

Organização dos Fluxos de Informação e Materiais na Produção

Ana Filipa Pinto Tavares

Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. António Miguel Gomes



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2016-07-04

“As pessoas não fazem viagens, as viagens fazem pessoas”

John Steinbeck

Resumo

Numa economia global complexa e com níveis acrescidos de concorrência nacional e internacional, as empresas ganham uma nova dimensão estratégica. O modelo tradicional de criação de valor alterou-se e é necessária uma procura constante pela melhoria de processos e procedimentos, sustentada em conhecimentos, numa cultura dinâmica de participação efetiva e partilha mútua, numa lógica de articulação permanente com universidades.

Foi neste contexto que o presente trabalho académico se desenvolveu em parceria com a CaetanoBus, prestigiada produtora nacional de carroçarias de autocarro.

Com este projeto, focado particularmente na secção metalomecânica da fábrica, procurou-se organizar o fluxo de materiais e de informação através da melhoria de processos, reorganização de espaços, melhoria das condições de trabalho, eliminação de desperdícios e efetivação de melhorias na identificação de materiais e tarefas. Por outro lado, procurou-se uma melhor articulação com outros departamentos para garantir a eficácia das melhorias implementadas.

Foram utilizadas ferramentas como mapeamento de processos e de fluxos, metodologias como 5S, sempre numa abordagem de acompanhamento no chão de fábrica e constante diálogo com os colaboradores, que foram incluídos em todas as fases do projeto.

À medida que os resultados vão sendo visíveis, e sentidos, criam-se aliados na organização. Os processos vão sendo geridos envolvendo e responsabilizando, induzindo trajetórias positivas crescentes, desafiando para encontrar novas áreas de introdução de eficiência para acompanhar a evolução constante à nossa volta.

Os objetivos propostos para este trabalho foram cumpridos, alcançando-se melhorias notáveis, sendo também importante a redefinição de parâmetros no ERP para tornar os processos mais robustos e à prova de erro.

Palavras-chave: Fluxo de Informação, Fluxo de Materiais, Produção *Lean*, *Layouts*

Information and Material Flows in Production

Abstract

In today's global world, complex global economy and increased levels of national and international competition, companies gain a new strategic dimension. The traditional model of value creation has changed and, in the search for continuous improvement and innovation of processes and procedures, generating knowledge transfer between universities and industry is crucial to maintain and enhance competitiveness.

This academic work was developed in a partnership with CaetanoBus, a prestigious national producer of bus bodies with worldwide presence.

This project focused particularly on a production unit of the factory. The main purpose was to organize the materials and information flows through improved processes, reorganization of spaces, improvement of working conditions, elimination of wastes and the improvement of the identification of materials and manufacturing process stages. Furthermore, the cooperation with other departments was sought as to ensure the effectiveness of the implemented improvements.

An in-depth understanding of the processes developed in the factory unit was necessary. This was achieved through direct observation of work processes and fact-based information that comes from the workers. Walks along the shop floor were approached from a place of dialogue and mutual respect and interest in making things better.

Tools such as process and flow mapping were used to assess the current state and evaluate possible improvements; methodologies such as 5S were applied; workers were included at all stages of the project, encouraging responsibility and involvement in finding new areas for efficiency growth.

The proposed goals for this project have been met. Remarkable improvements were achieved and it is now important to readjust ERP parameters to ensure the new processes and procedures are robust and error-proof.

Keywords: Information Flow, Materials Flow, Lean Production, Layouts

Agradecimentos

Agradeço ao Professor António Miguel Gomes o acompanhamento cuidado durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Eng.º Ivo Sá pelo rigor no trabalho que sempre imprimiu e exigiu, pela liberdade de ideias que permitiu e pelo encorajamento.

Ao Rui Jesus, João Rocha, Daniel Sá, Hugo Barbosa e Jorge Viterbo, Augusto Paulo, Zé Correia, todos os colaboradores da 4017, e equipa dos MAP's. À equipa do PEM, equipa da Logística, António Cavadas e equipa da Manutenção, José Manuel e colaboradores da Pintura, equipa e colaboradores do Armazém e todos os colaboradores da Produção que se mostraram disponíveis para ajudar. Obrigada a todos pelo caloroso acolhimento e por sempre me fazerem sentir bem-vinda.

À Joana e Rúben pelo companheirismo no dia-a-dia da CaetanoBus.

Ao Professor Francisco Vasques que acreditou em mim e me acompanhou durante o curso. Ao Professor Barbedo, pelos valores transmitidos e inspiração em que se tornou desde a primeira aula. A todos os professores que de alguma forma marcaram a minha aventura pela Engenharia Mecânica.

À Sara, Pedro e Pedro pelos momentos de descontração (quase) semanais, pelo apoio e amizade sincera.

À minha irmã, aos meus pais e avós por sempre acreditarem em mim e nas minhas capacidades. Por me darem força e serem um exemplo.

Obrigada!

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa	1
1.2	Enquadramento e Objetivos	3
1.3	Metodologia	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
2	Enquadramento Teórico	6
2.1	Pensamento <i>Lean</i>	6
2.2	Os 7 Desperdícios (<i>Muda</i>)	7
2.3	Fluxos e Mapeamento da Cadeia de Valor	7
2.4	Importância do Envolvimento das Pessoas	8
2.5	Metodologia 5S	9
2.6	Gestão Visual	10
2.7	<i>Layout</i>	11
2.8	ERP – <i>Enterprise Resources Planning</i>	11
3	Fluxo de Informação: Situação Inicial, Propostas e Melhorias	13
3.1	Caracterização da Situação Inicial	13
3.1.1	Ordem de Produção	15
3.1.2	Secção 4017	16
3.2	Soluções Propostas e Implementação de Melhorias	18
3.2.1	Planeamento do Corte de Chapa	18
3.2.2	Identificação das Peças em Desenho - Separação por Necessidade	20
3.2.3	Separação das LC por Posto de Aplicação do Material Pintado	23
3.2.4	Criação de Local Próprio para Desenhos no Gabinete da Secção 17	25
3.3	Comentários Finais	25
4	Fluxo de Materiais: Situação Inicial, Soluções e Melhorias	26
4.1	Caracterização da Situação Inicial	26
4.1.1	Processo Produtivo da CaetanoBus	26
4.1.2	Secção 4017 – Montagem de Pré-Estruturas	28
4.1.3	Matéria-prima em Tubo	29
4.1.4	Matéria-prima em Chapa	30
4.2	Soluções Propostas e Implementação de Melhorias	31
4.2.1	Matéria-prima em Tubo	31
4.2.2	Matéria-prima em Chapa	39
4.3	Comentários Finais	46
5	Conclusões e Perspetivas de Trabalhos Futuros	47
5.1	Conclusões	47
5.2	Trabalhos Futuros	48
	Referências	49
	ANEXO A: Instrução de Trabalho para Programador <i>Trumpf</i>	50
	ANEXO B: Desenho de Cortes Simples: Levante	55
	ANEXO C: Fases do Projeto de Fluxo de Peças Internas para Abastecimento às Linhas	56
	ANEXO D: Folha de Rosto de Lista de Corte (LC) de Estrado	57
	ANEXO E: Instrução de Trabalho para Material Cortado em Serrote	58
	ANEXO F: Alteração de <i>Layout</i> – Área de Tubo	60
	ANEXO G: Etiquetas de Identificação de Matéria-prima em Armazém: Chapa	62
	ANEXO H: <i>Layout</i> da Estufa de Pintura com Definição de Zonas	63

Lista de Figuras

Figura 1 - Sede em Portugal e países e regiões onde o Grupo Salvador Caetano opera.....	2
Figura 2 - CaetanoBus e restantes empresas do sector Indústria do Grupo Salvador Caetano.....	2
Figura 3 - Segmentos de autocarros produzidos na CaetanoBus.....	3
Figura 4 - Os princípios 6S (5S+1).....	10
Figura 5 - Organigrama CaetanoBus e secção 17.....	14
Figura 6 - Esquema geral do fluxo de informação na criação de obras de produção.....	14
Figura 7 - Exemplo de Plano de Produção.....	15
Figura 8 - Exemplo de Plano de Estruturas.....	16
Figura 9 - Caixa de Nivelamento na secção de Pré-Produção.....	18
Figura 10 - Exemplo de Lista de Corte.....	18
Figura 11 - Mapa auxiliar para planeamento do corte de chapa.....	19
Figura 12 - Mapa auxiliar para gestão de alterações ou pedidos urgentes.....	19
Figura 13 - Mapas auxiliares do corte de chapa.....	20
Figura 14 - Listas de Corte do Estrado após separação por subconjuntos.....	22
Figura 15 - Exemplo de Lista de Corte alterada.....	23
Figura 16 - <i>Template</i> do Plano de Pintura de peças de produção interna.....	24
Figura 17 - Acumulação de material por pintar.....	24
Figura 18 - Antes e depois da criação de cesto para desenhos.....	25
Figura 19 - Processo produtivo geral de um autocarro.....	27
Figura 20 - Organização do Pavilhão A: linhas produtivas e secções.....	27
Figura 21 - Áreas de trabalho na secção 17: Tubo, Chapa, Gabaritos e MAP's.....	28
Figura 22 - Sequência de trabalho para tubo na secção 17.....	29
Figura 23 - <i>Layout</i> inicial da área de trabalho em tubo com identificação dos fluxos de material.....	30
Figura 24 - Sequência de trabalho para chapa na secção 17.....	31
Figura 25 - Código de cores usado na secção 17.....	32
Figura 26 - Grelha aplicada nos topos dos carrinhos logísticos.....	32
Figura 27 - Marcação do tubo cortado com posição em Lista de Corte.....	33
Figura 28 - Sequenciador de tarefas para trabalho em tubo.....	33
Figura 29 - Carrinho logístico de transporte de material com melhorias.....	34
Figura 30 - Novo <i>layout</i> da área de trabalho em tubo e novo fluxo de material.....	35
Figura 31 - Novo corredor de acesso à secção.....	36
Figura 32 - Estantes de material consumível em banca.....	37
Figura 33 - Nova estante de material de banca para o Cobus — abastecido pelo armazém.....	37
Figura 34 - Carrinho de teste com rodízios em poliuretano em disposição 'diamante'.....	38
Figura 35 - Carrinhos logísticos para chapa desadequados.....	39
Figura 36 - Carrinho transformado para acondicionamento de chapa cortada.....	40
Figura 37 - Zona da Quinadora, antes e depois da reorganização.....	41
Figura 38 - Estantes para chapa, para abastecimento das bancas de trabalho.....	42

Figura 39 - Estantes de <i>stock</i> intermédio de chapa quinada	43
Figura 40 - Estante de <i>stock</i> intermédio de chapa não quinada	43
Figura 41 - <i>Layout</i> do armazém de chapa e reorganização da disposição da matéria-prima	44
Figura 42 - Identificação do material no armazém de chapa na secção 17.....	45

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Ganhos decorrentes da utilização dos mapas de corte de chapa.....	20
Tabela 2 - Ganhos de produtividade com separação dos subconjuntos do Estrado	22
Tabela 3 - Ganhos obtidos com implementação de indicadores visuais	34
Tabela 4 - Ganhos decorrentes da alteração ao <i>layout</i> da zona de bancas e trabalho em tubo.	36
Tabela 5 - Ganhos alcançados com alteração de estantes de materiais	38
Tabela 6 - Ganhos alcançados com melhoria de rodízios.....	39
Tabela 7 - Ganhos obtidos com a melhoria dos carrinhos logísticos para chapa.	41
Tabela 8 - Ganhos obtidos com a organização da área da chapa.	44
Tabela 9 - Ganhos alcançados com reorganização do armazém de chapa	45
Tabela 10 - Ganhos esperados com a regulação do fluxo de materiais de produção interna para abastecimento das linhas produtivas.....	46

Siglas

CBus	CaetanoBus, S.A.
CKA/SAC	Departamento Comercial - Gestão de Clientes e Vendas
ENG	Departamento de Engenharia (composto por ENG 1: Desenvolvimento de Chassis e Veículos Urbanos; e ENG 2: Desenvolvimento de Veículos de Turismo e Homologações)
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
LC	Lista de Corte
LOG	Departamento de Logística
LT	Lista Técnica
MAP's	Meios Auxiliares de Produção
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
PAI	Código de família do autocarro
PEP	Código identificativo de cada veículo (modelo e número de série)
PEM	Engenharia de Processo e Manutenção
PRD 1	Produção 1
PRD 2	Produção 2
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1 Introdução

Uma empresa não é uma entidade estática e como tal tem de ser enérgica, tem de reequacionar processos e procedimentos, porque há sempre formas de melhorar. Face à globalização da economia, há que estar atento a movimentos e a tendências. Para acompanhar a evolução, inovar e melhorar continuamente é fundamental, para não se ser ultrapassado por quem o faz.

Numa empresa que se pretende de sucesso, muita da força motriz está nos colaboradores. Há pois que saber integrá-los, dar-lhes oportunidade de imprimirem melhorias em todas as etapas do processo, e reconhecer o seu importante contributo.

Os processos de melhoria são interativos e, também iterativos; primeiro é necessário compreender, investigar, observar; é preciso idealizar em convergência com os colaboradores, testar e finalmente implementar. Foi pois este o caminho seguido com o presente trabalho, que se passa a desenvolver

Este projeto visa a aplicação de metodologias *lean* para regularizar o fluxo de informação e materiais na secção de produção de pré-estruturas de autocarros.

Neste primeiro capítulo pretende-se explicar o âmbito do projeto e são apresentados a empresa onde decorreu o projeto, assim como os objetivos específicos e metodologia seguida. É ainda descrita a estrutura desta dissertação.

1.1 Apresentação da Empresa

Em 1946 o Grupo Salvador Caetano, à data “Martins, Caetano & Irmão”, iniciou a sua atividade com o fabrico de carroçarias para autocarros, usando a madeira como matéria-prima base. Alicerçado na inovação e espírito empreendedor do seu fundador Salvador Fernandes Caetano, introduz em Portugal, no ano de 1955, a técnica de construção de carroçarias inteiramente metálicas.

A unidade fabril em Gaia, que ainda hoje acolhe a linha de montagem de carroçarias da CaetanoBus, entrou em laboração em 1966. Em 1967 exporta os primeiros autocarros para Inglaterra, abrindo as portas do mercado europeu.

Na história do Grupo, outro dos marcos importantes deu-se em 1968, ano em que se celebrou contrato com a japonesa Toyota e o grupo se tornou importador e distribuidor exclusivo da marca em Portugal (automóveis e empilhadores industriais). Dois anos decorridos, em 1971, o Grupo Salvador Caetano ergueu a primeira unidade industrial de montagem de automóveis em Ovar, e em apenas dez anos atingiu a montagem de 100 mil viaturas.

Sendo um Grupo com raízes sólidas, expandiu a sua atividade para outras áreas de negócio e crescimento além-fronteiras. Atualmente agrega mais de 100 empresas estabelecidas na Europa, Ásia e África, distribuídas por cinco áreas de negócio: indústria, distribuição, retalho, energia e serviços (ver Figura 1).



Figura 1 - Sede em Portugal e países e regiões onde o Grupo Salvador Caetano opera (gruposalvadorcaetano.pt)

Desde a sua fundação, o Grupo tem uma forte vocação industrial. Esta vertente agrega o negócio de desenvolvimento e produção de carroçarias e autocarros, atividade embrionária do grupo, assim como a sua comercialização para mercados distintos através de subsidiárias internacionais. A aposta mais recente foi na indústria aeroespacial, com a criação da Caetano Aeronautic (ver Figura 2) (gruposalvadorcaetano.pt).



Figura 2 – CaetanoBus e restantes empresas do sector Indústria do Grupo Salvador Caetano.

A empresa CaetanoBus existe, com esta denominação, desde 2002, fruto da parceria entre o Grupo Salvador Caetano e o grupo alemão-americano Daimler-Chrysler. É a empresa que dá continuidade e consolida o negócio inicial do grupo, aplicando o *know-how* acumulado ao longo dos seus anos de atividade.

Desde 2010 detida na totalidade pelo Grupo Salvador Caetano, é o maior fabricante de carroçarias e autocarros em Portugal, estando maioritariamente vocacionada para o mercado externo. Em 2014, as exportações representaram 95% do volume de negócios e no ano transato mantiveram-se em torno dos 90%. A CaetanoBus está presente em 18 países e 3 continentes, ao serviço de operadores de transporte, com especial incidência no Reino Unido.

A aposta permanente na tecnologia, inovação e *design* assegura soluções modernas e avançadas, orientadas para as necessidades de cada cliente. As carroçarias produzidas são montadas sobre chassis de várias marcas como Volvo, Scania, MAN, Iveco e com distintas especificações, consoante as exigências dos clientes, sendo produzidos autocarros para os serviços de aeroporto, turismo, transporte urbano e interurbano (ver Figura 3).



Figura 3 - Segmentos de autocarros produzidos na CaetanoBus.

Os modelos com maior destaque e regularidade de produção são, atualmente, o Cobus (do segmento aeroporto) e Levante (do segmento turismo).

1.2 Enquadramento e Objetivos

Presente no mercado global, e com vista à consolidação e fortalecimento da sua posição como fabricante de carroçarias de autocarro de qualidade, personalizáveis e a preço competitivo, é fundamental que a CaetanoBus assegure um processo produtivo eficaz, eficiente e proficiente. Para tal, a otimização de todos os seus recursos e uma gestão rigorosa são de evidente importância.

Neste contexto, todo o processo produtivo deve ser regulado e apoiado numa logística interna robusta que assegure a correta gestão de recursos, produção e alterações que possam ocorrer.

O presente projeto foi desenvolvido na secção de Pré-estruturas, designada por secção 4017 (ou apenas 17), considerada, no processo global, como a fase inicial — pré-produção de componentes.

A secção 17 da CaetanoBus é a responsável pela produção das pré-estruturas metálicas que vão constituir a estrutura principal dos autocarros, denominada internamente por Gaiola. Nesta secção dá-se a transformação da matéria-prima em estruturas e materiais que são

fornecidos às linhas de produção de autocarros. São executadas tarefas que vão desde o corte de tubo com serrote, furação ou dada curvatura; corte de chapa em guilhotina ou puncionadora e quinagem; até trabalhos de banca de soldadura e rebarbagem, e soldadura em gabarito.

O fluxo interno dos materiais é realizado, maioritariamente, com base na experiência e conhecimento dos colaboradores e alguns carrinhos logísticos. O suporte documental e o circuito das peças existem e são conhecidos, contudo, não existe sistematização nem ordem para os realizar.

Este projeto tem como objetivo regular o fluxo de informação e materiais na secção, suportado em metodologias *lean*, com vista à minimização de desperdício e otimização da produção e recursos, de uma forma eficiente, eficaz e estável.

Para tal, foram estabelecidos os seguintes objetivos para o projeto:

1. Análise da situação atual e levantamento de problemas;
2. Proposta de soluções de melhoria;
3. Planeamento e implementação das soluções propostas;
4. Acompanhamento das soluções implementadas, avaliação e sinalização de melhorias a realizar;
5. Elaboração de documentação de suporte necessária à manutenção das melhorias;
6. Avaliação dos ganhos obtidos com as soluções propostas.

Estes objetivos surgem da necessidade de tornar os processos mais visíveis e controláveis, diminuir fontes de erro e eliminar tarefas que não acrescentam valor, promovendo uma filosofia de melhoria contínua.

1.3 Metodologia

A definição clara de etapas e o seu cumprimento são de grande importância para o sucesso de qualquer projeto. Nesse sentido, e seguindo uma metodologia baseada no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), foi elaborado um plano de trabalho com as principais tarefas a desenvolver.

Para integração na empresa, conhecimento da sua organização e do processo produtivo foi feita, inicialmente, a leitura de procedimentos e instruções de trabalho do departamento Produção 1 (PRD 1), assim como o acompanhamento das três linhas de produção.

No desenvolvimento do projeto, e com foco na secção 17, foi mapeada a situação inicial a partir da observação e do diálogo com todos os colaboradores. Foram definidas áreas de atuação onde foram aplicadas ou propostas medidas para melhoria dos fluxos e processos de gestão dos materiais.

Todas as propostas foram discutidas e avaliadas antes da sua implementação. Foi também estudado o melhor método para normalizar os processos e manter a nova organização de forma estável e resistente a alterações impostas ao plano de produção.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente documento está dividido em 5 capítulos. Neste primeiro é feita a apresentação da empresa assim como a contextualização do projeto, objetivos e metodologia seguida.

No capítulo 2 é apresentado o enquadramento teórico subordinado aos temas relevantes para o projeto e que suportam as decisões tomadas.

O capítulo 3 é dedicado ao fluxo de informação e expõe a forma como as ordens de transformação da matéria-prima em pré-estruturas são transmitidas à secção de metalomecânica. São descritas as melhorias propostas e, por fim, os resultados da sua implementação.

No capítulo 4 é explicado o fluxo de materiais dentro da secção de pré-estruturas e a forma como é conseguida a logística interna para fornecimento às linhas produtivas. São propostas melhorias, descritas as implementações conseguidas e resultados obtidos.

Por fim, no capítulo 5, apresentam-se as principais conclusões, e são também sugeridos trabalhos futuros.

2 Enquadramento Teórico

Este capítulo expõe os conceitos teóricos que sustentaram o desenvolvimento do projeto, desde a análise do problema, à proposta de soluções e sua implementação.

Com o objetivo último de alcançar resultados consistentes a médio e longo prazo, foram aplicadas metodologias *lean* para melhoria de organização e processos. Será, assim, contextualizada esta filosofia e serão descritos os fundamentos que a constituem e que foram aplicados nas várias fases do projeto¹.

2.1 *Pensamento Lean*

A palavra *lean* — que pode ser traduzida por magro — é um conceito de liderança e gestão empresarial, mundialmente difundido, orientado à maximização do valor através da consistente redução do desperdício. Desenvolvida inicialmente pelas empresas japonesas, e pela Toyota em particular, esta filosofia visa tornar as empresas mais eficientes, mais competitivas e mais ágeis, capazes de se adaptarem às constantes flutuações dos mercados (Pinto, 2009).

Womack e Jones (1996) especificaram cinco princípios fundamentais do pensamento *lean*. Estes são:

1. Valor: identificar o que acrescenta valor em cada produto;
2. Cadeia de Valor: o mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping*, VSM) é utilizado para identificar o fluxo de recursos e as áreas onde as operações não acrescentam valor;
3. Fluxo: executar o fluxo da cadeia de valor sem interrupções;
4. Sistema *Pull*: aplicar o sistema de produção puxada, em que são os pedidos do cliente que desencadeiam a produção;
5. Perfeição: procurar a perfeição através da melhoria contínua.

O objetivo desta filosofia é, em última instância, o de promover uma estratégia operacional competitiva e sustentável que atinja ótimos resultados em termos de Qualidade, Custos, Entrega, Motivação — indicadores QCDM (Coimbra, 2009).

¹ A análise não será exaustiva, pelo que se recomenda a consulta de outras referências para aprofundamento dos assuntos aqui tratados.

2.2 Os 7 Desperdícios (Muda)

Taichi Ohno e Shigeo Shingo, no decorrer do desenvolvimento do *Toyota Production System* (TPS), identificaram as sete principais categorias de atividades que não acrescentam valor ao negócio ou ao processo produtivo. A eliminação destes desperdícios é um dos princípios fundamentais para a regulação de fluxos. São definidos os sete desperdícios (Womack e Jones, 1996):

1. Excesso de produção – produzir mais cedo ou produzir mais do que o necessário. Algumas consequências são: i) ocupação desnecessária de recursos; ii) excesso de inventário; iii) ausência de flexibilidade no planejamento;
2. Tempos de espera – tempo que pessoas ou equipamentos perdem quando, entre outros, se verificam: i) avarias; ii) espera por ferramenta, componentes ou material; iii) atrasos no processamento de lotes;
3. Transporte – qualquer movimentação ou transferência de materiais, peças ou «em curso de fabrico» entre processos ou para armazenar;
4. Sobre processamento – operações ou processos não necessários provocados por: i) falta de uniformização do processo; ii) defeitos; iii) indefinições de ferramentas ou desenho do produto;
5. Excesso de inventário – excesso de matéria-prima, «em curso de fabrico» ou *stock* de produtos acabados. Pode esconder problemas como: i) mau balanceamento da produção; ii) entregas tardias dos fornecedores; iii) defeitos; iv) tempos longos de *setup*;
6. Movimentações desnecessárias – movimento que não é realmente necessário para executar operações. São disso exemplo: i) procurar material; ii) alcançar ferramentas; iii) armazenar material;
7. Defeitos – produção de peças não-conformes. A este desperdício estão associados: i) custos de inspeção; ii) retrabalho; iii) sucata.

Liker e Meier (2005) acrescentam um oitavo tipo de desperdício: a não utilização da criatividade do capital humano.

Eliminar estes desperdícios significa alcançar competitividade e excelência. Para os evitar requer-se atenção ao detalhe e contínua análise do chão de fábrica (*gemba* ou *shop floor*). Percorrer o chão de fábrica é fundamental para compreender os processos, identificar desperdícios, propor e aplicar melhorias.

2.3 Fluxos e Mapeamento da Cadeia de Valor

No fluxo de produção, o movimento de material através do chão de fábrica é o fluxo que, geralmente, vem à memória. No entanto, existe outro fluxo — o fluxo de informação — que informa sobre o passo seguinte de cada processo. Numa abordagem *lean*, o fluxo de informação é tão relevante quanto o fluxo de material, sendo importante mapear ambos (Rother e Shook, 2003).

A análise e o mapeamento da cadeia de valor — VSM (*value stream mapping*) — é uma ferramenta *lean* que permite identificar e desenhar fluxos de informação, de materiais e

processos. Permite apresentar, de forma visual, os passos e sequências de qualquer processo, analisando variações, erros ou atrasos que criam desperdício e não acrescentam valor ao processo.

Uma cadeia de valor são todas as ações — que acrescentam e que não acrescentam valor — necessárias para levar um produto a percorrer o fluxo desde a matéria-prima até ao cliente.

O VSM é um método simples e eficaz que permite às áreas de gestão, engenharia e operações reconhecer o desperdício nos processos e identificar as suas causas. O processo envolve o mapeamento do estado inicial, enquanto foca o estado pretendido. Trata-se de seguir um produto através do processo de produção desde o fornecedor de matéria-prima ao cliente, e desenhar uma representação visual de cada processo, capturando tanto o fluxo de material físico, como o fluxo de informação. É uma ferramenta eficaz na deteção de constrangimentos, tornando possível identificar oportunidades de melhoria no sistema e processos, fundamentada numa análise atenta e rigorosa no terreno (Pinto, 2009).

O primeiro passo desta técnica é mapear o estado inicial (atual), o que deve ser conseguido pela observação do chão de fábrica. Este estado inicial mapeado constitui a base de análise com o qual o estado futuro pretendido é desenvolvido — segundo passo. O último passo é estabelecer um plano de trabalho, seguido de implementação ativa, de forma a alcançar um fluxo *lean*, sem desperdício.

De acordo com Rother e Shook (2003) “o VSM é uma ferramenta de papel e lápis que ajuda a perceber o fluxo de materiais e informação à medida que um produto segue a cadeia de valor”. É um instrumento de identificação sistémica e eliminação de perdas, flexível e que pode ser aplicado ao longo de toda a cadeia de abastecimento, levando à criação de um fluxo contínuo.

2.4 Importância do Envolvimento das Pessoas

A produtividade é uma componente essencial para a rentabilidade, sucesso e evolução de qualquer negócio, setor ou empresa. Otimizar os recursos existentes para atingir os melhores resultados possíveis é um elemento central de qualquer estratégia. De todos os recursos que as empresas têm disponíveis, o mais relevante são as pessoas. São elas que mais influenciam os resultados e a sua evolução. Nesse sentido, manter as equipas de produção motivadas e interessadas é um passo para promover a melhoria contínua e, conseqüentemente, o sucesso (Barbosa, 2012).

Existe, no entanto e tendencialmente, grande resistência à mudança. Surgem, muitas vezes, argumentos contra qualquer proposta de mudança, sendo destacados todos os possíveis obstáculos e problemas subjacentes. Em muitos casos, segundo Coimbra (2013), a resistência à mudança é simplesmente o resultado de hábitos desenvolvidos durante muitos anos, a fazer a mesma tarefa, da mesma maneira.

Uma solução para este tipo de oposição será a implementação lenta de pequenas mudanças, envolvendo os colaboradores, por forma a que estes possam ir modificando os seus hábitos profundamente enraizados. Como sugerem Courtois, Pillet e Martin-Bonnefous (2007), a motivação cria-se, trabalha-se e mantém-se. Para se estar motivado, é necessário estar implicado e envolver-se nos projetos da empresa. Assim, colaboradores incluídos e motivados serão menos avessos à mudança e todos os fenómenos de imobilismo, de inércia ou oposição — geradores de problemas —, serão evitados.

A mudança de cultura passa pela procura constante de métodos para melhorar a comunicação e aumentar a motivação, o que se traduz frequentemente em:

- Envolvimento dos colaboradores na mudança, escutando ideias e recolhendo opiniões;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Apoio e reconhecimento permanentes do esforço de cada um;
- Introdução de disciplina de trabalho, do qual os cinco esses (5S), adiante explicado, é um bom exemplo.

Por outro lado, será vantajoso principiar por uma pequena área piloto e melhorar uma operação difícil em termos de eficiência, ou iniciar pela implementação dos cinco esses — separar; arrumar; limpar; normalizar; cumprir (originalmente em Japonês *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*) (Coimbra, 2013).

2.5 Metodologia 5S

Os cinco esses — designados simplifcadamente por 5S —, referem-se a um conjunto de práticas para introdução de melhorias através da redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos. Têm por objetivo sistematizar atividades simples que assentam na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho. Situam-se em cinco níveis de procedimento:

1. *Seiri* (Organização): eliminar o que é desnecessário no posto de trabalho, separando-o do que é útil e necessário;
2. *Seiton* (Arrumação): definir locais e arrumar de forma ordenada tudo o que é necessário, fazendo com que os objetos necessários estejam identificados e disponíveis no momento certo;
3. *Seizo* (Limpeza): criar e manter um local de trabalho onde não existam desperdícios nem sujidade;
4. *Seiketsu* (Normalização): definir regras de limpeza, sistematizar a atividade de arrumação e padronizar locais de armazenamento;
5. *Shitsuke* (Disciplina): cumprir com rigor e em conformidade as normas estabelecidas.

Com a [correta] aplicação dos 5S, as áreas de trabalho ficam mais bem organizadas. Os colaboradores veem alguns resultados alcançados e sentem a mudança de forma positiva; sentem-se encorajados a melhorar o seu local de trabalho e facilitam o esforço de redução de desperdícios. Os 5S desenvolvem hábitos de trabalho disciplinado que serão cruciais em fases posteriores de implementação *lean* (Liker, 2003).

Podem ser um passo base para alcançar um sistema de fluxo puxado. Por outro lado, irão também melhorar a sustentabilidade de novas soluções (Coimbra, 2013).

Existem cada vez mais empresas a acrescentar um sexto S à lista; um que não se dissocia de nenhuma das práticas supramencionadas, ou de qualquer atividade realizada: S de segurança (ver Figura 4).



Figura 4 - Os princípios 6S (5S+1) (adaptado de Pinto, 2009).

2.6 Gestão Visual

Uma das características que nos define como seres humanos é o facto de sermos criaturas visuais. A interpretação que fazemos (e a informação que retiramos) do que nos rodeia é, em grande parte, através do sentido da visão.

Neste sentido, os sistemas de gestão visual surgiram com o objetivo de facilitar tarefas através do uso correto e generalizado de recursos visuais. São disso exemplo cores e sinais para identificar zonas de armazenamento ou corredores; etiquetas para identificar produtos; sinais luminosos ou sonoros. O objetivo é melhorar hábitos de trabalho entre os operadores; aumentar a produtividade, por exemplo, no armazenamento, reabastecimento de materiais ou no *picking* (Coimbra, 2013).

Por outro lado, como referem Liker e Meier (2005) no seu livro *The Toyota Way*, os colaboradores devem conseguir olhar para o seu trabalho, olhar para as prateleiras de materiais ou para o supermercado de peças e facilmente identificá-las ou detetar se estão, ou não, dentro das normas.

O controlo visual, através da identificação e medição inerentes, permite reduzir as possibilidades de enganos ou erros relacionados com:

- Produtos em falta;
- Quantidades erradas;
- Locais errados;
- Embalagem ou identificação errada.

Com a implementação de gestão visual pretende-se ajudar os colaboradores a gerir e controlar os processos de forma mais amigável, rápida e autónoma, evitando desperdícios em tempos de interiorização, aprendizagem, aplicação. A prática dos 5S é, nesse sentido, um grande contributo para a implementação de controlo visual.

2.7 Layout

O primeiro domínio de aplicação para melhoria do fluxo produtivo é o desenho do *layout*, ou seja, a organização do espaço físico do chão de fábrica (Coimbra, 2013). Um *layout* adequado permite um fluxo de trabalho entre tarefas mais eficiente e eficaz, melhor utilização de área disponível e melhoria das condições de ergonomia para os trabalhadores.

Existem diferentes tipos de *layout*:

- Por processo ou funcional;
- Por produto ou linear;
- Posicional.

No *layout* por processo ou funcional, as máquinas estão agrupadas por funções ou operações análogas, com o material a deslocar-se segundo a sequência estabelecida para as operações, de área para área. Este *layout* caracteriza-se por grandes lotes por razões de minimização de transporte entre máquinas e, conseqüentemente, o «em curso de fabrico» (WIP) é elevado.

O *layout* por produto ou linear, caracteriza-se pela organização das máquinas segundo a sequência de operações necessárias à sua produção, conduzindo a um WIP bastante inferior.

Existe ainda o *layout* posicional no qual, por questões de dimensões ou peso, o produto está parado e as máquinas e operadores são quem se movimenta (Jacobs, Chase, e Lummus 2011).

Um *layout* correto permite eliminar operações sem valor acrescentado como o são o transporte, controlo e tempos de espera.

A organização do bordo de linha é outro pilar para a melhoria do fluxo produtivo. Refere-se ao local e à forma como a matéria-prima e materiais consumíveis estão arrumados. Um bordo de linha bem desenhado deve cumprir alguns critérios:

- A localização dos componentes deve: a) minimizar o movimento de *picking* dos operadores da linha; b) minimizar as movimentações dos trabalhadores de abastecimentos logísticos;
- A decisão de reabastecer deve ser intuitiva e instantânea.

Para cumprir todos os critérios, a localização dos componentes, o tipo de recipientes utilizado e o fluxo de recipientes vazios e cheios devem ser bem estudados. No entanto, o aspeto mais importante é, sem dúvida, a minimização das movimentações dos colaboradores e, por isso, a localização mais próxima possível do seu local de uso dos materiais (Coimbra, 2013).

2.8 ERP - Enterprise Resources Planning

Um sistema ERP é um sistema integrado de gestão empresarial que, quando implementado corretamente, liga todas as áreas do negócio melhorando a partilha de informação entre elas (Jacobs et al, 2011).

Estes sistemas permitem à gestão de topo ter uma visão mais global das operações, praticamente em tempo real (Hopp e Spearman, 2011). As vantagens desta abordagem integrada reúnem:

- Funcionalidade integrada;
- Interfaces consistentes;

- Base de dados integrada e relacional;
- Arquitetura unificada e conjuntos de ferramentas;
- Apoio unificado do produto;
- Rastreabilidade total das operações.

O âmbito da sua aplicação — transversal a todas as funções de uma empresa — inclui:

- Gestão dos materiais - aprovisionamento, gestão de *stocks* e produtos em curso de fabrico, compras;
- Gestão dos meios de produção - adaptação de cargas e capacidades às máquinas e mão de obra;
- Gestão administrativa da produção – planeamento, controlo da execução;
- Gestão dos recursos humanos;
- Gestão contabilística e financeira.

Existem, porém, algumas desvantagens:

- Incompatibilidade com sistemas existentes;
- Implementação longa e dispendiosa;
- Incompatibilidade com práticas de gestão existentes;
- Desenvolvimento de produto e ciclo de implementação longos;
- Período de retorno longo;
- Falta de inovação tecnológica.

Apesar destas desvantagens, os sistemas ERP têm tido notável sucesso no mercado por serem um sistema de informação completo e reativo que, numa base de dados única reúne informações necessárias à gestão a nível estratégico, tático e operacional, e permite às empresas melhorar o seu desempenho global (Courtois et al, 2007).

3 Fluxo de Informação: Situação Inicial, Propostas e Melhorias

Toda e qualquer atividade ou processo se inicializa e realiza partindo de informação transmitida através dos modos e meios de comunicação existentes. Uma empresa, como organismo que é, desenvolvendo processos com objetivos concretos, depende da clara, eficiente e eficaz transmissão de informação entre os diferentes órgãos que a constituem.

Para compreender o fluxo de informação é fundamental conhecer a organização interna e a forma como os seus departamentos interagem e comunicam entre si. Assim, será feita a descrição do modo como a CaetanoBus (CBus) está estruturada, como se processam as ordens de produção e, mais especificamente, como a informação aporta à secção 17 — secção de produção interna de Pré-estruturas.

Conhecida e analisada a situação inicial, serão propostas soluções para melhorar processos e descritas aquelas que foram implementadas.

3.1 Caracterização da Situação Inicial

Parte do presente projeto incide sobre a informação e o seu fluxo, de e para a secção 17. Esta secção está inserida no departamento Produção 1 (PRD 1), como se pode observar no organigrama da empresa na Figura 5 adiante apresentada.

A secção é dividida em duas áreas distintas, uma que diz respeito à conceção de meios de produção (MAP's) e outra que se dedica ao corte e fabrico de pré-estruturas, complementada ainda por um técnico programador de corte de chapa em puncionadora CNC.

A secção 17 transforma a matéria-prima — chapa, tubo ou barra — em materiais consumíveis na própria secção para montagem de conjuntos e pré-estruturas; em materiais para consumo pelos MAP's no desenvolvimento de gabaritos de montagem e moldes de apoio; em materiais para protótipos; ou para fornecimento às linhas produtivas, estas últimas pertencentes ao departamento PRD 2.

A PRD 1 engloba ainda Manutenção, Engenharia de Processo e Protótipos.



Figura 5 - Organograma CaetanoBus e secção 17.

O procedimento para abertura de Obra para Produção de um autocarro, que desencadeia a Pré-Produção na secção metalomecânica (secção 17) e está esquematizado na Figura 6, será explorado de seguida, a partir da perspectiva do fluxo de informação.

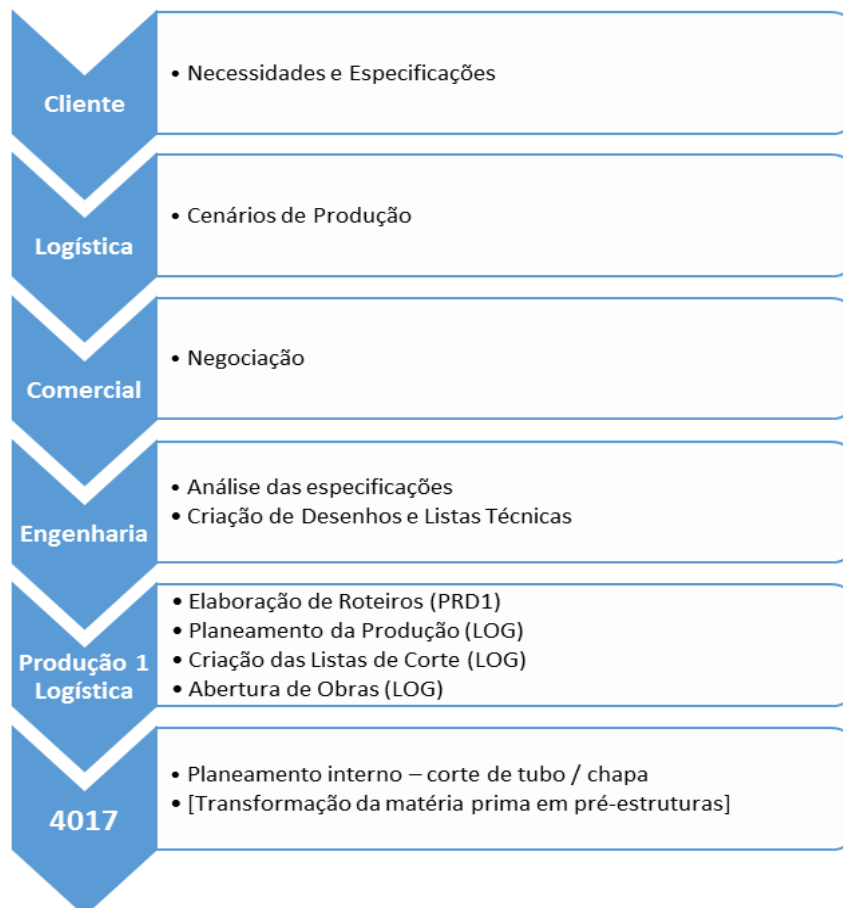


Figura 6 – Esquema geral do fluxo de informação na criação de obras de produção.

3.1.1 Ordem de Produção

O processo de produção de um autocarro inicia-se com a formulação de um pedido por parte do Cliente ao departamento Comercial (CKA/SAC). Este pedido é transmitido ao departamento de logística (LOG) que avalia a possibilidade de produção criando, para isso, cenários que serão negociados com o Cliente. Paralelamente, o departamento de Engenharia (ENG) analisa a existência de projeto idêntico e/ou possibilidade de execução das especificações requeridas pelo Cliente.

Sendo o projeto aprovado, a ENG desenvolve os desenhos da carroçaria do autocarro. Estes desenhos especificam soluções construtivas e definem peças e materiais. A partir dos desenhos é ainda criada uma Lista Técnica (LT).

A LT compila todo o material necessário para o fabrico de determinado autocarro e é formalizada no sistema de informação SAP pelo departamento de logística (LOG). Os dados introduzidos no sistema permitem a avaliação das necessidades e consequente parametrização como produção interna ou fornecimento externo.

A partir da LT a equipa de Engenharia de Processo (do departamento PRD 1) desenvolve *Roteiros* em SAP que indicam a sequência de operações necessárias à produção do autocarro, assim como os tempos de produção, incluindo *setups* e mão de obra. Nestes *Roteiros* estão também refletidos todos os materiais e postos [das linhas produtivas] onde são geradas as necessidades e aonde os materiais devem ser alocados.

Os componentes da lista técnica são, assim, afetados às operações do *Roteiro*. Cada produto, semiacabado ou final, terá um *Roteiro* associado, e é a partir da informação nele contida que se avalia o custo, se faz a gestão de capacidade, programação de prazos e controlo do processo produtivo.

A divisão de Planeamento da LOG elabora o *Plano de Produção*, no qual é indicado, para cada uma das 3 linhas de montagem, o veículo (modelo e número de série) a ser produzido, assim como são definidas as datas de entrada e saída de produção, e data de entrega ao Cliente (Figura 7).

Mês	Sem.	Dia	Linha 1				
			Entradas		Data Cliente	Saídas	
			PEP	Designação		Data	Sem.
Mar	9	3	F163043042	LEVANTE VOLVO B11R Euro6 3-Eixos	18-Mar	02-Mai	18

Figura 7 – Exemplo de Plano de Produção (autocarro 42 do modelo Levante, variante Volvo B11R 3 eixos, produzido na Linha 1).

O planeamento é elaborado com base nas encomendas dos clientes. É também baseado em premissas como o número de postos de trabalho e ritmo de produção (*takt time*) de cada linha.

A partir destes dados, e por recurso aos *Roteiros* e *LT*, são geradas sugestões de compra e fabrico, que posteriormente se traduzirão em ordens de compra aos fornecedores e ordens de fabrico para as linhas.

A par do *Plano de Produção* são também gerados pela LOG o *Plano de Estruturas* e o *Plano de Tampas*. Estes planos indicam as necessidades geradas por cada veículo antes de entrar em produção e definem datas para as diferentes fases de Pré-Produção, sendo obtidos com o auxílio de um algoritmo do MRP (*Material Requirements Planning*) (ver Figura 8).

Mês	Sem.	Linha 1							
		Dia	Lista de Cortes	Programação Máquinas	Corte Tubo/Chapa	Soldadura Estruturas	Soldadura Gaiola	Pintura Gaiola	
Fev	6	8		F163043039	F163043037				
		9	FERIADOS LOCAIS						
		10	F163043042				F163043006		
		11				F163043038			
		12	F163043043	F163043042			F163043040		
		13							
	7	15	F163043044			F163043039	F163043034		
		16		F163043043		F163043041			
		17	F163043045	F163043044			F163043035		
		18				F163043042			
		19	F163043046	F163043045			F163043036		
		20							
	8	22				F163043043	F163043037		
		23	F163043047	F163043046		F163043044			
		24					F163043038		
		25		F163043047		F163043045			
		26	F163042006				F163043039		
		27							
	9	29	F163042007			F163043046	F163043041		
		1		F163042006					
	10	2	F163043048	F163042007		F163043047	F163043042		

Figura 8 – Exemplo de Plano de Estruturas (autocarro 42 do modelo Levante, variante Volvo B11R 3 eixos, que entrará em produção na Linha 1 na semana 9, dia 3 de Março).

Nestes planos são contempladas operações com materiais parametrizados como internos, ou seja, de produção na secção 17.

3.1.2 Secção 4017

Para os materiais de produção interna são criadas, pela LOG, Listas de Corte (LC) que especificam parâmetros para o corte de tubo e de chapa necessários para a produção de, tipicamente, dois autocarros. Estas LC são elaboradas para subconjuntos de estruturas:

- Estrado;
- Painel Direito;
- Painel Esquerdo;
- Tejadilho;
- Frente;
- Traseira;
- Tampas²;
- Monte Partes³.

Para além de estruturadas por subconjuntos, são também separadas por máquina de corte:

- Serrote;
- Guilhotina;
- Puncionadora (*Trumpf*);
- Laser.

E ainda por posto de aplicação na secção 17:

- Banca (ou Célula);
- Gabarito.

Quinze dias úteis antes da data de entrada em Produção (confrontar *Plano de Produção* e *Plano de Estruturas* para o autocarro 42, Figura 7 e Figura 8) são abertas Obras de Produção MRP e as LC são entregues na secção 17. As LC são colocadas na respetiva ranhura da Caixa de Nivelamento, sendo o Chefe de Equipa quem procede à distribuição das listas pelos colaboradores que as vão executar (no caso da máquina laser as LC são enviadas para a CBus Ovar) (Figura 9). As Obras de Produção MRP são entregues diretamente ao Chefe de Secção que, à medida que as estruturas são concluídas, encerra as obras. A partir deste registo tem-se conhecimento das estruturas que foram executadas e do material consumido.

² Tampas - Placas de proteção lateral, posicionadas abaixo da linha média de um autocarro.

³ Monte Partes - Categoria de todos os componentes de um veículo não contemplados nos restantes subconjuntos de estruturas como, por exemplo, rodapés.



Figura 9 - Caixa de Nivelamento na secção de Pré-Produção.

Cada máquina — Puncionadora (*Trumpf*), Serrote 1 e 2, Guilhotina, (e Laser) — tem indicada na LC as peças a produzir e tarefas a realizar. A LC da Figura 10 exemplifica a lista de operações e os parâmetros de corte de três tubos pertencentes ao Estrado, a serem cortados em Serrote, para abastecer o Gabarito de montagem. Cada entrada da lista corresponde a uma única posição em desenho 3D. Os códigos de peça e conjunto indicam a versão do desenho de montagem que deverá ser consultado para dar a conhecer como trabalhar o material.

Lista de Operações Serrote Gabarit						Designação						KIT					
Pos.	Q uni	Q tot	Dim / Croquis	Comp.	Material	Peça	Conjunto	ESTRADO						53286101			
								Serrote	Furar	Balan	Curv	Chf 30	Banc	Plintura	M.A.P.	Posto	Q. Kit
						V.Des. 08	I.A.L.C 23	I.A.L.T 08									
071.002	2	2		25	PFO 25x25x2 S355J2H - NP EN 10219-1 (70027921)	59116722	59116722	X									
001.141	1	1		L 40	836,8	PFO 40x20x1,5 S355J2H - NP EN 10219-1 (70027925)	53286501	53286501	X	X	X						
001.177	1	1		A1 65,8 A2 65,8 L 40	1576	PFO 40x30x1,5 S355J2H - NP EN 10219-1 (70027930)	53286501	53286501	X	X	X						

Figura 10 – Exemplo de Lista de Corte (subconjunto Estrado para corte em Serrote e aplicação de material em Gabarito).

3.2 Soluções Propostas e Implementação de Melhorias

3.2.1 Planeamento do Corte de Chapa

Sendo os planos de produção encaminhados para a PRD 1, a secção 17 carece de calendarizar o corte de Tampas, Estruturas e Revestimentos. Estes grupos construtivos reportam-se a corte em chapa e são particularmente importantes de gerir uma vez que são executados maioritariamente na puncionadora *Trumpf*.

Esta máquina exige tempo de *setup* quando há alteração ao tipo e espessura de chapa, e também entre programas que utilizam punções distintos para o corte. Este tempo de *setup* exige entre 1 a 20 minutos rondando, em média, os 10 minutos. Por outro lado, a política de manutenção preventiva do equipamento requer uma paragem semanal para limpeza que exige

uma tarde de trabalho (aproximadamente de 2 horas e meia) exclusivamente dedicada a essa tarefa. Muito solicitada para corte de chapa, a máquina trabalha um turno por dia e pode ser manuseada por 2 colaboradores.

O corte de chapa pode ser executado em guilhotina, caso sejam cortes retos, ou em puncionadora no caso de peças mais complexas. O último caso, implica a criação (ou alteração) de programas de corte para a puncionadora.

A par do Plano surgem, com muita frequência, alterações aos materiais das LC (por definição do departamento de engenharia) ou ao *Plano de Produção* (por alterações no planeamento), e outros pedidos de corte de material urgentes e manifestados por necessidades imprevistas nas linhas de montagem.

As alterações aos materiais são comunicadas pela LOG que remete os novos desenhos das peças e conjuntos a ser retrabalhados, e as LC correspondentes com as alterações assinaladas.

Alterações que motivem programação para a puncionadora são mais perturbadoras e por essa razão, para gerir estas e outras interferências no planeamento do corte de chapa na secção, foram criados dois mapas auxiliares para registo (ver Figura 11 e Figura 12).

LISTA CORTE CHAPA

29/02/2016

Status	Prioridade	Material	PEP	Data Necessidade	Quantidade	Nova Data	Kit	
P	C	1	Tampas LEVANTE Volvo	043-047	24-fev	5	02-mar	53296801
P	C	2	Tampas COBUS 2700	008-012	24-fev	6	03-mar	53462201
P	C	3	Revestimento COBUS 2700	013-Fim	29-fev	14	03-mar	53563001

Figura 11 - Mapa auxiliar para planeamento do corte de chapa. [Novo]

O mapa auxiliar de corte de chapa permite identificar rapidamente as datas de necessidade de material, e gerir, em concordância, as prioridades. Com o auxílio da coluna de *Status* é possível acompanhar o estado — P: Programado; C: Cortado. A coluna *Kit* identifica a referência da LC a que corresponde o material.

O mapa de alterações/pedidos urgentes (Figura 12) permite gerir o corte de material não contemplado no Plano.

ALTERAÇÕES / PEDIDOS URGENTES

29/02/2016

Nº Proc	Prioridade	Material	G.A.	Urg	Data Pedido	Pedido por	Quantidade	Data Corte	Obs.
1		Moldes posicionamento varões COBUS 3002		x	18-fev	PEM	1		EXT
2	1	Chapeamento tampas LEVANTE NC	x		19-fev	QES	4	26-fev	Falta Insp.
3	2	COBUS 2702 (Protótipo)		x	24-fev	LOG	1		

Figura 12 - Mapa auxiliar para gestão de alterações ou pedidos urgentes de corte de chapa. [Novo]

Estes mapas têm como objetivo apoiar o planeamento de corte de chapa para as linhas de montagem antecipando-o à data de necessidade, de forma a ser ainda possível incluir pedidos urgentes ou alterações, sem afetar o corte de chapa em Plano. São afixados no gabinete da secção 17 para controlo visual (ver Figura 13).

A Tabela 1 sumaria as melhorias conseguidas com a utilização destes mapas.

Tabela 1 - Ganhos decorrentes da utilização dos mapas de corte de chapa.

Ganhos ▲	Gestão da programação de corte por forma a poder incluir Alterações /Urgências sem grande perturbação do Plano
▲	Controlo visual do processo de programação e corte
Custos ▼	Não aplicável

LISTA CORTE CHAPA

Status	Prioridade	Material	PEP	Data Nec.	Quantidade	Nova Data	KIT
✓	C	1º Tampas Cobus 3002	057 - 068	02-jun	10 UND		53462201
✓	C	2º Estrutura Winner	011 - 015	03-jun	5 UND		50016101
✓	C	3º Tampas Winner	011 - 015	07-jun	5 UND		50016101
✓	C	4º Estrutura Cobus C5	004	09-jun	1 UND		
✓	C	5º Revestimento Cobus 3002 APL	062 - 060	09-jun	10 UND		53563001
✓	C	6º Estrutura Cobus 3002	071 - 079	13-jun	10 UND		50015901 - 902
✓	C	7º Tampas Cobus 3002	069 - 077	15-jun	10 UND		53462201

ALTERAÇÕES / PEDIDOS URGENTES 18/05/2016

Nº Proc	Prioridade	Material	G.A.	Urg	Data Pedido	Pedido por	Quantidade	Data Corte	Obs.
1	76	53579405			18/05	Aman:cu R	1PC	18/05	
2	77	Rede fai cobus 7500 VIP(00?)		X	18/05	ferreira:da	3PC	18/05	
3	78	Teste lat Refracam r15malu		X	18/05	R:cedo m	1PC	18/05	
4	79	M10000030515 P.D.-ESI.B	X	X	18/05	logística	66PC	19/05	
5	80	M10000030514-Winner	X		19/05		1PC	—	A.P.
6	81	M10000030640 COBUS3002	X		19/05		1PC	20/05	
7	82	M10000030629-P.D.	X		20/05		1PC	—	A.P.

Figura 13 - Mapas auxiliares do corte de chapa , afixados no gabinete da secção 17 para controlo visual. [Novo]

Ainda relativamente à informação sobre corte de chapa, a elaboração dos programas de corte passou a ser realizada de acordo com regras formalizadas em instrução de trabalho própria (Anexo A). A uniformização de procedimentos de programação inclui desde a sequência de operações para criação de um programa, passando pela otimização do consumo de chapa, até à organização dos programas no diretório da intranet.

3.2.2 Identificação das Peças em Desenho - Separação por Necessidade : Estrado / Plano de Motorista / Bagageira / Cortes Transversais

A LC do Estrado é elaborada a partir do desenho de Cortes Simples que é constituído por uma centena de posições (Anexo B). Procurando a otimização de montagem da estrutura, os meios auxiliares de produção foram construídos repartindo a estrutura por subconjuntos de menor complexidade. Assim, em vez de apenas um gabarito de montagem para o Estrado, existem

gabaritos mais pequenos para subconjuntos como: Plano de Motorista, Bagageira, Cortes Transversais e Estrado.

Contrariamente a este pressuposto, as LC disponibilizadas aos operadores de corte de tubo e chapa não fazem a distinção dos subconjuntos do Estrado, pelo que o material cortado é identificado com a posição da peça em desenho e colocado indiferenciadamente num único carrinho logístico de transporte. Para além do carrinho ficar algo sobrecarregado e por isso de mais difícil movimentação, este facto conduz a que, aquando da entrega do material pronto para montagem em gabarito, haja um desaproveitamento de tempo na separação dos subconjuntos e ainda movimentações desnecessárias para distribuição das peças pelos gabaritos correspondentes, distribuídos pela nave do pavilhão onde está localizada a secção.

A tarefa de separação provoca um gasto de tempo adicional por parte dos colaboradores que vão soldar o Estrado, a quem é entregue o material. Para modelos de Turismo — Levante ou Winner — este tempo é de aproximadamente uma manhã de trabalho de um colaborador (5 horas) sendo que, para uma produção de quatro autocarros por semana, esta tarefa tem uma periodicidade bissemanal⁴, conduzindo a uma perda semanal de 10 horas. Para autocarros do segmento Mini — iTrabus ou Probus —, separar o material compromete cerca de 2 horas de trabalho de um colaborador e, para uma produção de seis veículos por semana, a tarefa tem periodicidade trissemanal, o que conduz a uma perda total de 6 horas. Por outro lado, esta separação, feita com base no conhecimento e experiência dos colaboradores, é suscetível de gerar erros.

Através do diálogo com os colaboradores e assinalado o problema, foi proposta a separação dos referidos subconjuntos do Estrado nas LC, no sentido de minimizar os desperdícios no terreno. Para tal, e uma vez que o modelo de Turismo Levante é produzido com regularidade, considerado prioritário para a empresa e um dos modelos presente no Plano de Produção atual, foram identificadas as posições correspondentes a cada um dos subconjuntos de estruturas dos Levante 3 eixos com chassis Volvo B11R e chassis Scania. Esta decomposição resultou da análise dos desenhos de conjunto e LT correspondentes disponibilizadas em SAP. Após a identificação do material, a informação foi transmitida à LOG que alterou as respetivas LC. Assim, a LC Estrado passou a estar subdividida e o material passou a ser separado desde a primeira operação de transformação da matéria-prima (corte de tubo em Serrote, chapa em Puncionadora *Trumpf*, Guilhotina ou Laser) (ver Figura 14).

⁴ As Listas de Corte são, usualmente, elaboradas para 2 veículos.

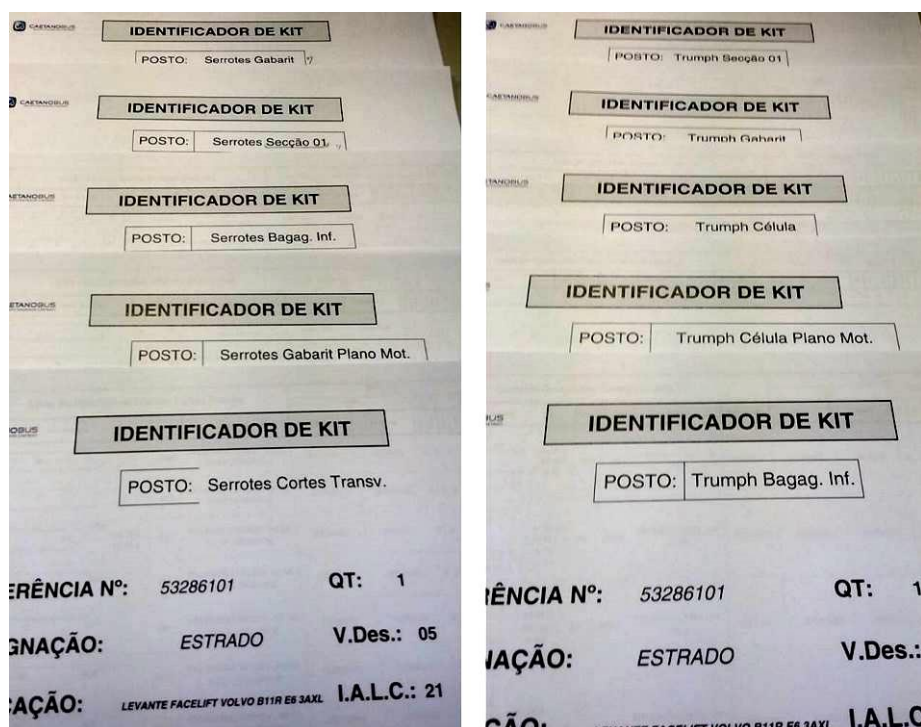


Figura 14 - Listas de Corte do Estrado após separação por subconjuntos. [Novo]

Da implementação desta proposta resultaram ganhos significativos (ver Tabela 2). O tempo gasto a separar o material por subconjunto [pelo colaborador responsável pelo Estrado do Levante] foi suprimido, verificando-se um ganho de 10 horas semanais com a eliminação da tarefa para modelos de Turismo. Foram também reduzidas as movimentações do colaborador em causa para distribuição das peças pelos gabaritos correspondentes e reduzidas as deslocações para procura de material pelos operadores de soldadura dos subconjuntos. Por outro lado, a possibilidade de erro na separação do material foi minorada, ou até eliminada, evitando-se assim retrabalho por “falta” de material.

Tabela 2 - Ganhos de produtividade com separação dos subconjuntos do Estrado do Levante.

Ganhos	▲	Eliminação dos tempos de separação de material (10 horas semanais)
	▲	Redução das movimentações dos colaboradores
	▲	Redução ou eliminação de erro na separação do material
Custos	▼	Aumento do número de carrinhos movimentados

Em face do exposto pretende-se que esta melhoria seja alargada aos restantes modelos produzidos. A separação das LC por subconjuntos do Estrado representaria, para os modelos Mini, um ganho de 6 horas semanais. Para o Winner, autocarro de Turismo para o mercado nacional — modelo também produzido com alguma regularidade —, representaria, analogamente, um ganho de 10 horas semanais⁵.

⁵ O estrado do Cobus não justifica a separação da LC visto ser uma estrutura comparativamente muito mais simples, sem cortes transversais ou subconjuntos bagageira e plano motorista.

Mês	Semana	Linha 1						
		Corte Tubo/Chapa	Kit Gaiola		Kit 4001		Kit 4002	
			Entrega	Pintura	Entrega	Pintura	Entrega	Pintura
Junho	22	01						
		02						
		03						
	23	06						
		07						
		08						
	24	09						
		13						
		14						
		15						
		16						
	25	17						
		20						
		21						
		22						
	26	27						
		28						
		29						
		30						

Figura 16 - *Template* do Plano de Pintura de peças de produção interna , para abastecimento às linhas. No exemplo, Linha 1. [Novo]

O Plano de Pintura visa, assim, regular a pintura dos materiais, evitando a sua acumulação na estufa (ver Figura 17) e a recorrente falta de tratamento de componentes por desconhecimento das necessidades dos postos de Gaiola e das secções 4001 e 4002.



Figura 17 – Acumulação de material por pintar nos corredores externos à cabine de pintura de primário anticorrosivo, sem clara definição de necessidades.

As soluções propostas e as melhorias implementadas no fluxo de informação, em particular na organização das LC, terão reflexo no fluxo dos materiais e serão abordadas no próximo capítulo.

3.2.4 Criação de Local Próprio para Desenhos no Gabinete da Secção 17

Os desenhos auxiliares de produção são entregues na secção pela LOG seguindo o Plano de Produção, na data indicada para soldadura de estruturas. Por vezes os desenhos são entregues antecipadamente e, na falta de local apropriado para os reservar, são acumulados desordenadamente numa mesa de apoio. No sentido de o evitar, foi criado um cesto para armazenamento dos mesmos, seguindo as regras 5S (ver Figura 18). Esta solução poderá ainda ser melhorada com a separação e identificação da grelha do cesto por modelo — Turismo, Mini, Cobus (Aeroporto), para mais fácil e rápido reconhecimento dos desenhos.

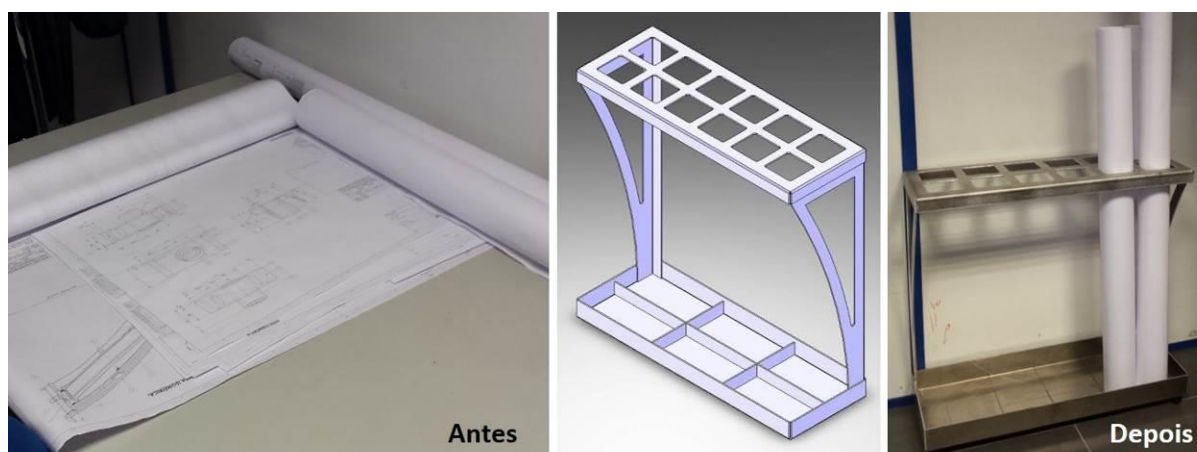


Figura 18 – Antes e depois da criação de cesto para desenhos no gabinete da secção 17. [Novo]

3.3 Comentários Finais

Com as medidas implementadas conclui-se que, reestruturando a informação transmitida à secção 17, é possível melhorar o processo produtivo ao reduzir tempos outrora destinados a separar material, procurar material ou corrigir enganos. Sendo necessário o envolvimento de outros departamentos que não a PRD 1, é uma medida ainda em desenvolvimento e para extensão a todos os modelos de autocarro produzidos.

Por outro lado, o planeamento do corte de chapa é atualmente mais fácil, e o controlo dos programas elaborados mais claro.

Pode concluir-se então, que o fluxo de informação na secção (e também entre departamentos) foi melhorado, com consequentes efeitos no fluxo de materiais; questão abordada no capítulo que se segue.

4 Fluxo de Materiais: Situação Inicial, Soluções e Melhorias

Sendo necessário conhecer e avaliar os processos levados a cabo pela CaetanoBus para compreender o que fazer para os melhorar, houve que conhecer o processo produtivo total – transversalmente – para enquadrar a secção metalomecânica (secção 17) e compreender o seu papel fulcral dentro da organização e na produção das Pré-estruturas constituintes da carroçaria dos autocarros.

«Olhar» para os processos significa estar no terreno, percorrê-lo, seguir, em particular os fluxos de materiais para sinalização de situações a necessitar de aperfeiçoamento, para estudo e proposta de soluções com vista à introdução de melhorias.

4.1 Caracterização da Situação Inicial

4.1.1 Processo Produtivo da CaetanoBus

A unidade fabril de Gaia está dividida em três linhas de montagem. Os diferentes modelos são típica e atualmente distribuídos da seguinte forma:

- Linha 1: modelos de Turismo - Levante, Winner;
- Linha 2: modelos Minibus e Urbanos - iTrabus/Probus, A66, Double Decker;
- Linha 3: modelos de Aeroporto - Cobus.

O processo produtivo envolve essencialmente 5 fases distintas (ver Figura 19), organizadas por secções:

- Pré-estruturas - Secção 4017;
- Estruturas e Chapeamento - Secções 4001, 4002, 4026;
- Pintura - Secção 4004;
- Acabamentos - Secções 4005, 4006, 4026;
- Preparação de entrega e retificações finais - Secção 4010.

A secção 4026 refere-se exclusivamente ao Cobus e à Linha 3 onde é produzido, seguindo essencialmente o mesmo processo dos outros veículos.



Figura 19 – Processo produtivo geral de um autocarro.

Existem ainda a secção 4016 de produção de Tampas, em Ovar, e a secção 4027, onde são desenvolvidos os Protótipos dos autocarros.

Estas etapas produtivas estão principalmente distribuídas no pavilhão A da fábrica, de acordo com o *layout* apresentado na Figura 20.

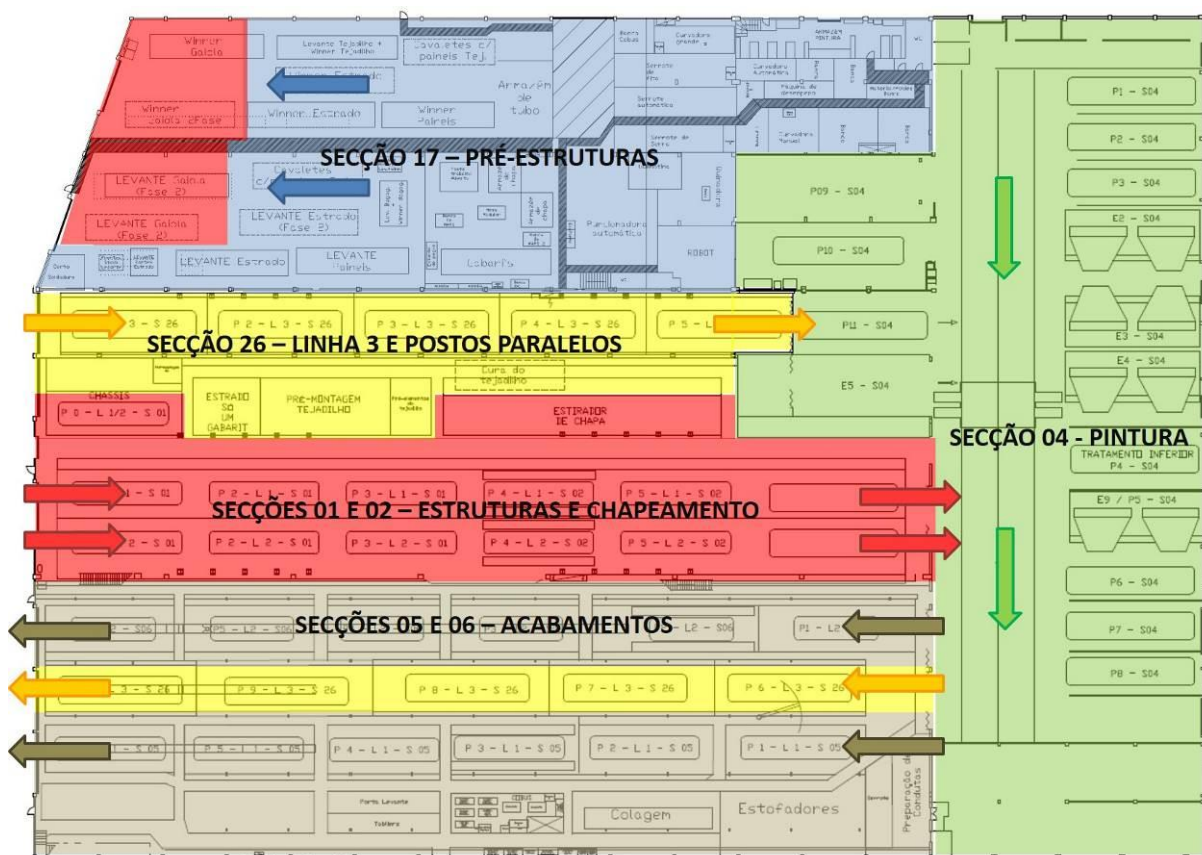


Figura 20 - Organização do Pavilhão A: linhas produtivas e secções.

Na secção 17 são produzidas as Pré-estruturas que abastecem os gabaritos de montagem presentes na mesma nave (e também na fábrica em Ovar no caso das Frontes e Traseiras ou subconjuntos Cobus⁶). Estas Pré-estruturas vão abastecer as linhas produtivas, nomeadamente o posto onde são soldadas em Gaiola, ao fundo da nave, na área representada a vermelho na Figura 20; não sem antes passarem pela estufa de pintura onde é executado o tratamento com primário anticorrosivo. O fluxo de materiais dentro da secção 17, da secção para a pintura, e daí para as linhas produtivas, será abordado adiante com maior detalhe.

⁶ Frente e Traseira referem-se aos subconjuntos de estruturas da frente e traseira de um autocarro que são, por norma, soldados na fábrica de Ovar e posteriormente transportados e montados em Gaiola na fábrica em Gaia. Também o material para os subconjuntos Cobus é enviado para Ovar onde são montados e reenviados para Gaia.

Sendo a organização de áreas independente e as tarefas distintas, este capítulo e subcapítulos correspondentes serão subdivididos, de acordo com a matéria-prima, em Tubo e Chapa.

4.1.3 Matéria-prima em Tubo

O trabalho em tubo é determinado pelas LC com identificação de Serrote. A sua distribuição é feita pelo Chefe de Equipa que gere os trabalhos de acordo com o Plano de Produção e Plano de Estruturas, máquinas e mão de obra disponíveis. A matéria-prima é descarregada, geralmente com o auxílio da ponte rolante, diretamente do armazém de tubo para o serrote onde irá ser cortado. À medida que o material é cortado pelo operador, vai sendo colocado num carrinho de transporte. Este material segue então uma determinada sequência de trabalhos indicada (parcialmente) na LC e conhecida pelos colaboradores (ver Figura 22).

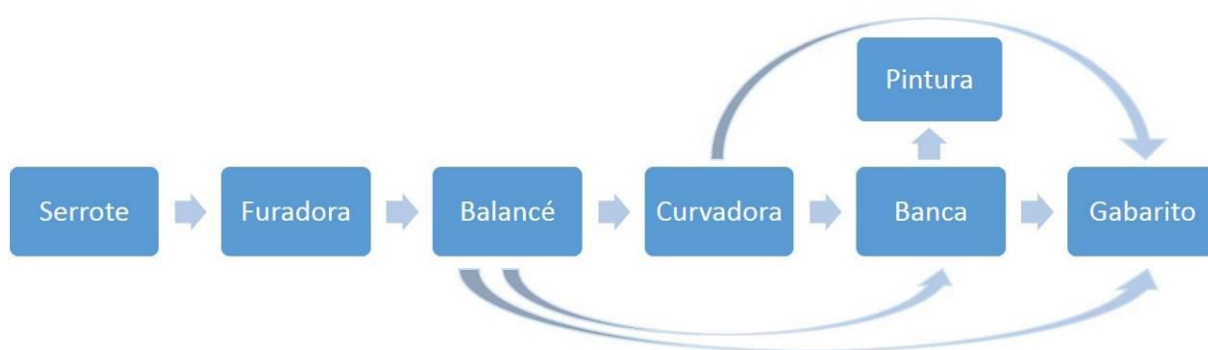


Figura 22 - Sequência de trabalho para tubo na secção 17.

O material (nos carrinhos) é conhecido pelos colaboradores que nele trabalham e a sua movimentação ocorre de acordo com esta sequência de trabalho e segundo o esquema representado na Figura 23.

Em todo o tubo são executados furos (em Furadora) para aplicação de produto anticorrosivo no seu interior, ou para escoamento de água (em Balancé). Algum tubo é conformado em Curvadora, e/ou encaminhado para trabalhos de Banca. Sendo o material destinado a fornecimento às linhas produtivas, é levado, por um colaborador da secção, para a entrada da cabine de pintura de primário epóxi. Caso contrário, será encaminhado para os Gabaritos de montagem das Pré-estruturas (ou expedido para Ovar no caso das Frentes, Traseiras ou subconjuntos Cobus).

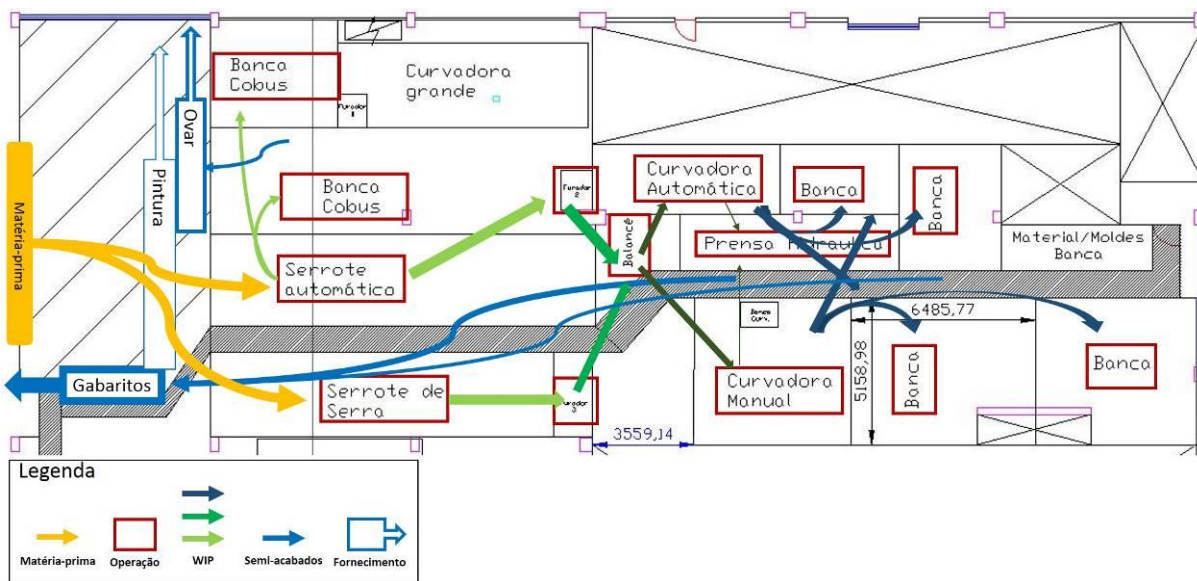


Figura 23 - Layout inicial da área de trabalho em tubo com identificação dos fluxos de material.

4.1.4 Matéria-prima em Chapa

O corte de chapa é executado em puncionadora, guilhotina ou laser. A puncionadora executa cortes complexos, enquanto a guilhotina efetua cortes simples (sem ângulos ou curvas) e a máquina laser — disponível apenas na fábrica de Ovar — corta chapa de aço com espessura superior a 3mm.

O material cortado é identificado e colocado em estantes ou carrinhos nas proximidades das máquinas. As peças cortadas em guilhotina seguem as LC e, assim, encontram-se associadas a estruturas — Estrado, Painéis, Tejadilho, etc. Este material é depositado em carrinhos e encaminhado, juntamente com a LC correspondente, para a zona da quinadora. O material cortado na puncionadora, como referido anteriormente, segue a regra de otimização do consumo de chapa, podendo ser cortadas, ao mesmo tempo, peças pertencentes a estruturas distintas. O material cortado é também identificado e colocado em carrinhos ou, no caso de material Cobus, depositado numa estante próxima da máquina.

Cabe ao operador da quinadora conformar o material [aquele que exige esse trabalho] de acordo com as especificações nas LC e nos desenhos (das peças). Este colaborador reúne o material das duas máquinas de corte de chapa e separa-o por Estrutura em carrinhos que serão encaminhados para os Gabaritos, Pintura ou trabalhos de Banca (ver Figura 24).

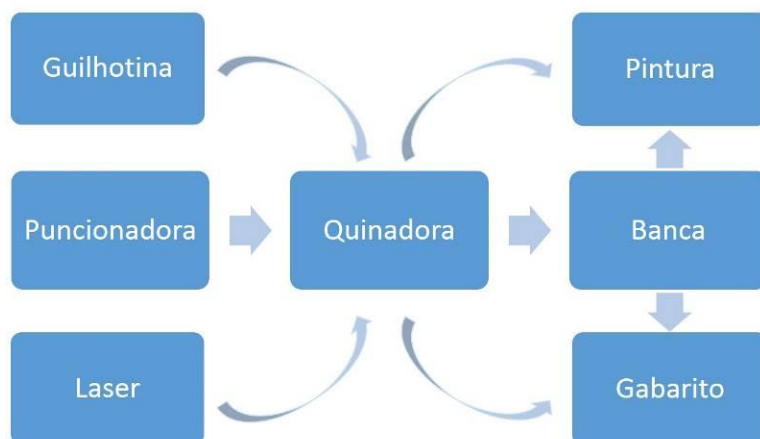


Figura 24 - Sequência de trabalho para chapa na seção 17.

4.2 Soluções Propostas e Implementação de Melhorias

Após conhecimento – no chão de fábrica – e avaliação dos processos e procedimentos – em interação com todos os operadores – houve que procurar encontrar soluções de melhoria sem que com isso fossem criados custos adicionais.

4.2.1 Matéria-prima em Tubo

Identificação do Material nos Carrinhos Logísticos

O fluxo de materiais na seção 17 ocorre devido, principalmente, ao conhecimento dos colaboradores que, na sua maioria com vários anos de experiência, estão familiarizados com o processo produtivo e conhecem os materiais dos modelos de autocarro produzidos. Com relativa facilidade, um colaborador experiente da seção identifica o material colocado nos carrinhos logísticos e, saberá com maior ou menor dificuldade, em que fase do processo de encontra. No entanto, um processo não deve depender de colaboradores mas, pelo contrário, ser transparente, visível e compreensível do início ao fim [para todos].

Com o intuito de combater o déficit de informação no local de trabalho e regularizar o fluxo de materiais, foi proposta a identificação do material colocado nos carrinhos.

Os meios auxiliares de produção existentes na seção, nomeadamente gabaritos de montagem e moldes de controlo, são regidos por um código de cores que indica o modelo de autocarro ao qual aludem. Seguindo esse mesmo código de cores, propôs-se estender a identificação do modelo aos materiais colocados e transportados nos carrinhos logísticos. Para tal, foi idealizado um caixilho com chapas coloridas, a aplicar em todos os carrinhos de tubo da seção 17 (ver Figura 25).

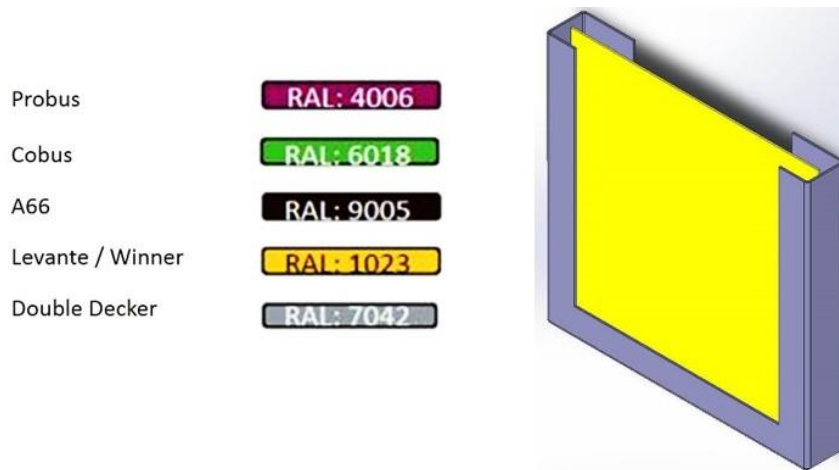


Figura 25 - Código de cores usado na secção 17 para identificação dos modelos de autocarro e caixilho com chapa colorida identificativa do material em carrinho. No exemplo: amarelo, que corresponde aos modelos de Turismo — Levante ou Winner.

Cada carrinho deverá ter aplicado — na frente — um caixilho com uma chapa pintada de cada uma das cores dos modelos produzidos atualmente (ou previstos produzir num horizonte próximo). A chapa cuja cor corresponda ao material disposto no carrinho será a chapa visível, e deverá ser posta em evidência pelo colaborador que principie os trabalhos com tubo — habitualmente um dos colaboradores de Serrote.

Para além da identificação do modelo, deverá ser também possível identificar a estrutura a ser trabalhada — Estrado, Painéis, Tejadilho, Frente, Traseira ou Monte Partes — assim como todo o material que a constitui. Para tal, as LC, cujas páginas de rosto indicam de forma clara a estrutura a que se referem (ver Anexo D, *Designação*), e que acompanham, geralmente, o material, passarão a ter lugar próprio e normalizado nos carrinhos a serem colocadas. Foi projetada, para esse efeito, uma grelha a aplicar em cada carrinho logístico para colocação da LC (ver Figura 26).

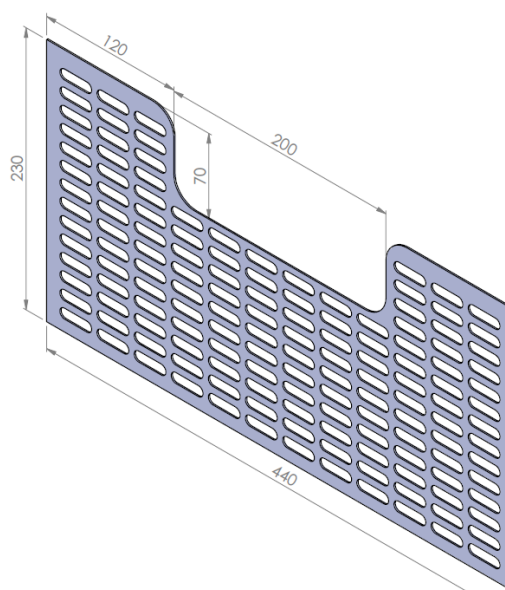


Figura 26 - Grelha aplicada nos topos dos carrinhos logísticos para colocação das Listas de Corte identificando o material a ser trabalhado.

Por outro lado, o material cortado em serrote é, desde logo, identificado de acordo com as regras formalizadas em Instrução de Trabalho (ver Anexo E). A marcação do tubo com a posição em LC, de pelo menos uma peça de cada, facilita a identificação e correspondência das mesmas em desenho para montagem dos subconjuntos em gabarito (ver Figura 27).



Figura 27 - Marcação do tubo cortado com posição em Lista de Corte.

Identificação da Fase do Processo Produtivo

Os trabalhos em tubo implicam uma série de operações até ao material estar pronto para montagem de subconjunto em gabarito ou para ser encaminhado para a pintura, no caso de fornecimento das linhas produtivas. Estas operações seguem uma sequência explanada anteriormente.

Para regular estes trabalhos foi desenvolvido um sequenciador de tarefas para trabalho em tubo (ver Figura 28). O sequenciador consiste numa barra metálica com ranhuras onde encaixa um marcador metálico. Estas ranhuras têm inscritas letras que correspondem aos trabalhos a executar no tubo, e que seguem a já referida sequência de operações.

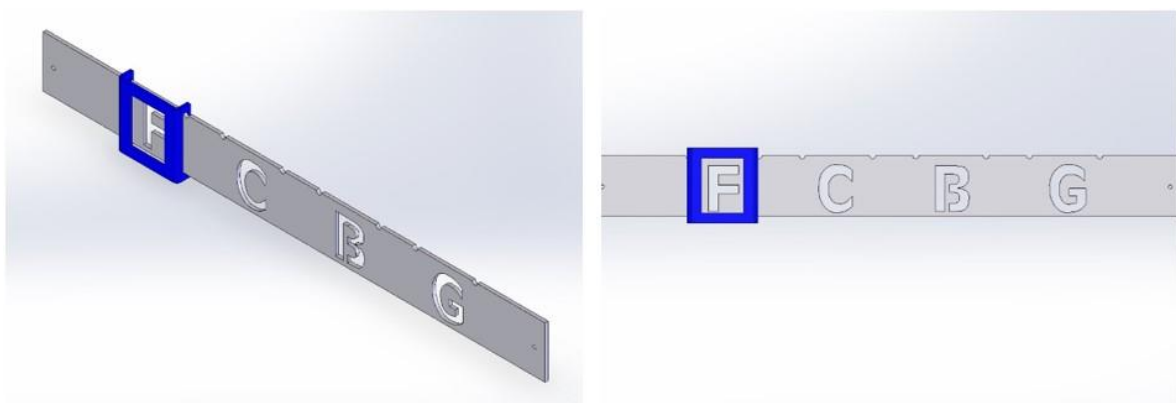


Figura 28 - Sequenciador de tarefas para trabalho em tubo : F - Furar, C - Curvar, B - Banca, G - Gabarito.

As letras F, C, B e G foram adotadas para informar que o material colocado nos carrinhos está pronto para Furar, pronto para Curvar, pronto para ser trabalhado em Banca ou pronto para ser encaminhado para montagem em Gabarito.

Para além das letras, existe ainda uma ranhura em branco, a ser a selecionada quando não existe material no carrinho ou quando o processo se encontra na fase inicial de corte em

serrote. Quando todo o material indicado na LC estiver cortado e assim se der por finalizada a tarefa, o operador de serrote deverá posicionar o marcador na letra F, tornando visível para o colaborador responsável pela tarefa subsequente que o material está pronto para furar. A letra F engloba as operações em furadora (furo para aplicação de anticorrosivo — no interior dos tubos — numa etapa posterior de pintura) e operações em balancé (rasgo para escoamento de água), tarefas habitualmente executadas pelo mesmo operador.

Na Figura 29 pode constatar-se a concretização das propostas de identificação do material e da fase do processo produtivo de tubo.



Figura 29 - Carrinho logístico de transporte de material com melhorias implementadas. [Novo]

Os sistemas implementados permitem um controlo visual do processo, assim como possibilitam a regulação das tarefas dos colaboradores sendo o material que é colocado no carrinho, e a tarefa a realizar, de mais fácil reconhecimento (ver Tabela 3). Evita-se ou diminui-se, por isso, movimentações e tempo gasto na procura de material. Por outro lado, a facilidade de identificação será transversal a qualquer colaborador da secção ou da empresa que esteja familiarizado com as cores dos modelos e método de trabalho.

Tabela 3 - Ganhos obtidos com implementação de indicadores visuais do processo de trabalho em tubo.

Ganhos	▲	Identificação rápida do material
	▲	Redução das movimentações dos colaboradores na procura por material
	▲	Transparência do processo, fluxo visível
Custos	▼	Pontuais: Retalho de chapa, Mão de obra associada à colocação dos sistemas, Necessidade de breve formação sobre utilização correta.

Alteração de Layout

A deteção da necessidade de alteração ao *layout* emergiu do acompanhamento dos trabalhos na secção, nomeadamente trabalhos em tubo, e do diálogo com os colaboradores e chefes de equipa. Sendo quem melhor conhece o processo e limitações impostas pelo espaço físico, as sugestões de todos foram ouvidas e consideradas, concluindo-se que a organização desta área — zona de máquinas e bancas — não seria a mais apropriada ou frutuosa. As bancas encontravam-se num espaço com pé direito mais baixo e iluminação deficitária. Estas condições seriam pouco adequadas aos trabalhos de rebarbagem e soldadura realizados nas bancas, visto serem trabalhos algo minuciosos requerendo, para isso, bastante luz. Ademais, durante a soldadura são libertados fumos que, apesar da existência de instalação de exaustão, eram de difícil escoamento. Por sua vez, a disposição das máquinas e bancas não permitia uma circulação de material fluida e inócua, estando as bancas distribuídas por uma área extensa e existindo um corredor de circulação de pessoas a atravessar a zona de trabalhos.

Estudado o espaço disponível e debatidas as necessidades, foi proposta a alteração do *layout* ilustrado na Figura 30.

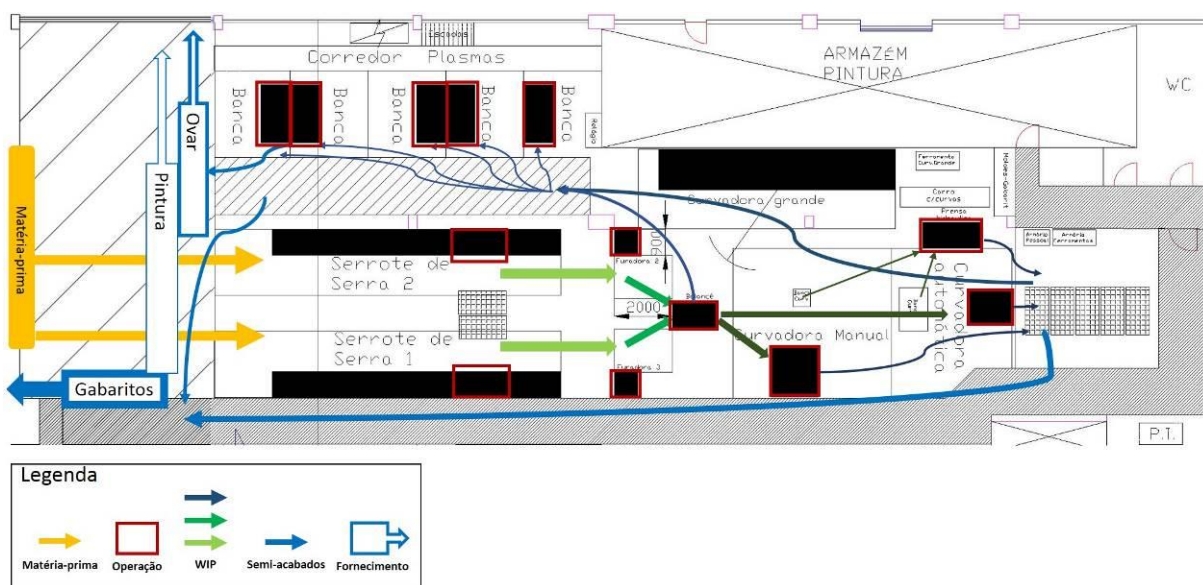


Figura 30 - Novo *layout* da área de trabalho em tubo e novo fluxo de material.

A mudança foi realizada de forma gradual e de maneira a não prejudicar os trabalhos e o normal funcionamento da secção (ver Anexo F). Foi, por sua vez, conseguida com a cooperação de colaboradores que se disponibilizaram para executar a alteração.

As bancas de trabalho, antes posicionadas em duas zonas distintas, passaram a estar juntas e numa zona da nave com pé direito mais alto, luz natural e melhor iluminação. Estando agora também junto ao portão de abastecimento, beneficiam da maior circulação de ar existente. O sistema de exaustão foi ainda reformulado para promover a sucção diretamente por cima das bancas. Os dois serrotos passaram a estar alinhados com as furadoras e o balancé, podendo o material ser encaminhado daí para os gabaritos, para as bancas, ou continuar para as curvadoras de uma forma mais fluida. O corredor de acesso à secção, passagem de pessoas e abastecimento de materiais passou a estar encostado à parede e alinhado com o corredor da zona posterior da nave; sofreu também um alargamento que permite agora a passagem do *mizusumashi* para abastecimento da secção (ver Figura 31). Acresce que, estando encostado à parede, foi possível diminuir, ou mesmo eliminar, o risco de acidentes resultante do (antes)

frequente cruzamento de material pelo local de passagem de pessoas, tendo por isso aumentado a segurança nesta zona da secção.



Figura 31 - Novo corredor de acesso à secção.

Primeiramente reposicionando as bancas e máquinas de grande porte, a nova disposição foi sofrendo pequenos ajustes até se ter alcançado um posicionamento final consensual e profícuo, tendo os colaboradores sido incluídos em todos os passos da mudança. O posicionamento de armários de apoio, máquinas pequenas, meios de produção e estantes de material, foi feito posteriormente, à medida das necessidades, e tendo sempre em conta a opinião dos colaboradores que diariamente necessitam e utilizam os meios.

As melhorias alcançadas estão resumidas na Tabela 4.

Tabela 4 - Ganhos decorrentes da alteração ao *layout* da zona de bancas e trabalho em tubo.

Ganhos ▲	▲ Melhoria das condições de trabalho (iluminação, exaustão)
	▲ Melhoria do fluxo de material (maior fluidez)
	▲ Aumento da segurança na secção
	▲ Possibilidade de acesso do <i>mizusumashi</i>
Custos ▼	Pontuais: Associados à mão de obra, Material para pintura do novo corredor

Redimensionamento de Estantes de Material

Posicionadas anteriormente junto a duas bancas — nas zonas “Banca” e ‘Banca Cobus’ no desenho do *layout* inicial (ver Figura 23) —, as estantes de material auxiliar aos trabalhos de banca (consumíveis como parafusos, porcas, e várias chapas de diferentes dimensões, entre outros materiais) encontravam-se inicialmente desordenadas e subaproveitadas, existindo material idêntico disperso por diferentes caixas, caixas vazias e espaço não utilizado (ver Figura 32).



Figura 32 - Estantes de material consumível em banca antes da alteração de layout e da reorganização.

Acresce que muito do material nelas contido veio a revelar-se ser *stock* de material para modelos de autocarros descontinuados. Assim, e com a anuência dos colaboradores que as utilizam, procedeu-se à limpeza e organização das estantes. Os materiais não utilizados nos modelos produzidos atualmente [e modelos que não figuram no plano de produção da empresa a médio prazo] foram sucitados. Os materiais em uso foram agrupados e dispostos de forma organizada tendo em conta as quantidades adequadas às necessidades, evitando-se *stock* excessivo. Este controlo de *stock* é conseguido com o recurso a caixas padronizadas, nunca excedendo a quantidade de duas caixas.

Desta reorganização percebeu-se que as estantes estavam sobredimensionadas e procedeu-se à sua conversão. Assim, uma estante foi redimensionada, reduzindo-se o seu tamanho às reais necessidades de espaço, e a outra substituída por uma de menores dimensões e equipada com rodas para facilitar possíveis movimentações (ver Figura 33).



Figura 33 – Nova estante de material de banca para o Cobus — abastecido pelo armazém — depois da reorganização.

As novas estantes foram posicionadas no bordo de linha junto às bancas que as utilizam. A estante para consumíveis Cobus abastece duas bancas, a outra estante abastece quatro bancas, estando agora mais próxima de todas. Assim, conseguiu-se reduzir espaço, movimentações e

melhorar a organização do ‘supermercado’. Os ganhos obtidos com esta melhoria estão resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Ganhos alcançados com alteração de estantes de materiais consumíveis para trabalhos de banca.

Ganhos ▲	▲ Redução do espaço ocupado
	▲ Melhoria na limpeza e arrumação
	▲ Controlo de <i>stock</i> de consumíveis a abastecer pelo armazém
	▲ Melhoria no acondicionamento do material e moldes
	▲ Redução de movimentações e distâncias percorridas pelos colaboradores
Custos ▼	Pontuais: Associados à mão de obra e tempo de reconversão

Melhoria da Movimentação dos Carrinhos

Outro problema identificado na secção foi a difícil movimentação dos carrinhos logísticos. Quando carregados com material tornam-se muito pesados podendo chegar a pesar perto de uma tonelada. Esta situação ocorre, principalmente, para carrinhos carregados com a estrutura Estrado, que é composto por perto de uma centena de posições de tubo. Esta dificuldade torna-se crítica no caso dos carrinhos equipados com rodas de ferro. Estas rodas, para além de dificultarem a deslocação, particularmente no primeiro movimento em que é necessário vencer a inércia inicial, podem também ocasionar danos nos fios elétricos de máquinas que se encontrem à passagem do carrinho.

Após análise da totalidade de carrinhos de tubo da secção foram identificados 11 em más condições. Foi, por um lado, proposta a substituição dos atuais rodízios com rodas de ferro fundido por outros com rodas em material mais adequado — poliuretano. Por outro lado, foi ainda testada a disposição dos rodízios em forma de ‘diamante’ (ver Figura 34). Com esta solução pretendia-se facilitar a movimentação dos carrinhos carregados com material e atingir melhorias em ergonomia e conforto para os colaboradores.



Figura 34 – Carrinho de teste com rodízios em poliuretano em disposição ‘diamante’ para melhoria na movimentação.

A solução da disposição em “diamante” confirmou facilitar a circulação do carrinho, sendo possível a rotação sobre si mesmo. No entanto, para as condições de trabalho na secção, não se mostrou ser a solução ideal. O chão, com uma ligeira inclinação na zona junto ao portão de abastecimento, constituiu um entrave uma vez que provocou instabilidade e desequilíbrio do carrinho, com perigo de adornar. Por outro lado, o facto de os carrinhos serem dispostos e guardados lado a lado, dificultou o início do movimento ao carrinho de teste, uma vez que as rodas giratórias nem sempre estão alinhadas com o movimento que se lhe pretende aplicar.

Optou-se então por manter a disposição atual dos rodízios, com dois giratórios aplicados no topo do carrinho do lado pelo qual se puxa, e dois fixos no extremo oposto. Os rodízios de ferro fundido foram, então, substituídos por rodízios novos com núcleo de alumínio e rolamento de esferas, com exterior em poliuretano.

No que se refere à melhoria de movimentação, foi ainda conseguido, através da já referida separação das LC do Estrado nos subconjuntos Estrado / Bagageira / Plano de Motorista / Cortes Transversais, uma distribuição da estrutura (que antes ocupava um único carrinho logístico) por quatro carrinhos, com diminuição de peso e, conseqüente benefício no transporte.

Tabela 6 - Ganhos alcançados com melhoria de rodízios.

Ganhos ▲	Ergonomia
▲	Redução do esforço dos colaboradores para movimentar carrinhos
Custos ▼	Pontuais: Rodízios novos e sua aplicação (mão de obra)

4.2.2 *Matéria-prima em Chapa*

Melhoria dos Carrinhos de Material

Uma constatação quase imediata quando se percorre a secção 17, e a área da chapa em particular, é a inadequação dos carrinhos logísticos de transporte deste material (ver Figura 35).

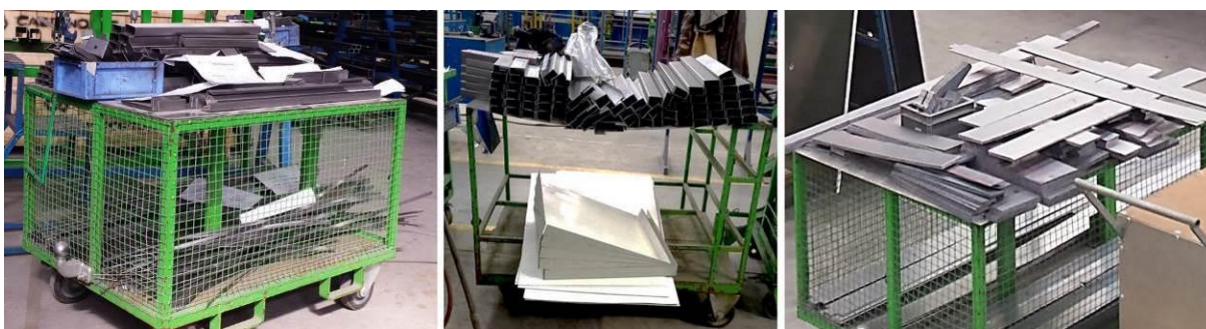


Figura 35 - Carrinhos logísticos para chapa desadequados.

Ainda que nem toda a chapa seja transportada de forma desadequada, a grande maioria das peças é empilhada num carrinho improvisado. A forma como o material é acomodado, para

além de ser pouco segura — podendo tombar ou ser facilmente derrubada provocando empenos —, dificulta a identificação das peças e complica o alcance dos colaboradores que têm, frequentemente, de retirar o material de cima para aceder a peças que se encontrem por baixo.

A melhoria dos carrinhos implicou duas considerações quanto à sua adequação ao material:

- i) Depois do corte na Puncionadora e Guilhotina;
- ii) Após trabalho de conformação na Quinadora.

Após o corte da matéria-prima em guilhotina ou puncionadora o material mantém a configuração plana e, grande parte das vezes, adquire dimensões díspares entre comprimento e largura. Para além de material de considerável esbelteza que será mais bem acondicionado na horizontal, são também cortadas peças com larguras mais consideráveis que devem ser dispostas na vertical. Assim, e considerando o parecer dos colaboradores, foram adaptados carrinhos para melhorar o transporte do material cortado para a Quinadora (ver carrinho A, Figura 36).

Este carrinho, permitindo acondicionar os diversos semiacabados nas várias prateleiras horizontais sem o risco de deslizarem e sem ser necessário empilhar material distinto, permite também acondicionar chapas de maiores dimensões na vertical - no espaço lateral apropriado.

Para material já conformado na Quinadora e com maior resistência, como é o caso de perfis em U ou cantoneiras, os carrinhos adequados serão aqueles que permitem acondicionar as peças na vertical (ver carrinho B, Figura 36). Estes carrinhos logísticos existem, mas em número reduzido, pelo que, quando estão a abastecer os Gabaritos, faltam na área da chapa, devendo por isso ser construídas mais unidades.



Figura 36 - Carrinho transformado para acondicionamento de chapa cortada à saída da Puncionadora ou Guilhotina (A); Carrinho apropriado para material depois de quinado (B).

A Tabela 7 sumaria as melhorias que decorreram desta alteração.

Tabela 7 - Ganhos obtidos com a melhoria dos carrinhos logísticos para chapa.

Ganhos	▲ Organização ▲ Redução de tempos de procura/separação de material ▲ Ergonomia
Custos	▼ Pontuais: Decorrentes da alteração ou criação de novos carrinhos

Definição de Zonas - Separação de Semiacabados por Aplicação

Rodeada por estantes de grandes dimensões, constatou-se que a área da quinadora se encontrava desorganizada, existindo material disperso pelas várias prateleiras sem qualquer identificação (ver Figura 37). Nestas estantes encontrava-se material referente a *kits*⁷ das LC (para obras em veículos), material para *stock* intermédio de modelos produzidos com regularidade como o Cobus⁸ ou Levante, ou ainda material obsoleto referente a modelos descontinuados.



Figura 37 - Zona da Quinadora, antes e depois da reorganização.

⁷ *Junjo kit* – abastecimento de vários componentes, em *kit*, para [sequência de] produção.

⁸ Apesar da regularidade do modelo de aeroporto Cobus, houve, recentemente a mudança do modelo Cobus 3001 (com cerca de 10 anos de produção em série) para o Cobus 3002.

Conhecido, na sua maioria, pelos colaboradores habituados a trabalhar com chapa, este material semiacabado era, ainda assim, suscetível de não ser reconhecido ou encontrado aquando a necessidade de abastecer bancas, gabaritos ou Produção (PRD 2). Este facto conduzia, por diversas vezes, à colocação de pedidos urgentes para novo corte de material e consequente perturbação do planeamento da produção.

Com a aprovação e cooperação dos colaboradores, procedeu-se à limpeza e organização das estantes. Material obsoleto foi encaminhado para a sucata e o restante separado, tanto por modelo como por aplicação, isto é, material para trabalhos em banca, para montagem em gabarito ou para fornecimento à PRD 2. O material para fornecimento às linhas 1 e 2 da PRD 2 (discutido adiante) terá um procedimento independente, uma vez que todas as peças devem ser previamente pintadas com primário epóxi, e por isso encaminhadas para a pintura em carrinhos próprios.

Foram inutilizadas duas estantes que, após triagem de material e limpeza, se revelaram excessivas e a ocupar espaço desnecessário. Outra estante de grandes dimensões que continha material para fornecimento às bancas foi substituída por três de menores dimensões e mais ergonómicas, cada uma destinada a uma categoria de autocarro atualmente produzida: Turismo / MiniBus / Aeroporto (ver Figura 38).



Figura 38 - Estantes para chapa, para abastecimento das bancas de trabalho : Turismo / Mini / Cobus⁹.

As três estantes estão, agora e após alteração ao *layout* da área de tubo, posicionadas no bordo de linha e mais próximas das bancas de trabalho que necessitam do material nelas colocado.

Acresce ainda a organização de três estantes para peças de *stock* intermédio. Antes ocupadas com todo o tipo de material, apenas separadas por matéria-prima aço ou alumínio, e não identificadas, cada uma das estantes passou a estar reservada a uma categoria de autocarro e a material de *stock* intermédio com trabalho de conformação plástica na Quinadora (ver Figura 39).

⁹ A identificação ‘Cobus’ em vez da categoria ‘Aeroporto’ justifica-se por ser uma marca e a única designação usada na empresa para modelos de aeroporto. Os restantes segmentos — Turismo / Mini / Urbano — englobam, cada um, mais de um modelo de autocarro.



Figura 39 - Estantes de *stock* intermédio de chapa quinada, organizadas e identificadas por modelo.

Entre a Guilhotina e a Quinadora manteve-se uma estante de apoio, desta feita com as prateleiras organizadas e identificadas por modelo: Turismo / Mini / Cobus (ver Figura 40). O material colocado na estante será *stock* intermédio de chapa, cortada tanto na guilhotina como na Puncionadora, e que não necessita de quinagem. Nesta estante foi ainda reservado um espaço para material produzido em resposta a pedidos urgentes (identificado como ‘Outros’). Deste modo evita-se que o colaborador que manifestou a necessidade vagueie à procura do material, sendo possível identificar rapidamente se o pedido já foi concluído.



Figura 40 – Estante de *stock* intermédio de chapa não quinada, identificada por modelo e com local reservado a material de pedidos urgentes.

A Tabela 8 sintetiza os resultados obtidos.

Tabela 8 - Ganhos obtidos com a organização da área da chapa.

Ganhos ▲	Definição de locais de material
	Organização e limpeza
	Redução de movimentações e tempo à procura de material
Custos ▼	Pontuais: Decorrentes da alteração das 3 estantes de material para banca

Reorganização do Armazém de Chapa

O abastecimento de chapa à secção é realizado com uma frequência, por vezes, diária. Através do diálogo com os colaboradores da secção que descarregam chapa para as máquinas de corte, e também com os colaboradores de armazém que abastecem a secção, entendeu-se que a distribuição atual da chapa pelas gavetas não seria a mais conveniente. Essa distribuição estava estruturada por tipo material, sendo a estante A reservada a chapa de alumínio e a estante B a chapa de aço e sobrantes de alumínio.

Sendo a grande maioria da chapa de alumínio de largas dimensões (3000x1500 mm a de maior dimensão), carregar e descarregar matéria-prima da estante A — de mais difícil acesso com o empilhador — revelava-se uma tarefa complexa. Foi então sugerida uma organização de material que facilitasse as tarefas de carga e descarga de chapa.

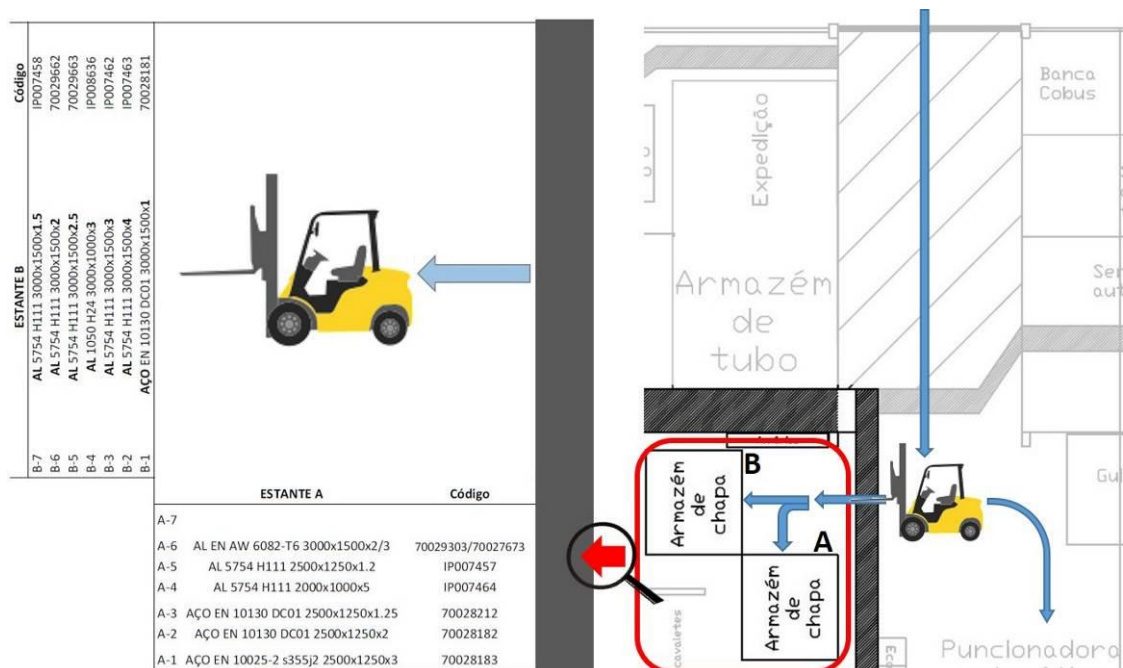


Figura 41 – Layout do armazém de chapa e reorganização da disposição da matéria-prima de acordo com dimensões e peso, para facilitar movimentações do empilhador durante cargas e descargas.

A nova arrumação tem em conta tanto as medidas da chapa, como o material e o seu peso, posicionando-se o aço, mais pesado, nas posições inferiores. Considerando sempre uma lógica de peso decrescente à medida que se sobe, também a chapa fica organizada por espessuras.

As etiquetas foram renovadas e melhoradas de modo a permitir uma mais fácil identificação do material (ver Anexo G). As etiquetas correspondentes a chapa de alumínio estão

identificadas com a cor azul, e as de aço com a cor laranja. As dimensões e espessura da chapa encontram-se também agora mais visíveis. As etiquetas foram ainda colocadas em calha plástica de modo a permitir flexibilidade na identificação do material caso seja necessário ocupar gavetas distintas ou reorganizar o armazém (ver Figura 42).



Figura 42 - Identificação do material no armazém de chapa na secção 17, antes e depois.

A alteração da organização da chapa nas gavetas foi introduzida de forma gradual e à medida que novas paletes de matéria-prima iam chegando à secção. Deste modo, o abastecimento não sofreu ou implicou perturbações no normal funcionamento.

Tabela 9 - Ganhos alcançados com reorganização do armazém de chapa e renovação das etiquetas.

Ganhos	▲	Maior segurança durante cargas e descargas
	▲	Redução de tempos de abastecimento
	▲	Redução de danos na chapa decorrentes de movimentações difíceis
	▲	Melhor identificação da matéria-prima
Custos	▼	Não relevantes

Fluxo de Materiais para Abastecimento da PRD 2

Como referido previamente, existem materiais de produção interna na secção 17, fornecidos às linhas produtivas que, por essa razão, necessitam de pintura com primário anticorrosivo mas se perdem nesse percurso. Este facto decorre de algum desse material não estar refletido nas LT em SAP como necessidade das linhas, nem sinalizado nas LC.

Do trabalho conjunto da PRD 1, PRD 2 e LOG para assinalar essas peças, as LC de material foram alteradas e conduziram à consequente separação desse material de acordo com o posto de aplicação: Gaiola / 4001 / 4002.

Para regular e assegurar o fluxo das peças para a pintura, e da pintura para as linhas, foi debatida a necessidade de criar carrinhos adequados ao material e identificá-los. Foi, para isso, validada uma ordem para a construção interna dos mesmos. A esses carrinhos será aplicado um sistema de identificação do material idêntico ao implementado para os carrinhos de tubo da secção 17. O sequenciador de tarefas será adaptado à realidade dos trabalhos desses materiais incluindo, para tal, a fase de pintura e o abastecimento às linhas (representados pelas letras P e L, respetivamente).

Por outro lado, a área da estufa de pintura de primário será organizada e serão criadas duas zonas distintas: uma de receção de material para pintar, outra de expedição de material pintado pronto para ser fornecido às linhas (ver Anexo H).

Com as necessárias alterações em SAP implementadas, os materiais passarão a ser chamados nas listas de *picking* dos postos corretos, o que irá permitir que o armazém recolha o material e o encaminhe para as linhas.

Com estas melhorias espera-se garantir que o material é pintado e atempadamente abastecido às linhas, eliminando tempos de espera por falta de material e deslocções de colaboradores dos postos das linhas à cabine de pintura (ver Tabela 10). Estima-se que, para modelos de Turismo, o desperdício em movimentações seja de 165min por autocarro. Para um tempo de *takt* de 13 horas e conseqüente produção de 3 autocarros por semana, representa um gasto de aproximadamente 8 horas semanais.

Tabela 10 - Ganhos esperados com a regulação do fluxo de materiais de produção interna para abastecimento das linhas produtivas.

Ganhos ▲	▲ Garantia de pintura do material
	▲ Eliminação de deslocções de colaboradores à pintura e/ou à secção 17
	▲ Eliminação de tempos de deslocção (8 horas semanais)
	▲ Eliminação de tempos de espera por material
Custos ▼	Construção de carrinhos logísticos

4.3 Comentários Finais

As soluções implementadas melhoraram globalmente o fluxo de materiais e ajudaram a organizar uma secção antes pouco organizada

A alteração ao *layout* originou uma divisão funcional e utilização de espaço mais eficiente, reduzindo significativamente as movimentações dos colaboradores e o transporte de material. Com esta mudança melhoraram-se também as condições de trabalho.

Por outro lado, a identificação do material nos carrinhos e da fase do processo produtivo reduziram os tempos de procura e espera. A criação de zonas e a organização e identificação de material para banca e material de *stock* intermédio ajudaram a eliminar o *muda* de *picking*, para isso contribuindo também a organização do bordo de linha.

Aumentou-se ainda a segurança na secção ao adequar os carrinhos de transporte aos materiais que carregam, ao organizar o armazém de chapa e, particularmente ao realocar o corredor, através do qual já não existe cruzamento de material e que também permite agora a passagem do *mizumashi*.

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalhos Futuros

5.1 Conclusões

Ao longo do trabalho foi-se auscultando, conversando, construindo ideias; elaborando projetos que foram sendo executados e implementados sem significativa resistência e com a aceitação e colaboração dos operadores. Foi possível detetar oportunidades de melhoria pela permanência regular no chão de fábrica, acompanhamento dos trabalhos e constante diálogo com todos os colaboradores que, desde o primeiro momento, se mostraram disponíveis para esclarecer qualquer questão e cooperar na implementação de soluções que se pretendia fortalecerem a secção e, em última instância a empresa.

Apesar do projeto ter incidido, em particular, numa secção da produção, a organização e regulação dos seus processos e do fluxo de materiais terá impacto nas secções a jusante, cujos trabalhos dependem do bom funcionamento global da secção 17, e especificamente do fornecimento atempado de pré-estruturas.

As soluções implementadas no terreno devem, por isso, ser cumpridas e mantidas. Acredita-se que os ganhos atingidos permaneçam a médio e longo prazo através da sua sistematização, com a possibilidade de alargar o escopo de atuação às restantes secções da fábrica.

No que se refere ao fluxo de informação, sendo um processo transversal que envolve vários departamentos, as soluções propostas tiveram (e terão) impacto em alguns processos vigentes na organização, nomeadamente ao nível da reestruturação de procedimentos e organização do SAP. Implica, por isso, o comprometimento da gestão de topo que deve garantir os recursos necessários para o cumprimento dos objetivos propostos.

Os clientes selecionam quem entrega mais depressa e com melhor relação qualidade-preço. Comprometer estes fatores por falta de prática da melhoria contínua diária para conquista de qualidade, redução de custos, eficiência e prestação de bons serviços ao cliente, compromete o futuro da organização.

As empresas mais pró-ativas são as que podem colher resultados para os *stakeholders* que vão dos acionistas aos trabalhadores, aos clientes, à comunidade em geral. Esta pró-atividade, devendo, em primeira instância, situar-se na melhoria contínua dos processos e procedimentos internos e intrínsecos ao sistema produtivo, como se pretendeu fazer com o presente trabalho em modo integrante e harmonioso, deve também, para benefício de todos, focar-se na melhoria e desenvolvimento de produtos com bons serviços associados, criando experiências aos clientes que se fidelizam e potenciam a chegada de outros.

5.2 Trabalhos Futuros

Tendo sido já implementadas melhorias significativas em vertentes como organização, reorganização, simplificação, economia de recursos temporais, ordem, ergonomia, segurança, poupança e reaproveitamento de materiais, sem ter sacrificado relevantes recursos financeiros ou recursos humanos, há que procurar outras melhorias em eficiência e inovação — binómio determinante para que a CaetanoBus consiga ser mais competitiva num mercado em permanente efervescência — sem comprometer o bem-estar dos seus recursos humanos, antes, chamando-os e incluindo-os nas melhorias de processos e procedimentos, para com isso criar mais valor para toda a organização.

Sugere-se, por isso, que seja dada continuidade aos trabalhos realizados, aprofundando-os no que toca à redução de desperdícios como são disso exemplo o retrabalho e o excesso de produção. Para tal, deverá trabalhar-se em conjunto com os demais departamentos, nomeadamente a Engenharia e Logística, que têm a seu cargo a definição de necessidades e planeamento de produção, respetivamente.

Por outro lado, seria profícuo envolver a Logística do Armazém no fluxo de materiais de produção na secção 17 para fornecimento à pintura, e da pintura para as linhas. Estas movimentações são atualmente asseguradas por colaboradores da PRD 1 e da PRD 2, o que causa perturbações desnecessárias na produção. Assim, seria uma necessidade a reestruturação em SAP para contemplar peças de produção interna para *picking* pelo Armazém.

A nível mais focalizado, na secção 17 poderão ser executadas algumas pequenas melhorias, seguidamente enumeradas.


- Identificação dos materiais nas estantes de *stock* intermédio (etiquetas com código e desenho da peça);
- Pintura do chão na área de mudança de *layout* com identificação de áreas de trabalho;
- Restauro dos equipamentos: pintura das curvadoras, renovação das régua dos serrotes;
- Análise do impacto de uma cortina de lamelas no portão de abastecimento para melhoria das condições de trabalho com redução do frio e vento quando é necessário descarregar/carregar material.


Organizações mais eficientes, produtivas, inovadoras e amigáveis garantem a sua sobrevivência e o enriquecimento pessoal, profissional e familiar dos seus colaboradores e economia em geral.

Referências

- Barbosa, P. 2012. *Harvard Trends 2013: 45 Tendências de Gestão*. Vida Economica Editorial.
- Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education.
- Coimbra, E.A., Kaizen Institute e Kaizen Institute Staff. 2009. *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Courtois, A., M. Pillet e C. Martin-Bonnefous. 2007. *Gestão da Produção: Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante*. Lidel.
- Hopp, W.J. e M.L. Spearman. 2011. *Factory Physics: Third Edition*. Waveland Press.
- Jacobs, F.R., R.B. Chase e R.R. Lummus. 2011. *Operations and Supply Chain Management*. McGraw-Hill Irwin.
- Liker, J. 2003. *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Mcgraw-hill.
- Pinto, J.P. 2009. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel.
- Rother, M. e J. Shook. 2003. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Taylor & Francis.
- Womack, J.P. e D.T. Jones. 1996. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.

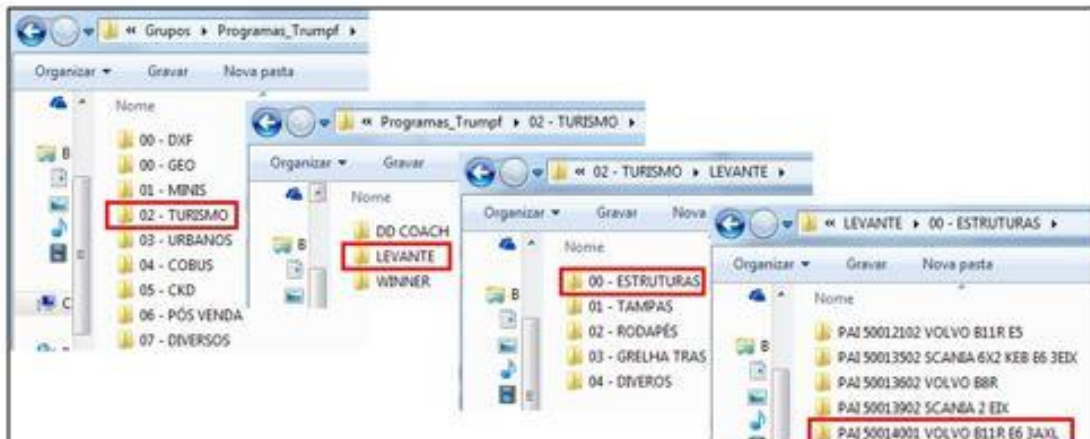
ANEXO A: Instrução de Trabalho para Programador *Trumpf*

 CAETANOBUS		INSTRUÇÃO DE TRABALHO			IT 324 - 017 - 00001																																																																													
PRD1					1/5																																																																													
Designação: Instrução de trabalho para programador Trumpf																																																																																		
Distribuição: PRD1																																																																																		
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Este procedimento tem como objetivo a definição de alguns critérios relativos à programação de corte de chapa na Puncionadora CNC</p> <p>2. ÂMBITO</p> <p>Puncionadora CNC TRUMPF, TRUMATIC 5000R</p> <p>3. METODOLOGIA</p> <p><i>3.1 Acesso às listas de corte</i></p> <p>No dia indicado no PLANO DE ESTRUTURAS ou PLANO DE TAMPAS o programador deve receber a Lista de Corte de material a cortar ou, caso a lista não lhe seja entregue pelo chefe de secção, aceder à pasta "Listas de Corte" (diretório: G:\Grupos>Listas_de_Corte) para extrair a lista correspondente à PEP indicada no plano.</p>																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Mês</th> <th rowspan="2">Sem.</th> <th colspan="5">Linha 1</th> </tr> <tr> <th>Dia</th> <th>Lista de Cortes</th> <th>Programação Máquinas</th> <th>Corte Tubo/Chapa</th> <th>Soldadura Estruturas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Abr</td> <td rowspan="10">17</td> <td>25</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">DIA DA LIBERDADE</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>F163043066</td> <td>F163043065</td> <td></td> <td>F163043057</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>F163043067</td> <td></td> <td>F163043063</td> <td>F163043058</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td></td> <td>F163043066</td> <td>F163043064</td> <td></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>F163043068</td> <td>F163043067</td> <td></td> <td>F163043059</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">DIA DO TRABALHADOR</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">DIA DO TRABALHADOR</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>F163043065</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>F163043069</td> <td>F163043068</td> <td></td> <td>F163043060</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>F163043070</td> <td></td> <td>F163043066</td> <td>F163043061</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">18</td> <td>5</td> <td></td> <td>F163043069</td> <td>F163043067</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>F163043071</td> <td>F163043070</td> <td></td> <td>F163043062</td> </tr> </tbody> </table>						Mês	Sem.	Linha 1					Dia	Lista de Cortes	Programação Máquinas	Corte Tubo/Chapa	Soldadura Estruturas	Abr	17	25	DIA DA LIBERDADE				26	F163043066	F163043065		F163043057	27	F163043067		F163043063	F163043058	28		F163043066	F163043064		29	F163043068	F163043067		F163043059	30	DIA DO TRABALHADOR					1	DIA DO TRABALHADOR					2			F163043065		3	F163043069	F163043068		F163043060	4	F163043070		F163043066	F163043061	18	5		F163043069	F163043067		6	F163043071	F163043070		F163043062
Mês	Sem.	Linha 1																																																																																
		Dia	Lista de Cortes	Programação Máquinas	Corte Tubo/Chapa	Soldadura Estruturas																																																																												
Abr	17	25	DIA DA LIBERDADE																																																																															
		26	F163043066	F163043065		F163043057																																																																												
		27	F163043067		F163043063	F163043058																																																																												
		28		F163043066	F163043064																																																																													
		29	F163043068	F163043067		F163043059																																																																												
		30	DIA DO TRABALHADOR																																																																															
		1	DIA DO TRABALHADOR																																																																															
		2			F163043065																																																																													
		3	F163043069	F163043068		F163043060																																																																												
		4	F163043070		F163043066	F163043061																																																																												
18	5		F163043069	F163043067																																																																														
	6	F163043071	F163043070		F163043062																																																																													
<p>O exemplo do Plano de Estruturas acima mostra que a lista de corte para o carro com a PEP F163043066 será disponibilizada no dia 26 de abril e que o programador deve programar o corte do material dessa lista no dia 28, garantindo que no dia 4 de maio os programas estarão prontos para se iniciar o corte da chapa na Trumpf.</p>																																																																																		
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO																																																																														
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2																																																																														

 CAETANOBUS	<h2 style="margin: 0;">INSTRUÇÃO DE TRABALHO</h2>	IT 324 - 017 – 00001
PRD1		2/5
Designação: Instrução de trabalho para programador Trumpf		
Distribuição: PRD1		

3.2 Verificar a existência dos Programas

- i) A partir da PEP do carro o programador deve consultar no SAP o código PAI correspondente;
- ii) Na pasta **G:\Grupos\Programas_Trumpf** deve pesquisar a existência de programas correspondentes a esse PAI, dentro do respetivo segmento, modelo de autocarro e Kit:




Exemplo para Estruturas do Levante (Tampas e restantes componentes são organizados segundo código de Kit):

G:\Grupos\Programas_Trumpf\02-TURISMO\LEVANTE\00-ESTRUTURAS\PAI 50014001 VOLVO B11R E6 3AXL\PDF

- iii) Consultando no Vault1 ou no próprio desenho a versão de cada peça, deve comparar com os programas existentes (.pdf) se as versões programadas correspondem às versões das peças na Lista de Corte:

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2

 CAETANOBUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT 324 - 017 – 00001
PRD1		3/5
Designação: Instrução de trabalho para programador Trumpf		
Distribuição: PRD1		

INFORMACAO PECA INDIVIDUAL	
	NUMERO DA PEÇA: 8
	DESENHO NUMERO: NOID_8
	NUMERO DO DESENHO:
	NOME DO CLIENTE:
	NUMERO: 2
	DIMENSOES: 113.500 x 293.000 mm
	SUPERFICIE: 33205.50 mm2
	PESO: 0.261 kg
	TEMPO DE OPERACAO: 0.30 min
	COMPRIMENTO DE CORTE LASER: 0.000 mm
	NOME DO FICHEIRO DE GEOMETRIA: G:\Grupos\Programas_Trumpf\00 - GEO\5911_59112546 (01).GEO

No exemplo acima vemos que a versão programada da peça com o código 59112546 é a **01**.

3.3 Criação de um programa

Caso a versão não seja a mesma ou o programa não exista, deve então proceder-se à execução de um programa novo.

3.3.1 – Preparação de Trabalho

. O programador deve aceder ao desenho 3D da peça, exportar para o formato .DXF e converter para .GEO;



. O ficheiro .GEO deve ser guardado na pasta correspondente dentro do diretório 00-GEO com o **CÓDIGO DA PEÇA** e **VERSÃO** que representam:




. Caso a peça tenha posição, o ficheiro deve ser gravado como:

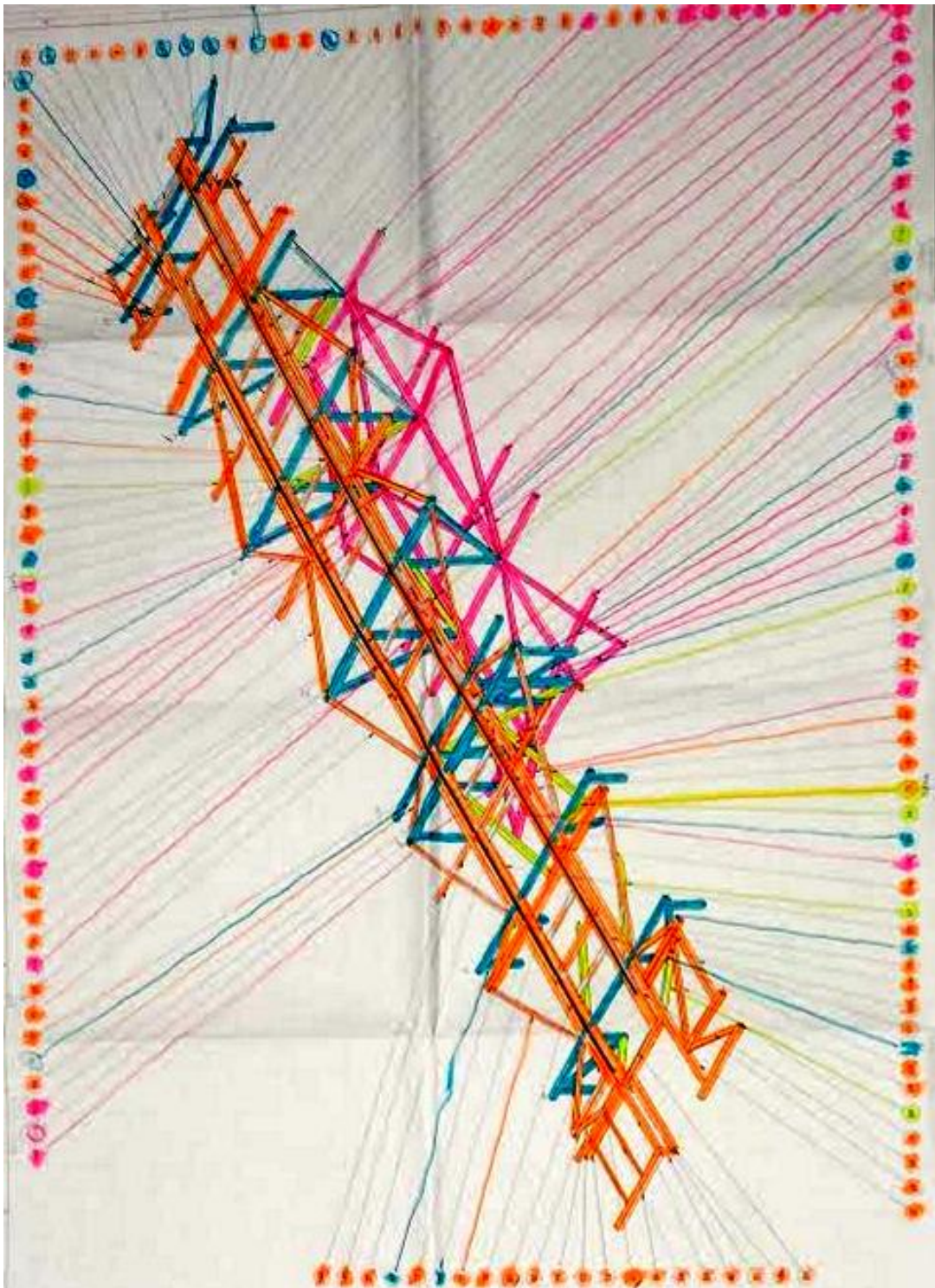
59112546_P1(01), que significa a **posição 1** da peça **59112546** com a **versão 01**.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO			IT 324 - 017 – 00001
PRD1				4/5
Designação: Instrução de trabalho para programador Trumf				
Distribuição: PRD1				
<p>3.3.2 – Programação</p> <p>O programador deve ter em consideração as seguintes premissas na criação dos programas:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tipo de chapa b) Espessura da chapa c) Ocupação da chapa <p>Os programas devem agregar peças das listas de corte que sejam do mesmo material e espessura, e ter em conta uma ocupação da chapa: TOTAL, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$.</p> <p>Os programas devem ser elaborados para 1 carro, exceto se for um modelo com produção planeada de muitas unidades (ex: Cobus pode ser programado para 10 carros ou outras quantidades mais rentáveis).</p> <p>3.3.3 – Guardar programa</p> <p>O programa concluído deve ser guardado na pasta correspondente ao material e PAI do carro:</p> <div style="text-align: center;">  </div>				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2

		INSTRUÇÃO DE TRABALHO			IT 324 - 017 – 00001																		
PRD1					5/5																		
Designação: Instrução de trabalho para programador Trumpf																							
Distribuição: PRD1																							
O nome do ficheiro deve obedecer ao seguinte formato:																							
	ESTRUTURAS		TAMPAS / RODAPÉS / Outros																				
Aço	Código PAI_Espessura Chapa_Nº programa ex: 50014001 CH 2_3		Código Kit_Espessura Chapa_Nº programa ex: 53223401 CH 3_1																				
Alumínio	Código PAI_Tipo+Espessura Chapa_Nº programa ex: 50014001 AL 2_1		Código Kit_Tipo+Espessura Chapa_Nº programa ex: 53296801 AL 3_1																				
a. Espessura de chapa:																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Espessura no nome do programa</th> <th style="text-align: center;">Espessura representada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">125</td> <td style="text-align: center;">1,25 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">1,5 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">2,5 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">4 mm</td> </tr> </tbody> </table>				Espessura no nome do programa	Espessura representada	1	1 mm	125	1,25 mm	15	1,5 mm	2	2 mm	25	2,5 mm	3	3 mm	4	4 mm	5	4 mm
Espessura no nome do programa	Espessura representada																						
1	1 mm																						
125	1,25 mm																						
15	1,5 mm																						
2	2 mm																						
25	2,5 mm																						
3	3 mm																						
4	4 mm																						
5	4 mm																						
b. Número do programa: ordem numérica incremental Ex: 50014001 CH 2_3 Significa que é o terceiro programa para chapa de aço de 2mm.																							
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO																			
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2																			

ANEXO B: Desenho de Cortes Simples: Levante Volvo B11R 3eixos



ANEXO C: Fases do Projeto de Fluxo de Peças Internas para Abastecimento às Linhas

Modelos Levante 3 Eixos (chassis Volvo e chassis Scania):

1. Identificação das peças:
 - a. Marcar em lista o posto onde as peças são aplicadas;
 - b. Atualizar as listas de corte em função dos postos onde as peças vão ser aplicadas;
2. Criação de fluxo da logística:
 - a. Criar sistema para garantir que o armazém sabe quais as peças que tem que recolher e entregar posto a posto;
3. Criação de espaço físico para a colocação das peças em espera;
 - a. Definir *layout* na zona da pintura estufa exterior;
4. Criação de carros para garantir o transporte das peças:
 - a. Para garantir fluxo dentro da 4017;
 - b. Para garantir fluxo da 4017 para a 4004;
 - c. Para garantir fluxo da 4004 para Gaiolas, 4001 e 4002;
5. Solução para identificação das peças após pintura;
6. Criar medidas para garantir manutenção e atualização do processo aquando de alterações de peças;



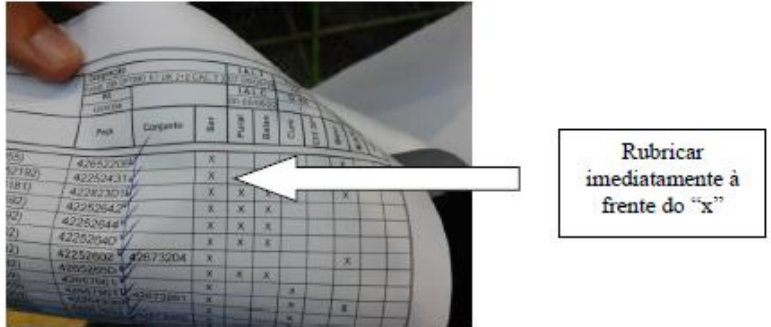
Tornar projeto transversal a outros modelos.


ANEXO D: Folha de Rosto de Lista de Corte (LC) de Estrado

	IDENTIFICADOR DE KIT	
	POSTO: Serrotes Gabarit	
REFERÊNCIA Nº:	53286101	QT: 2
DESIGNAÇÃO:	ESTRADO	V.Des.: 08
APLICAÇÃO:	LEVANTE FACELIFT VOLVO B11R E6 3AXL	I.A.L.C.: 23
OF's:		I.A.L.T.: 08
Preparador:	AS	

CB 281 27-04-2016 15:36 1/1

ANEXO E: Instrução de Trabalho para Material Cortado em Serrote

 CAETANOBUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - 045 - 00003	
PRD1			1/2	
Designação: Identificação de material cortado Serrotes – Secção 4017				
Distribuição: PRD1				
<p>1. METODOLOGIA</p> <p>a) Rubricar nas listas de corte:</p> <p>i. Caso todo o material presente na lista de corte tenha sido cortado pelo mesmo colaborador assinar na folha de rosto (Figura 1).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 1 - Rúbrica na folha de rosto.</p> <p>ii. Caso o corte do material seja executado por 2 ou mais colaboradores, é necessário rubricar o material que cortou (Figura 2).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Figura 2 - Rúbrica a identificar o material cortado.</p>				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2

 CAETANOBUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT 324 - 045 - 00003
PRD1	2/2	
Designação: Identificação de material cortado Serrotes – Secção 4017		
Distribuição: PRD1		

- b) Identificar, pelo menos, uma peça após ser cortada com a sua posição na lista de corte e caso necessário com o seu local destino;



Figura 3 . Material cortado identificado com posição.

- c) Colocar sempre as peças devidamente identificadas da forma mais visível no carrinho de transporte




Figura 4 - Material identificado visível.

DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
18/05/2016	AT	IS	00	PR03.2

**ANEXO F: Alteração de *Layout*: Área de Tubo.
Fotografias/Cronograma**



**ANEXO G: Etiquetas de Identificação de Matéria-prima em Armazém:
Chapa**

	CAETANOBUS GRUPO SALVADOR CAETANO	Identificação de materiais Secção 17
Designação:		
CHAPA AL 5754 H1111		
3000 x 1500 x 1.5		
Código material:		Posição:
IP007458		B-7

	CAETANOBUS GRUPO SALVADOR CAETANO	Identificação de materiais Secção 17
Designação:		
CHAPA AÇO EN 10025-2 S355J2		
2500 x 1250 x 3		
Código material:		Posição:
70028183		A-1

ANEXO H: *Layout* da Estufa de Pintura com Definição de Zonas

Zonas de Receção e Expedição de material para as linhas, por modelo de autocarro:
Turismo / Urbanos / Minibus

