalhar com equipamento que funciona independentemente (ou seja, o colaborador realiza a tarefa e o equipamento fica a trabalhar independentemente), as acções do colaborador e do equipamento deverão ser separadas em diferentes elementos;
3. Eventuais atrasos por parte do colaborador ou do equipamento deverão ser considerados elementos separados.

Para se obter valores mais precisos quanto à duração das tarefas, estas poderão ser cronometradas várias vezes para se calcular uma média. Todavia, o tempo que um colaborador demora a executar uma tarefa pode variar para outros colaboradores, pelo que, tradicionalmente, considera-se um índice de desempenho para se normalizar a duração de uma tarefa. Assim, o Tempo Normal (TN) de uma tarefa poderá ser calculado da seguinte forma:

$$TN = \text{Tempo observado} \times \text{Índice de desempenho}$$

O Tempo *Standard* (TS) é calculado adicionando ao Tempo Normal compensações por necessidades pessoais, inevitáveis atrasos no trabalho, e fadiga do colaborador. Deste modo:

$$TS = TN (1 + \text{Compensações}) \quad (2.11.1.A)$$

ou

$$TS = \frac{TN}{1 - \text{Compensações}} \quad (2.11.1.B)$$

A equação (2.11.1.A) é frequentemente utilizada quando se atribui uma compensação por cada tarefa. No caso de se atribuir compensações ao período de trabalho total, deverá usar-se a equação (2.11.1.B). Saliente-se que haverá uma diferença na compensação dependendo da equação a utilizar-se.

2.10.2 Quadro Yamazumi

Uma forma prática de representar um balanceamento no conceito de produção *Lean* é através do quadro *Yamazumi* (Figura 5). Este método foi desenvolvido pela Toyota para apresentar de uma forma visual e simples as tarefas realizadas, facilitando o balanceamento e a

identificação de desperdício. Este método ainda propicia o envolvimento dos colaboradores no processo de distribuição de tarefas.

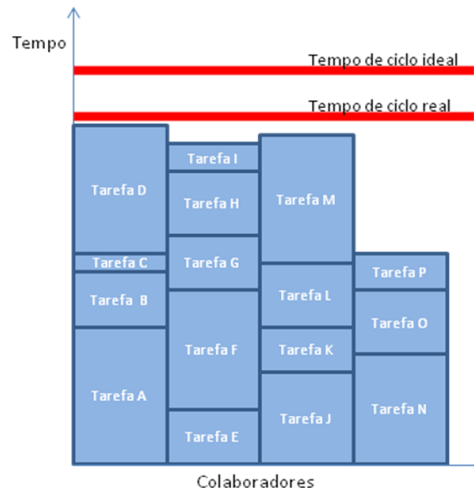


Figura 5 – Quadro Yamazumi

Com o quadro *Yamazumi* pode determinar-se as tarefas que cada um dos colaboradores deverá realizar. Cada bloco no quadro representa uma tarefa e os blocos deverão ser dimensionados proporcionalmente com o tempo das tarefas. No quadro *Yamazumi*, um eixo representa o tempo e outro representa o número de colaboradores ou postos de trabalho. Os blocos deverão ser empilhados até se atingir a linha do tempo de ciclo, que é determinada e colocada como referência para a distribuição de tarefas e balanceamento.

O tempo de ciclo ideal é simplesmente o tempo disponível do dia dividido pelo volume diário de produção. Neste tempo não estão incluídas perdas de produção, como paragens ou trabalhos extraordinários. O tempo de ciclo real é o tempo disponível de produção, tendo em consideração perdas e paragens, dividido pelo volume de produção diário.

2.10.3 Balanceamento Lean Manufacturing

No sistema tradicional de balanceamento, a quantidade de trabalho é dividida igualmente entre os colaboradores. No entanto, este método de balanceamento introduz o *muda* de espera dentro do processo, distribuindo-o igualmente por todos os colaboradores. O tempo de ciclo de cada colaborador está efectivamente balanceado, mas cada um está apenas parcialmente carregado. Assim, a eliminação de *muda* torna-se mais difícil.

O método de balanceamento utilizado no *Lean Manufacturing* distribui as tarefas pelos colaboradores de modo a que todos, com excepção de um, tenham tarefas que consumam praticamente todo o tempo de ciclo (Gomes, 2008). Desta forma a maior parte do desperdício estará concentrada num único colaborador. Isto permitirá que este colaborador possa contribuir com outro tipo de tarefas na empresa, ou que substitua, temporariamente, um dos colaboradores com tarefas até ao máximo do tempo de ciclo.

2.10.4 Curvas de Experiência

De acordo com Jacobs, Chase, Aquilano (2009), uma curva de experiência mostra a relação entre o tempo produtivo unitário e o número cumulativo de unidades produzidas. As curvas de

experiência têm grande aplicação em ambientes de produção repetitiva de produtos complexos em que muitas operações apresentam uma forte componente de trabalho manual.

Curvas de experiência podem ser aplicadas a pessoas individualmente ou a organizações. A aprendizagem individual é a melhoria que resulta quando pessoas repetem um processo e adquirem habilidade ou eficiência da sua própria experiência. A aprendizagem organizacional também resulta da prática, mas também advém de mudanças na administração, no equipamento e no *design* do produto. Em contextos organizacionais, é comum verificarem-se ambos os tipos de aprendizagem simultaneamente, ainda que normalmente se descreva o efeito combinado com uma única curva de experiência.

As curvas de experiência (Figura 6) são baseadas em três pressupostos:

1. A quantidade de tempo necessária para se realizar uma tarefa ou unidade de um produto será menor cada vez que a tarefa é realizada;
2. A unidade de tempo diminui a uma taxa decrescente;
3. A redução de tempo seguirá um padrão previsível.

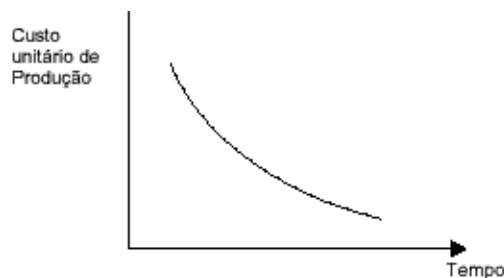


Figura 6 – Curva de experiência

Tendo em consideração este conceito, percebe-se que, ainda que aparentemente sem qualquer alteração efectuada, haja uma necessidade de se efectuar balanceamentos periodicamente.

2.10.5 Sensibilidade da Eficiência a Variações do Tempo de Ciclo

É importante referir que existe uma relação geral entre a eficiência e o tempo de ciclo (Assis, 2010), conforme se pode observar na Figura 7. Quando a necessidade de produção cresce, o tempo de ciclo tende a diminuir e a eficiência da linha de produção aumenta. No entanto, quando o tempo de ciclo atinge um certo ponto, verifica-se uma descontinuidade, sendo necessário mais um posto de trabalho. Consequentemente, a eficiência da linha diminui. Se se continuar a diminuir o tempo de ciclo, a eficiência crescerá até que se atinja uma nova descontinuidade.

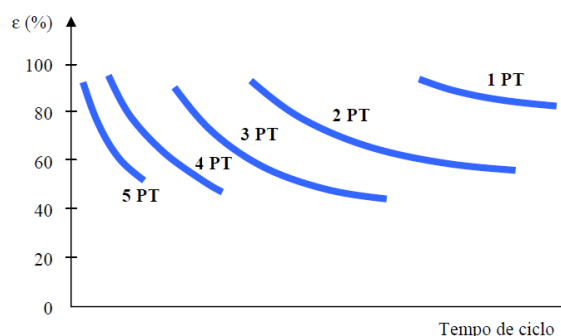


Figura 7 – Sensibilidade da eficiência a variações do tempo de ciclo

3 O Processo de Fabrico

A actividade industrial da CaetanoBus consiste na fabricação de carroçarias para autocarros. Deve entender-se fabricação essencialmente como montagem e pintura. As carroçarias produzidas pela empresa são montadas sobre *chassis* de várias marcas e com diferentes especificações, consoante as exigências dos clientes.

Existem três linhas de produção na CaetanoBus. Na linha 1 produzem-se carroçarias para diferentes tipos de *chassis*, estando-se a produzir actualmente o modelo Levante, um autocarro para transporte de passageiros de longo curso. Na linha 2 produz-se o modelo Tourino, com *chassis* Mercedes-Benz, concebido consistentemente como um autocarro de turismo, sendo a solução ideal para o transporte de grupos de média dimensão. Na linha 2 ainda se produz a estrutura e o revestimento exterior dos autocarros do modelo Optimo. Os autocarros do modelo Cobus, destinados a operar em plataformas de aeroportos para circulação de passageiros, são produzidos na linha 3.

3.1 Apresentação do Produto

No âmbito deste projecto considerar-se-á apenas as carroçarias do modelo Tourino (Figura 8), pelo que, para uma melhor compreensão do produto, será pertinente apresentá-lo em maior detalhe. Ainda que o modelo e o *chassis* sejam sempre iguais, à excepção dos autocarros com volante à direita, existem várias variantes do modelo. Com o intuito de se entender melhor as implicações que esta variabilidade traz, dar-se-á, de seguida, um breve exemplo de algumas variantes e das respectivas complicações.



Figura 8 – Tourino

Existe a possibilidade de o Tourino ter quarto de banho, cozinha (existem modelos diferentes de cozinhas), um ou dois ventiladores, etc. Se o autocarro tiver quarto de banho, tem menos dois bancos traseiros, só dois tapa-pernas em vez de três e o vidro traseiro é diferente. Se tiver cozinha na traseira, junta ao quarto de banho, o autocarro não tem nenhum banco traseiro. Havendo dois ventiladores, a traseira superior interior é diferente mas o seu acerto é ainda mais complicado no caso de o Tourino ter quarto de banho. Tendo quarto de banho ou cozinha, para além dos tempos de montagem serem superiores, é ainda necessário proceder a testes das respectivas funcionalidades e de fugas de água. Assim, torna-se mais fácil de compreender que as montagens não sejam sempre idênticas, complicando o processo de fabrico.

3.2 Descrição do Processo de Fabrico

É importante salientar que será feita a descrição de como era o processo de fabrico no início do projecto, com o intuito de identificar problemas ou aspectos susceptíveis de melhorias.

A linha de produção do Tourino estava dividida em quatro secções distintas:

- Estrutura e Chapeamento (Secção 02);
- Pintura (Secção 04);
- Acabamentos (Secção 06);
- Preparação para Entrega (Secção 10).

Os autocarros passavam, sequencialmente, pelas primeiras três secções. Depois da Secção de Acabamentos, os autocarros voltavam, sistematicamente, à Secção 04 para realizar a segunda fase de pintura. Posteriormente, eram deslocados para a Secção de Preparação para Entrega. A sequência do processo de fabrico é ilustrada na Figura 9. Acrescente-se que a Secção 10 encontra-se num edifício separado das restantes secções e não estava organizada como uma linha de produção. É importante referir que, entre a saída da Secção 06 e a entrega ao cliente, os autocarros são submetidos a testes pelo Departamento da Qualidade.

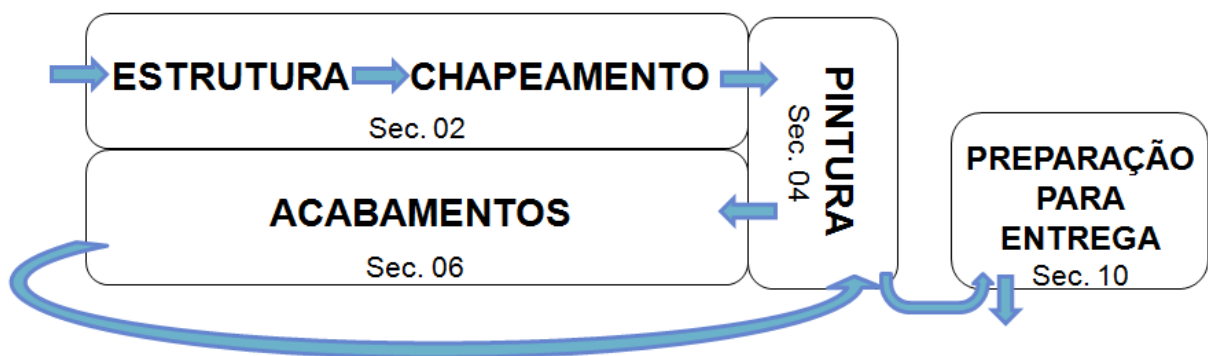


Figura 9 – Processo de Fabrico Inicial

3.2.1 Estrutura e Chapeamento

A influência que a Secção de Estrutura e Chapeamento tem no desenvolvimento do projecto prende-se essencialmente com questões que posteriormente têm impacto na qualidade do produto, nomeadamente na pintura. Para uma melhor compreensão do processo de fabrico, referir-se-á brevemente em que consiste esta secção.

Inicialmente faz-se a montagem da gaiola (estrutura base do autocarro) que é pintada de seguida. Posteriormente prepara-se o *chassis* e aplica-se a gaiola sobre o mesmo. Depois são aplicadas blindagens, rodapés e componentes soltos. A fase de chapeamento inicia com o revestimento exterior de fibras e com o chapeamento lateral. Posteriormente são aplicadas as sancas (componentes do tejadilho), o tejadilho e os ailerons. Finalmente são montadas as tampas, as cavas, os pára-choques, a frente amovível, a grelha da frente e, no caso de ser requisitado pelo cliente, o quarto de banho.

3.2.2 Pintura

A pintura é uma secção bastante crítica pela minuciosidade com que esta área é tratada. Dos modelos fabricados pela CaetanoBus, é importante salientar que o Tourino é aquele com os padrões de qualidade mais elevados, nomeadamente no que concerne a pintura. Refira-se que este modelo é fabricado, na CaetanoBus, há mais tempo do que os outros.

É ainda importante referir que por esta secção passam os autocarros de todas as linhas de produção da empresa e que é a única secção a trabalhar com três turnos diários.

Uma vez que um dos objectivos primordiais do projecto passa pela eliminação de uma fase de pintura, é importante conhecer o processo de pintura. É de realçar que, para o Tourino, existe um processo de pintura definido para o cliente. Este processo é definido sequencialmente pelas seguintes operações:

1. **Primário** – Lixagem das chapas do autocarro e desgorduramento das mesmas. Aplicação de primário (produto anti-corrosivo) dado à pistola. Secagem em estufa durante 60 minutos a 60 °C. Saliente-se que esta é a única operação de pintura que ocorre durante as fases de Estrutura e Chapeamento.
2. **Regularização de superfícies** – Aplicação de betumes para correcção de imperfeições (covas, ondulações, fissuras, etc.) dos substratos (chapas e fibras). Lixagem dos substratos e posterior sopragem do autocarro com ar comprimido.
3. **Subcapa** – Desgorduramento com diluente anti-silicone e passagem da tela tak rag. Aplicação de subcapa dada à pistola para uniformizar os substratos e posterior secagem em estufa a 60 °C durante 60 minutos.
4. **Inspecção Inferior** – Levantamento do autocarro através de mecanismos de elevação (macacos) para tratamento no inferior do *chassis*. Rectificações de primário nas zonas com falhas da operação de Primário. Selagens de juntas no inferior da unidade. Aplicação de FT90 (produto anti-gravilha e insonorizante) com uma espessura mínima de 170 microns. É importante salientar que existe uma segunda fase da Inspecção Inferior, efectuada aquando do autocarro na Secção 10.
5. **Lixagem** – Rectificações de anomalias através da aplicação de betume. Lixagem geral do autocarro. Sopragem com ar comprimido.
6. **Esmaltagem** – Desgorduramento com diluente anti-silicone e passagem da tela tak rag. Esmaltagem e posterior secagem em estufa durante 60 minutos a 60 °C. É importante referir que existem autocarros mono-camada e bi-camada, sendo que estes podem ser metalizados (têm verniz sobre a pintura).
7. **Remate** – Isolamento das zonas não pintadas nesta operação. Aplicação de tinta preta nas molduras das tampas e das cavas e de tinta cinzenta na bagageira e no interior da tampa traseira.

3.2.3 Acabamentos

A Secção de Acabamentos do Tourino é fundamental para o cumprimento de um dos objectivos do projecto. Pretende-se efectuar um balanceamento nesta secção com o intuito de reduzir o número de postos de montagem com vista a incluir-se as Secções 06 e 10 no mesmo edifício. Assim, torna-se crucial enunciar as principais actividades definidas para Secção 06:

- Posto 1:** Revestimento de interiores, montagem das condutas, fibras superiores interiores, sistema de abertura das tampas, pára-brisas;
- Posto 2:** Montagem dos vidros, consola do motorista e tablier, farolins exteriores;
- Posto 3:** Montagem do ABS, cornijas, elevador do vidro da janela do motorista, farolins da coxia, quadrante e acessórios interiores da frente;
- Posto 4:** Montagem mecânica, portas, frente exterior, espelhos exteriores;
- Posto 5:** Montagem dos tapa-pernas, geleira, varão, cozinha, tampas do pavimento, banco do motorista e do guia, cortinas;
- Posto 6:** Montagem de bancos, inspecção de montagem por parte do Departamento de Qualidade;
- Posto 7:** Cumprimento do relatório da inspecção efectuada no posto 6.

3.2.4 Pós-Acabamentos

Após a saída do autocarro da Secção 06, o Tourino tinha ainda de passar pela segunda fase de pintura e pela Secção de Preparação para Entrega, onde também decorria a segunda fase da Inspeção Inferior. Saliente-se que não havia rigor quanto ao cumprimento da ordem definida para a realização desta operação, podendo ser efectuada tanto antes da segunda fase de pintura como depois. Na Secção de Preparação para Entrega, o Tourino ainda era submetido a testes pelo Departamento de Qualidade.

É importante referir que, para além da sistemática segunda fase de pintura, era frequente haver ainda uma terceira fase e às vezes até uma quarta, para rectificar eventuais defeitos de pintura pontuais, sendo as operações realizadas apenas nos turnos nocturnos.

Estava definido que, após a saída dos Acabamentos (depois do posto 7), havia três ciclos até a entrega ao cliente. A Secção 10, à semelhança da Secção 04, é também uma secção por onde passam os autocarros das três linhas de produção.

3.2.5 Segunda Fase de Pintura

Na segunda fase de pintura eram pintadas as partes do autocarro que, após os Acabamentos, não estivessem em conformidade com os padrões de qualidade definidos para o Tourino, quer por partes do autocarro ainda por pintar, quer por defeitos na pintura. Esta fase pode ser definida por três operações:

- 1. Rectificações** – Lavagem do autocarro, identificação de anomalias para reparação, isolamento das áreas sem necessidade de reparação, regularização das superfícies;
- 2. Esmaltagem** – Preparação para aplicação de subcapa, aplicação da mesma e posterior secagem em estufa. Preparação para esmaltagem, esmaltagem e secagem em estufa.
- 3. Remate** – Isolamento das partes esmaltadas. Remate a preto das molduras das partes esmaltadas. Preparação para remate a cinzento do interior da tampa traseira e da bagageira, e remate das mesmas.

No que diz respeito a defeitos na pintura, é necessário diferenciar defeitos de pintura e defeitos que resultam numa necessidade de repintura que não sejam defeitos de pintura. Um defeito de pintura é uma anomalia que é directamente relacionada com a Secção de Pintura,

como escorridos. Os defeitos que resultam numa necessidade de repintura, mas que não são defeitos de pintura, não são da responsabilidade dos pintores. Este tipo de defeitos inclui, por exemplo, riscos e esmurrados. Todavia, qualquer tipo de defeitos que resulte numa necessidade de repintura, independentemente de serem da responsabilidade dos pintores, são rectificadas por estes.

As razões que resultavam numa necessidade de uma segunda fase de pintura eram as seguintes:

1. Defeitos na pintura provocados ao longo da Secção de Acabamentos;
2. Necessidade de repintura imediatamente depois da primeira fase de pintura;
3. Partes do autocarro pintadas pela primeira vez apenas na segunda fase de pintura.

Quanto às partes do Tourino pintadas pela primeira vez apenas na segunda fase de pintura, é importante distinguir duas situações. Havia algumas peças que eram pintadas pela primeira vez apenas na segunda fase de pintura uma vez que são montadas apenas na Secção 06, pelo que na primeira fase de pintura ainda não se encontravam juntamente com o autocarro. Existiam, no entanto, algumas partes do autocarro, montadas antes de o Tourino entrar na Secção 04 pela primeira vez, que só eram pintadas pela primeira vez na segunda fase de pintura. A razão pela qual esta situação se verificava prendia-se com o facto de a pintura de algumas partes do Tourino requerer a montagem de outras, estas montadas apenas nos Acabamentos, para definir os limites das áreas a pintar.

Relativamente a defeitos na pintura provocados ao longo da Secção 06, estes poderiam ser, à primeira vista, fruto ou de acidentes pontuais, ou de defeitos sistemáticos consequentes das montagens efectuadas. Seria também possível que houvesse alguma despreocupação por parte dos colaboradores relativamente à pintura, aquando das montagens, uma vez que sabiam que, por sistema, o autocarro iria para a segunda fase de pintura depois da Secção de Acabamentos.

No que diz respeito a uma necessidade de repintura imediatamente depois da primeira fase de pintura, estes defeitos seriam essencialmente defeitos de pintura, pelo que haverá uma grande dependência dos colaboradores a executarem as tarefas, ou defeitos resultantes da menor qualidade dos materiais, nomeadamente das fibras, utilizados para o revestimento exterior do autocarro. Defeitos derivados das débeis propriedades das fibras são, por exemplo, bolhas ou fissuras, que aparecem normalmente depois de o autocarro ser submetido a calor numa estufa. No entanto, tal como na Secção de Acabamentos, na Secção de Pintura também não se descartaria a possibilidade de descuido por parte dos colaboradores. Sabendo-se que no fim dos Acabamentos haveria, por sistema, uma segunda fase de pintura, seria natural, ainda que não pretendido, que também os colaboradores da Secção de Pintura relaxassem relativamente ao cuidado a ter com a pintura.

3.2.6 Preparação para Entrega

A Secção de Preparação para Entrega é onde se finaliza o autocarro, ora em termos de montagens, ora em termos de pintura.

Relativamente às montagens, grande parte é duplicação de tarefas, uma vez que há vários componentes no exterior do autocarro, como fechos de tampas e guarda-ventos (montados na Secção 06), que têm de ser desmontados para a segunda fase de pintura. No entanto, não se desmontam necessariamente todos esses componentes, apenas os que estão nas partes do autocarro que vão ser pintadas.

No que concerne o acabamento de pintura, é importante referir que são apenas feitos retoques a pincel, uma vez que não é exequível a pintura à pistola sem ser dentro de uma cabine.

Segunda fase da Inspeção Inferior

A segunda fase da Inspeção Inferior é indispensável uma vez que o cliente especifica, através do processo de pintura, que nas zonas de projecção de gravilha haja uma maior espessura de FT90 (500 microns). A Figura 10 ilustra essas zonas vistas por baixo do autocarro. Não sendo possível garantir a espessura requerida com apenas uma aplicação do produto, e sendo necessário um período de, em média, oito horas para garantir a secagem do mesmo, e, conseqüentemente, a possibilidade de uma segunda aplicação, a fim de se obter a espessura necessária em todas as partes, verifica-se a necessidade de uma segunda fase da Inspeção Inferior. No entanto, nesta operação também são rectificadas falhas do tratamento de FT90 realizado na primeira fase da Inspeção Inferior.

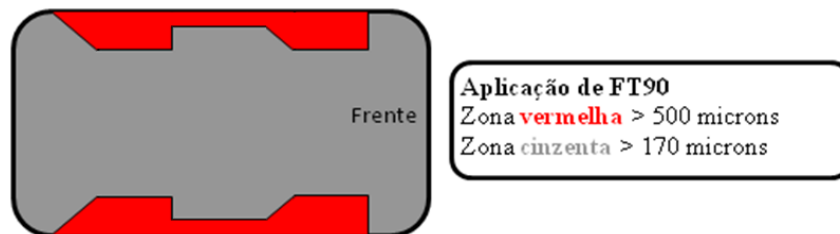


Figura 10 – Requisitos de FT90

Sendo imprescindível uma segunda fase da Inspeção Inferior, é de destacar a importância pela qual esta é feita na Secção 10, ou seja, depois da primeira fase de pintura e depois dos Acabamentos:

1. As falhas de tratamento (FT90) verificadas antes da segunda fase da Inspeção Inferior resultam, essencialmente, por dois motivos:
 - O facto de o autocarro estar com a suspensão descida na primeira fase da Inspeção Inferior impossibilita a aplicação de FT90 em algumas zonas por não estarem visíveis ou acessíveis. A suspensão não sobe nesta fase uma vez que as ligações eléctricas e mecânicas, que põem o autocarro em funcionamento, só são efectuadas na Secção 06.
 - A existência de cablagens soltas, encontradas dentro de grandes sacos, dificulta a aplicação de FT90 nas zonas por trás desses sacos. As cablagens encontram-se nesse estado uma vez que as ligações eléctricas e pneumáticas só são efectuadas na Secção de Acabamentos.
2. É obrigatório um tratamento no interior de tubos, dado no inferior do autocarro. O produto utilizado é Dinol, que liquidifica com calor. Assim, se fosse dado na primeira fase da Inspeção Inferior, teria ainda de passar por várias fases de secagem em estufas, contaminando-as várias vezes, pelo que era só dado na Inspeção Inferior da Secção 10.
3. Na segunda fase da Inspeção Inferior, na Secção 10, para além do tratamento que é dado, é importante referir ainda que é montado o encapsulamento do motor – blindagem no inferior do *chassis*. Este encapsulamento não pode ser montado na Inspeção Inferior da Secção 04 uma vez que é necessário que todas as ligações debaixo do autocarro estejam concluídas e estas só são realizadas na Secção 06.

É ainda de referir que na segunda fase da Inspeção Inferior também são realizadas outras tarefas. Nesta fase também são cravadas, no inferior do autocarro, buchas para aperto das cavas traseiras e são montados quatro guarda-lamas.

3.2.7 Testes do Departamento de Qualidade

Desde a saída dos Acabamento até a entrega ao cliente, o autocarro é submetido a testes pelo Departamento de Qualidade. Os testes efectuados são os seguintes:

- Nivelamento da suspensão;
- Teste de travagem;
- Teste do ABS;
- Alinhamento da direcção;
- Aferição do tacógrafo;
- Teste de água;
- Teste de estrada.

Os primeiros cinco testes eram normalmente efectuados num período temporal entre a saída dos Acabamentos e a Preparação para Entrega. Os testes de água e de estrada só podem ser efectuados após as montagens necessárias ocorridas na Secção 10. No entanto, depois destes testes, o Tourino regressava à Secção 10 para se efectuar o cumprimento dos relatórios dos testes.

Saliente-se ainda que os primeiros cinco testes mencionados são realizados no laboratório, num edifício separado, pelo que é necessário deslocar o autocarro para o local aquando da realização dos testes. Para se realizar o teste de água também é necessário transferir o Tourino para o chuveiro, que é onde se efectua a prova. Para a realização do último teste mencionado, naturalmente que é fundamental ir com o autocarro à estrada.

É importante referir que é necessário que se verifique uma série de condições para a realização de cada teste. As referidas condições encontram-se no Anexo A. A percepção das dessas condições é fundamental para um balanceamento da linha de produção de modo a permitir um fluxo contínuo.

4 Balanceamento da Linha de Produção

Com o intuito de se eliminar a utilização do edifício onde se encontra a Secção de Preparação para Entrega, foi necessário efectuar um balanceamento da linha de produção, com a finalidade de se eliminar os postos de trabalho da Secção 10. Foi imprescindível analisar as tarefas efectuadas em várias secções da linha com o objectivo de se integrar as operações realizadas na última secção nas secções precedentes. Tendo em consideração a possibilidade de a linha de produção avançar a cadências superiores, foi necessário efectuar um novo balanceamento para a cadência considerada máxima pela empresa – cinco autocarros por semana.

4.1 Situação Inicial

Para uma melhor compreensão do balanceamento que era necessário efectuar com vista à eliminação da utilização do edifício onde se encontrava a Secção 10, é importante referir a situação que se verificou no início do projecto para, posteriormente, se confrontar com a situação actual. Neste sentido, apresentam-se, na Figura 11, os postos que existiam inicialmente nas fases posteriores à primeira fase de pintura. Os rectângulos preenchidos a azul representam autocarros de um modo sequencial.



Figura 11 – Situação inicial após a primeira fase de pintura

Depois da primeira fase de pintura, os autocarros avançavam sequencialmente na Secção de Acabamentos, desde o posto 1 até ao posto 7. Posteriormente, eram deslocados para a Secção 04, para a segunda fase de pintura. Finalmente iriam para a Secção de Preparação para Entrega. Note-se que aqui verificava-se desde logo um problema. Uma vez que, nesta secção, os autocarros saem pelo mesmo sítio por onde entram, não se verificava a possibilidade de a secção funcionar em linha. Utilizando os autocarros representados na Figura 11, a título de exemplo, repare-se que para que o autocarro 20 possa sair do edifício, é necessário que o autocarro 21 saia primeiro, ainda que este seja finalizado posteriormente, pelo que terá de

voltar a entrar de seguida. É importante salientar que na Secção 10 era efectuada a segunda fase da Inspeção Inferior, uma operação exigida no processo de pintura.

Registe-se que, no início do projecto, havia um total de 23 colaboradores para realizarem as tarefas de montagens das Secções de Acabamentos e de Preparação para Entrega mais os estofadores, que trabalham para mais do que uma linha. À cadência actual, ou seja, estando um autocarro dois dias em cada posto, isto resultava em 409 horas imputadas por autocarro.

4.2 Situação Ideal Antes da Eliminação da Segunda Fase de Pintura

Com o intuito de se eliminar a utilização do edifício onde se encontra a Secção de Preparação para Entrega, integrando as tarefas aí realizadas nas secções precedentes, considerando ainda a existência da segunda fase de pintura, era imprescindível que as tarefas realizadas na Secção 10 ocupassem no máximo dois postos. Esta condição era necessária no sentido em que apenas assim seria possível permitir um fluxo contínuo, sem implicar obstruções na linha. Paralelamente a essa condição, é crucial referir que ainda seria imprescindível que o autocarro ficasse finalizado na Secção de Acabamentos em, no máximo, cinco postos.

Reunidas estas duas condições, seria possível criar um fluxo contínuo na linha de produção, garantindo a deslocação dos autocarros para a segunda fase de pintura, sem, em algum momento, engarrafar a linha. É importante referir que o tempo da segunda fase de pintura coincide com o tempo de ciclo actual – dois dias.

4.2.1 Layout

Uma vez que existe uma sequência pré-definida de operações a realizar no Tourino, o *layout* ideal é em linha. No entanto, tendo em consideração as referidas condições necessárias para a criação de um fluxo contínuo, tendo por base ainda a sistemática segunda fase de pintura, é importante salientar que no fim do *layout* em linha (recta), é indispensável a existência de um posto de trabalho paralelo, constituindo este o último posto do fluxo, ou seja, o posto 7 ao lado do posto 6. Uma vez que as dimensões do edifício permitem esta disposição dos postos de trabalho, torna-se possível idealizar o fluxo apresentado na Figura 12. Deste modo, os autocarros avançam sequencialmente até ao posto 5, a seguir são deslocados para a segunda fase de pintura, posteriormente para o posto 6 e finalmente para o posto 7.

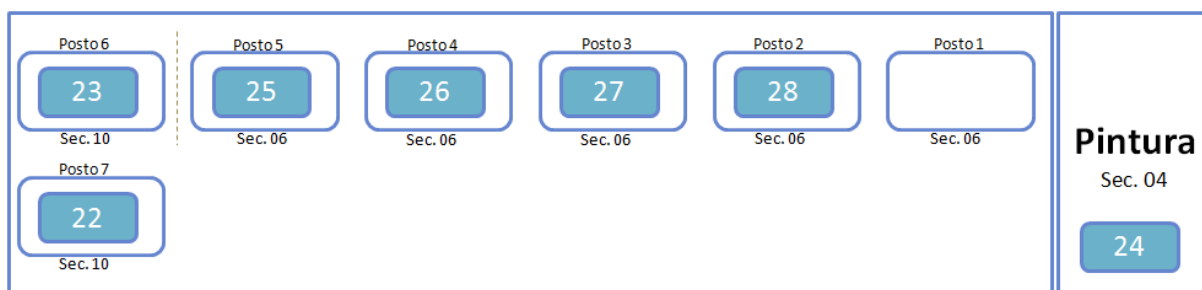


Figura 12 – Situação ideal após a primeira fase de pintura e antes da eliminação da segunda fase de pintura

Para uma melhor compreensão da sequência, nomeadamente referindo a ordem pela qual os autocarros deverão avançar, utilizem-se os números dos autocarros representados na Figura 12 a título de exemplo. O autocarro 22 avançará do posto 7 pronto para ser entregue ao cliente e o autocarro 23 será deslocado do posto 6 para o posto 7. Assim, o posto 6 ficará livre,

possibilitando o avanço do autocarro 25 para a Secção de Pintura, para efectuar a segunda fase de pintura. Finalmente, o autocarro 24 será movido para o posto 6 enquanto os restantes autocarros avançam sequencialmente um posto na linha.

É importante lembrar que o fluxo referido contempla apenas as condições necessárias para que se viabilize um fluxo sem obstruções, faltando ainda considerar as possibilidades de se, efectivamente, finalizar o autocarro no número de postos idealizado. Para além de se idealizar uma redução para cinco postos no que concerne as tarefas da Secção de Acabamentos, é ainda importante lembrar que, na Secção 10, para além dos dois postos utilizados para se finalizar o autocarro, havia ainda um posto para a realização da segunda fase da Inspeção Inferior.

4.2.2 Balanceamento da Secção de Acabamentos

Com o intuito de se reduzir o número de postos utilizados na Secção 06 para cinco, foi necessário efectuar um balanceamento desta secção. Neste sentido, foi essencial fazer um levantamento, no *gemba*, das tarefas efectuadas em cada posto dos Acabamentos. Deste modo, foram cronometradas todas as tarefas realizadas pelos colaboradores da Secção 06. Assim, também foi possível conhecer o processo de fabrico de perto, compreender algumas precedências de tarefas e identificar melhorias.

No entanto, uma vez que nem sempre era clara a compreensão de precedências de tarefas, por força da complexidade da montagem de um autocarro, paralelamente com o facto de haver diversas variantes para o modelo Tourino, a cooperação dos colaboradores para um correcto balanceamento da secção seria uma mais-valia. Neste sentido, o método utilizado para se efectuar o balanceamento foi o *Yamazumi*. Assim, e de um modo interactivo, foram definidos *standards* considerando as tarefas a serem realizadas por cada colaborador. Neste sentido, verificou-se, efectivamente, que seria possível reduzir o número de postos na Secção de Acabamentos, pelo que a alteração foi efectuada. Assim, é de realçar que, actualmente, a Secção 06 está a concluir o Tourino em apenas cinco postos. As tarefas cronometradas apresentam-se no Anexo B e os novos *standards* definidos apresentam-se no Anexo C.

Para uma melhor compreensão do balanceamento efectuado é importante referir algumas dificuldades verificadas. Para além de se ter em consideração as precedências, foi também necessário ter-se em ponderação a possibilidade de se efectuar tarefas em simultâneo. Também neste sentido, o quadro *Yamazumi* é particularmente vantajoso. A leitura do quadro deve ser feita, necessariamente, de várias formas. Considere-se, tal como foi efectuado, o eixo vertical como sendo o do tempo (sendo a linha inferior o tempo inicial e a linha superior a tempo de ciclo) e o horizontal o do número de colaboradores ou de postos.

Assim, com o intuito de se aferir a possibilidade de se efectuar as tarefas no que concerne precedências, deve ler-se as tarefas de baixo para cima, comparando com as tarefas do próprio colaborador mas também com tarefas de outros colaboradores, inclusivamente a trabalharem em postos diferentes, sobretudo em postos antecedentes.

No que concerne a possibilidade de se executar tarefas em simultâneo, é necessário fazer-se uma leitura na horizontal, por posto, para cada instante temporal. A título exemplificativo desta condição, considere-se o seguinte. A afinação de cavas e portas são tarefas independentes no que diz respeito a precedências. No entanto, as cavas adjacentes às portas não podem ser afinadas ao mesmo tempo que estas porque para afinar quer portas, quer cavas, é necessário abrir e fechá-las. Uma vez que é fisicamente impossível abrir uma porta quando a cava adjacente está aberta, estas tarefas não podem ser realizadas em simultâneo.

Existe ainda outro aspecto a ter em consideração que não se poderá dizer linearmente que seja uma questão de possibilidade mas, sim, de conveniência. Há tarefas que, por uma questão de conveniência, não devem ser realizadas em simultâneo. É conveniente não estarem demasiadas pessoas no mesmo espaço físico a realizarem tarefas. É ainda conveniente não se obstruir a passagem das duas portas em simultâneo, uma vez que impediria colaboradores de entrarem ou saírem do autocarro para realizarem outras tarefas.

É importante salientar que o balanceamento foi efectuado de maneira a que, para cada posto de trabalho, o chefe de equipa tivesse uma carga de trabalho menor e que os restantes colaboradores tivessem tarefas que consumissem praticamente todo o tempo de ciclo, tal como sugere o método de balanceamento utilizado no Lean Manufacturing.

É de realçar que para além de se ter reduzido a Secção de Acabamentos para cinco postos, após uma análise das tarefas realizadas e depois de efectuado o balanceamento com os novos *standards*, ainda se beneficiou da redução de um colaborador nesta secção. Uma vez que à cadência actual um autocarro está dois dias em cada posto, isto resultou numa diminuição de 16 horas de mão-de-obra por autocarro na Secção 06.

4.2.3 Segunda Fase da Inspeção Inferior

Com o intuito de se integrar as operações efectuadas na Secção de Preparação para Entrega na Secção de Acabamentos, a segunda fase da Inspeção Inferior, que era realizada na Secção 10, constituía um problema. Se se integrasse esta operação no fim da Secção de Acabamentos, para além de esta operação ocupar um posto, que teria de ser devidamente isolado na medida em que na Inspeção Inferior são realizadas tarefas de pintura à pistola, ainda seria necessário criar condições para se elevar o autocarro na linha, uma vez que não é exequível realizar-se a operação numa fossa.

Tendo em consideração as restrições apresentadas em 3.2.6, compreende-se a necessidade de uma segunda fase da Inspeção Inferior, tal como as condições que implicam que a operação tenha de ser efectuada depois da Secção de Acabamentos.

Partindo do pressuposto de que é, impreterivelmente, necessária uma segunda fase da Inspeção Inferior, por força das espessuras de FT90 pretendidas, de modo a evitar-se que seja ocupado um posto na linha, no fim dos Acabamentos, para a realização da segunda fase da Inspeção Inferior, será necessário criar as condições necessárias para que a operação possa ser efectuada antes de o autocarro avançar para a Secção de Acabamentos, ou seja, durante a primeira fase de pintura.

Quanto às falhas do tratamento de FT90, havia duas dificuldades a colmatar: as cablagens, por ligar, dentro de grandes sacos e a suspensão descida. Relativamente ao problema provocado pelas cablagens, verificou-se que constituía, efectivamente, apenas uma dificuldade e não uma impossibilidade. Tendo sido determinado como um *standard* de trabalho colmatar qualquer falha de tratamento resultante dos sacos grandes onde se encontravam as cablagens, e sabendo, os colaboradores, que não haveria uma fase posterior da Inspeção Inferior, seria natural que os critérios de qualidade definidos fossem atingidos, dado que seria apenas necessário que os colaboradores desviassem os sacos para resolver o problema.

No que concerne a suspensão descida, a questão foi mais complicada. Sendo necessário que a suspensão estivesse subida durante a primeira fase de pintura, e sabendo que o autocarro só começa a trabalhar no posto 4 da Secção 06, seria fundamental encontrar-se uma solução para

o efeito. Neste sentido, foram equacionadas algumas possibilidades, entre as quais se destacam: a aplicação de calços no *chassis*, na fase inaugural do processo de fabrico, de forma a manter a suspensão sempre elevada, desde o início do início da Secção de Estrutura até ao posto 4 da Secção de Acabamentos; o uso de um helioscópio para simular, paralelamente com a utilização dos mecanismos de elevação do autocarro (macacos), o funcionamento da suspensão de modo a subi-la quando necessário.

Todavia, felizmente, foi possível desenvolver-se e adoptar-se uma solução bastante mais simples e mais rápida. A solução passa por encher a suspensão com ar, através de uma mangueira, e contendo o ar com uma válvula de retenção de maneira a que a suspensão fique elevada durante o período da Inspeção Inferior. Estavam, assim, criadas todas as condições necessárias para que, efectuada a Inspeção Inferior antes dos Acabamentos, fosse possível não haver falhas de tratamento de FT90.

Quanto à questão do Dinol, o produto utilizado para o tratamento no interior dos tubos e que liquidifica com calor, seria conveniente que a segunda fase da Inspeção Inferior, efectuada na primeira fase de pintura, fosse realizada o mais tarde possível de maneira a evitar o maior número possível de secagens em estufa. Assim, *a priori*, o ideal seria que a segunda fase da Inspeção Inferior fosse realizada no turno posterior ao do Remate da primeira fase de pintura. Porém, após uma análise das tarefas realizadas quer na segunda fase da Inspeção Inferior, quer na operação do primeiro Remate, foi efectuada um balanceamento e, com *standard work*, foi possível agregar as duas operações num único turno. A alteração foi testada e, tendo sido bem sucedida, vigora actualmente. É de realçar que, deste modo, juntando operações de dois turnos num turno só (Figura 13), criaram-se condições para se encurtar ainda mais o *lead time*. Os *standards* criados que permitiram agregar estas duas operações encontram-se no Anexo D.

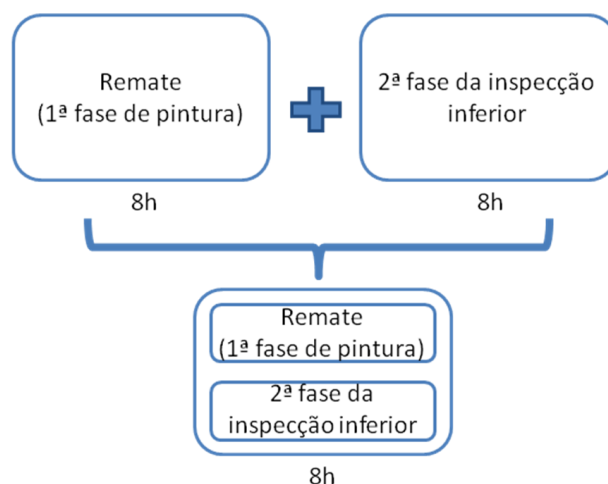


Figura 13 – Junção do remate com a segunda fase da Inspeção Inferior

É importante salientar que para além da estandardização das operações da Inspeção Inferior e Remate da primeira fase de pintura, nomeadamente delineando uma sequência das tarefas a realizar nas operações, ainda se estandardizou o processo de fabrico, no que concerne a sequência das principais operações. Saliente-se que ficou definida, com rigor, uma cronologia relativamente a quando a operação da segunda fase de pintura deverá ocorrer. Recorde-se que no início do projecto não havia uma definição rigorosa de quando a segunda fase da Inspeção Inferior devia ser realizada, se antes da segunda fase de pintura, se *a posteriori*. Assim,

eliminou-se por completo a *mura* que se verificava no início do projecto quanto a este aspecto.

No entanto, é importante relembrar que ainda falta solucionar a questão da montagem do encapsulamento do motor. Esta montagem não pode, de maneira alguma, ser realizada antes de efectuadas todas as ligações, eléctricas e pneumáticas, debaixo do autocarro. Assim, sendo todas essas ligações efectuadas na Secção de Acabamentos, a montagem do encapsulamento do motor na primeira fase de pintura fica inviabilizada. Neste sentido, deu-se a necessidade de se testar a montagem do encapsulamento do motor numa fossa. Aparentemente seria impossível, pelas dimensões da peça relativamente à fossa, ainda que não tivesse sido experimentado. Porém, testou-se a montagem do encapsulamento do motor numa fossa (Figura 14) e o teste foi bem sucedido, tendo a montagem sido realizada com eficácia.



Figura 14 – Encapsulamento do motor montado na fossa

Assim, reunidas todas as condições para a segunda fase da Inspeção Inferior ser realizada na primeira fase de pintura, é de realçar que a alteração foi realizada com êxito, estando actualmente estandardizada e em vigor.

4.2.4 Alterações do Bordo de Linha

Uma vez que foram efectuadas alterações que tiveram influência quer nas sequências de montagens, quer na cronologia do processo, foi necessário alterar o abastecimento de alguns materiais. Estas mudanças influenciam essencialmente dois aspectos: o abastecimento físico, uma vez que a alteração de tarefas de um posto para outro implica que o abastecimento dos respectivos materiais seja alterado em concordância; o planeamento de materiais, na medida em que se um material era consumido num determinado posto e passou a ser gasto noutro, isto implica que seja consumido mais cedo ou mais tarde, pelo que é necessário que o planeamento de materiais, nomeadamente em termos informáticos, esteja coerente com a necessidade física das peças.

No que concerne o balanceamento da Secção 06, na medida em que o número de postos foi reduzido para cinco, algumas tarefas, conseqüentemente, passaram a ser realizadas em postos diferentes. Deste modo, foram efectuadas as alterações necessárias, tendo em consideração a coerência quer do abastecimento físico, quer do planeamento de materiais.

Relativamente à alteração da segunda fase da Inspeção Inferior, na medida em que a operação foi recuada para a primeira fase de pintura, ou seja, para a Secção 04, e uma vez que, para além do tratamento de pintura que era efectuado, também eram realizadas montagens, foi necessário alterar o abastecimento dos respectivos materiais. Neste sentido, uma vez que o abastecimento do encapsulamento do motor passou a ser feito no posto 6 dos

Acabamentos, propiciou-se a criação de um fluxo logístico, efectuado por *kanbans*, uma vez que a Secção de Preparação para Entrega não tem capacidade para circulação do *mizusumashi*. Relativamente aos demais materiais, uma vez que a Secção de Pintura não é munida de um bordo de linha, no sentido de eliminar o *muda* decorrente das movimentações dos colaboradores, esses materiais foram movidos para o último posto da Secção 02, com a finalidade de avançarem com o autocarro para a Secção de Pintura.

Quanto ao abastecimento dos materiais que eram utilizados na Secção 10, foram realizadas alterações análogas, ou seja, os materiais que eram abastecidos à Secção de Preparação para Entrega passaram a ser efectuados aos últimos postos da Secção 06, efectuando-se as necessárias modificações no bordo de linha. É de realçar, a título exemplificativo, a alteração do pneu suplente do Tourino. O abastecimento deste material era feito do armazém à Secção 10 mediante solicitação *in extremis* do mesmo. Esta situação também despoletou a criação de um fluxo logístico interno, efectuado com o uso de um carrinho para transportar os pneus que, paralelamente servindo de *kanban*, seria rebocado pelo *mizusumashi*. O referido carrinho é apresentado na Figura 15.



Figura 15 – Carrinho do pneu suplente

4.2.5 Teste do Quarto de Banho

O teste do quarto de banho do Tourino consiste na aferição de fugas de água. Para tal, é indispensável que os reservatórios de água de quarto de banho sejam enchidos com água e que se testem as funcionalidades para o efeito da prova. No caso de existirem fugas, para serem efectuadas as devidas reparações, pode ser necessária uma fossa para se trabalhar no inferior do autocarro.

Este teste era efectuado aquando de um autocarro no posto 6 dos Acabamentos. Deste modo, com vista a evitar-se inundações dentro da secção, o autocarro era deslocado para o exterior do edifício para se efectuar o teste. Uma vez que, para a aferição de fugas de água do quarto de banho é necessário esvaziar toda a água dos reservatórios, estando estes completamente cheios, haveria sempre inundações se o teste fosse efectuado dentro do edifício, independentemente da existência de fugas de água.

Só o próprio facto de o autocarro ter de ser deslocado para o exterior do edifício para se efectuar o teste do quarto de banho despoleta uma melhoria óbvia: efectuar-se o teste do

quarto de banho dentro do edifício. Desta forma, não seria necessário forçar a interrupção das tarefas dos demais colaboradores no autocarro para se efectuar o teste. Assim, seria possível reduzir o tempo de preparação de equipamentos num posto de trabalho, procurando reduzir o SMED, pelo que se diminuía *muda*, produzindo efeitos directos no aumento do tempo efectivo de produção. Todavia, com o balanceamento efectuado na Secção de Acabamentos, estando os postos 6 e 7 ocupados com as tarefas da Secção de Preparação para Entrega e sendo necessário efectuar o teste antes, tornou-se mais urgente a necessidade de se desenvolver uma solução que permitisse realizar o teste do quarto de banho dentro do edifício.

Neste sentido, após um levantamento de dados efectuado, no sentido de se aferir as condições necessárias para a realização do teste dentro do pavilhão, foi desenvolvido um meio auxiliar de produção para o efeito (Figura 16). O meio já foi testado, resultou, e é utilizado actualmente. Refira-se que este meio de produção serve para vaziar a água dos depósitos do quarto de banho para um recipiente, sendo que paralelamente é utilizado outro recipiente para reter a água decorrente das fugas.



Figura 16 – Meio auxiliar de produção do teste de quarto de banho

4.3 Standard Work

Na medida em que era pretendida a redução do número de postos na linha do Tourino, foi criado *standard work* com o intuito de adoptar a melhor forma de realizar operações, tendo em consideração o encadeamento de diferentes tarefas. Foi também necessária a criação de *standards* com o intuito de eliminar diferentes tipos de *muda*, *mura* e efectuar melhorias. Neste sentido, foi necessário observar quer os movimentos dos colaboradores, quer o fluxo dos autocarros, para identificar desperdícios, acções que não acrescentam valor ao produto, e que podiam ser eliminados.

Para além dos já referidos *standards* criados com o objectivo de reduzir o número de postos na Secção de Acabamentos e no que concerne a junção da segunda fase da Inspecção Inferior com a operação de Remate da primeira fase de pintura, é ainda de realçar o *standard work* criado referente a algumas tarefas mais especificamente. Das melhorias efectuadas no desenvolvimento do projecto, a título de exemplo, referir-se-ão a soldadura do suporte do espelho da bagageira, a montagem da frente exterior do Tourino e o perfil de alumínio da porta de trás.

4.3.1 Soldadura do Suporte do Espelho da Bagageira

O suporte do espelho da bagageira é uma peça soldada no estrado do Tourino. A peça, que tem uma furação assimétrica, é montada, em *gabarit*, no início da Secção de Estrutura. No entanto, verificou-se que a peça nem sempre era soldada na mesma posição. Isto implicava que na Secção de Preparação para Entrega, aquando da montagem do espelho da bagageira no respectivo suporte, fosse necessário efectuar a correcta furação, no caso de a peça ter sido soldada na posição inversa. Esta situação, sendo uma tarefa duplicada totalmente desnecessária, despoletou uma melhoria óbvia: a garantia de que o suporte fosse soldado sempre na mesma posição. Neste sentido, para além da sensibilização efectuada ao colaborador que executa a função, foi feita uma alteração no *gabarit* de maneira a ser apenas possível realizar a soldadura da peça numa determinada posição. Actualmente, o suporte do espelho da bagageira é soldado sempre na posição correcta (Figura 17).

Para além da alteração efectuada no *gabarit*, verificou-se também que os desenhos do estrado de algumas variantes do Tourino continham o suporte do espelho da bagageira na posição inversa. Tendo-se verificado esta anomalia, alertou-se e solicitou-se ao Departamento de Engenharia para efectuar a alteração no desenho em conformidade.



Figura 17 – Espelho da bagageira montado no suporte com a furação correcta

4.3.2 Montagem da Frente Exterior

A frente amovível e a grelha da frente do Tourino são peças que são acertadas e montadas no fim da Secção de Chapeamento. No entanto, uma vez que é necessário que a frente do autocarro não contenha as peças montadas durante os primeiros três postos da Secção de Acabamentos, por força de montagens necessárias na frente do autocarro, as peças depois de acertadas e montadas na Secção 02 eram desmontadas e seguiam para a Pintura nesse estado. Posteriormente, as peças seriam novamente montadas no posto 4 dos Acabamentos.

É importante realçar que as peças eram totalmente desmontadas, ou seja, para além de serem desmontadas do autocarro também eram desmontadas uma da outra. Porém, verificou-se que, apesar de ser necessário que as peças fossem desmontadas do autocarro após a montagem, não seria necessário desmontá-las uma da outra. Esta situação despoletou a criação de *standard work*, com vista a reduzir-se *muda*, passando-se a desmontar a grelha e a frente amovível do autocarro sem desmontá-las uma da outra (Figura 18), dado que para além da desmontagem completa das peças exigir mais tempo, o mesmo se verifica com a montagem completa.



Figura 18 – Grelha e frente amovível desmontadas do autocarro

4.3.3 Perfil de Alumínio da Porta de Trás

Tanto a porta de trás como a da frente têm um perfil de alumínio que é aplicado na Secção de Acabamentos, aquando da montagem da porta. No, entanto, fruto de uma análise minuciosa efectuada no *gemba*, verificou-se que o perfil da porta de trás estava sobredimensionado. Consequentemente, para possibilitar a montagem do mesmo, era necessário serrar o friso. Uma vez que não seria necessário serrar a peça se esta estivesse dimensionada correctamente, essa acção, sendo uma tarefa duplicada, pode ser considerada *muda*. Neste sentido, foi efectuada uma alteração no desenho da peça, estando-se actualmente a usufruir desta melhoria.

4.4 Balanceamento da Linha de Produção para a Cadência Máxima

Apesar de se ter reduzido a Secção de Acabamentos para cinco postos, possibilitando a utilização dos restantes dois para a execução das tarefas da Secção 10, e consequentemente reduzido dois ciclos ao *lead time*, é importante referir que a cadência actual da linha do Tourino é de, em média, 2,5 autocarros por semana. Neste sentido, é fundamental garantir que para cadências superiores também seja exequível completar-se o Tourino, a partir do momento em que sai da primeira fase de pintura, em, no máximo, sete postos (cinco para as tarefas da Secção 06 e dois para as da Secção 10).

Para evitar a realização de um balanceamento para cada cadência admissível por parte da empresa, uma vez que apenas se pretende verificar se para cadências superiores é possível manter-se a alteração já efectuada, é suficiente fazer-se um balanceamento para a cadência considerada máxima pela empresa. Uma vez que a cadência máxima considerada pela CaetanoBus para a linha do Tourino é de cinco autocarros por semana, ou seja, com avanços de um autocarro por dia, verifica-se a possibilidade de se passarem tarefas de um determinado posto para o segundo turno diário, pelo que assim seria fácil reduzir o número de postos. No entanto, para cadências a variar entre 2,5 e cinco autocarros por semana, esta condição já não se verifica necessariamente.

Com o intuito de se usufruir da maior flexibilidade possível, impôs-se a restrição de que seriam usados apenas os turnos diurnos para a realização das tarefas quer da Secção 06, quer da Secção 10. Deste modo, verificando-se a possibilidade de se realizarem os autocarro em, no máximo, sete postos, desde o momento em que saem da primeira fase de pintura, para a cadência considerada máxima pela empresa, então também seria possível para qualquer outra cadência inferior, uma vez que as condições seriam idênticas.

Com base nestas condições, efectou-se um balanceamento, mais uma vez recorrendo ao quadro *Yamazumi* (Figuradada). No entanto, o balanceamento ainda não se encontra terminado, pelo que ainda não será possível garantir, pelo menos em termos teóricos, que para cadências superiores será exequível manter a alteração já efectuada no que concerne a redução

de postos na Secção de Acabamentos, a eliminação da utilização do espaço da Secção de Preparação para Entrega, e a consequente redução de dois ciclos no *lead time*.

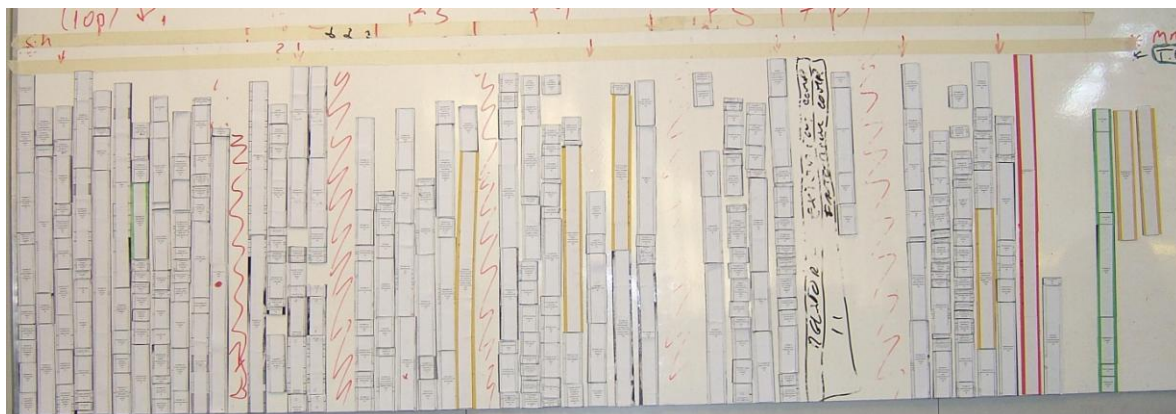


Figura 19 – Balanceamento com o Quadro Yamazumi para a Cadência Máxima

Todavia, é importante referir as dificuldades verificadas. Apesar de grandes dificuldades aferidas para se balancear as tarefas da Secção de Acabamentos para cinco postos, estando esta parte do balanceamento praticamente assegurada, em termos teóricos, importará sobretudo referir as dificuldades verificadas para se balancear as tarefas dos postos 6 e 7 (Anexo E) com o objectivo de serem realizadas, no total, em dois dias.

Para além de não ser necessariamente possível aumentar a cadência a que determinadas tarefas são realizadas em directa proporção com o número de colaboradores a realizá-las, esta limitação acentua-se sobretudo com os testes efectuados pelo Departamento de Qualidade. Para além de não ser possível efectuar os testes mais rapidamente se forem efectuados por mais colaboradores, também não é possível serem efectuados em simultâneo.

Uma vez que a realização desses testes consome, invariavelmente, cerca de meio dia, a uma cadência de um autocarro por dia, sobraria apenas cerca de um dia e meio para as tarefas da Secção 10, quer de montagens, quer de pintura na linha. Com base nas cronometragens efectuadas no início do projecto, verifica-se bastante complicado balancear essas tarefas para que seja possível enquadrá-las num período de um dia e meio. No entanto, é fundamental considerar todos os progressos efectuados no que diz respeito à pintura desde o início do projecto até ao presente. Assim, é importante referir que para além dessas melhorias no processo de fabrico resultarem em menos tarefas de pintura no que concerne as tarefas de pintura na linha, ainda há ganhos de produtividade no que diz respeito às montagens, uma vez que era necessário desmontar os componentes das peças a repintar, que posteriormente resultava numa necessidade de remontagens. Neste sentido, considera-se essencial considerar as melhorias já efectuadas para que o balanceamento seja efectuado em concordância com as condições actuais.

4.5 Resultados

No que diz respeito aos resultados decorrentes das alterações efectuadas relativas ao balanceamento da linha de produção, é importante referir os ganhos de produtividade, a redução no *lead time* e a diminuição da área de produção utilizada.

4.5.1 Aumento de produtividade

Com o balanceamento efectuado na Secção de Acabamentos, aquando da redução para cinco postos, verificou-se a possibilidade de se retirar um colaborador da secção. À cadência actual, esta alteração traduziu-se numa redução de 16 horas por autocarro.

Para uma melhor compreensão da redução de mão-de-obra que resultou posteriormente é importante referir a alteração que se verificou com a integração das tarefas da Secção de Preparação para Entrega na Secção de Acabamentos. Uma vez que as tarefas da Secção 10, à excepção da segunda fase da Inspeção Inferior, passaram a ser realizadas nos postos 6 e 7 da Secção 06, esta alteração despoletou a eliminação da Secção de Preparação para Entrega. Consequentemente, houve uma alteração de chefias e de centros de custo, uma vez que os colaboradores da Secção 10 passaram a integrar na Secção 06. Esta mudança, para além de criar uma maior proximidade entre os colaboradores das duas secções e naturalmente propiciar uma comunicação mais fluida, ainda proporcionou uma maior flexibilidade no que diz respeito a tarefas serem realizadas em determinado posto ou por certo colaborador.

A integração da Secção 10 nos postos 6 e 7 dos Acabamentos paralelamente com as melhorias efectuadas na pintura despoletaram a redução de mais um colaborador na linha, traduzindo-se em mais 16 horas por autocarro. É importante salientar que muitas tarefas da Secção 10 eram duplicadas, uma vez que se tratava de remontagens. Estas aconteciam porque era necessário desmontar alguns componentes do exterior do autocarro quando este era repintado. No entanto, as melhorias na pintura, explicadas adiante na presente dissertação, resultaram numa diminuição das desmontagens.

Assim, tendo em consideração toda a mão-de-obra das Secções 06 e 10, confrontando a situação no início do projecto com a actual (Anexo F), conclui-se que se lucrou de um aumento de produtividade de 32 horas em 409, representando um ganho de 8%.

4.5.2 Redução no Lead Time

Com a junção da operação da segunda fase da Inspeção Inferior com a de Remate da primeira fase de pintura num só turno houve uma diminuição de um dia no *lead time*, ainda que esteja actualmente a ser utilizado como *buffer*. No entanto, com a integração da Secção 10 na Secção 06 e conseqüente redução de dois postos na linha de produção, lucrou-se de uma redução de dois ciclos no *lead time*.

4.5.3 Diminuição da Área de Produção

Para além da eliminação dos dois postos de trabalho da Secção de Preparação para Entrega, é ainda de salientar a mais-valia de esses se encontrarem num edifício independente das restantes secções. Deste modo, beneficiou-se de uma redução da área de produção, disponibilizando o espaço para diferentes fins, de aproximadamente 200 m².

5 Eliminação da Segunda Fase de Pintura

Para se eliminar a segunda fase de pintura foi imprescindível aferir o que era pintado nessa etapa do processo produtivo. Após um levantamento de dados, efectuado no *gemba*, verificou-se que algumas partes do Tourino eram pintadas apenas pela primeira vez e outras eram repintadas (Figura 20). Para todas as partes do autocarro pintadas na segunda fase de pintura, foi necessário analisar as respectivas causas e realizar acções.

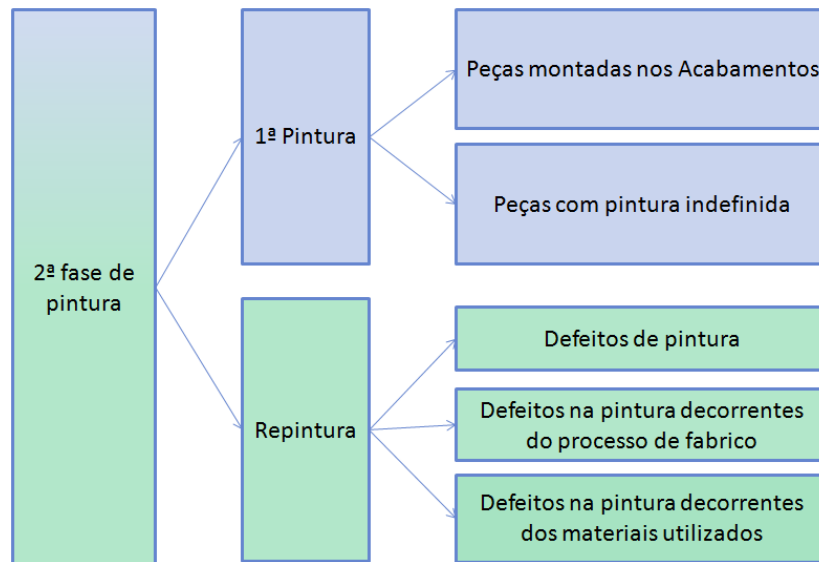


Figura 20 – Segunda fase de pintura

5.1 Primeira Pintura

Das partes do Tourino que eram pintadas na segunda fase de pintura apenas pela primeira vez, verificaram-se duas situações distintas: algumas eram montadas apenas na Secção de Acabamentos e não se encontravam à cor pretendida antes de montadas, outras só tinham os limites da área de pintura definidos depois de montadas outras peças na Secção 06 (Figura 20).

5.1.1 Peças Montadas nos Acabamentos

Nas peças por pintar montadas na Secção 06 estão incluídas peças que, apesar de estarem pintadas, não estão pintadas à cor pretendida, pelo que se considera que não estão pintadas com o acabamento pretendido.

Após um levantamento de dados realizado no *gemba* (não havia nenhum registo efectuado anteriormente), apresenta-se de seguida as peças que se aferiu serem pintadas na segunda fase de pintura pela primeira vez por serem montadas apenas depois da primeira fase de pintura sem que estivessem à cor pretendida. Para cada uma das peças apresenta-se paralelamente o resultado obtido.

Suporte do desembaciador

O suporte do desembaciador do Tourino é uma peça soldada, com o perfil em “L”, que é montada no posto 3 da Secção de Acabamentos e que estava a ser pintada pela primeira vez, de preto, na segunda fase de pintura, na operação do Remate. A peça era zincada, pelo que, quer por questões de tratamento, quer por questões de estética, à partida, não precisaria de ser pintada. Acrescente-se que a peça montada só é visível após a abertura da grelha da frente exterior do Tourino.

No entanto, verificou-se que a peça estava a ser tratada internamente, sendo pintada de preto, por se ter verificado, em tempos, que a peça estava a ser fornecida com um acabamento defeituoso, derivado de um complicado processo de protecção. Neste sentido, para a CaetanoBus não encobrir um defeito de um fornecedor, tendo custos por tal, a solução encontrada passou pela alteração do tratamento à peça: em vez de zincada, a peça passou a levar Epoxy, um produto anti-corrosivo, e a ser pintada de preto por razões estéticas. A alteração não incorreu em custos para a CaetanoBus. O suporte do desembaciador do Tourino, depois da alteração, apresenta-se na Figura 21.



Figura 21 – Suporte do desembaciador

Tampa do quadro eléctrico e blindagem para tapar cablagens do mesmo

O quadro eléctrico do Tourino encontra-se na bagageira do autocarro. O invólucro do quadro eléctrico é uma caixa e uma tampa, que eram encomendadas ao fornecedor pintadas de preto. No entanto, uma vez que a bagageira é pintada de cinzento, pretende-se que a caixa e a tampa do quadro eléctrico também o sejam. A caixa é montada na Secção 02, pelo que é pintada na primeira fase de pintura. No entanto, a tampa só é montada na Secção de Acabamentos porque é onde se monta e onde se fazem as ligações do quadro eléctrico que está aplicado na tampa. Assim, alterou-se o desenho das peças, alterando-se a cor para cinzento, quer da tampa do quadro eléctrico, quer da respectiva caixa, uma vez que a alteração não incorria em custos adicionais. Apresenta-se na Figura 22 o quadro eléctrico do Tourino, já com a alteração efectuada.



Figura 22 – Quadro eléctrico e blindagem para tapar as cablagens do mesmo

À semelhança do quadro eléctrico, o mesmo sucedia com a blindagem para tapar as cablagens do mesmo. Esta blindagem tinha um acabamento em preto mas pretendia-se que também fosse cinzenta, uma vez que também se encontra no interior da bagageira. Assim, efectuou-se uma alteração à peça, ilustrada na também na Figura 22.

Colas na bagageira e na tampa traseira

As colas usadas para selagens no interior da bagageira e no interior da tampa traseira foram, em tempos, cinzento-escuras, tal como a cor dos interiores da bagageira e da tampa traseira. No entanto, tendo a cola dessa cor saído do mercado, passou a usar-se colas cinzento-claras. Estas selagens são efectuadas apenas nos Acabamentos. Assim, ainda antes do início do corrente projecto, passou a pintar-se, na segunda fase de pintura, as colas nos interiores da bagageira e da tampa traseira a cinzento-escuro. Todavia, uma vez que as colas não devem ser pintadas, dado que a tinta acabará por estalar, na medida em que as colas e as tintas têm coeficientes de dilatação diferentes, verificou-se a necessidade de se arranjar uma solução alternativa. Assim, no âmbito do projecto em questão, decidiu-se, em conjunto com o Departamento de Qualidade, que as selagens no interior da bagageira e no interior da tampa traseira seriam efectuadas com colas pretas, uma vez que é uma cor dentro do critério de aceitação da empresa. A alteração das selagens na bagageira, que é semelhante à da tampa traseira, está ilustrada na Figura 23.



Figura 23 – Selagens na bagageira

Tampas da coxia

Constitui um requisito da empresa, para qualidade do produto, que determinadas tampas da coxia sejam pintadas, de preto, na face interior. Estas tampas são apenas montadas no final da Secção de Acabamentos e eram pintadas, à pistola, apenas na segunda fase de pintura. No entanto, não é imposto que as tampas da coxia sejam pintadas à pistola, podem ser pintadas à trincha. Assim, as tampas da coxia que têm de ser pintadas na face interior passaram a ser pintadas a pincel na Secção de Acabamentos. O resultado apresenta-se na Figura 24. Acrescente-se que, por pintar-se à trincha em vez de à pistola, ainda se beneficia de uma redução de fita de papel, uma vez que a tampa não precisa de ser isolada quando pintada a pincel.



Figura 24 – Tampas da coxias pintada à trincha

Ventiladores e tampa do extractor

Os Tourino podem ter um ou dois ventiladores, que têm de ser pintados à cor do tejadilho do autocarro. No entanto, também estas peças são montadas apenas na Secção de Acabamentos, pelo que têm de ser pintadas antes de serem montadas, com o intuito de se eliminar a segunda fase de pintura. Neste sentido, uma vez que os ventiladores são abastecidos ao bordo de linha da Secção 06, num sistema de *kanbans*, e que a Secção 04 não tem capacidade para abastecimento de materiais, foi criado um fluxo logístico com um carrinho com a capacidade de transportar até dois ventiladores e uma tampa de um extractor. O carrinho circula entre a Secção de Pintura e de Acabamentos de modo a que as peças sejam pintadas aquando da esmaltagem do autocarro e montadas atempadamente na Secção 06. O carrinho foi desenvolvido de tal maneira que os ventiladores pudessem ser pintados no próprio carrinho e também de forma a minimizar o isolamento, com fita e papel, das peças eléctricas. O carrinho apresenta-se na Figura 25.

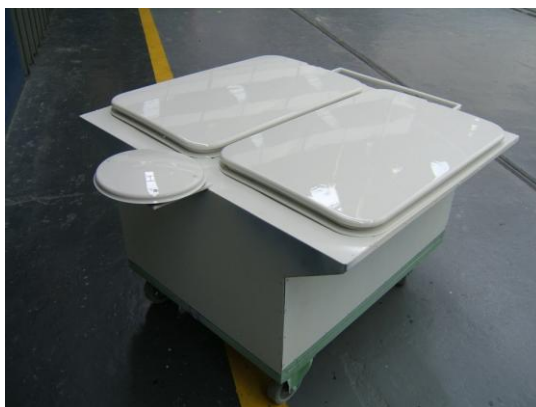


Figura 25 – Carrinho dos ventiladores e da tampa do extractor

Remates a preto na grelha da frente

A grelha da frente do Tourino, independentemente da cor do autocarro, é sempre rematada a preto. Os remates a preto são feitos sempre depois de a peça ser esmaltada à cor pretendida pelo cliente. No entanto, estes remates a preto na grelha da frente do Tourino não se estavam a efectuar na primeira fase de pintura porque era uma constante a repintura da grelha na segunda fase de pintura, quer por defeitos de pintura, quer por defeitos provocados ao longo da Secção dos Acabamentos.

Depois de resolvidos os problemas da grelha que resultavam numa necessidade de repintura da peça, explicado adiante no presente relatório, os remates a preto na grelha da frente do Tourino (Figura 26) passaram a ser efectuados na primeira fase de pintura.



Figura 26 – Grelha da frente do Tourino

Frisos entre painéis e vidros

Os frisos do Tourino entre os painéis e os vidros laterais constituem uma questão bastante problemática há muito tempo, há já alguns anos antes do início do corrente projecto. Estes frisos, que são aplicados na Secção de Acabamentos, são encomendados em preto fosco. No entanto, é bastante comum que as peças venham com pequenos riscos ou outro tipo de defeitos. Apesar de os defeitos serem normalmente minúsculos, os frisos são aplicados numa zona crítica, uma vez que se encontram ao nível dos olhos, pelo que o critério de qualidade é bastante mais apertado e a exigência é muito mais elevada.

Uma vez que o preto dos frisos é fosco, está fora de hipótese lixar-se a zona defeituosa e polir-se de seguida com massa de polir porque o preto, sendo fosco, ficaria brilhante. No entanto, sem se polir, notar-se-á sempre o defeito. Assim, é essencial que estes frisos estejam em perfeitas condições quando aplicados, tal como na Figura 27.



Figura 27 – Frisos entre painéis e vidros

O que tem acontecido ao longo dos últimos anos é que os frisos têm sido aplicados com os comuns pequenos defeitos de fabrico mas têm sido rectificadas na segunda fase de pintura, sendo pintados novamente. No entanto, o procedimento normal para produtos com defeitos de fabrico é serem devolvidos ao fornecedor, sob a forma de uma reclamação, para posterior rectificação por parte do fornecedor antes de serem entregues novamente à CaetanoBus. Todavia, estas peças estavam a ser fornecidas constantemente com atraso relativamente às datas de entregas previstas, apenas no limite temporal de serem aplicados nos autocarros. Deste modo, a CaetanoBus ficava sem margem para poder reclamar as anomalias nos frisos, na medida em que se estes fossem devolvidos ao fornecedor para reclamação, isso poderia resultar em consequências mais drástica na linha de produção, por força de precedências de montagens. Assim, a CaetanoBus sujeitava-se a aplicar os frisos com anomalias nos autocarros, encobrendo um defeito de um fornecedor.

No âmbito do corrente projecto, uma vez que se pretende eliminar a segunda fase de pintura, verificou-se uma necessidade urgente de colmatar esta situação problemática. Neste sentido, foi desenvolvido um novo fluxo logístico para os frisos em questão. Com o intuito de se eliminar a possibilidade de o fornecedor alegar que possíveis riscos nos frisos fossem resultantes do transporte interno entre o armazém e o bordo de linha, os frisos passaram a ser entregues directamente à linha, num sistema *ship-to-line*. O fluxo funciona por *kanbans*, com o objectivo de proporcionar um abastecimento à linha de acordo com as necessidades de produção, existindo um *stock* de segurança que garanta não apenas o material no bordo de linha durante o tempo de um abastecimento por parte do fornecedor, mas também a possibilidade de o material ser devolvido por defeito da responsabilidade do fornecedor, sem que isso prejudique a linha de produção. O fluxo logístico desenvolvido para estes frisos apresenta-se na Figura 28. Saliente-se que o esquema apresenta o fluxo para uma situação normal à cadência actual – ciclo de 16 horas – ainda que esteja salvaguardado um correcto abastecimento para a cadência considerada máxima pela empresa – ciclo de 8 horas.

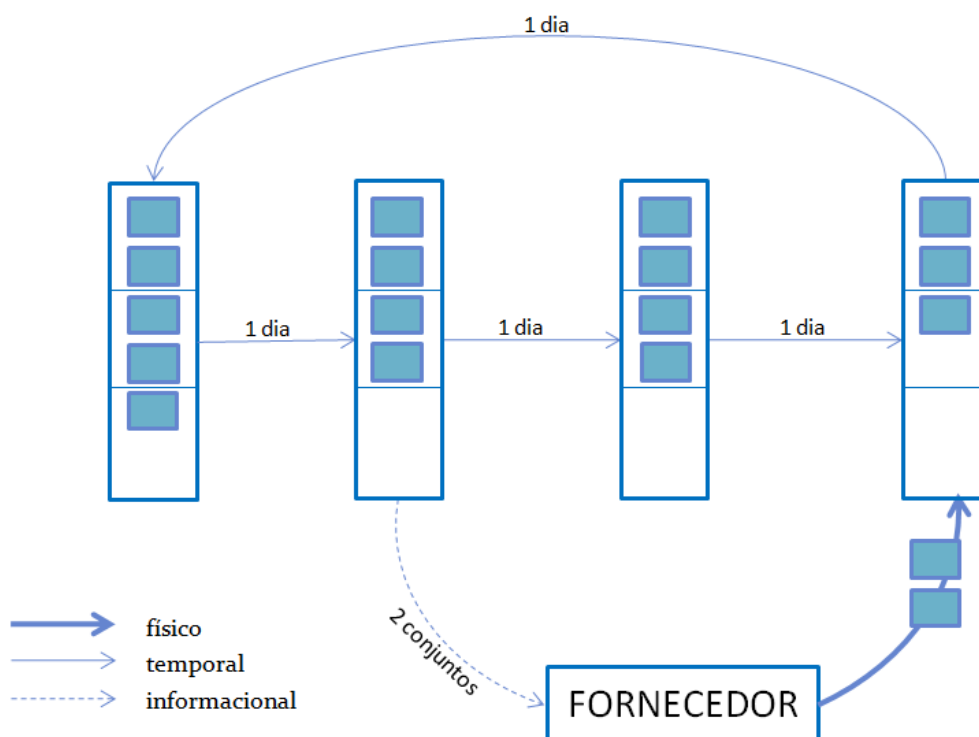


Figura 28 – Fluxo Ship-to-line para frisos entre painéis e vidros

5.1.2 Peças com Pintura Indefinida

Aquando do levantamento de dados no início do projecto, verificou-se que algumas partes do Tourino estavam a ser pintadas na segunda fase de pintura apenas pela primeira vez, ainda que essas peças já estivessem montadas no autocarro. No entanto, os limites das áreas a pintar-se nessas peças ainda não estavam definidos na primeira fase de pintura. A razão para tais indefinições prende-se com o facto de ser necessário que outras peças fossem montadas para que os limites das áreas de pintura fossem definidos, sendo essas outras peças montadas apenas na Secção de Acabamentos.

Preto à volta dos retrovisores

Os Tourino têm, por definição, uma área pintada a preto na zona dos retrovisores exteriores. Uma parte dessa área está limitada pelas cornijas, quer da porta da frente, quer da janela do motorista. É com base nas cornijas que se definem os limites da área a pintar-se de preto, uma vez que tem de haver um alinhamento dessa área com as cornijas. Tal alinhamento pode ser visualizado na Figura 29, neste caso para o lado do motorista, sendo idêntico para o lado oposto.



Figura 29 – Preto à volta do retrovisor alinhado com a cornija

Uma vez que as cornijas são montadas apenas na Secção de Acabamentos, e por conseguinte apenas depois da primeira fase de pintura, na medida em que era pretendido eliminar-se a segunda fase de pintura, esta questão suscitou um problema.

Com o intuito de se colmatar este obstáculo, uma vez que não se aferiu ser possível executar a montagem das cornijas na Secção 02, logo antes da primeira fase de pintura, por implicações com outras tarefas, a solução passou por conceber-se um meio auxiliar de produção. Na medida em que as cornijas são montadas sempre de igual forma e sempre no mesmo sítio, a área pintada de preto nas zonas dos retrovisores exteriores também é. Assim, o meio auxiliar de produção que se criou permite definir a área pintada de preto nas zonas dos retrovisores exteriores antes da montagem das cornijas de tal modo que, depois da montagem das mesmas, estas estejam em alinhamento com os limites das áreas pintadas. Este meio auxiliar de produção é ilustrado na Figura 30.

Foi ainda desenvolvido outro meio auxiliar de produção que permitisse definir a faixa de preto a ser pintada entre os retrovisores e o revestimento exterior do autocarro. Essa faixa também era pintada apenas na segunda fase de pintura uma vez que os retrovisores, à semelhança das cornijas, também só são montados nos Acabamentos. O meio auxiliar de

produção para definir a área da faixa, por trás dos retrovisores, a pintar de preto (Figura 31), aquando da sua utilização, é encaixada nos orifícios onde os retrovisores são montados.



Figura 30 - Meio auxiliar de produção para alinhamento da pintura à volta dos retrovisores com as cornijas



Figura 31 - Meio auxiliar de produção para definição da faixa por trás dos retrovisores

Testa do "H"

O "H" é uma peça grande em fibra que faz parte da frente exterior do Tourino com o formato da referida letra. A testa do "H", ou seja, a parte frontal e horizontal da peça, tem de ser, por definição, pintada de preto. No entanto, a área a pintar-se é definida pelo alinhamento da borracha à volta do pára-brisas (Figura 32), que é solidária com o mesmo. À semelhança do problema apresentado anteriormente, também o pára-brisas e a respectiva borracha em questão são montados apenas na Secção de Acabamentos. Deste modo foram criados meios auxiliares de produção (Figura 33) com o intuito de se pintar a testa do "H" de modo a ficar alinhada com a borracha.



Figura 32 – Preto da testa do "H" alinhado com a borracha do pára-brisas



Figura 33 – Meio auxiliar de produção para alinhar o preto do "H" com a borracha do pára-brisas

Assim, passou-se a pintar a testa do "H" na primeira fase de pintura. No entanto, verificou-se que, por qualquer fenómeno para já inexplicável, nem sempre o alinhamento fica perfeito, pelo que se continua a trabalhar nesta questão.

5.2 Repintura

Na segunda fase de pintura, para além das peças ou partes do Tourino que eram pintadas apenas pela primeira vez, existem ainda as que são pintadas mais do que uma vez. A questão das repinturas é um problema mais crítico pela dificuldade que constitui a sua resolução.

No que concerne as repinturas do Tourino, é importante relembrar a diferença relativamente a defeitos de pintura e defeitos na pintura que não sejam da responsabilidade dos colaboradores da Secção de Pintura. Qualquer um destes tipos de defeitos pode resultar numa necessidade de repintura, sendo que a diferença está nas causas das anomalias e no período temporal em que os defeitos ocorrem.

5.2.1 Inspeções de Pintura

É importante realçar que, com o intuito de se identificar quais os tipos de defeitos que resultavam numa necessidade de repintura, foram realizadas inspeções de pintura no fim das Secções 04 e 06, ou seja, imediatamente depois de o Tourino acabar a primeira fase de pintura e depois de o autocarro sair da Secção de Acabamentos. Foram ainda realizadas inspeções à saída da Secção 02 (Figura 34) para se aferir se havia questões no processo de estrutura e chapeamento que pudessem vir a provocar defeitos na pintura.

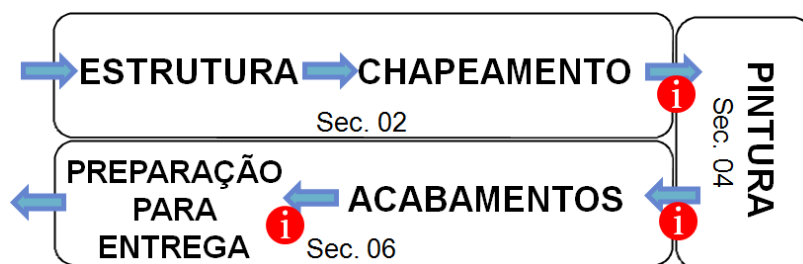


Figura 34 – Inspeções de pintura no fim das Secções 02, 04 e 06

Para além das inspeções realizadas no fim das Secções 02, 04 e 06, foram ainda efectuadas inspeções de pintura ao longo da Secção de Acabamentos, posto a posto. Pretendia-se, com estas inspeções, rastrear os defeitos na pintura, aferindo onde e quando ocorriam com o intuito de identificar, se possível, as respectivas causas para, posteriormente, serem realizadas acções no sentido de se eliminar todos os defeitos na pintura.

Inspeções no Fim do Chapeamento

As inspeções realizadas no fim da Secção de Chapeamento eram, na realidade, efectuadas apenas no início da primeira fase de pintura, na operação de Regularização de Superfícies, por facilitar a visualização de anomalias depois de lavado o autocarro. Pretendia-se, com estas inspeções, aferir se haveria pontos nos relatórios das inspeções no fim das Secções de Pintura e de Acabamentos que fossem coincidentes com os pontos apontados nos relatórios das inspeções no fim do Chapeamento. No caso de se verificarem coincidências, poder-se-ia concluir que os defeitos apontados seriam resultantes do processo de fabrico nas Secções de Estrutura ou Chapeamento.

Todavia, após uma análise estatística de defeitos na pintura, verificou-se que a maioria dos defeitos apontados no fim do Chapeamento consistia em covas e ondulações nos painéis laterais exteriores – é importante relembrar que nesta fase o autocarro ainda não estava

pintado. No entanto, uma vez que estas anomalias não se verificavam no fim das secções posteriores, este ponto não foi considerado problemático no que concerne os defeitos na pintura.

Inspecções no Fim da Pintura

As inspecções efectuadas no fim da primeira fase de pintura permitiriam aferir os defeitos na pintura que ocorreriam antes de o autocarro avançar para a Secção de Acabamentos. Estes defeitos seriam, à partida, defeitos de pintura ou defeitos consequentes dos materiais utilizados no processo de fabrico. No entanto, para além de se constatar os tipos de defeitos, pretendia-se também verificar em que partes do autocarro os defeitos ocorriam.

De acordo com a análise estatística efectuada, os defeitos mais recorrentes consistiam em escorridos, lixo, poros, fissuras e ondulações.

Inspecções no Fim dos Acabamentos

À semelhança das inspecções no fim da Secção 02, é importante salientar que também as inspecções feitas depois dos Acabamentos eram feitas na Secção de Pintura, no início da segunda fase de pintura, depois de lavado o autocarro. A lavagem da unidade constitui a primeira tarefa da segunda fase de pintura e é necessário que o autocarro esteja lavado para que se proceda a uma inspecção de pintura de acordo com os critérios de qualidade exigidos.

As inspecções no fim da Secção de Acabamentos, analisadas paralelamente com as inspecções no fim da primeira fase de pintura, permitem verificar os defeitos que ocorrem durante a Secção 06. Após uma análise estatística, confrontando as inspecções no fim da Secção 06 com aquelas no fim da Secção 04, pôde verificar-se os defeitos ocorridos na Secção de Acabamentos. Estes eram, maioritariamente, riscos e esmurrados. Seria, no entanto, conveniente aferir em que postos da Secção 06 estes defeitos ocorriam.

Inspecções ao Longo dos Acabamentos

Com base nos relatórios das inspecções efectuadas no fim da Pintura e no fim dos Acabamentos seria possível concluir quais os defeitos provocados na Secção 06. No entanto, com a finalidade de rastrear os defeitos, ou seja, de aferir em que postos da Secção 06 ocorriam, foram ainda feitas inspecções de pintura posto a posto nesta secção (Figura 35). Com isto, pretendia-se abordar cada defeito individualmente com o intuito de realizar acções preventivas.



Figura 35 – Inspecções de pintura ao longo da Secção de Acabamentos

5.2.2 Defeitos de Pintura

Um defeito de pintura é uma anomalia que ocorre durante o processo de pintura e que está directamente relacionado com a secção de Pintura ou com os respectivos colaboradores. Apresentar-se-ão os defeitos de pintura que, após uma análise estatística, se verificaram ser mais recorrentes.

Escorridos

Segundo a Glasurit um escorrido é uma acumulação de tinta em forma de gotas ou ondas em superfícies verticais. Constitui uma elevada dificuldade evitar um defeito deste tipo na medida em que existe uma elevada dependência dos colaboradores a executarem a tarefa de esmaltagem, dado que esta é uma operação manual.

A reparação de um escorrido pode requerer a repintura da peça onde ocorreu o defeito, podendo a anomalia também ser rectificada sem se repintar a peça, dependendo do tipo de escorrido. O processo definido para a eliminação de escorridos apresenta-se no Anexo G. É de realçar que o processo da eliminação de um escorrido pode ser cíclico, como pode ser compreendido pelo esquema no referido anexo, o que reforça a constatação da dificuldade que se verifica na garantia da eliminação de defeitos deste tipo.

É importante referir que existem zonas ou peças com maior susceptibilidade para a ocorrência de escorridos. A título de exemplo referir-se-á as bordas das tampas da bagageira e das cavas (Figura 36). Uma parte da borda posterior à quina de uma tampa ou cava era pintada com “gravilha” (pintura com superfície irregular). No entanto, apareciam frequentemente escorridos entre a “gravilha” e a quina das tampas. Neste sentido, a medida tomada no sentido de reduzir este tipo de defeitos passou por aplicar-se a “gravilha” até à quina, uma vez que a “gravilha”, pela sua superfície irregular, disfarça bem um eventual escorrido. Ainda assim, ocorrendo um escorrido nessa área, com a alteração efectuada, no pior cenário possível, apenas a “gravilha” terá de ser rectificada. Antes da alteração, no caso de um escorrido nesta zona não ser rectificável sem uma necessidade de repintura, ter-se-ia de se repintar totalmente a peça.

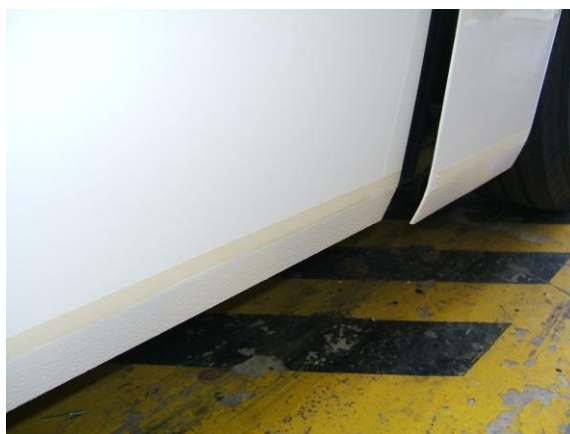


Figura 36 – Bordas das tampas da bagageira e das cavas

Lixo

Cabeças de lixo são impurezas que se entranham na pintura de determinada superfície. Na maioria das vezes são saliências pequenas e irregulares na película de tinta provocadas por partículas estranhas de tamanho, forma, tipo e distribuição variados.

Dependendo das dimensões e quantidade das cabeças de lixo encontradas numa superfície pintada, esta poderá, ou não, ser rectificada sem que seja necessária a repintura completa da peça.

No âmbito da eliminação da segunda fase de pintura do processo de fabrico, verificou-se crucial a redução substancial deste tipo de defeito. Neste sentido, foi delineado um procedimento de trabalho para que, sempre antes da entrada de um autocarro em estufa para a operação de Esmaltagem, o chão da cabine fosse lavado. Seria vantajoso que a lavagem fosse efectuada com uma máquina a água, possibilitando uma lavagem mais eficiente, tendo sido designada a máquina ilustrada na Figura 37.



Figura 37 – Máquina de lavagem do chão das cabines de esmaltagem

Falta de Catados

A falta de catados é um tipo de defeito na pintura decorrente de uma defeituosa regularização de superfícies. Normalmente apresenta-se sob a forma de depressões muito rasas na última camada da pintura, podendo ainda assim alcançar o substrato.

Neste sentido, na medida em que, também relativamente a este tipo de defeitos, existe uma elevada dependência dos colaboradores, neste caso a executar a operação de Regularização de Superfícies, torna-se bastante complicado evitar este problema. Assim, a resolução desenvolvida apresenta-se mais adiante na presente dissertação.

5.2.3 Defeitos na Pintura Decorrentes do Processo de Fabrico

Para além dos defeitos de pintura, existem ainda aqueles que não estão, obviamente, relacionados com o processo ou Secção de Pintura e que normalmente acontecem numa fase posterior à pintura do autocarro. Estes defeitos ocorrem normalmente na fase das montagens na Secção de Acabamentos. No entanto, existe também a possibilidade de ocorrerem defeitos na pintura resultantes de montagens noutras secções, inclusivamente anteriores à pintura do

autocarro. Assim, este tipo de anomalias na pintura será designado de defeitos na pintura decorrentes do processo de fabrico.

Com base nos relatórios das inspecções de pintura, mas também pelo que se aferiu no *gemba*, verificou-se que a maioria dos defeitos consequentes do processo de fabrico prendia-se com riscos e esmurrados, provocados ao longo da Secção 06, partidos, originados também nos Acabamentos, e marcas de cravos derivadas de uma operação na Secção 02.

Neste sentido, com base nos relatórios das inspecções posto a posto na Secção de Acabamentos, foram filtrados os defeitos por posto para se analisar as causas mais prováveis dos defeitos. Paralelamente, os colaboradores de cada posto de trabalho foram sensibilizados com o intuito de se evitar defeitos na pintura.

Riscos e esmurrados

Não obstante a sensibilização efectuada, considerou-se ainda essencial proteger-se a pintura dos autocarros ao longo dos Acabamentos, com o objectivo de se evitar riscos ou esmurrados provocados por descuidos. Neste sentido, foram efectuados testes com alguns materiais de protecção diferentes, aplicados no exterior do autocarro. A título de exemplo, referir-se-ão materiais como espuma adesiva ou filme plástico. Todavia, os materiais já testados não se verificaram eficazes. Assim, estão ainda em estudo outros materiais para que possam eventualmente vir a ser testados, tais como napa ou ímanes.

Houve, todavia, alterações efectuadas que resultaram numa diminuição de defeitos deste tipo na pintura ocorridos ao longo da Secção 06. É de se realçar dois tipos de alterações: algumas tarefas susceptíveis de danificar a pintura passaram a ser efectuadas na Secção 02, ou seja, antes de o autocarro ser pintado; alguns colaboradores passaram a usar protecções para evitar defeitos na pintura aquando da realização de determinadas tarefas.

Relativamente ao primeiro tipo de alteração referido, a título exemplificativo, é de se salientar as furações efectuadas na frente do Tourino para a montagem do *kit* das escovas do pára-brisas. Na medida em que se verificou que esta tarefa já provocou danos na pintura, a operação, que era executada no primeiro posto da Secção 06, passou a ser efectuada no último posto da Secção 02, não havendo assim qualquer implicação nas precedências de tarefas.

No que concerne o segundo tipo de alterações mencionado, é de se realçar a acção realizada relativamente a riscos no tejadilho. No sentido de se eliminar estes defeitos, foi estipulado que os colaboradores que efectuam tarefas no tejadilho têm de usar uns sapatos próprios para o efeito. Neste sentido, foram testados uns sapatos anti-derrapantes (Figura 38), paralelamente com o uso de um aspirador portátil para se aspirar limalhas resultantes de furações efectuadas no tejadilho. O teste passou a uma alteração efectiva uma vez que se verificou que, após esta alteração, os riscos no tejadilho reduziram 100%.



Figura 38 – Sapatos anti-derrapantes para uso no tejadilho

Partidos

No que diz respeito a peças partidas, com influência na pintura, destacam-se essencialmente a grelha da frente do Tourino e a frente amovível (Figura 39). A grelha, que é apertada na frente amovível, é uma peça particularmente problemática pelas dificuldades que se verificam quanto a garantir-se a curvatura pretendida da peça. Ambas as peças são feitas do material compósito polímero reforçado com fibra de vidro, popularmente conhecido apenas como fibra de vidro.



Figura 39 - Grelha e frente amovível

Estas peças são acertadas, para garantir as folgas e os faceamentos necessários entre as peças adjacentes, e montadas pela primeira vez na Secção 02. Após a montagem, e antes de o autocarro avançar para a Secção de Pintura, as peças eram desmontadas e pintadas separadamente do autocarro. A razão pela qual estas duas peças eram desmontadas antes de serem pintadas prendia-se com o facto de ser necessário que não estivessem montadas nos primeiros três postos da Secção de Acabamentos para possibilitarem a execução de outras tarefas, tais como ligações eléctricas na frente do autocarro e a montagem do tablier. Assim, a grelha e a frente amovível teriam de ser montadas novamente no quarto posto da Secção 06. No entanto, as peças não eram apenas montadas repetidamente, eram também acertadas uma segunda vez, o que danificava a pintura, nomeadamente por se partir as peças. A necessidade de este novo acerto resultava de uma eventual deformação das fibras após três secagens em estufas durante o processo de pintura.

Neste sentido, com o intuito de se evitar deformações indesejadas das fibras, passou a pintar-se a grelha e a frente amovível montadas no autocarro, ou seja, passaram a ser desmontadas apenas depois da primeira fase de pintura. Uma vez que as peças estariam fixas no autocarro aquando das secagens em estufa, seria expectável que as fibras não deformassem. A alteração foi bem sucedida, não apenas a nível das folgas e dos faceamentos, mas também relativamente às operações de pintura, na medida em que foi possível realizá-las mesmo com as peças montadas no autocarro. No entanto, quando montadas novamente no posto quatro dos Acabamentos, verificou-se, surpreendentemente, que as peças ainda teriam de ser

acertadas para garantir a conformidade das folgas e dos faceamentos, danificando assim a pintura.

Assim, depois de a grelha e a frente amovível serem acertadas e montadas nos Acabamentos, testou-se desmontar as peças para, separadamente, voltarem à Secção 04 para rectificar a pintura das mesmas. Posteriormente, as peças foram montadas no autocarro e, finalmente, não foi necessário acertá-las para montá-las, ou seja, já não foi necessário danificar as peças e a pintura das mesmas para que fossem montadas em conformidade com os padrões de qualidade exigidos. Desta forma, foi possível eliminar os defeitos de pintura na grelha e na frente amovível do Tourino antes de o autocarro avançar até ao fim dos Acabamentos.

Passou a saber-se que, na pior das hipóteses, se as peças forem desmontadas, depois de acertadas e montadas nos Acabamentos, para serem repintadas separadamente do autocarro, será possível serem montadas novamente sem se danificar a pintura das mesmas. Com isto, afere-se a possibilidade de se rectificar os defeitos na pintura da grelha e da frente amovível sem a necessidade de se deslocar o autocarro para a segunda fase de pintura. Ainda assim, não sendo considerada uma solução ideal, continua-se a trabalhar no sentido de otimizar esta questão.

Marcas de cravos

A traseira do Tourino, que é também uma peça em fibra de vidro, é montada na fase de Chapeamento, na Secção 02. A montagem da traseira implica a colagem da mesma à estrutura do autocarro. No entanto, para se garantir uma adequada colagem, é necessário pressionar-se a peça contra a estrutura do autocarro durante o período de colagem. Na impossibilidade de usar grampos para o efeito, na medida em que os painéis laterais não permitem a colocação dos mesmos na zona traseira, a peça é pressionada através da aplicação de cravos nos pilares da traseira, perfurando a fibra. Após a colagem, os cravos são retirados e os buracos na peça provocados pelas perfurações dos cravos são enchidos com resina poliéster reforçada com fibra de vidro, adicionando-se uma pequena quantidade de endurecedor, um catalisador, para acelerar a secagem da mesma.

Esta operação resulta, após a fase de pintura do autocarro, no aparecimento de marcas dos cravos na pintura, ilustradas na Figura 40 antes da pintura da peça. Ainda que este problema surja apenas aleatoriamente, no âmbito da eliminação da segunda fase de pintura, verifica-se a necessidade de se colmatar esta dificuldade definitivamente.

Verificou-se que a dosagem de endurecedor utilizado estava incorrecta, sendo diferente daquela utilizada na operação de Regularização de Superfícies na fase de Pintura, o que contribuía para o aparecimento de marcas dos cravos. Assim, corrigiu-se facilmente a quantidade de endurecedor a utilizar. Porém, na medida em que esta alteração não dá a garantia requerida, uma vez que se considera uma alteração falível, continua-se a trabalhar no sentido de desenvolver uma solução ideal. Foi já solicitada uma alteração da peça ao fornecedor, de maneira a ser possível cravar-se a traseira onde não haja qualquer implicação na pintura do autocarro, mas o teste ainda não foi efectuado, pelo que se considera que esta questão ainda não foi fechada.



Figura 40 – Marca de cravo antes da pintura da traseira

5.2.4 Defeitos na Pintura Decorrentes dos Materiais Utilizados no Processo de Fabrico

Para além dos defeitos de pintura e dos defeitos na pintura consequentes do processo de fabrico, pode, ainda assim, haver anomalias na pintura que ocorram durante o processo de pintura mas que não constituam, necessariamente, um defeito de pintura. Apesar de poderem ocorrer durante o mesmo período de tempo e de resultarem numa necessidade de repintura, estes defeitos não dependem dos colaboradores da Secção de Pintura, pelo que, apesar de serem defeitos na pintura, não se denominam defeitos de pintura. Este tipo de defeitos pode também acontecer num período de tempo posterior ao processo de pintura. Assim, poder-se-á designar estas anomalias na pintura como defeitos na pintura decorrentes dos materiais utilizados no processo de fabrico.

Os materiais mais problemáticos são, invariavelmente, as fibras utilizadas no chapeamento exterior do autocarro. A maioria dos defeitos resulta, provavelmente, do calor a que as fibras estão sujeitas aquando das secagens em estufa durante o processo de pintura. Após uma análise estatística, verificou-se que os defeitos mais recorrentes se prendiam com poros, bolhas, covas e ondulações, e fissuras.

Poros

Poros, ou picadas de agulha, são, de acordo com a Glasurit, pequenos furos na pintura devido a vazios no plástico. Encontram-se muitas vezes em peças flexíveis e em plásticos reforçados com fibra de vidro. Os poros são dificilmente visíveis antes de se pintar uma peça e podem, inclusivamente, aparecer apenas depois da pintura da mesma, sobretudo após secagem em estufa. Assim, verifica-se uma elevada dificuldade no que diz respeito a evitar-se o aparecimento de poros.

Não obstante, é de salientar que pode ser possível eliminar alguns poros sem a necessidade de se repintar uma peça. No caso da existência de poros de dimensão e número reduzidos, pode ser exequível a rectificação dos mesmos sem necessidade de repintura. Se, pelo contrário, houver poros quer de grande dimensão, quer em elevado número em determinada área, será necessário pintar-se a respectiva peça de novo.

É importante salientar que, com o intuito de se evitar o aparecimento de poros após a pintura, foi testado um tapa-poros, um produto próprio para o efeito. No entanto, o produto não se verificou eficaz.

Bolhas

A formação de bolhas na pintura constitui um defeito difícil de se controlar. O aparecimento de bolhas resulta, na esmagadora maioria, nas peças em fibras e está relacionado com o processo de fabrico das mesmas. Assim, pode dizer-se que existe alguma dependência por parte dos fornecedores relativamente a este tipo de defeito. No entanto, não é possível aferir antes de se pintar uma peça se a mesma vai sofrer da formação de bolhas ou não, na medida em que estas aparecem principalmente depois de as fibras sofrerem calor aquando da secagem em estufa do autocarro.

Ao contrário de alguns tipos de defeitos que ocorrem imediatamente após a pintura do autocarro mas que podem ser reparados sem a necessidade de repintura, no que concerne a formação de bolhas, dá-se sempre a necessidade de se voltar a pintar uma peça aquando do aparecimento de uma. Neste sentido, a formação de bolhas constitui um problema de difícil resolução.

Covas e ondulações

Sendo, por vezes, difícil ou subjectivo distinguir covas de ondulações, considerar-se-ão estes dois tipos de defeitos juntamente. Estes tipos de defeitos, nomeadamente as ondulações, ocorrem essencialmente nas fibras. É de realçar que, das peças em fibra, estes tipos de defeitos resultam, na esmagadora maioria, nas cavas (Figura 41)



Figura 41 – Cava

As covas e ondulações, nomeadamente nas cavas, resultam essencialmente do calor que sofrem em estufa, aquando da secagem decorrente do processo de pintura, tal como outros tipos de defeitos na pintura por influência das fibras. No entanto, é importante salientar que as cavas são constituídas, à parte da fibra, por uma estrutura metálica que é colada na face interior das mesmas. Este aspecto pode ser determinante no que diz respeito aos defeitos verificados. No entanto, é também indispensável que as cavas sejam fortalecidas com as tais estruturas metálicas.

Com o intuito de resolver esta questão problemática, foi efectuado um teste para se aferir se as cavas deixariam de deformar após as secagens em estufas, durante o processo de pintura. Neste sentido, foram colocadas cavas numa estufa para serem pré-aquecidas, ou seja, para serem aquecidas antes de serem montadas no autocarro. Pretendia-se, com isto, que as cavas sofressem as deformações habituais antes de serem pintadas. Assim, aquando da Regularização de Superfícies, as covas e ondulações resultantes do pré-aquecimento seriam reparadas com betume e, posteriormente, aquando das secagens em estufa do processo de pintura, seria expectável que as cavas já não deformassem. Todavia, o resultado do teste foi

negativo, dado que se verificou que ainda assim, as cavas apresentaram as frequentes covas e ondulações.

Assim, surgiu a hipótese de se testarem cavas diferentes. Foram equacionados não apenas fornecedores diferentes, mas também processos de fabrico diferentes, nomeadamente o processo RTM Light – um tipo de moldação por injeção. Saliente-se que o processo de moldação das actuais cavas é um processo inteiramente manual.

Neste sentido, foi, efectivamente, testado um conjunto de cavas moldadas através do processo RTM Light de um fornecedor diferente. No entanto, após uma série de tentativas falhadas, foi considerado um teste sem sucesso, pelo que o Departamento de Qualidade não emitiu um parecer positivo relativamente a essas cavas. Assim, continua-se a trabalhar no sentido de colmatar este problema. Está já previsto um novo teste com um conjunto de cavas moldadas também através do processo RTM Light, mas de um outro fornecedor.

Fissuras

Fissuras são rupturas na pintura. Este tipo de defeito é sobretudo frequente nas fibras. O aparecimento de fissuras pode ocorrer depois de um impacto mecânico que pode igualmente implicar uma ruptura das fibras. Este tipo de rupturas pode também ocorrer nas fibras através do calor a que as estas estão sujeitas aquando das secagens em estufas. Estas secagens provocam, frequentemente, um tipo de fissura denominado pé-de-galinha – uma fissura com o formato como o próprio nome indica.

Na medida em que o aparecimento de fissuras também é um tipo de defeito que é dificilmente controlado antes do processo de pintura, verifica-se a mesma problemática das demais anomalias na pintura consequentes das fibras utilizadas para o revestimento exterior do autocarro.

5.2.5 Rectificações de Defeitos na Pintura

Uma vez que se verifica uma elevada dificuldade em evitar algumas anomalias na pintura, nomeadamente alguns defeitos de pintura e outros consequentes dos materiais utilizados no processo de fabrico, dá-se a necessidade colmatar os problemas através da rectificação dos mesmos, ou seja, eliminá-los após já terem ocorrido. No âmbito da eliminação da segunda fase de pintura, afere-se a necessidade de estes defeitos serem rectificadas ainda antes de o autocarro avançar para os Acabamentos. No entanto, como o objectivo não passa simplesmente pela eliminação da segunda fase de pintura mas também pela redução do *lead time* equivalente ao tempo dessa fase, pretende-se que as rectificações efectuadas antes dos Acabamentos não incrementem o *lead time*.

Uma vez que a produção na Secção 06 ocorre durante um único turno diário – primeiro turno – e que a Secção de Pintura trabalha com três turnos por dia, dado que a última operação do processo de pintura é realizada no primeiro turno, verifica-se a existência de dois turnos antecedentes ao primeiro turno do posto 1 da Secção 06 (Anexo H). Assim, é possível rectificar qualquer tipo de defeito na pintura após o processo de pintura, assegurando ainda o objectivo último – a eliminação da segunda fase de pintura e a redução do respectivo tempo no *lead time*. É de realçar que esta alteração encontra-se em vigor, sendo actualmente necessário apenas um dos dois turnos disponíveis e sendo a operação efectuada apenas por um colaborador. É importante salientar, para uma melhor compreensão da estatística apresentada adiante, que esta operação passou a vigorar a partir do autocarro F103053045.

5.3 Resultados

No que concerne os resultados na pintura, é fundamental referir a redução de defeitos na pintura, a redução de materiais, os ganhos de produtividade e a redução no *lead time*.

5.3.1 Redução de Defeitos na Pintura

Para o desenvolvimento do projecto foi necessário analisar estatisticamente os relatórios efectuados no fim das Secções 02, 04 e 06, com a finalidade de se abordar os problemas na pintura individualmente. Foram, inclusivamente, efectuadas análises estatísticas de forma a cruzar os tipos de defeitos na pintura com as peças em que os defeitos ocorriam. No entanto, apresenta-se apenas a estatística dos defeitos na pintura no fim da Secção de Acabamentos (Figura 42), na medida em que, para efeito de resultados, são os dados com influência directa no que concerne a segunda fase de pintura.

Importa salientar que os defeitos verificados no fim da Secção 06, comparando os autocarros até ao F103053045 com aqueles posteriores a este, inclusive, reduziram 66%.

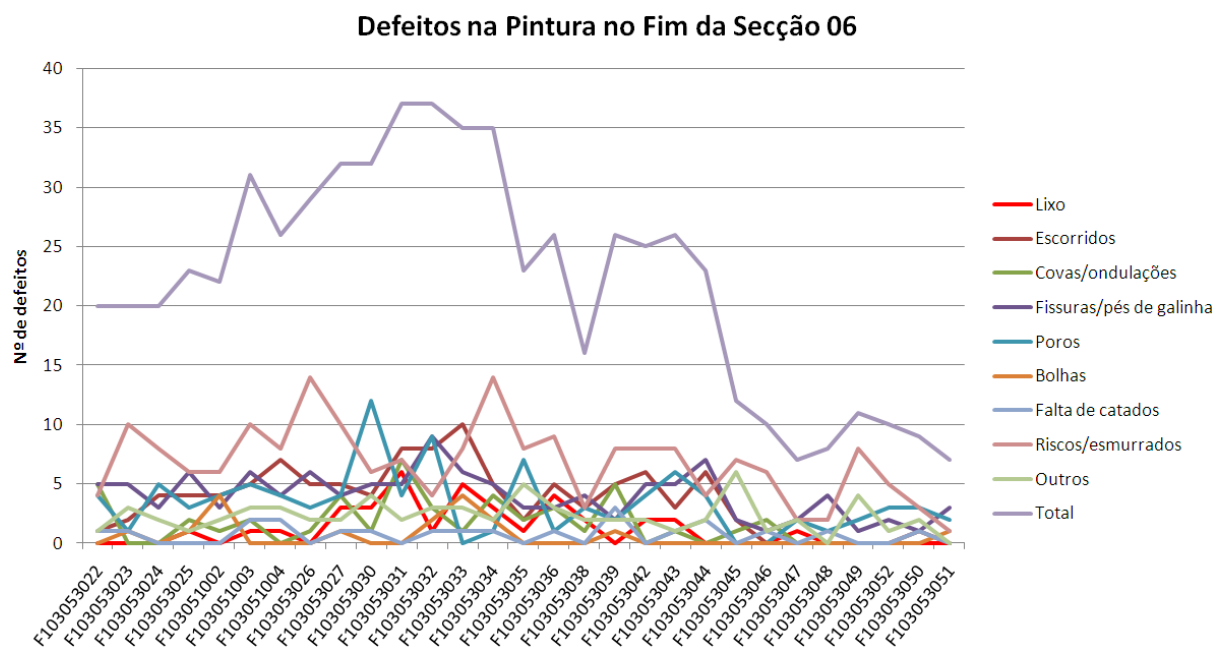


Figura 42 – Defeitos na Pintura do Fim da Secção dos Acabamentos

5.3.2 Redução de Materiais

No que diz respeito a materiais de pintura é importante considerar tanto os materiais directamente relacionados com a pintura como os auxiliares. Estes últimos incluem essencialmente papel e fitas, quer de papel, quer plástica. Os materiais principais de pintura abrangem a própria tinta, quer de esmalte, quer de remate, e o diluente e o endurecedor utilizados para fazer a mistura da tinta.

Tendo em consideração todos os materiais utilizados na segunda fase de pintura, incluindo aqueles utilizados para a operação de Rectificações antes da entrada nos Acabamentos e os que são usados para a execução das tarefas de pintura nos postos da Secção 10, confrontando os custos destes materiais no início do projecto com os custos actuais, verifica-se uma redução de 45%. Relativamente aos custos totais de pintura, ou seja, os custos do kit base para pintar o

autocarro a primeira vez adicionados dos custos para todas as rectificações, verifica-se uma redução nos custos de materiais de 6%. É importante referir que esta redução é apenas relativa aos autocarros de mono-camada, uma vez que ainda não foram pintados autocarros metalizados suficientes depois das Rectificações da primeira fase de pintura para se poder aferir a variação dos materiais referente a esses autocarros.

5.3.3 Aumento de Produtividade

Com todos os progressos realizados no âmbito da eliminação da segunda fase de pintura, é importante salientar as alterações efectuadas no que concerne a mão-de-obra. Uma vez que as alterações efectuadas no que concerne a produtividade não têm influência unicamente na segunda fase de pintura, uma vez que se despoletou a criação de uma operação adicional na primeira fase de pintura, foi necessário efectuar-se um balanceamento na Secção de Pintura. Deste modo, considerar-se-á o ganho de produtividade relativamente à mão-de-obra de toda a Secção 04, no que concerne o Tourino.

Uma vez que, no início do projecto, a mão-de-obra de pintura do Tourino acumulava 244 horas e que actualmente se verifica uma redução de 16 horas, lucrou-se de um ganho de produtividade de 7%.

Todavia, é de realçar que se encontram actualmente em vigor testes com o intuito de se reduzir adicionalmente 16 horas, perfazendo uma redução total de 32 horas na Secção de Pintura. No caso de se verificar que os testes foram bem sucedidos, o aumento de produtividade relativamente ao início do projecto será de 13%.

Os referidos aumentos de produtividade estão justificados no Anexo I.

5.3.4 Redução no Lead Time

É importante salientar que os testes que se encontram actualmente em vigor têm como objectivo a eliminação da sistemática segunda fase de pintura. Pretende-se que no pior cenário possível seja apenas necessário rectificar defeitos de pintura em estufa, após os Acabamentos, num turno nocturno, à semelhança do que se fazia com a terceira fase de pintura. É de destacar que isto já se verificou num autocarro que está actualmente na fase de teste. No entanto, apenas se considerará o teste a esse autocarro como concluído após a saída do posto 7, uma vez que é necessário verificar se, posteriormente, esta alteração traz implicações. Ainda assim, apenas se poderá tirar ilações do teste relativo à eliminação da segunda fase de pintura após um número significativo de autocarros testados, sendo que se considera cinco autocarro um número indicativo.

Assim, sendo os testes positivos, para além de se beneficiar de um aumento de produtividade adicional, atinge-se ainda um objectivo fundamental que é a redução adicional de um ciclo no *lead time*. Para além disso, é ainda importante referir que se beneficiará de um aumento da capacidade instalada, uma vez que ficará um posto livre na Secção de Pintura.

6 Conclusões e Perspectivas de Trabalho Futuro

O Tourino é um modelo de autocarros fabricado na CaetanoBus há vários anos e já foi alvo de vários processos no sentido da optimização desta linha de produção. Neste sentido, poderia ser natural que houvesse uma percepção clara do conceito *kaizen*, que os colaboradores acreditassem que é possível “melhorar todos os dias, em todo o lado, para toda a gente” (Masaaki Imai).

Porém, verificou-se que, precisamente por ser uma linha já bastante optimizada, sobretudo quando comparada com as restantes linhas de produção da CaetanoBus, muitos colaboradores já não acreditavam que seria possível melhorar ainda mais. Muitos colaboradores já não ousavam questionar se a forma como realizavam uma tarefa seria a melhor ou se o modo como o processo de fabrico estava definido seria o mais rentável. Havia colaboradores que já não sentiam necessidade de mudar, que já não imaginavam que ainda era possível melhorar sem comprometer os padrões de qualidade, que no caso do Tourino são bastante elevados.

Neste sentido, uma vez que este projecto tem uma elevada dependência dos colaboradores da CaetanoBus, foi fundamental a cooperação das pessoas mais abertas à mudança. Assim foi possível e essencial trabalhar em equipa, sempre em prol de um objectivo comum.

É ainda importante salientar as dificuldades intrínsecas ao processo de fabrico. A variabilidade dos defeitos constituiu um grande problema, tanto nas montagens como na pintura. Para além da aleatoriedade com que muitos defeitos ocorriam, relativamente a alguns deles havia um factor de controlo muito baixo. No entanto, fruto de todas as alterações e melhorias realizadas, foi possível colmatar todas as adversidades no que concerne a obtenção dos objectivos propostos inicialmente.

No que diz respeito à eliminação da utilização do edifício onde se encontrava a Secção de Preparação para Entrega, é de destacar que este objectivo foi atingido com sucesso, reduzindo-se a área de produção utilizada em 200 m². O balanceamento efectuado na Secção de Acabamentos permitiu a redução de dois ciclos no *lead time*, e a junção da operação de Remate da primeira fase de pintura com a segunda fase da Inspeção Inferior permitiu reduzir ainda mais este tempo, superando assim o objectivo proposto quanto ao lucro no *lead time* com a eliminação da Secção 10, ainda que esse ganho adicional esteja actualmente a ser utilizado como *buffer*. Desta forma, com a integração da Secção 10 na Secção 06, conseguiu-se ainda um aumento de produtividade de 8%, representando 32 horas por autocarro.

É de enaltecer estes ganhos na medida em que a linha do Tourino, nomeadamente a Secção 06, existe há vários anos, encontrando-se bastante produtiva no início do projecto, sobretudo por já terem sido realizados trabalhos no sentido da sua optimização.

Quanto à eliminação da segunda fase de pintura, é importante relembrar que existia frequentemente uma terceira fase e por vezes ainda uma quarta, pelo que se reforça a dificuldade de se eliminar a sistemática segunda fase de pintura. Contudo, essas fases de pintura adicionais eram realizadas apenas para rectificar eventuais defeitos pontuais na pintura e eram realizadas apenas em turnos nocturnos. Neste sentido, no âmbito da eliminação da segunda fase de pintura, não se descarta a possibilidade de o Tourino rectificar defeitos pontuais na pintura num turno nocturno, após a Secção 06. Assim, é de realçar que estão em vigor testes para aferir a possibilidade real de, efectivamente, se eliminar a sistemática segunda fase de pintura. Ainda assim, saliente-se que na pintura já houve uma redução de 16

horas de trabalho por autocarro, representando um aumento de produtividade de 7% relativamente a toda a Secção de Pintura, e reduziu-se 45% dos custos de materiais no que concerne os materiais de pintura utilizados após a primeira fase de pintura, para os autocarros mono-camada. No caso de os testes em vigor serem positivos, deverá haver uma redução adicional de 16 horas de trabalho, representando um aumento de produtividade total de 13% relativamente a toda a Secção 04, para além de uma redução adicional de um ciclo no *lead time* e de aumentar a capacidade instalada no que concerne a Secção de Pintura.

É ainda de destacar que com a redução expectável de três ciclos, decorrente do balanceamento efectuado de modo a integrar as tarefas da Secção de Preparação de Entrega na Secção de Acabamentos e da esperada eliminação da segunda fase de pintura, haverá uma redução de *work-in-process* de aproximadamente 30% relativamente a toda a linha de produção. O cálculo foi efectuado com base em dados obtidos no sistema informático, considerando-se não apenas o valor da matéria-prima dos autocarros em curso de fabrico mas também a mão-de-obra imputada. É importante referir que o valor é tão elevado uma vez que os postos eliminados se encontram numa fase bastante avançada da linha de produção.

Em suma, se os testes em vigor forem positivos, como indicia desde já o autocarro actualmente a ser testado, no que concerne o *lead time*, haverá uma redução total de três ciclos, como proposto inicialmente. Uma vez que um projecto desta natureza tem tipicamente uma duração de seis meses, tendo este sido realizado em apenas quatro meses e meio, considerar-se-á que para além de cumpridos os objectivos, ainda terão sido superados.

Todavia, futuramente será ainda possível fazer mais e melhor, tendo sempre como base a filosofia *kaizen*. Existem alterações que foram efectuadas recentemente, pelo que devem ser solidificadas, e há ainda alguns materiais que devem ser abastecidos em supermercados.

Perspectiva-se que num futuro próximo se conclua o balanceamento para a cadência considerada máxima pela empresa. Este balanceamento é essencial na medida em que permite aferir a possibilidade de se manterem todas as alterações efectuadas até ao momento.

Quanto aos testes efectuados pelo Departamento de Qualidade, será vantajoso realizar-se um estudo para aferir se é viável um investimento com o objectivo de realizar os testes, que são actualmente efectuados no laboratório, na linha de produção. Desta forma reduzir-se-ia ainda mais *muda* decorrente de transporte de material e de movimentações de pessoas.

Referências

- Coimbra, Euclides. **Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains**. Kaizen Institute, 2009
- Jacobs, F. Robert; Chase, Richard B.; Aquilano, Nicholas J. **Operations & Supply Management**. McGraw Hill, 2009
- Takeda, Hitoshi. **The Synchronized Production System – Going Beyond Just-in-Time Through Kaizen**. SPS Management Consultants, 2006
- Gomes, J. **Balanceamento de Linha de Montagem na Indústria Automotiva – Um Estudo de Caso**. ENEGEP, 2008
- Carravilla, Maria Antónia. **Layouts e Balanceamento de Linhas**. FEUP, 1998
- Rocha, Duílio. **Balanceamento de Linha – Um Enfoque Simplificado**
- Assis, Rui. **Balanceamento de uma Linha de Produção**, 2010
- Glasurit, **Guia de defeitos na pintura**. Disponível em www.glasurit.com; Acesso em: 26 de Março. 2010

ANEXO A: Condições Necessárias para a Realização dos Testes Efectuados pelo Departamento de Qualidade

Testes	Condições necessárias
Travagem/ABS	Carro a trabalhar
	Ninguem a trabalhar dentro e fora do carro
	Distância de segurança: 2m frente, 2m trás, 1m cada lado
	Carro todo montado (inclui bancos)
	Equipamento específico (rolos)
Nivelamento da suspensão	Carro a trabalhar
	Fossa
	Carro todo montado (inclui bancos)
	Depósito de combustível cheio
	Ninguem a trabalhar dentro e fora do carro
Alinhamento da direcção	Fossa
	Carro todo montado (inclui bancos)
	Depósito de combustível cheio
	Distância de segurança: 2m frente, 1m cada lado
	Ninguem a trabalhar dentro e fora do carro
	Portões do pavilhão fechados
Aferição do tacógrafo	Carro pronto (normalmente depois do teste de estrada)
	Equipamento específico (rolos diferentes dos do teste de travagem)
	Ninguem a trabalhar dentro e fora do carro
	Distância de segurança: 2m frente, 2m trás, 1m cada lado
	Fossa
	Vedação em lona

Observações: É conveniente o teste de estrada só ser efectuado depois da certificação por parte do Departamento de Qualidade referente à pintura do autocarro. É também vantajoso não se realizar o teste de água antes de o autocarro ser pintado.

ANEXO B: Folhas Normalizadas de Trabalho – Situação Inicial (Secção de Acabamentos)

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 1	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Acerto dos painéis laterais interiores	Col. A	40	40
	Cortar frisos dos painéis laterais interiores	Col. A	20	60
	Montagem dos frisos no painel interior dir + esq	Col. A	20	80
	Aplicação de cola na estrutura interior dir + esq do painel + aplicação de fita inseal	Col. A	30	110
	Aplicação de fita inseal no tejadilho interior	Col. A	10	120
	Aplicação de cola no interior do tejadilho + aplicação de fita 3 medial lock	Col. A	40	160
	Aplicação da estrutura de suporte das grelhas do a/c	Col. A	15	175
	Montagem dos painéis laterais interiores	Col. A	65	240
	Colocação caixas A/C	Col. A	20	260
	Preparação das condutas	Col. A	40	300
	Montagem da frente interior superior (actividade em conjunto)	Col. A	15	315
	Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)	Col. A	15	330
	Montagem das duas condutas (actividade em conjunto)	Col. A	100	430
	Pré-montagem da traseira interior superior	Col. A	20	450
	Montagem traseira interior superior (actividade em conjunto)	Col. A	60	510
	Aplicação de pala no interior da roda frente dir + esq	Col. A	90	600
	Colocação do aro no ventilador	Col. A	10	610
	Revestimento e preparação de tampinhas da tampa traseira (inclui furar)	Col. B	30	30
	Montagem dos fechos na tampa traseira	Col. B	40	70
	Aplicação de esponjas na tampa traseira interior e montagem das blindagens	Col. B	30	100
	Aplicação de cola preta no interior da tampa traseira	Col. B	20	120
	Montagem dos comandos das portas, 2 exteriores + 1 interior	Col. B	120	240
	Montagem do kit escovas	Col. B	180	420
	Montagem 2 pinos do fecho da tampa traseira	Col. B	25	445
	Montagem de fechos nas 2 tampas bagageira e acerto das blindagens dir	Col. B	80	525
	Colagem de microswitchs nas 4 tampas da bagageira	Col. B	15	540
	Afiação das escovas	Col. B	15	555
	Montagem de fechos nas 2 tampas bagageira e acerto das blindagens esq	Col. B	80	635
	Montagem dos 5 fechos na cava frente esq + 1 na porta do compartimento sob condutor	Col. B	90	725
	Montagem 4 fechos na cava frente dir	Col. B	40	765
	Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)	Col. B	50	815
	Montagem do caixilho do motorista	Col. C	320	320
	Colagem do vidro do motorista	Col. C	45	365
	Pintura do caixilho interior da porta do motorista	Col. C	10	375
	Preparação (no carro) para colocação do pára-brisas (acerto + isolar com fita + dar primário)	Col. C	55	430
	Preparação do pára-brisas para colocação do mesmo	Col. C	25	455
	Preparação e montagem de 2 faróis frente superior	Col. C	30	485

Montagem topos de vedação das 5 tampas dir	Col. C	15	500
Colocação do vio no pára-brisas	Col. C	30	530
Montagem topos de vedação das 5 tampas esq	Col. C	15	545
Colocação de borracha no pára-brisas depois de montado	Col. C	55	600
Montagem do pára-brisas	Col. C	270	870
Pré-montagem das mesas da bagageira	Col. C	20	890
Montagem das mesas da bagageira	Col. C	100	990
Colocação grelha parte traseira	Col. C	50	1040
Colocação dos farolins da matrícula	Col. C	15	1055
Instalações eléctricas traseira	Col. 1 MNAC	350	350
Montagem de tubagens do a/c e aquecimento	Col. 1 FT	240	240
Montagem da tubagem do a/c e aquecimento	Col. 2 FT	240	240
Preparação para forrar bacalhaus esq + dir (regularização de superfícies + colagem)	Col. D	40	40
Aplicação de cola no bacalhau esq e colagem do forro	Col. D	45	85
Aplicação de cola no bacalhau dir e colagem do forro	Col. D	45	130
Aplicação de cola nas laterais interiores da estrutura e forrar dir + esq	Col. D	60	190
Regularização de superfície da traseira interior	Col. D	5	195
Cortar alcatifa	Col. D	10	205
Colagem da alcatifa na traseira interior	Col. D	15	220
Vedar os 2 cantos da traseira interior	Col. D	45	265
Preparação do ventilador (desengordurar + aplicar fita)	Col. D	10	275
Montagem do ventilador	Col. D	60	335
Colocação caixas A/C	Col. D	30	365
Pré-montagem da frente interior	Col. D	130	495
Remover a fita do ventilador	Col. D	10	505
Montagem da frente interior superior (actividade em conjunto)	Col. D	15	520
Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)	Col. D	15	535
Montagem das duas condutas (actividade em conjunto)	Col. D	120	655
Montagem traseira interior superior (actividade em conjunto)	Col. D	85	740
Montagem do tejadilho (inclui plafoniers + grelhas A/C)	Col. D	130	870
Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)	Col. D	50	920
Montagem de 4 farolins de presença	Col. E	30	30
Montagem de 4 farolins e colocação de tampas na traseira	Col. E	55	85
Preparação e montagem da cinta	Col. E	15	100
Aplicação de guarda-ventos nas 4 tampas lado dir	Col. E	40	140
Aplicação de guarda-ventos nas 5 tampas lado esq	Col. E	50	190
Preparação das condutas	Col. E	60	250
Montagem suporte de fecho tampas bagageira dir + esq	Col. E	25	275
Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)	Col. E	15	290
Montagem grelha na tampa dir + esq trás (radiador + escape) + montagem suporte tirante nas 3 tampas laterais trás	Col. E	45	335
Aplicação fecho da tampa do quadro eléctrico	Col. E	15	350
Acerto e vedação do funil do gasóleo dir + esq	Col. E	80	430
Preparação para forrar espaçadores das condutas	Col. E	30	460
Aplicação de cola no tejadilho	Col. E	25	485
Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)	Col. E	50	535
Aplicação dos guarda-ventos na traseira	Col. E	10	545
Instalação eléctrica frente	Col. 2 MNAC	335	335
Ligações no quadro eléctrico dir	Col. 2 MNAC	60	395
Preparação (no carro) do quadro eléctrico esq	Col. 2 MNAC	140	535
Ligação do quadro eléctrico esq	Col. 2 MNAC	150	685
Ligações eléctricas tejadilho	Col. 2 MNAC	70	755

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06		Posto 2
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem da consola do motorista	Col. F	230	230
	Montagem do tablier	Col. F	200	430
	Aplicação do microswitch na tampa da panela de escape	Col. G	25	25
	Preparação + aplicação do óculo traseiro com quarto de banho	Col. G	75	100
	Aplicação microswitch na cava frente dir	Col. G	25	125
	Junta de união e vedação do tejadilho com traseira	Col. G	45	170
	Preparação, isolamento e remate dos ailerons dir + esq	Col. G	150	320
	Isolamento das folgas com fita e aplicação de primário dir + esq	Col. G	100	420
	Aplicação de cola preta nas folgas trás dir + esq	Col. G	30	450
	Isolamento das folgas com fita e aplicação de primário traseira	Col. G	10	460
	Aplicação de cola preta na janela traseira	Col. G	10	470
	Aplicação de vidro traseira (inclui chaços de madeira)	Col. G	20	490
	Aplicação de vidro trás dir (inclui calços e cola preta)	Col. G	45	535
	Aplicação de calços e cola preta nas 3 janelas grandes dir	Col. G	25	560
	Aplicação dos 3 vidros grandes dir	Col. G	90	650
	Aplicação dos 4 vidros grandes esq	Col. G	120	770
	Preparação para aplicação dos vidros laterais dir (inclui limpeza)	Col. H	15	15
	Aplicação de borracha nas janelas laterais frente	Col. H	10	25
	Aplicação de vidro traseira (inclui chaços de madeira)	Col. H	20	45
	Limpeza de cola no vidro traseira interior	Col. H	20	65
	Aplicação e limpeza de cola preta do vidro dir trás interior	Col. H	30	95
	Aplicação dos 3 vidros grandes dir	Col. H	90	185
	Aplicação dos 4 vidros grandes esq	Col. H	120	305

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 3	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Isolamento do volante na parte inferior	Col. I	40	40
	Montagem retrovisor dir + esq	Col. I	90	130
	Montagem das 2 traseiras interiores superiores juntas às condutas (actividade em conjunto)	Col. A	30	160
	Montagem do comando da porta, exterior trás	Col. B	40	40
	Colocação de 2 capas nas calhas sobre as condutas parte trás	Col. B	20	60
	Montagem dos portais das portas frente	Col. J	120	120
	Montagem dos portais da porta trás	Col. J	120	240
	Isolamento das folgas e aplicação de cola preta no vidro do motorista	Col. J	30	270
	Colagem das cornijas na porta frente	Col. J	80	350
	Montagem de 4 farolins (na traseira, 2 interiores + 2 exteriores)	Col. J	30	380
	Montagem de pisca lateral dir + esq	Col. J	10	390
	Montagem do elevador do vidro do motorista	Col. J	130	520
	Colagem das cornijas no vidro do motorista	Col. J	70	590
	Montagem do desembaciador	Col. 3 F.T.	200	200
	Pré-montagem do filtro do desembaciador	Col. 3 F.T.	50	250
	Montagem do filtro do desembaciador	Col. 3 F.T.	30	280
	Instalação eléctrica do quarto de banho	Col. 1 MNAC	110	110
	Passagem da instalação eléctrica da bagageira	Col. 3 MNAC	155	155
	Instalações eléctricas tablier e preparação eléctrica da chapa do tablier	Col. 3 MNAC	300	300
	Troca de fusíveis por disjuntores nos quadros eléctricos	Col. 3 MNAC	15	15
	Ligação eléctrica do desembaciador	Col. 3 MNAC	50	50
	Instalação e colocação da sonda eléctrica interior do tejadilho	Col. 3 MNAC	20	20
	Passagem eléctrica do botão da porta frente	Col. 3 MNAC	30	30
	Montagem dos carrinhos das baterias	Col. 3 MNAC	35	35
	Instalação de electro-válvulas no compressor (traseira)	Col. 3 MNAC	15	15
	Ligação de tomada de reboque	Col. 4 MNAC	15	15
	Ligação eléctrica das válvulas de stop	Col. 4 MNAC	50	65
	Montagem das 2 traseiras interiores superiores juntas às condutas (actividade em conjunto)	Col. D	30	30
	Montagem da traseira interior superior central com ventilador (actividade em conjunto)	Col. D	115	145
	Preparação do depósito do gasóleo	Col. K	15	15
	Aplicação do Ad-Blue	Col. K	35	50
	Aplicação depósito gasóleo	Col. K	30	80
	Montagem da traseira interior superior central com ventilador (actividade em conjunto)	Col. E	130	130
	Preparação e aplicação dos frisos pretos dos painéis laterais exteriores dir + esq (inclui remover chaços de madeira, limpeza, cortar frisos, aplicar cola)	Col. L	330	330
	Preparação e aplicação de cola preta no vidro traseira	Col. L	60	390
	Montagem do varão do tablier	Col. M	30	30
	Aplicação de fitas de remate das condutas (dir + esq, frente + trás)	Col. M	90	120
	Aplicação de 1 farmácia	Col. M	20	140

Dar primário nos 10 suportes do estore do pára-brisas	Col. M	20	160
Montagem dos 10 suportes do estore do pára-brisas	Col. M	45	205
Montagem do estore do pára-brisas	Col. M	20	225
Cortar calhas e capas interiores dos vidros laterais	Col. G	75	75
Montagem das calhas interiores dos vidros laterais dir + esq	Col. G	145	220
Colocação das 7 capas nas calhas interiores inferiores dos vidros laterais dir + esq	Col. G	25	245
Acerto (limar) e montagem das forras dos 5 pilares interiores dir + esq (inclui aplicar borrachas + montar suportes de martelos de emergência)	Col. G	120	365
Colocação das 5 capas nas calhas interiores superiores dos vidros dir + esq	Col. G	30	395
Montagem dos farolins na coxia	Col. G	60	455

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 4	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Pré-montagem do tablier	Col. N	360	360
	Montagem do mecanismo do fecho da grelha + montagem piscas frente + acerto pára-choques central + montagem 2 faróis	Col. N	200	560
	Acerto e montagem frente amovível + acerto e montagem grelha frente + montagem pára-choques central	Col. N	200	760
	Isolamento do volante na parte inferior	Col. I	40	40
	Alargar furos das buchas e aperto das guias das portas frente + trás	Col. I	20	60
	Cortar friso da porta frente	Col. I	15	75
	Colocação e furos das borrachas nas portas frente + trás	Col. I	50	125
	Montagem dos cilindros pneumáticos das portas frente + trás	Col. I	120	245
	Montagem e afinação porta trás + porta frente (inclui reflectores)	Col. I	140	385
	Aplicação friso inferior porta trás	Col. I	40	425
	Aplicação friso preto Serafim Marques porta trás	Col. I	20	445
	Aplicação friso porta frente	Col. I	25	470
	Quebra de parafusos no inferior + isolamento do estribo	Col. O	55	55
	Auxílio na montagem porta trás + porta frente	Col. O	25	80
	Pré-montagem 4 suportes do reboque	Col. O	30	110
	Montagem dos 4 suportes do reboque	Col. O	75	185
	Ligação e fixação dos convectores do aquecimento	Col. 2 FT	90	90
	Ligação das mangueiras do A/C ao compressor do A/C	Col. 2 FT	60	150
	Montagem dos 2 convectores + 3 topos + 2 emendas	Col. 2 FT	190	340
	Acerto das forras traseiras	Col. 1 T.E.	220	220
	Montagem 2 cantos trás + 2 pilares porta trás + resguardo do varão da porta trás.	Col. 1 T.E.	120	340
	Ligação eléctrica da gambiarra	Col. 4 MNAC	15	15
	Colocação dos bocais no depósito do gasóleo dir + esq	Col. K	100	100
	Abastecer depósito gasóleo	Col. K	5	105
	Pré-montagem dos 2 bocais do depósito do gasóleo	Col. K	25	130
	Montagem do reservatório do óleo da embraiagem	Col. K	25	155
	Preparação Ad-blue	Col. K	25	180
	Passagem do tubo do Ad-Blue para o motor	Col. K	45	225
	Pré-montagem quadro pneumático tampas bagageira	Col. K	30	255
	Aplicação quadro pneumático tampas bagageira	Col. K	15	270
	Ligação do circuito pneumático das tampas bagageira	Col. K	65	335
	Transporte de depósitos gasóleo + Ad-Blue	Col. K	10	345
	Passagem de tubo pneumático + montagem de válvula de desbloqueio do sistema de travagem trás	Col. K	30	375
	Passagens, ligações e isolamento de tubagens pneumáticas do quarto de banho	Col. K	240	615
	Montagem da chapa do tablier (inclui quadrante + painel do quadrante + ligações tubagens de ar)	Col. M	70	70
	Aplicação do tabuleiro do motorista	Col. M	10	80
	Preparação isolamento frente exterior	Col. M	40	120

Aplicação do isolamento da frente exterior	Col. M	75	195
Auxílio na montagem do tablier	Col. M	10	205
Montagem do estore do motorista	Col. M	75	280
Montagem do monitor (inclui acerto da fibra)	Col. M	120	400
Montagem retrovisor interior	Col. M	30	430
Montagem 2 focos frente interior superior + 1 foco trás int sup	Col. M	30	460
Montagem 2 tampas frente interior superior	Col. M	10	470
Aplicação da banana do tablier	Col. M	10	480
Ligação pneumática porta trás	Col. P	35	35
Pré-montagem válvulas de retenção p/ sistema de portas e tampas da bagageira	Col. P	20	55
Montagem de válvulas de retenção p/ sistema de portas e tampas da bagageira	Col. P	15	70
Ligação da buzina pneumática	Col. P	5	75
Montagem da válvula de desbloqueio do sistema de travagem, na frente (inclui fazer furo no chassis)	Col. P	15	90
Ligação pneumática da cadeira do motorista	Col. P	10	100
Ligação pneumática porta frente	Col. P	30	130
Ligação pneumática do travão de mão e da válvula de suspensão	Col. P	25	155
Ligação do quadro pneumático	Col. P	30	185
Aplicação anti-congelante + óleo direcção	Col. P	40	225
Vedar passagens pneumáticas	Col. P	10	235
Passagem de tubagem pneumática para quadro pneumático do travão de mão e da suspensão	Col. P	90	325
Montagem dos Ts de derivação de ar para portas, tampas bagageira, cadeira do motorista, W/C	Col. P	70	395

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06		Posto 5
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem da cozinha	Col. Q	140	140
	Montagem e remate do postiço do quarto de banho	Col. Q	180	320
	Aplicação de guarda-ventos nas 3 tampas da coxia	Col. Q	60	380
	Aplicação de fita inseal nas 5 tampas da coxia	Col. Q	45	425
	Montagem da tampa vertical da coxia (trás)	Col. Q	15	440
	Montagem da tampa do comando de emergência interior	Col. Q	20	460
	Montagem do varão trás	Col. Q	60	520
	Colagem forra vidro trás interior	Col. Q	10	530
	Montagem das 2 forras de separadores de bancos (laterais)	Col. Q	15	545
	Montagem 3 tapa-pernas	Col. Q	75	620
	Montagem 2 asas junto à porta trás	Col. Q	20	640
	Selagem + montagem das tampas interiores sobre os amortecedores da frente	Col. Q	30	670
	Montagem 5 pegas de cortinas + 2 martelos	Col. Q	30	700
	Pré-montagem dos separadores dos bancos traseiros	Col. Q	30	730
	Montagem dos separadores dos bancos traseiros	Col. Q	15	745
	Aplicação do banco do guia	Col. Q	15	760
	Aspirar condutas	Col. Q	35	795
	Pré-montagem da cozinha	Col. Q	180	975
	Montagem do espelho na conduta trás	Col. Q	15	990
	Isolamento para vedação dos topos das instalações eléctricas e tubagens da bagageira	Col. R	20	20
	Afinação das tampas com fechos (4 tampas esq + 3 dir)	Col. R	45	65
	Vedação e blindagem na bagageira frente + trás	Col. R	60	125
	Montagem da blindagem do Ad-Blue	Col. R	90	215
	Montagem das blindagens das 4 tampas bagageira	Col. R	20	235
	Montagem da tampa de acesso ao depósito Ad-Blue	Col. R	20	255
	Preparação da fibra de protecção da tubagem do A/C	Col. R	20	275
	Montagem da fibra de protecção da tubagem do A/C	Col. R	15	290
	Pré-montagem da blindagem entre quadro eléctrico esq e blindagem central da bagageira	Col. R	30	320
	Montagem da blindagem entre quadro eléctrico esq e blindagem central da bagageira	Col. R	10	330
	Montagem do engate do fecho do quadro eléctrico esq	Col. R	5	335
	Vedação compartimento Ad-Blue + 4 cavas + tampa do radiador + tampa da panela de escape	Col. R	50	385
	Pré-montagem das escovas do pára-brisas	Col. R	5	390
	Montagem e afinação das escovas do pára-brisas	Col. R	40	430
	Colocação de tapa-furos no topo da bagageira (trás)	Col. R	5	435
	Acabamento do isolamento do estribo junto à panela de escape	Col. R	15	450
	Pré-montagem do suporte do extintor	Col. R	10	460
	Montagem do suporte do extintor e aplicação do extintor	Col. R	10	470
	Preparação das blindagens da bagageira	Col. R	15	485
	Montagem das forras traseiras	Col. 2 T.E.	100	100
	Montagem da forra na parte superior do pára-brisas	Col. 2 T.E.	30	130
	Montagem da forra do estore do pára-brisas	Col. 2 T.E.	30	160
	Acerto e montagem da forra da geleira + consola	Col. 2 T.E.	70	230
	Acerto da forra do estore do pára-brisas	Col. 2 T.E.	20	250

Acerto das forras dos 2 pilares interiores do pára-brisas	Col. 2 T.E.	40	290
Montagem das forras dos 2 pilares interiores do pára-brisas	Col. 2 T.E.	40	330
Montagem da forra do varão da porta da frente	Col. 2 T.E.	10	340
Amarrar e ligar cabos do A/C na traseira	Col. 5 MNAC	15	15
Colocação de rela na tampa estribo frente + na tampa junto ao estribo trás (inclui limar)	Col. 5MNAC	10	25
Ligação da luz do guia	Col. 5MNAC	10	35
Criar vácuo e dar gás nos tubos do A/C	Col. 2 FT	5	5
Montagem do topo do convector trás dir	Col. 2 FT	5	10
Aplicação de napas nos pedais	Col. S	30	30
Furação frente interior + asa junto à porta frente	Col. S	85	115
Montagem da geleira + grelha extracção de ar no estribo frente	Col. S	40	155
Montagem do aro do fole da manete das velocidades	Col. S	10	165
Alinhamento e furação para banco do motorista	Col. S	20	185
Montagem das blindagens nas cavas frente dir + esq	Col. S	120	305
Aplicação cortinas dir + esq	Col. S	40	345
Pré-montagem das mesas nos 3 tapa-pernas	Col. S	90	435
Sangrar embraiagem (actividade em conjunto)	Col. P	25	25

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 6	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Colocação dos bancos	Col. 1 CACP	40	40
	Numeração dos bancos	Col. 1 CACP	20	60
	Pré-montagem do suporte do extintor	Col. R	10	10
	Montagem do suporte do extintor e aplicação do extintor	Col. R	10	20
	Aplicação e ligação de 2 sondas dos bancos	Col. 5 MNAC	45	45
	Abastecer depósito Ad-Blue	Col. K	5	5
	Acerto do suporte do travão de mão	Col. M	20	20
	Montagem do travão de mão	Col. M	45	65
	Afinação do porta-luvas	Col. T	20	20
	Afinação do quadrante	Col. T	10	30
	Afinação da tampa do estribo	Col. T	30	60
	Fixação das varetas do estore do motorista	Col. T	5	65
	Fixação do ventilador	Col. T	5	70
	Montagem do banco do motorista + montagem microfone no banco do motorista + colocação da chapa anti-fogo na 1ª coxia	Col. T	45	115
	Montagem e afinação da tampa junto ao estribo trás	Col. T	15	130
	Montagem da forra do comando emergência interior trás	Col. T	40	170
	Colagem com fita 3M de 4 cocas (2 em cada porta)	Col. T	30	200
	Colocação dos bancos	Col. 2 CACP	40	40
	Aperto dos bancos	Col. 2 CACP	110	150

**ANEXO C: Folhas Normalizadas de Trabalho – Novos Standards
(Secção de Acabamentos)**

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 1	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Acerto dos painéis laterais interiores	Col. 1	40	40
	Cortar frisos dos painéis laterais interiores		20	60
	Montagem dos frisos no painel interior dir + esq		20	80
	Aplicação de cola na estrutura interior dir + esq do painel + aplicação de fita inseal		30	110
	Aplicação de fita inseal no tejadilho interior		10	120
	Aplicação de cola no interior do tejadilho + aplicação de fita 3 medual lock		40	160
	Aplicação da estrutura de suporte das grelhas do a/c		15	175
	Montagem dos painéis laterais interiores		65	240
	Colocação caixas A/C		20	260
	Preparação das condutas		40	300
	Montagem da frente interior superior (actividade em conjunto)		15	315
	Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)		15	330
	Montagem das duas condutas (actividade em conjunto)		100	430
	Pré-montagem da traseira interior superior		20	450
	Montagem traseira interior superior (actividade em conjunto)		60	510
	Aplicação de pala no interior da roda frente dir + esq		90	600
	Colocação do aro no ventilador		10	610
	Montagem das 2 traseiras interiores superiores juntas às condutas (actividade em conjunto)		30	640
	Revestimento e preparação de tampinhas da tampa traseira	Col. 2	30	30
	Montagem dos fechos na tampa traseira		40	70
	Aplicação de esponjas na tampa traseira interior e montagem das blindagens		30	100
	Aplicação de cola preta no interior da tampa traseira		20	120
	Montagem dos comandos das portas, 2 exteriores + 1 interior		120	240
	Montagem do kit escovas		180	420
	Montagem 2 pinos do fecho da tampa traseira		25	445
	Montagem de fechos nas 2 tampas bagageira e acerto das blindagens dir		80	525
	Colagem de micro-switchs nas 4 tampas da bagageira		15	540
	Afiação das escovas		15	555
	Montagem de fechos nas 2 tampas bagageira e acerto das blindagens esq		80	635
	Montagem dos 5 fechos na cava frente esq + 1 na porta do compartimento sob condutor		90	725
	Montagem 4 fechos na cava frente dir		40	765
	Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)		50	815
	Montagem do comando da porta, exterior trás		40	855
	Colocação de 2 capas nas calhas sobre as condutas parte trás		20	875
	Montagem do caixilho do motorista	Col. 3	320	320
	Colagem do vidro do motorista		45	365
	Pintura do caixilho interior da porta do motorista		10	375
	Preparação (no carro) para colocação do pára-brisas (acerto + isolar com fita + dar primário)		55	430
	Preparação do pára-brisas para colocação do mesmo		25	455

Preparação e montagem de 2 faróis frente superior		30	485
Montagem topos de vedação das 5 tampas dir		15	500
Colocação do vio no pára-brisas		30	530
Montagem topos de vedação das 5 tampas esq		15	545
Colocação de borracha no pára-brisas depois de montado		55	600
Montagem do pára-brisas		270	870
Preparação para forrar bacalhaus esq + dir (regularização de superfícies + colagem)	Col. 4	40	40
Aplicação de cola no bacalhau esq e colagem do forro		45	85
Aplicação de cola no bacalhau dir e colagem do forro		45	130
Aplicação cola nas laterais interiores da estrutura e forrar dir + esq		60	190
Regularização de superfície da traseira interior		5	195
Cortar alcatifa		10	205
Colagem da alcatifa na traseira interior		15	220
Vedar os 2 cantos da traseira interior		45	265
Preparação do ventilador (desengordurar + aplicar fita)		10	275
Montagem do ventilador		60	335
Colocação caixas A/C		30	365
Pré-montagem da frente interior		130	495
Remover a fita do ventilador		10	505
Montagem da frente interior superior (actividade em conjunto)		15	520
Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)		15	535
Montagem das duas condutas (actividade em conjunto)		120	655
Montagem traseira interior superior (actividade em conjunto)		85	740
Montagem do tejadilho (inclui plafoniers + grelhas A/C)		130	870
Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)		50	920
Montagem de 4 farolins de presença	Col. 5	30	30
Montagem de 4 farolins e colocação de tampas na traseira		55	85
Preparação e montagem da cinta		15	100
Aplicação de guarda-ventos nas 4 tampas lado dir		40	140
Aplicação de guarda-ventos nas 5 tampas lado esq		50	190
Preparação das condutas		60	250
Montagem suporte de fecho tampas bagageira dir + esq		25	275
Transporte das 2 condutas (actividade em conjunto)		15	290
Montagem grelha na tampa dir + esq trás (radiador + escape) + montagem suporte tirante nas 3 tampas laterais trás		45	335
Aplicação fecho da tampa do quadro eléctrico		15	350
Acerto e vedação do funil do gasóleo dir + esq		80	430
Preparação para forrar espaçadores das condutas		30	460
Aplicação de cola no tejadilho		25	485
Colocação das capas nas condutas (inclui cortar + aplicar fita inseal)		50	535
Montagem da traseira interior superior central com ventilador (actividade em conjunto)		130	665
Aplicação do guarda-vento na traseira		10	675
Pré-montagem das mesas da bagageira		20	695
Montagem das mesas da bagageira		100	795
Colocação grelha parte traseira		50	845
Colocação dos farolins da matrícula		15	860
Montagem de tubagens do a/c e aquecimento	F.T. Col. 1	240	240
Montagem da tubagem do a/c e aquecimento	F.T. Col. 2	240	240
Instalações eléctricas traseira	MNAC Col. 1	350	350
Instalação eléctrica frente	MNAC Col. 2	335	335
Ligações no quadro eléctrico dir		60	395
Preparação (no carro) do quadro eléctrico esq		140	535
Ligação do quadro eléctrico esq		150	685
Ligações eléctricas tejadilho		70	755

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06		Posto 2
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana)		
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem da consola do motorista	Col. 1	230	230
	Montagem do tablier		200	430
	Preparação para aplicação dos vidros laterais dir (inclui limpeza)		15	445
	Aplicação de borracha nas janelas laterais frente		10	455
	Aplicação de vidro traseira (inclui chaços de madeira)		20	475
	Limpeza de cola no vidro traseira interior		20	495
	Aplicação e limpeza de cola preta do vidro dir trás interior		30	525
	Aplicação dos 3 vidros grandes dir		90	615
	Aplicação dos 4 vidros grandes esq		120	735
	Aplicação do microswitch na tampa da panela de escape	Col. 2	25	25
	Preparação + aplicação do óculo traseiro com quarto de banho		75	100
	Aplicação microswitch na cava frente dir		25	125
	Junta de união e vedação do tejadilho com traseira		45	170
	Preparação, isolamento e remate dos ailerons dir + esq		150	320
	Isolamento das folgas com fita e aplicação de primário dir + esq		100	420
	Aplicação de cola preta nas folgas trás dir + esq		30	450
	Isolamento das folgas com fita e aplicação de primário traseira		10	460
	Aplicação de cola preta na janela traseira		10	470
	Aplicação de vidro traseira (inclui chaços de madeira)		20	490
	Aplicação de vidro trás dir (inclui calços e cola preta)		45	535
	Aplicação de calços e cola preta nas 3 janelas grandes dir		25	560
	Aplicação dos 3 vidros grandes dir		90	650
	Aplicação dos 4 vidros grandes esq		120	770

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 3	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefa	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem dos portais das portas frente	Col. 1	120	120
	Montagem dos portais da porta trás		120	240
	Isolamento das folgas e aplicação de cola preta no vidro do motorista		30	270
	Colagem das cornijas na porta frente		80	350
	Montagem de 4 farolins (na traseira, 2 interiores + 2 exteriores)		30	380
	Montagem de pisca lateral dir + esq		10	390
	Montagem do elevador do vidro do motorista		130	520
	Colagem das cornijas no vidro do motorista		70	590
	Montagem do varão do tablier	Col. 2	30	30
	Aplicação de fitas de remate das condutas (dir + esq, frente + trás)		90	120
	Aplicação de 1 farmácia		20	140
	Dar primário nos 10 suportes do estore do pára-brisas		20	160
	Montagem dos 10 suportes do estore do pára-brisas		45	205
	Montagem do estore do pára-brisas		20	225
	Montagem da chapa do tablier (inclui quadrante + painel do quadrante + ligações tubagens de ar)		70	295
	Aplicação do tabuleiro do motorista		10	305
	Preparação isolamento frente exterior		40	345
	Aplicação do isolamento da frente exterior		75	420
	Auxílio na montagem do tablier		10	430
	Montagem do estore do motorista		75	505
	Montagem do monitor (inclui acerto da fibra)		120	625
	Montagem retrovisor interior		30	655
	Montagem 2 focos frente interior superior + 1 foco trás int sup		30	685
	Montagem 2 tampas frente interior superior		10	695
	Aplicação da banana do tablier		10	705
	Acerto do suporte do travão de mão		20	725
	Montagem do travão de mão		45	770
	Cortar calhas e capas interiores dos vidros laterais	Col. 3	75	75
	Montagem das calhas interiores dos vidros laterais dir + esq		145	220
	Colocação das 7 capas nas calhas interiores inferiores dos vidros laterais dir + esq		25	245
	Acerto (limar) e montagem das forras dos 5 pilares interiores dir + esq (inclui aplicar borrachas + montar suportes de martelos de emergência)		120	365
	Colocação das 5 capas nas calhas interiores superiores dos vidros dir + esq		30	395
	Montagem dos farolins na coxia		60	455
	Preparação e aplicação dos frisos pretos dos painéis laterais exteriores dir + esq (inclui remover chaços de madeira, limpeza, cortar frisos, aplicar cola)		330	785
	Preparação e aplicação de cola preta no vidro traseira		60	845

Montagem do varão do tablier	Col. 4	30	30
Aplicação de fitas de remate das condutas (dir + esq, frente + trás)		90	120
Aplicação de 1 farmácia		20	140
Dar primário nos 10 suportes do estore do pára-brisas		20	160
Montagem dos 10 suportes do estore do pára-brisas		45	205
Montagem do estore do pára-brisas		20	225
Montagem da chapa do tablier (inclui quadrante + painel do quadrante + ligações tubagens de ar)		70	295
Aplicação do tabuleiro do motorista		10	305
Preparação isolamento frente exterior		40	345
Aplicação do isolamento da frente exterior		75	420
Auxílio na montagem do tablier		10	430
Montagem do estore do motorista		75	505
Montagem do monitor (inclui acerto da fibra)		120	625
Montagem retrovisor interior		30	655
Montagem 2 focos frente interior superior + 1 foco trás int sup		30	685
Montagem 2 tampas frente interior superior		10	695
Aplicação da banana do tablier		10	705
Acerto do suporte do travão de mão		20	725
Montagem do travão de mão		45	770
Montagem do desembaciador	F.T. Col. 1	200	200
Pré-montagem do filtro do desembaciador		50	250
Montagem do filtro do desembaciador		30	280
Passagem da instalação eléctrica da bagageira	MNAC Col. 1	155	155
Instalações eléctricas tablier e preparação eléctrica da chapa do tablier		300	455
Troca de fusíveis por disjuntores nos quadros eléctricos		15	470
Ligação eléctrica do desembaciador		50	520
Instalação e colocação da sonda eléctrica interior do tejadilho		20	540
Passagem eléctrica do botão da porta frente		30	570
Montagem dos carrinhos das baterias		35	605
Instalação de electro-válvulas no compressor (traseira)		15	620
Ligação eléctrica da gambiarra		15	635
Instalação eléctrica do quarto de banho		110	745
Ligação de tomada de reboque		15	760
Ligação eléctrica das válvulas de stop		50	810

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 4	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefa	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem do mecanismo do fecho da grelha + montagem piscas frente + acerto pára-choques central + montagem 2 faróis	Col. 1	200	200
	Acerto e montagem frente amovível + acerto e montagem grelha frente + montagem pára-choques central		200	400
	Pré-montagem do tablier		360	760
	Isolamento do volante na parte inferior	Col. 2	40	40
	Montagem retrovisor dir + esq		90	130
	Isolamento do volante na parte inferior		40	170
	Alargar furos das buchas e aperto das guias das portas frente + trás		20	190
	Cortar friso da porta frente		15	205
	Colocação e furos das borrachas nas portas frente + trás		50	255
	Montagem dos cilindros pneumáticos das portas frente + trás		120	375
	Montagem e afinação porta trás + porta frente (inclui reflectores)		140	515
	Aplicação friso inferior porta trás		40	555
	Aplicação friso preto Serafim Marques porta trás		20	575
	Aplicação friso porta frente		25	600
	Quebra de parafusos no inferior + isolamento do estribo		55	655
	Auxílio na montagem porta trás + porta frente		25	680
	Pré-montagem 4 suportes do reboque		30	710
	Montagem dos 4 suportes do reboque		75	785
	Preparação do depósito do gasóleo	Col. 3	15	15
	Aplicação do Ad-Blue		35	50
	Aplicação depósito gasóleo		30	80
	Colocação dos bocais no depósito do gasóleo dir + esq		100	180
	Abastecer depósito gasóleo		5	185
	Pré-montagem dos 2 bocais do depósito do gasóleo		25	210
	Montagem do reservatório do óleo da embraiagem		25	235
	Preparação Ad-Blue		25	260
	Passagem do tubo do Ad-Blue para o motor		45	305
	Pré-montagem quadro pneumático tampas bagageira		30	335
	Aplicação quadro pneumático tampas bagageira		15	350
	Ligação do circuito pneumático das tampas bagageira		65	415
	Transporte de depósitos gasóleo + Ad-Blue		10	425
	Passagem de tubo pneumático + montagem de válvula de desbloqueio do sistema de travagem trás		30	455
	Sangrar embraiagem (actividade em conjunto)		25	445
	Passagens, ligações e isolamento de tubagens pneumáticas do quarto de banho		240	695
	Abastecer depósito Ad-Blue		5	700
	Ligação pneumática porta trás	Col. 4	35	35
	Pré-montagem válvulas de retenção p/ sistema de portas e tampas da bagageira		20	55
	Montagem de válvulas de retenção p/ sistema de portas e tampas da bagageira		15	70
	Ligação da buzina pneumática		5	75
	Montagem da válvula de desbloqueio do sistema de travagem, na frente (inclui fazer furo no chassis)		15	90

Ligação pneumática da cadeira do motorista		10	100
Ligação pneumática porta frente		30	130
Ligação pneumática do travão de mão e da válvula de suspensão		25	155
Ligação do quadro pneumático		30	185
Aplicação anti-congelante + óleo direcção		40	225
Vedar passagens pneumáticas		10	235
Passagem de tubagem pneumática para quadro pneumático do travão de mão e da suspensão		90	325
Montagem dos Ts de derivação de ar para portas, tampas bagageira, cadeira do motorista, W/C		70	395
Sangrar embraiagem (actividade em conjunto)		25	420
Ligação e fixação dos convectores do aquecimento	F.T. Col. 1	90	90
Ligação das mangueiras do A/C ao compressor do A/C		60	150
Montagem dos 2 convectores + 3 topos + 2 emendas		190	340
Acerto das forras traseiras	T.E. Col. 1	220	220
Montagem 2 cantos trás + 2 pilares porta trás + resguardo do varão da porta trás.		120	340
Montagem das forras traseiras	T.E. Col. 2	100	100
Montagem da forra na parte superior do pára-brisas		30	130
Montagem da forra do estore do pára-brisas		30	160
Acerto e montagem da forra da geleira + consola		70	230
Acerto da forra do estore do pára-brisas		20	250
Acerto das forras dos 2 pilares interiores do pára-brisas		40	290
Montagem das forras dos 2 pilares interiores do pára-brisas		40	330
Montagem da forra do varão da porta da frente		10	340

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 06	Posto 5	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefa	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Montagem e remate do postiço do quarto de banho	Col. 1	180	180
	Aplicação de guarda-ventos nas 3 tampas da coxia		60	240
	Aplicação de fita inseal nas 5 tampas da coxia		45	285
	Montagem da tampa vertical da coxia (trás)		15	300
	Montagem da tampa do comando de emergência interior		20	320
	Montagem do varão trás		60	380
	Colagem forra vidro trás interior		10	390
	Montagem das 2 forras de separadores de bancos (laterais)		15	405
	Montagem 3 tapa-pernas		75	480
	Montagem 2 asas junto à porta trás		20	500
	Selagem + montagem das tampas interiores sobre os amortecedores da frente		30	530
	Montagem 5 pegas de cortinas + 2 martelos		30	560
	Pré-montagem dos separadores dos bancos traseiros		30	590
	Montagem dos separadores dos bancos traseiros		15	605
	Aplicação do banco do guia		15	620
	Aspirar condutas		35	655
	Montagem da cozinha		140	795
	Montagem do espelho na conduta trás		15	810
	Isolamento para vedação dos topos das instalações eléctricas e tubagens da bagageira	Col. 2	20	20
	Pré-montagem da cozinha		180	200
	Afinação das tampas com fechos (4 tampas esq + 3 dir)		45	245
	Vedação e blindagem na bagageira frente + trás		60	305
	Montagem da blindagem do Ad-Blue		90	395
	Montagem das blindagens das 4 tampas bagageira		20	415
	Montagem da tampa de acesso ao depósito Ad-Blue		20	435
	Preparação da fibra de protecção da tubagem do A/C		20	455
	Montagem da fibra de protecção da tubagem do A/C		15	470
	Pré-montagem da blindagem entre quadro eléctrico esq e blindagem central da bagageira		30	500
	Montagem da blindagem entre quadro eléctrico esq e blindagem central da bagageira		10	510
	Montagem do engate do fecho do quadro eléctrico esq		5	515
	Vedação compartimento Ad-Blue + 4 cavas + tampa do radiador + tampa da panela de escape		50	565
	Pré-montagem das escovas do pára-brisas		5	570
	Montagem e afinação das escovas do pára-brisas		40	610
	Colocação de tapa-furos no topo da bagageira (trás)		5	615
	Acabamento do isolamento do estribo junto à panela de escape		15	630
	Pré-montagem do suporte do extintor		10	640
	Montagem do suporte do extintor e aplicação do extintor		10	650
	Pré-montagem do suporte do extintor		10	660
	Montagem do suporte do extintor e aplicação do extintor		10	670
	Preparação das blindagens da bagageira		15	685
	Montagem do topo do convector trás dir	Col. 3	5	5
	Aplicação de napas nos pedais		30	35
	Furação frente interior + asa junto à porta frente		85	120

Montagem da geleira + grelha extracção de ar no estribo frente		40	160
Montagem do aro do fole da manete das velocidades		10	170
Alinhamento e furação para banco do motorista		20	190
Montagem das blindagens nas cavas frente dir + esq		120	310
Aplicação cortinas dir + esq		40	350
Pré-montagem das mesas nos 3 tapa-pernas		90	440
Afinação do porta-luvas	Col. 4	20	20
Afinação do quadrante		10	30
Afinação da tampa do estribo		30	60
Fixação das varetas do estore do motorista		5	65
Fixação do ventilador		5	70
Montagem do banco do motorista + montagem microfone no banco do motorista + colocação da chapa anti-fogo na 1ª coxia		45	115
Montagem e afinação da tampa junto ao estribo trás		15	130
Montagem da forra do comando emergência interior trás		40	170
Colagem com fita 3M de 4 cocas (2 em cada porta)		30	200
Amarrar e ligar cabos do A/C na traseira	MNAC Col. 1	15	15
Colocação de rela na tampa estribo frente + na tampa junto ao estribo trás (inclui limar)		10	25
Ligação da luz do guia		10	35
Aplicação e ligação de 2 sondas dos bancos		45	80
Criar vácuo e dar gás nos tubos do A/C	F.T. Col. 1	5	5
Colocação dos bancos	CACP Col. 1	80	80
Numeração dos bancos		20	100
Aperto dos bancos		110	210

ANEXO D: Standards da Junção do Remate da Primeira Fase de Pintura com a Segunda Fase da Inspeção Inferior

FOLHA NORMALIZADA DE TRABALHO		Secção 04	Remate + 2ª Insp. Inf.	
Modelo: Tourino		Cadência: 2,5 carros/semana		
N.º	Tarefa	Colaboradores	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)
	Isolar carro	Col. 1 + Col. 2	95	
	Deslocar + subir autocarro	Col. 1 + Col. 2	25	
	Dar preto + colas	Col. 1	15	
	FT90	Col. 1	70	
	Dinol fino	Col. 2	15	
	Cravar buchas e montar palas	Col. 3 + Col. 4	40	
	Isolar estribo	Col. 2	40	
	Dinol bagageira	Col. 2	20	
	FT90 com autocarro em baixo	Col. 1	20	
	Deslocar o carro para estufa	Col. 1 + Col. 2	5	
	Retrovisores + testa do "H"	Col. 1 + Col. 2	35	
	Levar calor		60	
	Preparação para rematar	Col. 1 + Col. 2	30	
	Rematar	Col. 1 + Col. 2	60	
	Levar calor		60	

ANEXO E: Folhas Normalizadas de Trabalho – Situação Inicial (Secção de Preparação para Entrega)

FOLHA DE CRONOMETRAGEM DE STANDARDS			Secção 10
N.º	Tarefas	Colaboradores	Tempo (min)
	Montagem dos componentes da porta da frente e afinação	Col. A	100
	Detecção e resolução de avarias electrónicas e parametrizações	Col. B	140
	Montagem e afinação dos fechos cava frente esq e do compartimento sob o motorista	Col. C	40
	Montagem e afinação dos fechos das 2 tampas bagageira esq	Col. C	20
	Montagem do reflector da tampa do filtro + montagem dos limitadores das tampas do filtro e do radiador	Col. C	10
	Aplicação dos guardas-vento na cava trás esq + tampas filtro do ar + radiador	Col. C	5
	Acerto dos buracos da chapa de teste da cava trás esq	Col. C	5
	Aplicação do bibo no lado esq	Col. C	30
	Colagem dos 2 diagramas dos quadros eléctricos	Col. C	10
	Montagem dos reflectores e farolins do pára-choques trás	Col. C	20
	Montagem e afinação do fecho da tampa traseira	Col. C	15
	Acabamento final de pintura na frente	Col. D	60
	Montagem dos componentes da porta trás	Col. C	10
	Montagem do limitador da tampa da panela de escape + aplicação do guarda-vento na tampa da panela de escape e na cava trás dir	Col. C	10
	Montagem dos fechos das tampas bagageira dir	Col. C	20
	Acabamento final de pintura nas cavas + tampas da bagageira + porta da frente	Col. D	180
	Aplicação do bibo no lado dir	Col. C	30
	Montagem farolins traseira	Col. C	20
	Montagem piscas frente	Col. C	10
	Focagem dos faróis	Col. C	5
	Colagem dos 2 diagramas no compartimento sob o motorista	Col. C	10
	Montagem das cocas dos retrovisores exteriores	Col. C	10
	Selagem (com arame) dos martelos	Col. C	10
	Selagem (com arame) do ventilador	Col. C	5
	Aplicação das carapuças dos conjuntos ar/luz	Col. C	20
	Aplicação do autocolantes da suspensão + aplicação do tubo de enchimento na zona do pneu suplente	Col. A	5
	Passagem do macho nas tampas da cochia	Col. A	20
	Afinação da porta trás	Col. A	60
	Selagem das juntas do compartimento Ad-Blue	Col. C	20
	Limpeza interior	Col. E	440
	Acabamento final pintura traseira	Col. F	120
	Acabamento final pintura tampa panela escape	Col. F	30
	Montagem do limitador da consola do tacógrafo	Col. G	5
	Acabamento final pintura porta trás	Col. F	30
	Acabamento final pintura interior bagageira	Col. D	50

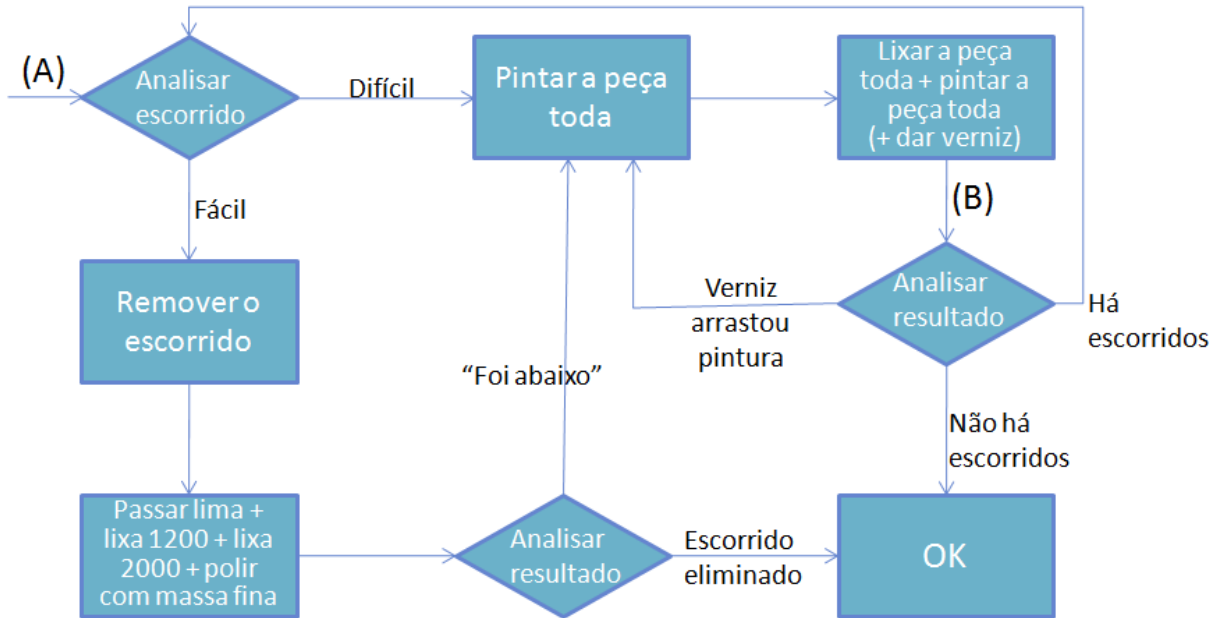
Cumprimento do relatório	Col. F	20
Pré-montagem da base para calço de madeira na bagageira	Col. C	10
Cumprimento do relatório	Col. D	10
Aperto e selagem das 2 cavas trás + 3 tampas trás	Col. C	30
Limpeza vidros exteriores	Col. F	100
Limpeza dos 4 pneus	Col. D	30
Montagem das escovas do pára-brisas	Col. C	15
Montagem de base para calço de madeira na bagageira e aplicação dos tampões na bagageira	Col. C	15
Aplicação do pneu suplente (actividade em conjunto)	Col. D	10
Aplicação do pneu suplente (actividade em conjunto)	Col. E	10
Acabamento final pintura tejadilho	Col. D	30
Montagem do espelho na bagageira	Col. H	40
Programação do ESP	Col. B	10
Selagens no interior do W/C	Col. G	35
Aplicação das borrachas nos 4 suportes do esquis	Col. C	10
Aplicação do guarda-vento na traseira	Col. C	5
Montagem dos acessórios do W/C	Col. G	15
Afinação porta W/C	Col. G	30
Verificação de montagem do suporte do reboque	Col. C	20
Cumprimento do relatório	Col. A	60
Afinação dos esguichos das escovas do pára-brisas + selagem de confirmação das escovas	Col. A	10
Aplicação dos tapetes	Col. E	10
Aplicação de autocolantes interior + exterior	Col. E	60
Colagem e acerto da borracha do pára-brisas	Col. A	50
Aplicação de vinis (actividade em conjunto)	Col. 1 Vinilforma	170
Aplicação de vinis (actividade em conjunto)	Col. 2 Vinilforma	170
Acabamento final de pintura das tampas do radiador e de extracção do ar	Col. F	40

ANEXO F: Produtividade nas Secções de Acabamentos e de Preparação para Entrega

Colaboradores	Situação inicial		Situação actual	
	Nº de colaboradores	Nº de horas	Nº de colaboradores	Nº de horas
Secções 06 + 10	22	352	20	320
Bancos	1	16	1	16
Estofadores		41		41
		409		377

Observações: Uma vez que os estofadores realizam tarefas para outras linhas de produção, o número de horas dos estofadores é um dado de tempo de trabalho real, obtido através do sistema informático, imputado ao Tourino.

ANEXO G: Eliminação de Escorridos



Observações: Esquema para mono-camada e metalizados.
 É menos provável haver escorridos em (B) do que em (A).
 Nos metalizados, a 1ª mão de verniz pode arrastar a pintura.

ANEXO H: Primeira Fase de Pintura com Operação de Rectificações

Turno	Operação
1º	REGULARIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES
2º	SUBCAPA
3º	1ª FASE INSPECÇÃO INFERIOR
1º	LIXAGEM
2º	ESMALTAGEM
3º	
1º	2ª FASE INSPECÇÃO INFERIOR + REMATE
2º	RECTIFICAÇÕES
3º	(RECTIFICAÇÕES)

ANEXO I: Produtividade na Secção de Pintura

	Operações	Situação inicial		Alteração confirmada	
		Nº de colaboradores	Nº de horas	Nº de colaboradores	Nº de horas
1ª fase de pintura	Estrutura		20		20
	Primário	1	8	1	8
	Regularização de superfícies	3	24	3	24
	Subcapa	1	8	1	8
	Inspeção Inferior	1	8	1	8
	Lixagem	4	32	4	32
	Esmaltagem	2	16	2	16
	Inspeção Inferior II + Remate	2	16	2	16
	Rectificações	-	-	1	8
Pintura após Acabamentos	Rectificações II	5	40	3	24
	Esmaltagem II	2	16	1	8
	Remate II	3	24	3	24
	Posto 6	1	8	1	8
	Posto 6	1	8	1	8
	Posto 7	1	8	1	8
	Posto 7	1	8	1	8
			244		228

	Operações	Alteração actualmente a ser testada	
		Nº de colaboradores	Nº de horas
1ª fase de pintura	Estrutura		20
	Primário	1	8
	Regularização de superfícies	3	24
	Subcapa	1	8
	Inspeção Inferior I	1	8
	Lixagem	4	32
	Esmaltagem	2	16
	Inspeção Inferior II + Remate	2	16
	Rectificações	1	8
Pintura após Acabamentos	Posto 6	3	24
	Esmaltagem II	1	8
	Posto 6	3	24
	Posto 7	1	8
	Posto 7	1	8
			212

Observações: O número de horas imputadas à pintura da estrutura foi retirado do sistema informático.

