

Redução do tempo de produção de um autocarro de aeroporto

Ana Carolina Mamede Carvalho das Neves

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2015-06-30

“It is our choices that show what we truly are, far more than our abilities”

J.K. Rowling

Resumo

No âmbito da dissertação inserida no Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi proposta a realização de um projeto na Empresa CaetanoBus.

Atualmente a competitividade é um fator crucial em todas vertentes da indústria. Com a crescente globalização e partilha de informação, a particularidade deixa de ser característica de uma empresa. Estas, sujeitas a grandes desafios e à crise económica vêm-se obrigadas a evoluir e melhorar processos produtivos para garantir uma vantagem competitiva, um lugar no mercado.

A CaetanoBus não se desvia da regra. Inserida num mercado nacional aberto e de pequena dimensão, volta-se para mercados estrangeiros onde o fator competitividade é crescente. Por isto decide implementar um projeto de redução de custos do modelo COBUS, um autocarro de aeroporto, com o propósito de reduzir desperdício e subsequentemente aumentar os lucros que daí advém.

Para tal foi necessária uma análise à linha de produção do modelo mencionado, identificando problemas no processo produtivo através do estudo de tempos. Além disto, o levantamento de dados relativos a meios auxiliares de produção e a identificação de componentes opcionais, a serem integrados no modelo em estudo, foram cruciais como medida para informatizar o processo de atribuição de materiais à linha e atribuir maior fiabilidade á data de entrega do produto final.

Foram observadas, registadas e classificadas as operações existentes ao longo da linha de produção e realizada a medição dos tempos das atividades. De seguida é apresentada uma análise crítica a cada posto, mencionando a quantidade de colaboradores a este alocados bem como identificadas as operações que ocupam maior tempo. Apurada a existência de oportunidades de melhoria, são providas soluções para otimizar o processo produtivo e os procedimentos utilizados. A implementação das propostas é concretizada com auxílio das ferramentas *Lean*, visando a redução das fontes de desperdício e consequentemente aumentando a produtividade.

A validação do projeto assenta na redução de 10% de tempo de produção na secção de estruturas e acabamentos do modelo COBUS, bem como a definição de um modelo normalizado de trabalho. A solução adotada com a qual se verificou um maior registo de ganhos foi o balanceamento, que promoveu a redefinição de tarefas com o auxílio de folhas de normalização de operações. Além disto, a definição de um plano de operações referentes à segunda fase de pintura foi crucial na redução do tempo total de produção do modelo em causa.

Apenas algumas das soluções propostas foram implementadas durante a realização do projeto, sendo que uma das causas deste facto passa pela elevada resistência à mudança apresentada pelos colaboradores, bem como a necessidade de validação das mesmas por parte de outros departamentos da empresa.

A implementação de todas as propostas perspectiva a redução de tempo de produção, aumento de produtividade e ganho monetário ainda mais acentuados.

Reduction of the production time in an airport bus.

Abstract

Within the dissertation project inserted in the Master in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto, it was proposed to conduct a master thesis in CaetanoBus company.

Nowadays competitiveness is crucial in all aspect of the industry. With increasing globalization and information sharing, the “exclusiveness” feature is no longer characteristic of a company. These, subject to great challenges and the economic crisis, have been forced to evolve and improve production processes to ensure a competitive advantage, a place in the market.

CaetanoBus does not deviate from the rule. Set in a national open and small market, revolves to foreign markets where the competitive factor is ever growing. Therefore decides to implement a cost reduction project in COBUS model, an airport bus, in order to reduce waste and subsequently increase profits that arises from this.

For such, an analysis of COBUS production line is required, identifying problems in the process by studying its time. In addition, data collection for auxiliary means of production and the identification of optional components to be integrated in this specific model were crucial as a measure to computerize the process of assigning materials to the line and give more reliability to the delivery date of the final product.

Operations along the production line were observed, recorded and classified using the time measurement method. Then it is presented a critical analysis of each station, mentioning the amount of workers allocated to them and pointing the operations that take the most time to be performed. Determined the existence of opportunities for improvement, solutions are provided to optimize the production process and the procedures used. The implementation of the proposals is realized with the help of Lean tools, aiming to reduce sources of waste and therefore increasing productivity.

The project validation is based on the 10% reduction in production time in the structures and finishing sections of the COBUS model as well as the definition of standard work. The solution adopted with which there was a higher gain in time was the balancing, which promoted the redefinition of tasks with the aid of standard work sheets. Also, the creation of a production plan related to the second painting phase, was crucial regarding the diminution of the total production time of the model mentioned.

Just some of the proposed solutions have been implemented during the course of the project, and one of the causes of this fact goes through high resistance to change presented by the employees and the need for the proposal to be validated by other departments of the company.

Implementing all the proposals will aim for a more pronounced reduction in time production, increase productivity and monetary gain.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar aos orientadores deste projeto que me acompanharam em todo o seu percurso.

Ao Engenheiro Tiago Godinho, por toda a ajuda e disponibilidade demonstradas, pelo conhecimento transmitido e pela autonomia que me concedeu ao longo de todo o projeto. Além disso, agradeço a oportunidade de poder ter integrado um grupo de trabalho como o da CaetanoBus.

Ao Professor Hermenegildo Pereira, pela disponibilidade e acompanhamento constantes na supervisão deste projeto, concedendo-lhe um melhor desenvolvimento e organização.

Ao Engenheiro Ivo Sá pelo rigor e seriedade na orientação provida. Aos meus colegas estagiários, Daniel Sá, Susana Costa, Rita Afonso, Jorge Viterbo, Tiago Ferreira pelo companheirismo, amizade e entreaajuda.

A todos os colaboradores da linha de produção do COBUS, pela simpatia e amabilidade demonstradas, por terem facilitado a minha integração na equipa de trabalho e me proverem com conselhos e críticas que fizeram deste projeto uma experiência única.

A todos os meus amigos e colegas, pela boa disposição, motivação, honestidade, por sempre acreditarem em mim e me acompanharem em todos os desafios que enfrento.

Em especial, à Maria João Poças, por tudo.

À minha família por sempre terem acreditado em mim. Em especial aos meus pais e ao meu irmão, por todo o apoio incondicional, pela paciência, por terem lutado para tornar o meu objetivo possível e me terem dado liberdade para seguir o meu rumo.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
	O grupo Salvador Caetano	1
	CaetanoBus, SA.....	2
1.2	O projeto “Redução do tempo de produção de um autocarro de aeroporto” na Empresa CaetanoBus, SA.....	3
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Estrutura da dissertação	4
2	Revisão Bibliográfica.....	5
2.1	Balanceamento	5
2.2	Mapa Yamazumi	7
2.3	Matriz Prioridades	8
2.4	As pessoas nas organizações.....	8
2.5	Sistema de produção Toyota (TPS)	9
2.6	Pensamento <i>Lean</i>	10
3	Estado inicial	13
3.1	<i>Layout</i> das secções	13
3.2	Unidades em produção, Plano de Produção e Roteiro	14
3.3	Abastecimento e bordo de linha.....	14
3.4	Descrição do processo de fabrico	15
3.5	Meios auxiliares de Produção – Identificação e Locais de armazenamento	18
3.6	Tempos registados.....	18
3.7	Apresentação do problema	22
	Desvio no objetivo de tempo de produção.....	22
	Falhas na normalização e processos	22
	Meios de produção	28
	Identificação de opcionais	28
4	Apresentação de propostas de melhoria e implementação de melhorias.	29
4.1	Propostas de melhoria	29
	Balanceamento da linha de produção COBUS.....	29
	Otimização de Operações	34
	Meios de produção	41
	Identificação de opcionais	42
	Outras propostas de melhoria	42
4.2	Resultados obtidos.....	43
	Balanceamento da linha de produção COBUS.....	43
	Otimização de operações	45
	Meios de produção	46
	Identificação de opcionais	46
	Outras melhorias	46
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	48
5.1	Conclusões	48
5.2	Perspetivas de trabalho futuro	49
6	Referências	50
	Anexo A: Situação Inicial da linha de produção, secção de pintura.	51
	Anexo B: Situação Inicial da linha de produção, secção de estruturas.	54
	Anexo C: Situação Inicial da linha de produção, secção de acabamentos	57
	Anexo D: Folha usada para cronometragem de operações.	59
	Anexo E: Resultado do balanceamento na secção de estruturas e acabamentos.	61
	Anexo F: Ficha normalizada de trabalho atribuída a um colaborador do posto 3 da secção de estruturas.	69
	Anexo G: Apresentação do problema da montagem do capo aos departamentos envolvidos	70

Anexo H: Folha de proposta de alteração do fornecimento das sancas e perfil de iluminação.	71
Anexo I: Pré-visualização do documento criado no levantamento de MAP na secção de estruturas e acabamentos da linha de produção do modelo COBUS	73
Anexo J: Pré-visualização do documento criado sobre os opcionais existentes para introdução numa unidade COBUS.....	74
Anexo K: Pré-visualização do documento criado sobre os opcionais cuja aplicação já foi controlada.....	75
Anexo L: Folha de instrução de trabalho para aplicação de vinil nas tampas laterais de unidades diversas.	76
Anexo M: Folha otimizada para realização de uma proposta de investimento.	79
Anexo N: Tempos retirados relativos às macro tarefas consideradas nas secções de estruturas, acabamentos e pintura.....	83
Anexo O: Croqui desenhado para o Isolamento	86

Índice de Figuras

Figura 1- Instalações do Grupo Salvador Caetano em Vila Nova de Gaia (CaetanoBus, SA, 2015).....	2
Figura 2- Valores adotados pela CaetanoBus, SA (Grupo Salvador Caetano, s.d.)	3
Figura 3-Mapa <i>Yamazumi</i>	7
Figura 4-Fases SDCA, PDCA e Inovação	12
Figura 5-Layout da fábrica	13
Figura 6-Bordo de linha do posto 5 na secção de estruturas.....	14
Figura 7-Unidade COBUS no início da secção de estruturas	15
Figura 8-Unidade COBUS aquando da entrada na secção de pintura	16
Figura 9-Unidade COBUS aquando da entrada na secção de acabamentos.	16
Figura 10-Unidade COBUS à saída da secção de acabamentos.	17
Figura 11- Pré visualização do ficheiro existente de MAPS relativos ao modelo COBUS.	18
Figura 12- Painéis laterais já montados no chassi e tejadilho.	25
Figura 13- Estado da unidade COBUS antes e depois do chapeamento dos painéis.	25
Figura 14-Estado da unidade COBUS antes e depois da aplicação de laminite.	26
Figura 15- Nesta imagem denota-se as sancas já aplicadas na unidade COBUS.	26
Figura 16- Montagem do capo.	27
Figura 17- Meio auxiliar de produção usado no posto 3 para fixação das travessas.....	28
Figura 18- Representação do erro assumido para efeitos de balanceamento.....	31
Figura 19- Antes e depois da pré-montagem dos painéis.....	35
Figura 20- Meio de produção para controlo da curvatura dos painéis.	38
Figura 21- Exemplo de uma placa de identificação de um meio auxiliar de produção.....	41
Figura 22- Kit banco do motorista PILOT com cinto de segurança 3 pontos de fixação.....	42
Figura 23- Apresentação dos mapas <i>Yamazumi</i>	44
Figura 24- Pré-visualização de uma ficha normalizada de trabalho.....	69
Figura 25- Slides da apresentação ppt apresentada aos chefes de equipa.	70
Figura 26- Pré-visualização da proposta de alteração do fornecimento das sancas.	71
Figura 27- Pré-visualização da proposta de alteração do fornecimento do perfil de iluminação	72
Figura 28- Pré-visualização da do documento criado pós identificação de opcionais.	74
Figura 29- Pré-visualização do documento criado pós levantamento de tempos de opcionais.	75

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Contribuição das diversas secções para o tempo de conceção de uma unidade COBUS	19
Gráfico 2- Secção de estruturas e classificação de tarefas.	23
Gráfico 3- Secção de acabamentos e classificação de tarefas.....	23
Gráfico 4- Secção de pintura e classificação de tarefas.	24
Gráfico 5- Número de Colaboradores existentes em cada posto, no estado inicial, balanceamento e após reunião com as chefias.	44
Gráfico 6- Situação inicial no posto 1, secção de pintura.	51
Gráfico 7- Situação inicial no posto 2, secção de pintura	51
Gráfico 8- Situação inicial no posto 3, secção de pintura.	52
Gráfico 9- Situação inicial no posto 4, secção de pintura	52
Gráfico 10- Situação inicial no posto 5, secção de pintura	53
Gráfico 11- Situação inicial no posto 6, secção de pintura	53
Gráfico 12- Situação inicial no posto 1, secção de estruturas	54
Gráfico 13- Situação inicial no posto 2, secção de estruturas	54
Gráfico 14- Situação inicial no posto 3, secção de estruturas	55
Gráfico 15- Situação inicial no posto 4, secção de estruturas	55
Gráfico 16- Situação inicial no posto 5, secção de estruturas	56
Gráfico 17- Situação inicial no posto 6, secção de acabamentos.	57
Gráfico 18- Situação inicial no posto 7, secção de acabamentos.	57
Gráfico 19- Situação inicial no posto 8, secção de acabamentos.	58
Gráfico 20- Situação inicial no posto 9, secção de acabamentos.	58
Gráfico 21- Balanceamento no posto 1, secção de estruturas	61
Gráfico 22- Balanceamento no posto 2, secção de estruturas	61
Gráfico 23- Balanceamento no posto 3, secção de estruturas	62
Gráfico 24- Balanceamento no posto 4, secção de estruturas	63
Gráfico 25- Balanceamento no posto 5, secção de estruturas	64
Gráfico 26- Balanceamento no posto 6, secção de acabamentos.	65
Gráfico 27- Balanceamento no posto 7, secção de acabamentos	66
Gráfico 28- Balanceamento no posto 8, secção de acabamentos	67
Gráfico 29- Balanceamento no posto 9, secção de acabamentos	67

Índice de Equações

Equação 1- Formula para cálculo do takt time.....	5
Equação 2- Formula para cálculo do tempo normalizado.....	6
Equação 3- Fórmula de cálculo do tempo normalizado médio.	7
Equação 4- Formula de cálculo da produtividade	20
Equação 6- Estimação do erro considerado	30
Equação 7- Fórmula de cálculo do número mínimo de colaboradores.	31

Índice de Tabelas

Tabela 1- Matriz Gravidade vs. Urgência vs. Tendência	8
Tabela 2- Sumário das horas realizadas numa unidade COBUS com referência ao tempo produtivo de cada posto e produtividade das secções.....	19
Tabela 3-Metas e registo de tempo obtidos na produção de uma Unidade COBUS	22
Tabela 4- Número de colaboradores necessários a cada posto.	32
Tabela 5- Resultados esperados do balanceamento na linha de produção COBUS.....	33
Tabela 6- Registo de ganhos obtidos com o balanceamento das secções de acabamentos e estruturas.	33
Tabela 7- Cronometragem da operação: montagem do capo.	34
Tabela 8-Cronometragem da operação: montagem dos painéis laterais.....	36
Tabela 9-Cronometragem da operação: montagem das sancas	36
Tabela 10- Cronometragem da operação: montagem das portas.....	37
Tabela 11-Cronometragem da operação: aplicação de frisos para laminite.	38
Tabela 12-Cronometragem da operação: aplicação das placas e remates de laminite.....	39
Tabela 13-Cronometragem da operação: chapeamento dos painéis	40
Tabela 14- Cronometragem da operação: montagem dos rodapés.....	40
Tabela 15- Matriz GUT aplicada às operações.....	40
Tabela 16- Organização das tarefas relativas à segunda fase de pintura.	42
Tabela 17- Ganho obtido após implementação.	45
Tabela 18-Ganho obtido após implementação	46
Tabela 19- Sumário de ganhos propostos e efetivos nos pontos analisados.	49

Siglas

JIT- *Just in Time*

MAP- Meio auxiliar de produção

PT- Posto de trabalho

TPS- *Toyota Production System*

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na empresa CaetanoBus, em Vila Nova de Gaia. Com este projeto visa-se a otimização do tempo de produção com o propósito de minimizar custos relativos ao fabrico do modelo COBUS.

1.1 Apresentação da Empresa

O grupo Salvador Caetano

No ano de 1946, Salvador Caetano, juntamente com o irmão Alfredo e um amigo Joaquim Martins fundam uma empresa de fabrico de carroçarias, a Martins, Caetano & Irmão. Até ao ano de 1952, por falta de crença no projeto, a empresa viria a perder os dois associados Joaquim e Alfredo, ficando Salvador responsável pelo projeto.

Decorria o ano de 1966, com influências britânicas, Salvador decide implementar na sua empresa a produção de carroçarias totalmente em aço, técnica inovadora face à produção em madeira em vigor até então. Este evento permite-lhe lançar a construção de uma unidade fabril em Vila Nova de Gaia, a Salvador Caetano Indústrias Metalúrgicas e Veículos de Transportes (IMVT). Apenas um ano depois dá-se a primeira exportação de autocarros para o Reino Unido.

A exclusividade na distribuição de produtos Toyota em Portugal, na sua maioria automóveis e empilhadores, acontece no ano de 1968, marco de extrema importância para o grupo.

Vencendo a contingência industrial que avassalava o país. Em 1971 surge a unidade fabril em Ovar com a capacidade de produzir até 50 unidades/dia. (Sousa 2012)

Desde a sua fundação, o grupo Salvador Caetano sofre um crescimento constante o que lhe permite, particularmente a partir de 1966, marcar presença em vários países como o Reino Unido, Angola, Alemanha, Espanha, Cabo Verde e Marrocos. (Barbosa 2013)

O Grupo Salvador Caetano SGPS,SA é a empresa que controla todo o grupo, gerindo as suas participações, definindo a estratégia e coordenando todas as atividades de negócio. É detentora de quatro sub-holdings:

- Toyota Caetano Portugal- responsável pelo negócio da indústria e representação automóvel da Toyota em Portugal.
- Salvador Caetano Industria- responsável pela fabricação de carroçarias de autocarros e resultantes negócio de vendas e subsidiárias internacionais.
- Salvador Caetano Auto- responsável pelo negócio de retalho automóvel multimarca, no mercado ibérico.
- Salvador Caetano Capital- responsável pelo negócio na área das energias renováveis e outras áreas de investimento.

Para além das sub-holdings, detém ainda mais duas empresas na unidade de negócio da indústria, a Caetano Components, SA e a CaetanoBus,SA. A primeira é responsável pela produção de componentes para a indústria automóvel e componentes metálicos para outras indústrias (Grupo Salvador Caetano, s.d.). A segunda ostentou este projeto e de seguida irá ser descrita com maior pormenor.



Figura 1- Instalações do Grupo Salvador Caetano em Vila Nova de Gaia (CaetanoBus, SA, 2015).

CaetanoBus, SA

Fazendo parte da sub-holding Salvador Caetano Industria, a CaetanoBus, SA nasce em 2002 através de uma parceria com o grupo Americano-Alemão *Daimler-Chrysler*.

Ao manter as mesmas instalações em Vila Nova de Gaia, a empresa aproveitou o conhecimento existente, os equipamentos e a experiência da empresa que se iniciou neste ramo de negócio.

Ao fim de 8 anos, em Janeiro de 2010, a parceria com a *Daimler-Chrysler* terminou quando o Grupo Salvador Caetano comprou os 26% da participação no capital social da empresa relativos à *Daimler*.

A CaetanoBus tem como principal atividade a produção de carroçarias acopladas em chassis de variadas marcas (como a MAN, Mercedes-Benz, Iveco, Volvo e Scania) e com diferentes especificações direcionadas ao seu propósito: turismo, interurbano ou aeroporto. Os modelos que se encontram com maior destaque são o COBUS, um autocarro de aeroporto e o Levante destinado ao turismo. A maior parte da produção é destinada à exportação tendo 2012 ultrapassado os 90%. (Sousa, 2012)

Atualmente o produto mais vendido é o COBUS, tendo uma linha totalmente dedicada à sua produção.

A clara orientação para o cliente, produzindo autocarros com as especificações por estes desejada, com qualidade e preços competitivos é uma das premissas que garante o sucesso da CaetanoBus no mundo.

Num universo cada vez mais competitivo, com o objetivo de “Produzir carroçarias e autocarros que satisfaçam os nossos clientes e utilizadores, melhorando continuamente os nossos produtos e serviços através da gestão eficaz dos processos e da utilização eficiente dos recursos” a CaetanoBus compromete-se a honrar os valores instituídos pelo seu fundador Salvador Caetano que se podem visualizar na Figura 2. (CaetanoBus, SA, 2015)



Figura 2- Valores adotados pela CaetanoBus, SA (Grupo Salvador Caetano, s.d.)

1.2 O projeto “Redução do tempo de produção de um autocarro de aeroporto” na Empresa CaetanoBus, SA

Atualmente a competitividade é um fator crucial em todas vertentes da indústria. Com a crescente globalização e partilha de informação, processos que anteriormente eram únicos de uma empresa, de um determinado setor, podem agora ser considerados comuns e usados por um maior número de complexos fabris.

De modo a conseguir satisfazer a procura e manter-se competitiva a nível de preço-qualidade, a CaetanoBus, SA decidiu implementar um projeto de redução de custos do modelo COBUS. Isto porque, sendo o modelo mais requisitado e que mais capital trás à empresa, é necessário trabalhar o seu método de produção para que a margem de lucro seja crescente.

Por ter sofrido uma reestruturação a nível de *layout*, a linha de produção do modelo COBUS, viu a sua produtividade decrescer. Menos espaço tornou a execução de tarefas mais difícil, surgiram mais entraves nas movimentações e, conseqüentemente, advém maior tempo de produção.

Com base na situação descrita surge a necessidade de criar um projeto que seja dedicado ao modelo e que se propôs a atingir os seguintes objetivos:

- Redução de tempos e conseqüentemente dos custos de produção.
- Balanceamento de operações nas secções de estruturas e acabamentos.
- Definição de modelo normalizado de produção.

Para além dos pontos mencionados anteriormente, foram ainda desempenhadas ações ligadas ao departamento de engenharia de processo e manutenção como otimização de um ficheiro para proposta de investimento, análise de operações para outros modelos, balanceamento de operações na primeira fase de pintura e organização de um plano para a segunda fase de pintura.

1.3 Método seguido no projeto

O planeamento com definição de um cronograma e o cumprimento de todos os prazos e metas estabelecidas é fundamental para o sucesso de um projeto deste tipo. Para tal este foi dividido em diferentes fases. Numa primeira fase houve uma integração na empresa através da leitura de procedimentos e o acompanhamento de tarefas que os colaboradores realizam no seu dia-a-dia, em todas as linhas de produção.

Nesta fase inicial foi feita a análise e levantamento dos meios auxiliares de produção.

Posteriormente procedeu-se ao diagnóstico da situação inicial relativa à linha de produção de uma unidade COBUS onde foram cronometradas os colaboradores e definidas as tarefas desempenhadas por posto. Com os dados obtidos foi realizado o balanceamento.

Paralelamente foram registadas propostas de melhorias possíveis nas operações observadas que se materializaram sendo validadas para implementação.

Foi ainda feito um levantamento e identificação de opcionais, sendo atribuído tempo de instalação a alguns destes.

1.4 Estrutura da dissertação

No que diz respeito à organização, esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

O primeiro capítulo refere-se à apresentação, de uma forma breve, da CaetanoBus, SA e grupo onde se enquadra. Atenta-se ainda à descrição sumária do projeto, objetivos a que se propõe e metodologia adotada.

No segundo capítulo está inserido todo o trabalho bibliográfico que sustenta teoricamente os temas abordados nesta dissertação.

A caracterização do estado inicial é feita no terceiro capítulo, bem como a apresentação dos problemas identificados.

No quarto capítulo são apresentadas um conjunto de sugestões e ações de melhoria como método de solucionar ou minimizar os problemas evidenciados no terceiro capítulo bem como a implementação de algumas das propostas e respetivos resultados.

No quinto capítulo é feita uma síntese das conclusões em função do trabalho realizado durante a dissertação, bem como perspectivas de trabalhos futuros para continuação do projeto.

2 Revisão Bibliográfica

Ao longo deste capítulo será feita o enquadramento teórico e assim mencionados todos os aspetos relevantes para a compreensão da dissertação.

2.1 Balanceamento

Uma linha de produção é ditada por um conjunto de Postos de Trabalho (PT) cuja posição é fixa e cuja sequência é ditada pela lógica das sucessivas operações. Um PT pode ser constituído por um único Operador ou por vários Operadores realizando operações manuais eventualmente assistidas por ferramentas ou pequenos equipamentos (Assis 2010).

Entende-se por balanceamento de linhas o agrupamento sequencial de tarefas por posto de trabalho de modo otimizar o trabalho e o uso de equipamentos minimizando o tempo em vazio para otimizar o fluxo do processo em pelo menos uma das condições seguintes:

- Definido o tempo de ciclo, tentar encontrar o menor número possível de postos de trabalho;
- Definindo o número de postos de trabalho, tentar minimizar o tempo de ciclo. (Carravilha 1998)

No primado da produção em sistema pull, é o cliente que vai ditar a cadência de produção e a procura determinando assim a definição interna do tempo de ciclo que assegura a resposta adequada ao cliente. O takt time é o ritmo da linha de produção imposto pelo compromisso da entrega das encomendas e pode ser calculado como demonstrado na Equação 1:

Equação 1- Formula para cálculo do *takt time*.

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

Onde T_d é o tempo disponível para a produção e P é a procura.

Tempo de ciclo ou Lead Time

O tempo de ciclo define-se como o tempo necessário para a realização de uma tarefa, ou seja o tempo que decorre entre a repetição do início ao fim da operação. Subdivide-se em tempo real e ideal diferenciando-se na consideração de perdas de produção, que o primeiro considera e o segundo não.

Estudo do tempo e medição de trabalho

De acordo com (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2004), o estudo do tempo e medição de trabalho foi introduzido a primeira década do século XIX por Frederic W. Taylor.

O propósito principal é a definição de *standards* num trabalho que contempla:

- Programar a produção e alocar capacidades;
- Estabelecer um objetivo para motivar os colaboradores e testar a sua performance e;
- Estabelecer referência para implementação futura de melhorias.

O estudo do tempo pode ser feito através de dois métodos, direto ou indireto. O primeiro é feito geralmente através de observação, um cronómetro no local onde se realiza a tarefa, o segundo implica a gravação de observações aleatórias de um colaborador ou equipa a realizar a tarefa. O método mais utilizado é o da observação.

Para que uma operação seja estudada deve ser separada em elementos ou tarefas mensuráveis, em que cada um(a) é cronometrado individualmente. Na separação do trabalho em tarefas deve ter-se em consideração o seguinte:

- Cada operação deve ser curta mas com a extensão temporal que possa ser cronometrada e registada;
- Se um colaborador trabalhar com equipamento que funciona independentemente (ou seja, o colaborador realiza a tarefa e o equipamento fica a trabalhar independentemente), as ações do colaborador e do equipamento deverão ser separadas em diferentes elementos;
- Devem-se definir eventuais atrasos por parte do colaborador ou do equipamento em elementos separados.

Para que os resultados obtidos sejam coerentes devem-se fazer várias medições ao tempo da tarefa e calcular a média. No entanto, quando tal não é possível, deve-se ter em conta que uma operação pode ser desempenhada por diferentes colaboradores, com diferentes ritmos de trabalho e, por isso, ao tempo que um operador demora a realizar uma tarefa acrescenta-se um índice de desempenho de modo a normalizar o trabalho.

A esta medida chama-se tempo normalizado (T_n) e é calculado da seguinte maneira:

Equação 2- Formula para cálculo do tempo normalizado.

$$T_n = \frac{\text{Tempo observado a realizar a tarefa}}{\text{Número de unidades produzidas}} \times \text{Índice de desempenho}$$

O índice de desempenho é atribuído pelo observador, isto é, se este achar que o colaborador está a realizar uma tarefa de um modo acelerado o índice será acima da unidade, caso contrário será abaixo desta.

Para efeitos de melhoria de processo e métodos deve-se sempre minimizar a quantidade de energia de que despense o colaborador quando executa uma tarefa. No entanto, a execução de uma operação requer sempre um certo esforço ao colaborador. Para compensar tal esforço, são tidos em conta complementos temporais. Estes podem ter a sua origem na fadiga do colaborador, nas necessidades pessoais ou ainda, eventuais atrasos da tarefa (devido a falhas de equipamentos ou materiais). Em geral, aplica-se uma taxa de correção entre 10% a 15% de acordo com o esforço (peso e facilidade de manipular os objetos) e condições (temperatura e humidade) envolvidas. (Manual Pedagógico PRONACI - "Métodos e tempos" 2003).

Estas correções são aplicadas sobre o tempo normalizado médio, como se verifica na Equação 3.

Equação 3-Fórmula de cálculo do tempo normalizado médio.

$$Ts = Tn + (\text{fator de compensações} * Tn)$$

Análise aos resultados

A análise dos dados obtidos representa uma fase crucial da aplicação dos conceitos apresentados. Ao estudar a situação inicial, é posta em causa a sequência das operações o método de execução de tarefas e quem as executa de modo a detetar oportunidades de melhoria.

A decomposição das tarefas, entre trabalho de valor acrescentado e trabalho desnecessário, permite a eliminação dos movimentos desnecessários e a definição de padrões de produção.

Cada atividade registada deve ser classificada segundo um dos seguintes critérios:

- Operação - alteração física, química ou mecânica de um produto;
- Transporte – mudar a localização de um material ou produto;
- Inspeção – verificação do produto em quantidade ou qualidade;
- Espera- operação planeada não efetuada;
- Armazenagem - arrumação de matérias-primas, produto em curso de produção ou produto final.

Através da análise rigorosa do método de trabalho, são detetadas oportunidades de melhoria que após implementação geram processos mais eficazes. (Manual Pedagógico PRONACI - "Métodos e tempos" 2003)

2.2 Mapa Yamazumi

Um dos melhores métodos de apresentar um balanceamento de produção *Lean* é através de um mapa *Yamazumi*. A Toyota desenvolveu esta metodologia criando uma ferramenta de gestão visual para otimizar no *Gemba* o fluxo dos processos, a identificação de desperdício com o envolvimento dos colaboradores alocados às tarefas.

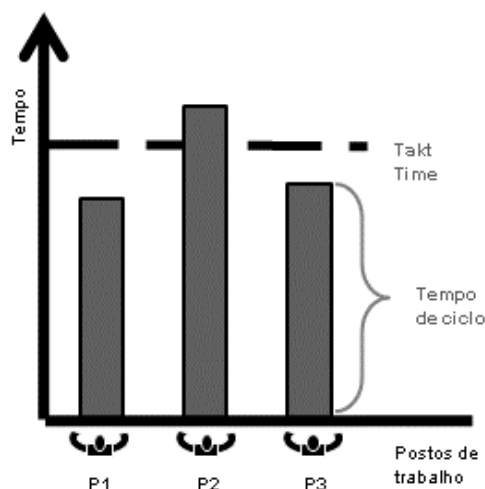


Figura 3- Mapa Yamazumi.

Na Figura 3 encontra-se uma representação de um quadro *Yamazumi*. O eixo horizontal representa o número de postos de trabalho ou colaboradores e o eixo vertical o tempo. Cada bloco representa uma etapa do processo em análise, a sua dimensão deve ser

proporcional com o tempo das tarefas e o empilhamento dos blocos deve ser até atingir a linha do *takt* time. Esta é a referência para a distribuição das tarefas e balanceamento.

2.3 Matriz Prioridades

A matriz de prioridades é uma ferramenta que, face aos problemas organizacionais apresentados, tem como objetivo atribuir prioridades e selecionar as ações corretivas e preventivas a tomar em consideração (Daychoum 2007).

Esta ferramenta é habitualmente representada pelo binómio “Desvantagem e Vantagem” ou “Custo e Benefício” exibidos nas duas dimensões perpendiculares da matriz, sendo conferido a cada um deles os limites “Maior/ (+) e menor/ (-)” (Turner 2003).

De modo a que se possa aplicar a matriz de prioridades a vários contextos operacionais, recomenda-se a atribuição de uma escala a cada uma das dimensões mencionadas anteriormente e, para tal, é necessário fazer uma apreciação antecipada aos critérios. Estes são então classificados por exemplo de 0 a 5 em que 0 representa a pior situação e 5 a melhor (Turner 2003).

Segundo (Daychoum 2007) o primeiro passo a tomar é a listagem de todos os problemas organizacionais e atribuir-lhe uma nota segundo três características:

- Gravidade: Impacto do dilema sobre os colaboradores, processos, resultados e consequências a longo prazo se esse problema não for resolvido.
- Urgência: O prazo, a relação com o tempo necessário ou disponível para resolver o problema.
- Tendência: Potencial de evolução do problema.

Tabela 1- Matriz Gravidade vs. Urgência vs. Tendência

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Necessita de ação imediata	Criticidade máxima
4	Muito grave	Considera-se essencial ação	Crítica num curto prazo
3	Grave	Desempenhar ação a médio prazo	Crítica curto/médio prazo
2	Pouco grave	Pode-se agravar a médio prazo	Verificar a médio prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não detetável

Após listagem dos problemas e atribuição da classificação, seguindo os critérios inscritos na Tabela 1, acima representada, multiplicam-se os valores das características e a ordenação decrescente dos resultados determina a prioridade na implementação das ações ou soluções avaliadas por este método.

2.4 As pessoas nas organizações

Nenhuma empresa ou organização de qualquer tipo funciona sem pessoas. Elas são o bem mais importante e é necessário abandonar uma série de paradigmas relacionados com o método de gerir e lidar com as pessoas. A gestão de pessoas não é possível, é possível gerir espaços, materiais, energia, mas não pessoas. Os colaboradores devem ser liderados já que ao

contrário de máquinas, estes pensam e têm a capacidade de tomar decisões podendo influenciar o seu ritmo de trabalho e contributo (Pinto 2009).

A valorização e integração destes nas estratégias seguidas pela organização é essencial. Os colaboradores, mais do que ninguém, sentem e sabem quais as dificuldades das tarefas que executam, dia após dia. Impor mudança não deve ser o caminho traçado e muito menos ignorar os aspetos que influenciem o respeito pelos colaboradores. Investir na formação, motivação e responsabilização positiva dos colaboradores são medidas que permitem contrariar a relutância a executar operações que interfiram na rotina dos colaboradores. (Jacobs & Chase, 2011).

Resistência à mudança

Segundo (Pinto 2009) as atividades numa organização devem reforçar novos comportamentos já que é um dado adquirido que a mudança é difícil. No entanto o tempo de implementação de uma mudança é proporcional com a melhoria da produtividade e do desempenho, isto é, quanto mais rápida for a mudança mais rápido se conseguem aumentar os outros fatores. Quando os colaboradores continuam a operar por métodos antigos, a empresa como um todo irá rejeitar as iniciativas de mudança.

Quando a organização assume uma abordagem *Lean* para a mudança surge a oportunidade e a necessidade para todos de repensar os conceitos, as práticas e os paradigmas existentes. As dificuldades surgem quando algumas pessoas adotando o pensamento *Lean* se tornam intolerantes ao desperdício e a todas as outras cujo paradigma continua a ser a produção *push*. O líder dum projeto *Lean* deve estar preparado para uma forte reação da organização porque quanto mais enraizada for a cultura que a determina maior será a resistência à mudança, porque sentindo-se atacada reage com anticorpos.

2.5 Sistema de produção Toyota (TPS)

O sistema de produção Toyota, criado por Taichii Ohno, traduz-se numa metodologia de respeito pelas pessoas e redução de desperdício, considerando-se uma referência a nível industrial. Esta filosofia tem como objetivo melhorar a produtividade organizacional e a qualidade.

Just In Time (JIT)

A produção *Just-in-Time* é definida como um conjunto integrado de atividades que constituem o objetivo de alcançar uma produção, de acordo com a procura, usando a quantidade mínima de inventário. Este chega aos postos de trabalho apenas quando a necessidade o impõe. O *Just-in-time* baseia-se também na premissa de que nada será produzido até que seja realmente necessário.

Enquadrado no pensamento *Lean*, o JIT resume-se à gestão de operações que pretende minimizar o desperdício em todas as atividades de uma organização (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2004).

Muda

Esta é a palavra japonesa para desperdício e é a base da cultura de melhoria contínua. Segundo *Fujio Cho*, presidente da Toyota, tudo o que não seja a quantidade mínima de

materiais, equipamentos, peças e trabalhadores fundamentais ao processo em análise, é desperdício. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2004)

Segundo (Ohno, 1988) quando se analisa a possibilidade de eliminação total de desperdício é necessário ter dois critérios em mente:

- A melhoria da eficiência apenas faz sentido quando aliada a uma redução de custos e, para isso uma organização deve apenas produzir o que necessita usando o mínimo de recursos;
- Deve-se analisar a eficiência de cada colaborador e de cada linha de produção e no momento seguinte, olhar para os colaboradores como uma equipa e para a eficiência da organização como um todo.

Quando se produz com zero desperdício e se consegue uma percentagem de trabalho de 100%, atinge-se a eficiência máxima. Como, pelo sistema TPS, só se produz a quantidade necessária, a mão-de-obra deve ser reduzida para eliminar excessos de capacidade e igualar a necessidade.

Os tipos de desperdício são qualificados em 7 categorias:

1. Excesso de produção - acontece sempre que a procura é menor do que a produção, gerando inventário excessivo que conduz ao aumento do espaço necessário para armazenagem, tanto de matéria-prima como do produto acabado;
2. Tempo de Espera - este tempo pode ser de espera do cliente, do operador ou de materiais, origina desperdício pela não utilização eficiente do tempo;
3. Transporte – a deslocalização de materiais não acrescenta valor ao produto final, para além do que, durante a sua movimentação os recursos podem ser danificados;
4. Processos Inadequados - sempre que são usados métodos e meios não previstos no fabrico de produtos;
5. Inventário - gerado pelo excesso de produção, conduz à alocação de recursos e capital que não produz rendimento, com utilização de espaço de armazenagem e comprometendo a eficiência da organização;
6. Movimentação - deslocação excessiva dos operadores originada por uma sequência ineficiente de tarefas ou um layout inadequado, prática que não acrescenta valor ao produto em curso e por isso deve ser minimizada;
7. Defeitos de Não Qualidade - produção de produtos defeituosos leva a custos adicionais, relacionados com os recursos inutilizados, e a imposição de retrabalho.

2.6 Pensamento *Lean*

O conceito de filosofia *Lean* pode ser considerado também como uma consequência do TPS e o antídoto para o *Muda* mencionado anteriormente, introduzindo métodos e ferramentas para fazer mais (produzir mais) usando menos (menos esforço por parte dos colaboradores, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço) ao mesmo tempo que tenta alcançar o objetivo de dar aos clientes o que eles querem, quando querem. (Womack & Jones, 2003)

De acordo com (Womack & Jones, 2003), os princípios seguidos pela filosofia *Lean* são:

- Definição de valor - determinar o que é valor do ponto de vista do cliente;
- Identificação da cadeia de valor – identificar todos os passos dos processos que geram valor e eliminar aqueles que não dão esse contributo;
- Fluxo - tornar contínuo e sem obstruções o percurso de materiais ao longo dos processos de modo a que haja uma resposta rápida aos pedidos internos alinhados com os do cliente final;
- Pull – iniciar a produção de um determinado produto apenas quando existir a solicitação do cliente, como forma de eliminar a superprodução que é a maior fonte de desperdício;
- Procura da perfeição – apostar constantemente na melhoria contínua dos processos internos que em japonês significa *kaizen*.

Kaizen

Segundo (Coimbra 2013) a palavra *Kaizen* provém do japonês em que *Kai* significa “mudar” e *Zen* “para melhor”. É um conceito associado à implementação de melhoria contínua no seio de uma empresa ou organização. O fundador do instituto *Kaizen*, *Masaaki Imai*, sugere que *Kaizen* além de melhoria contínua é, também, o compromisso de todos para melhorar todos os locais, todos os dias, de modo a que a mudança para melhor se torne um hábito diário.

Cinco S's

O método 5'S, proveniente do TPS, é um conjunto de atividades para se obter e tornar contínua a organização, a segurança e eficiência num local de trabalho, eliminando defeitos, erros e acidentes (Chiarini, 2013). A sua designação deriva da primeira letra de cinco palavras japonesas que descrevem essa metodologia, como se reporta a seguir:

- *Seiri* (Classificar) - seleção do necessário para o posto de trabalho, eliminando o restante;
- *Seiton* (Ordenar/ Arrumar) - existência de um local próprio para tudo;
- *Seiso* (Limpar) - Limpeza e manutenção do local de trabalho;
- *Seiketsu* (Normalizar) - estabelecimento de normas e instruções para manter a ordem e a arrumação;
- *Shitsuke* (Autodisciplinar) – disciplinar para o desenvolvimento individual e coletivo da manutenção das normas e melhoria contínua.

Os benefícios obtidos graças à aplicação desta metodologia são medidos através de indicadores como a produtividade, percentagem de espaço ganho, número de defeitos, acidentes e tempo de ciclo. (Chiarini, 2013)

Gestão visual

Associada à metodologia Cinco S's e por conseguinte ao TPS, a gestão visual demonstra, com imagens, como o trabalho deve ser realizado auxiliando os colaboradores na sua performance. São utilizados meios visuais de modo a transmitir: instruções de trabalho, identificação de materiais, fluxo produtivo e considerações de qualidade. Tornando este tipo de informações claras e facilmente interpretáveis eliminam-se dúvidas sobre certas operações aumentando a eficiência dos operadores e das tarefas. (Jacobs & Chase, 2011).

Uma aplicação prática da Gestão Visual é materializada no *kanban*, que significa sinal, e que orienta e controla o fluxo no sistema JIT. O uso de tecnologias como o código de barras possibilita melhorias na gestão visual. (Coimbra 2013)

Normalização de trabalho

Segundo (Ohno, 1988), considerado o pai do sistema TPS é impossível existir *kaizen* sem trabalho normalizado. É necessário no entanto perceber que trabalho normalizado não significa inflexibilidade ou imutabilidade, já que se tal acontecesse o caminho de implementação da melhoria contínua estaria obstruído. Normalização de trabalho é uma ferramenta de melhoria que implica minimizar os movimentos dos colaboradores e pode ser aplicada em qualquer situação a qualquer colaborador (Coimbra 2013). Constitui-se em procedimentos normalizados para a realização de tarefas e, como tal, é necessária para planear a produção e alocar a capacidade produtiva de modo eficiente. (Jacobs & Chase, 2011)

A implementação de um ciclo SDCA, (*Standard, Do, Check, Act*) é essencial em qualquer processo e à sua variabilidade natural. Assim, o primeiro passo a executar é o da normalização de trabalho com o envolvimento dos colaboradores, seguido da implementação e treino da norma, verificação dos resultados para comprovar a sua eficácia e, por fim, atuação segundo os resultados. (Coimbra 2013).

No seguimento da aplicação deste ciclo, é essencial que se implemente o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que partindo da normalização criada pelo SDCA e visa o seu melhoramento. O ciclo PDCA é importante porque estabelece metas de melhoria com o sentido de reduzir custos e aumentar a produtividade.

A identificação dos erros, analisando as respetivas causas e preparando um plano de ação é a primeira fase deste ciclo. Após elaboração do plano de ação torna-se necessário implementá-lo. Do mesmo modo que no ciclo SDCA, os passos seguintes passam por verificar e avaliar se os resultados obtidos e estabelecer um modelo para um novo *standard*, contribuindo para melhorarias a nível de qualidade, eficiência e eficácia.

Na Figura 4, apresenta-se a evolução que deve acontecer em qualquer organização que tenha por objetivo a implementação da filosofia *Lean*.

Após implementação dos ciclos mencionados anteriormente, o passo que leva naturalmente a um aumento de melhoria é a aposta em inovação tanto de processos como de equipamentos.

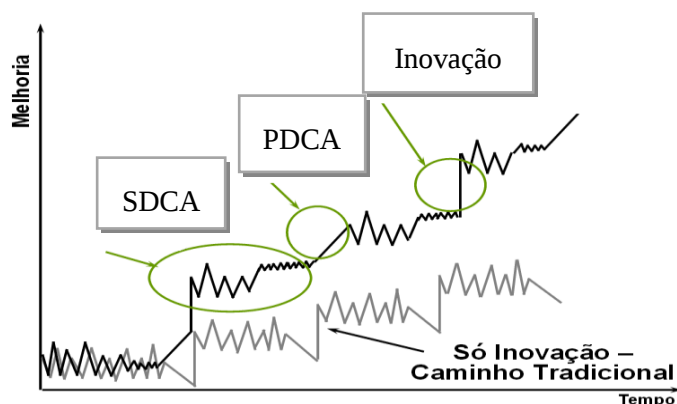


Figura 4- Fases SDCA, PDCA e Inovação

3 Estado inicial

Neste capítulo é feita a caracterização e análise da produção nas linhas de estruturas, acabamentos e 1ª fase de pintura do modelo COBUS tal como se processa atualmente na CaetanoBus, referenciando, em particular, o tempo dedicado à fabricação deste modelo.

3.1 Layout das secções

O modelo COBUS circula na linha 3, a qual é totalmente dedicada à produção deste tipo de autocarro. Esta linha passa na secção 26, dividida em área de estruturas e área de acabamentos, e pela secção 04 onde se fazem as operações de pintura. A secção de estruturas é subdividida em cinco postos de trabalho, a secção de pintura em seis postos e a secção de acabamentos em quatro postos. Na Figura 5, é apresentado o *layout* da fábrica bem como o percurso efetuado por uma unidade COBUS desde que entra até que sai da secção 26.

As diferentes cores das setas indicam uma secção diferente, sendo que a cor verde representa as estruturas, a laranja a pintura e o azul os acabamentos.

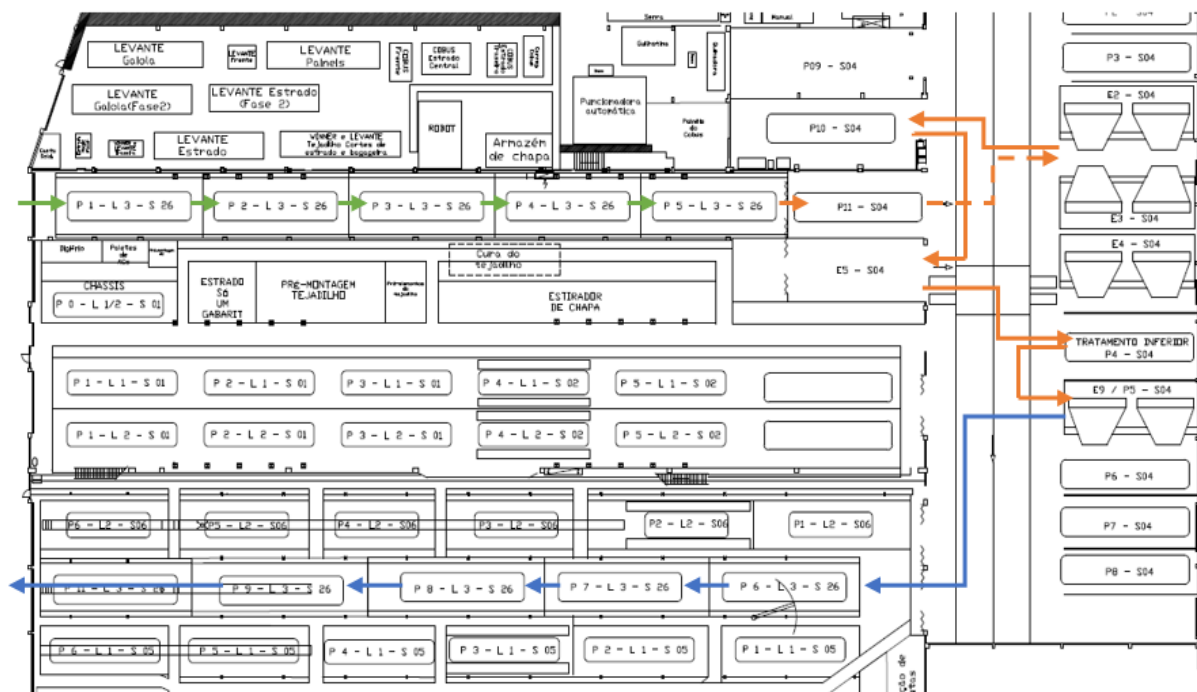


Figura 5- Layout da fábrica

3.2 Unidades em produção, Plano de Produção e Roteiro

De forma a explicar a produção observada, aquando da realização desta avaliação inicial, é pertinente mencionar que a produção do COBUS assegura o *takt time* de oito horas.

No que diz respeito ao plano de produção e aos roteiros, ambos são criados em simultâneo. O roteiro representa uma descrição e um registo temporal, no software SAP, dos materiais necessários aos postos de trabalho por onde passam as unidades de um modelo. São dedicados a cada modelo e criados de modo a garantir a metodologia *Just in Time*.

Um plano de produção é determinado com base no *takt time* da linha de produção e na procura para um dado modelo. Após inserção do plano de produção no *software* SAP são geradas as listas técnicas de cada modelo, necessidades de materiais, que são então associadas aos roteiros.

A existência de um roteiro garante que as necessidades são geradas num momento certo de produção e, deste modo, os materiais chegam atempadamente aos postos de trabalho.

3.3 Abastecimento e bordo de linha

Os materiais são disponibilizados no bordo de linha localizado num dos lados das secções de estruturas e acabamentos. O fornecimento de materiais à linha de produção do modelo COBUS encontra-se a cargo do Armazém e é feita duas vezes por dia através do *Mizusumashi*. Uma das viagens é destinada ao abastecimento de materiais consumíveis ou de supermercado, isto é, materiais cujo consumo é elevado e, por isso, estão em constante necessidade como colas, rebites, etc.; a outra destina-se aos materiais ou componentes de *picking*, designados no roteiro, que são incorporados no COBUS. Existem ainda alguns materiais ou componentes, como o tapete, as portas e as fibras, que são abastecidos diretamente à linha pelos fornecedores segundo o processo *Ship-to-Line*.

Na Figura 6 encontra-se um exemplo da organização do bordo de linha na secção de estruturas.



Figura 6- Bordo de linha do posto 5 na secção de estruturas.

3.4 Descrição do processo de fabrico

A fabricação da carroçaria de uma unidade COBUS passa pelas secções acima mencionadas onde são executadas as operações que serão descritas abaixo. A Figura 7 apresenta uma unidade COBUS à entrada da secção de estruturas.



Figura 7- Unidade COBUS no início da secção de estruturas

Estruturas

Nesta secção estão compreendidas todas as operações que dizem respeito à montagem estrutural das unidades COBUS.

No posto 1, estão englobadas as montagens paralelas e é nele que se realiza a pré-montagem dos painéis laterais, tejadilho, estrado central e traseiro e montagem dos estrados sobre o chassi.

No posto 2, destacam-se as operações de montagem da frente e traseira em aço, montagem dos painéis laterais sobre o estrado, montagem do tejadilho sobre os painéis, montagem das tampas laterais e chapeamento interior dos painéis.

No posto 3 executa-se a montagem da frente e traseira em fibra, pré-montagem dos varões, suporte e mecanismos das portas de salão e montagem da divisória do motorista.

No posto 4 realizam-se as operações de ligação electropneumática e elétrica e a afinação das portas do motorista e guia do salão.

No posto 5, último da linha de montagem, é aplicado o revestimento interior, são fixadas as sancas no tejadilho e a laminite nos painéis, são montados o tablier, os perfis de iluminação e equipamento de som, entre outros. Na Figura 8 é apresentada uma unidade COBUS à entrada da secção da pintura.



Figura 8- Unidade COBUS aquando da entrada na secção de pintura

Pintura

A secção de pintura trabalha em três turnos e a sua linha está dividida em seis postos. Inicialmente existe a preparação para primário, sendo regularizadas as superfícies com a aplicação de betumes, para depois se efetuar o isolamento.

De seguida é aplicado o primário para uniformizar o substrato, sobre o qual é aplicada a subcapa.

O passo seguinte é o polimento da subcapa, a reaplicação de betumes para retificar as superfícies, aplicação de esmalte e polimento geral da unidade.

Depois, pinta-se o exterior da unidade, de acordo com a especificação do cliente. O remate refere-se à pintura do interior das bagageiras e zonas exteriores de cor preta e porta-faróis de cor vermelha.

A fase que se segue é o tratamento inferior, sendo a unidade elevada através de mecanismos para aplicação de antigraivilha e insonorizante FT 90, na parte inferior do autocarro.

Na conclusão do processo pintura a unidade é preparada para a linha, sendo retirado o isolamento ainda existente e são retificados alguns defeitos da pintura e a inspeção pelo departamento de qualidade. Na Figura 9, pode-se verificar o estado de uma unidade COBUS à saída da secção da pintura e entrada na secção de acabamentos.



Figura 9- Unidade COBUS aquando da entrada na secção de acabamentos.

Acabamentos

Nesta secção, como o nome indica, realizam-se todas as operações que na sua maioria são dedicadas ao aspeto estético, ao *design* e conforto das unidades COBUS.

O posto 6 dedica-se à montagem do capô interior, aplicação do painel de instrumentos, ligação do quadro elétrico, aplicação de bancos.

No posto 7 as operações que mais se destacam dizem respeito à montagem dos vidros, montagem dos varões do salão e montagem das portas de bater.

No posto 8 as operações de pré-montagem e montagem das portas de salão são as mais relevantes, seguidas da montagem do interior da cabine e fibras frontais exteriores.

No posto 9, o último desta secção são montados os faróis e todos os opcionais, sendo emitido o relatório de cada unidade COBUS no suporte fornecido pelo departamento de qualidade.

Na Figura 10 está esquematizado todo o trabalho realizado ao longo da secção de acabamentos, quando a unidade se prepara para dar entrada na 2ª fase de pintura.



Figura 10- Unidade COBUS à saída da secção de acabamentos.

Pintura (2ª fase)

Na segunda fase de pintura eliminam-se todos os defeitos que surgem, depois dos acabamentos, e não estão em conformidade com os padrões de qualidade definidos para o modelo COBUS, quer por partes do autocarro ainda por pintar, quer por defeitos na pintura. Esta fase pode ser determinada por três operações:

1. Retificação – Limpeza e identificação de anomalias para reparação, isolamento das áreas sem necessidade de reparação, regularização das superfícies;

2. Esmaltagem- Preparação e aplicação de subcapa, aplicação da mesma e posterior secagem em estufa. Preparação para esmaltagem, esmaltagem e secagem em estufa.

3. Remate – Isolamento das partes esmaltadas e remate de áreas específicas definidas pelo departamento da qualidade.

Preparação para entrega

A preparação para entrega é a fase que inclui a certificação final da unidade, bem como a limpeza, colocação de placas de características e inspeção mecânica.

3.5 Meios auxiliares de Produção - Identificação e Locais de armazenamento

Entende-se por meios auxiliares de produção ou MAP's, meios de produção móveis que têm como propósito auxiliar os colaboradores na realização de tarefas, sejam de produção sejam de manutenção ou qualidade. Estes, tais como os dispositivos de medição ou ferramentas de alta qualidade, exigem manutenção preventiva e devem ser devidamente identificados e alocados aos respetivos postos. Pela sua relevância face às operações desenvolvidas tanto nas estruturas como nos acabamentos, torna-se útil realizar um levantamento dos meios auxiliares de produção existentes e utilizados.

Constata-se a existência de um ficheiro Excel com o registo dos MAP's já utilizados, no entanto essa lista encontrava-se desatualizada. Era notória a quantidade de informação relativa a cada referência cuja necessidade era irreal. Existiam 600 referências de MAP's associadas à variante 3001 e 2700 do modelo COBUS, cuja utilização, localização, quantidade e especificação eram desconhecidas. Na Figura 11 pode-se analisar o tipo de ficheiro existente. Relativamente à sua localização, existiam MAP's armazenados no bordo de linha e outros na plataforma, situação que dificultava o reconhecimento da sua existência.

	 Lista de Map's Utilizados por Modelo										Validação Validação PEP:			
ATIVO	APROV.	CODIGO	MODELO	VERSAO	TIPO	FUNÇÃO	ESTRUTURA	SEC.	QT	Estado Actual	Número Peça	DESENHO		
#STORICC	00/01/1900	508661	COBUS	2700/3000	Gabarit		Estrado		3	NN				
#STORICC	00/01/1900	510351	COBUS	3001	Molde	CTR Curva Superior Para-brisas	Frente		1	Aprovado	51253001 V2 501	51253000 VC 501		
#STORICC	00/01/1900	510362	COBUS	3001	Molde	CTR Curva Inferior Para-brisas	Frente		1	Aprovado	51256501 V2 501	51256500 VC 501		
#STORICC	23/07/2008	510381	COBUS	3001	Gabarit	Soldadura	Frente	4017	1	Aprovado	51256302 V2 501	51256300 VA 501		
#STORICC	19/02/2009	510392	COBUS	3001	Gabarit	Soldadura	Estrado Trás (Inclinado)	4026	1	Aprovado	51242803 V2 501	51242800 VB 501		
#STORICC	00/01/1900	510381	COBUS	3001	Gabarit	Soldadura	Frente	4017	1	NN				
#STORICC	05/03/2009	510381	COBUS	3001	Gabarit	Soldadura	Frente	4017	1	Aprovado	51256302 V2 501	51256300 VC 501		
#STORICC	08/09/2009	510429	COBUS	3001	Molde	CTR Curvatura Frontal Pilar Esq° / Dir°	Frente	4026	1	Aprovado	51256401V2 V2501	51256400 VC 501		
#STORICC	21/01/2008	510431	COBUS	3001	Molde	CTR Curva Intermedia	Frente		1	Aprovado	51592601V2 V2 501	51592600 VD 501		
#STORICC	26/01/2010	510885	COBUS	3001	Molde	CTR Abertura Óculo Para-brisas - (Fibras)	Frente		1	Aprovado	70007860 NZ 524	69102186 NB 524		
#STORICC	17/03/2011	510381	COBUS	3001	Gabarit	Soldadura	Frente	4017	1	Aprovado	51256302	51256300 VA 501		
#STORICC	04/07/2011	511139	COBUS	3001	Molde	CTR Curvatura Lateral Pilar Esq° / Dir°	Frente		1	Aprovado	51256401V2 V2501	51256400 VC 501		
◀ ▶ SD DD DES CSV PROBUS A67 A66+A22+A69 A66 A69 COBUS LEVANTE-WINNER RC2 CHASSIS C5 DD Ct ... + + + ◀														

Figura 11- Pré-visualização do ficheiro existente de MAPS relativos ao modelo COBUS.

3.6 Tempos registados

Ao longo de aproximadamente dois meses, cada uma das secções da linha de produção do modelo COBUS foram analisadas de modo a tornar possível o estudo de todas as operações necessárias na conceção de uma unidade. Para que tal se tornasse foi possível, uma folha de cronometragem foi preenchida, um exemplo desta encontra-se no Anexo D.

A secção de estruturas envolve quarenta e três colaboradores e um total de trezentas e quarenta e três horas de produção, o que representa a maior percentagem de tempo contributivo para a produção de uma unidade COBUS, 40% como se pode verificar pelo Gráfico 1 e Tabela 2, abaixo representado.

A secção de acabamentos aloca trinta e três colaboradores e contribui com 31% do tempo de produção, cerca de duzentas e sessenta e três horas.

Atentando que a secção de pintura que ocupa cerca de duzentas e cinquenta horas do tempo de produção e se divide em duas fases, o maior contributo para o tempo de produção encontra-se na segunda fase com cerca de 18% face aos 11% da primeira fase. Da primeira fase fazem parte doze colaboradores. Como a segunda fase é considerada retrabalho não é feito um registo detalhado do número de colaboradores alocados a esta etapa.

Gráfico 1 - Contribuição das diversas secções para o tempo de conceção de uma unidade COBUS

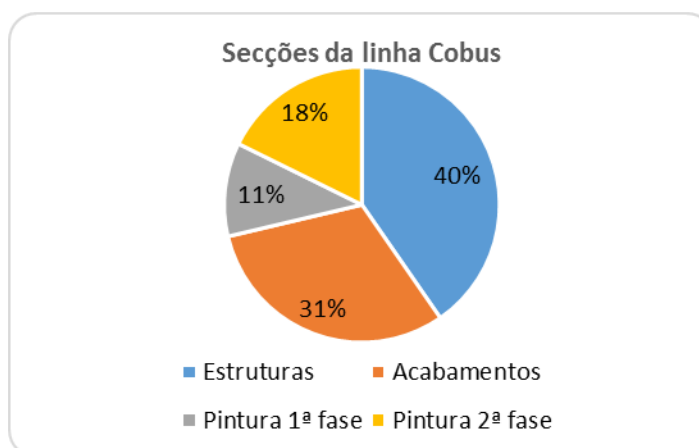


Tabela 2- Sumário das horas realizadas numa unidade COBUS com referência ao tempo produtivo de cada posto e produtividade das secções.

Secção	Posto	Colaboradores	Tempo de produção (minutos)	Total de tempo (horas)	Total de tempo por secção (horas)	Produtividade por secção
Estruturas	1	11	2995	88:00:00	343:00:00	72,7%
	2	4	1515	32:00:00		
	3	13	4185	104:00:00		
	4	8	2881	64:00:00		
	5	7	2021	55:00:00		
Acabamentos	6	8	2836	64:00:00	263:00:00	81,6%
	7	7	2358	55:00:00		
	8	11	3781	88:00:00		
	9	7	2739	56:00:00		
Pintura 1ª fase	1	3	1227	24:00:00	93:30:00	85,8%
	2	1	337	7:30:00		
	3	3	1233	24:00:00		
	4	3	953	22:30:00		
	5	1	419	7:30:00		
	6	1	311	8:00:00		
Pintura 2ª fase	-	-	-	-	150:24:00	-
Total	88		29791	849:54:00		

É necessário ter ainda em consideração que relativamente ao tempo produtivo foram consideradas os tempos de operação, preparação, armazenamento e transporte relativo a cada operação. O resultado da cronometragem face às macros tarefas consideradas pode ser consultado no Anexo N. Na Tabela 2 verifica-se esse resultado podendo até atribuir-se um fator de performance a cada posto, sendo que este se calcula através da Equação 4.

Equação 4-Formula de cálculo da produtividade

$$Produtividade = \frac{Tempo\ de\ produção}{N^o\ de\ colaboradores \times Takt\ time\ real}$$

Secção de Estruturas

Para a análise da secção de estruturas consultar o Anexo B e os gráficos apresentados.

Posto 1

O Gráfico 12 demonstra a distribuição de tarefas que se realizam no posto 1, composto por onze colaboradores. Neste posto estão contempladas as montagens paralelas e é de notar que a operação mais prolongada é a pré-montagem do tejadilho, seguida pela preparação do chassi e aplicação do estrado de aço. Às restantes operações é dedicado, em média, o mesmo tempo.

Posto 2

Analisando o posto 2 e o Gráfico 13, denota-se que é composto por quatro colaboradores pelos quais as tarefas estão distribuídas. As tarefas relativas à montagem dos painéis laterais e ao chapeamento dos mesmos revelam-se as mais morosas, seguidas da montagem dos rodapés.

Posto 3

Relativamente ao posto 3, constata-se que na secção de estruturas é o que aloca mais colaboradores e um maior número de operações. As tarefas que mais se destacam, por serem relativamente semelhantes a nível de ocupação de tempo, são a montagem do suporte e varões das portas de salão, a montagem da frente e traseira em fibra e do separador da divisória do motorista, montagem do ar condicionado e preparação dos braços das portas. As restantes operações estão distribuídas pelos colaboradores da forma que se verifica no Gráfico 14.

Posto 4

Do mesmo modo que no posto anterior e como se verifica pelo Gráfico 15, este é um posto cuja quantidade de tarefas e colaboradores é elevada. A ligação electropneumática das portas de salão, todas as operações que envolvem a ligação elétrica na zona do tablier e faróis e a afinação das portas são as mais morosas, relativamente às restantes tarefas.

Posto 5

Trata-se de um posto que, apenas há cerca de um ano e meio, passou a ser associado à secção de estruturas, meramente por uma questão de *layout*, já que não existia mais espaço junto da secção de acabamentos. Analisando as operações reveladas no Gráfico 16, constata-se que a montagem do tablier, sancas e laminite são as que predominam em relação às restantes.

É de notar que a aplicação das forras centrais do tejadilho, estribo, napas e estrutura do quadro elétrico são operações feitas no turno noturno.

Secção de Acabamentos

Para a análise da secção de acabamentos consultar o Anexo C e os gráficos apresentados.

Posto 6

Observando o posto 6 através do Gráfico 17, é de notar que a montagem do capô e a montagem das tampas laterais se destacam pela sua duração comparativamente às outras operações fazendo corresponder respetivamente 19% e 16% do tempo produtivo. A tarefa relativa à ligação elétrica do painel de instrumentos superior e inferior distingue-se imediatamente a seguir com 13,5% do tempo produtivo relativo ao posto 6, face aos 20% das tarefas mencionadas anteriormente.

Posto 7

Atentando ao posto 7, através do Gráfico 18, verifica-se que as tarefas de montagem dos vidros ocupam 43% do tempo produtivo, estando esta porção dividida em 6% no vidro da divisória, 10% no vidro traseiro, 12% na montagem do para-brisas e 15% na montagem do vidro lateral. No entanto, a operação mais demorada é a montagem dos varões do salão ocupando 27% do tempo produtivo, seguida da montagem das portas do guia e motorista com 15%.

Posto 8

O Gráfico 19 demonstra claramente a operação predominante no posto 8. A pré-montagem das portas de salão absorve 48% do tempo produtivo, seguida da aplicação das mesmas na unidade COBUS que ocupa 15%. É também necessário mencionar a montagem da frente exterior que se aproxima da tarefa anteriormente mencionada ocupando 16% do tempo.

Posto 9

Neste posto, os operadores focam-se na preparação da unidade para a saída da secção 26 e, como tal, a tarefa relativa à preparação para entrega ocupa 42% do tempo produtivo e a elaboração do relatório qualidade 21% desse mesmo tempo. Tal pode ser observado no Gráfico 20.

Secção da Pintura

A primeira fase de pintura desenvolve-se com doze colaboradores distribuídos por seis fases de trabalho. No Anexo A são apresentados os mapas *Yamazumi*, elaborados para cada uma das fases, onde se constata a existência de uma operação comum a todos os postos, o isolamento da unidade. Esta operação demora cerca de 1.244 minutos (aproximadamente 20 horas) o que representa 27.77% do total produtivo realizado nesta secção.

Analisando as restantes operações, pelo Gráfico 6, constata-se que a operação mais morosa é a do polimento do betume aplicado na unidade.

Na segunda fase, e como se observa pelo Gráfico 7, o tempo produtivo divide-se na sua maioria entre a aplicação de primário e a aplicação de subcapa.

Na terceira fase, atentando ao Gráfico 8, como o nome indica, a tarefa a destacar é a do polimento da subcapa.

Prosseguindo com a análise do Anexo A, com atenção no Gráfico 9, a operação que sobressai é a de retoque com a aplicação de cor preta nos locais da unidade em que tal se justifica.

No que diz respeito à fase de tratamento inferior, como se verifica pelo Gráfico 10 do anexo A, todas as operações demoram relativamente ao mesmo tempo sendo a mais demorada, como seria de esperar, a aplicação da cor preta nas calhas da unidade.

Terminando o processo na preparação para a linha, Gráfico 11, a retificação das borrachas das tampas é a tarefa que predomina.

3.7 Apresentação do problema

Desvio no objetivo de tempo de produção

Na análise da Tabela 3 é possível ver-se o histórico temporal do ano 2014, do início do ano de 2015 e do período de 2015 abrangido por este projeto. Constatou-se um elevado desvio de horas entre o objetivo e a realidade na produção de uma unidade COBUS. Analisando os registos abaixo pode-se referir que, em média, na secção de estruturas temos um desvio de 26,5 horas, na secção de pintura um desvio de 42,53 horas e na secção de acabamentos um desvio de 8,47 horas, o que significa que a secção de pintura é a mais crítica do grupo.

Reconhecendo as duas fases da secção de pintura, como foi referido anteriormente, e tendo em conta que a segunda fase não deveria existir já que se trata de uma fase de retrabalho, esta será o local onde será o maior ganho.

Tabela 3-Metas e registo de tempo obtidos na produção de uma Unidade COBUS

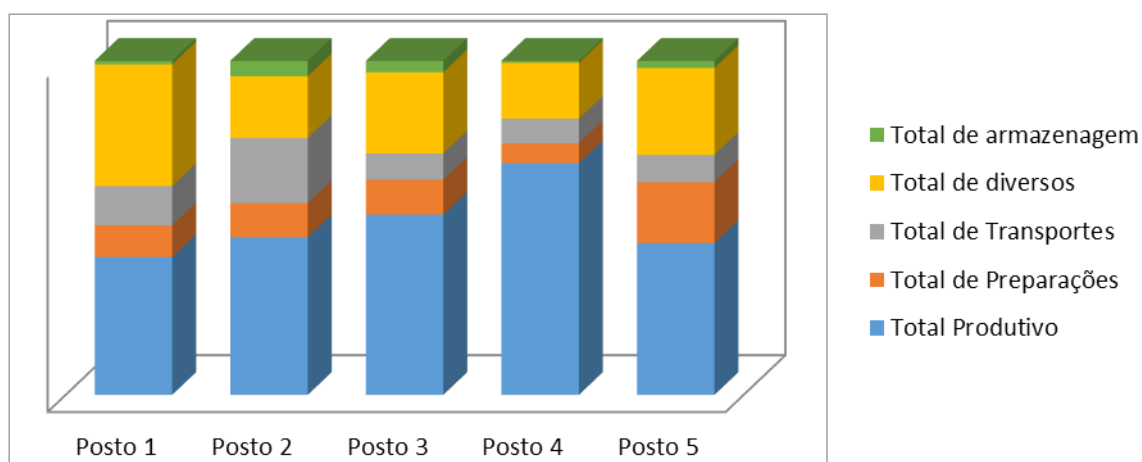
	Estruturas		Pintura		Acabamentos		Total		Desvio
	Objetivo (horas)	Real (horas)	Objetivo (horas)	Real (horas)	Objetivo (horas)	Real (horas)	Objetivo (horas)	Real (horas)	
2014	329	351.5	200	231.6	246	226.4	775	809.5	34,5
2015									
(início do ano)	329	380	200	252	246	266	775	898	123
2015									
(de momento)	337	343	200	244	238	263	775	850	75

Falhas na normalização e processos

Após análise das secções foi possível, por posto, verificar quais as tarefas que acarretavam um maior dispêndio de tempo e tentar perceber o porquê da situação. Além disso, aquando da cronometragem das tarefas dos colaboradores constatou-se como crítico o tempo em paragens e o número excessivo de colaboradores por posto. No Gráfico 2, Gráfico 3 e

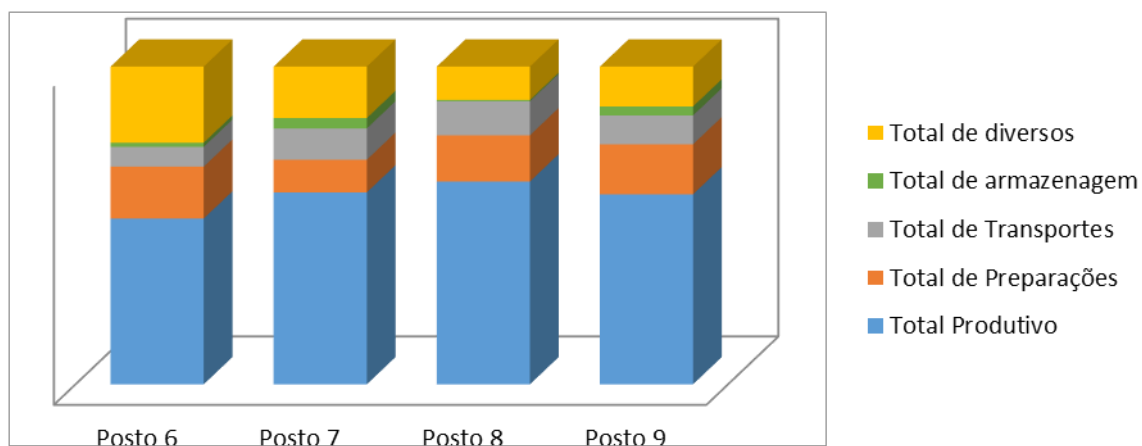
Gráfico 4 demonstra-se o resultado obtido após análise da linha de estruturas, acabamentos e 1ª fase de pintura. A segunda fase não foi englobada neste estudo por ser considerada retrabalho e por isso diferente em todas as unidades.

Gráfico 2- Secção de estruturas e classificação de tarefas.



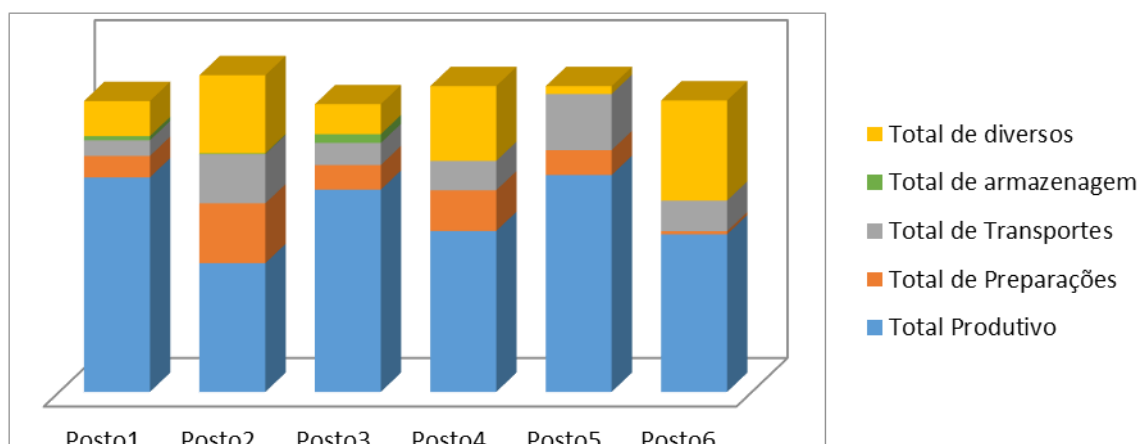
Como se pode verificar pela análise do Gráfico 2, o posto 1 é o mais crítico no que diz respeito ao tempo de diversos (33%), isto é, os colaboradores estão parados demasiado tempo, tornando o posto ineficiente. O posto 5 é também um posto crítico já que apresenta 22% de tempo de diversos.

Gráfico 3- Secção de acabamentos e classificação de tarefas.



Na secção de acabamentos, representada pelo Gráfico 3, constata-se que, no que diz respeito ao tempo de paragens, o mais crítico é o posto 6 com 20% seguido do posto 7 com 14%.

Gráfico 4- Secção de pintura e classificação de tarefas.



Na secção de pintura existem três postos críticos no que diz respeito ao tempo de diversos, o posto 2, 4 e 6 com 23%, 22% e 30% respetivamente como se verifica pela análise do Gráfico 4.

Este tipo de análise permite concluir que existe falta de normalização nas secções, isto é, face ao tempo de ciclo utilizado na linha de produção, as tarefas estão mal distribuídas, permitindo que alguns colaboradores passem algum do seu tempo em inatividade.

Uma vez analisada a quantidade de colaboradores e como ocupam o seu tempo, é necessários analisar as operações e quais as que consomem mais tempo em cada posto, tentando perceber qual a razão.

As operações mencionadas abaixo pertencem à secção de estruturas e são realizadas, por pares, no posto 2 e 5 respetivamente.

Aplicação dos painéis laterais

A pré-montagem dos painéis laterais acontece na secção 17, no entanto, a aplicação dos mesmos dá-se no posto 2, na secção 26. O tempo de transporte deste recurso de uma secção para a outra é uma perda considerável.

Uma vez presentes na seção 26 os painéis são transportados, um a um, num carrinho para a unidade, sendo colocados junto ao estrado e, depois, fixos para posterior encaixe com o tejadilho. Nesta última tarefa ocorre uma anomalia. Para encaixe dos perfis com o tejadilho, os colaboradores usam uma marreta, com a qual vão dando pancadas no painel até que o tejadilho encaixe. O método de executar esta tarefa está errado uma vez que deforma os painéis e não é eficiente.

Atualmente a montagem de oito painéis laterais demora 6 horas e 12 min. A Figura 12 demonstra esta operação.



Figura 12- Painéis laterais já montados no chassis e tejadilho.

Chapeamento dos painéis

Entende-se por chapeamento o revestimento do interior dos painéis com a colocação de chapas de alumínio. Esta tarefa consiste em movimentar as chapas de uma mesa para a unidade COBUS, localizá-las e marcá-las juntamente com o painel que é o suporte das chapas, furar o painel e rebitar as chapas.

Tendo em conta que se trata apenas de uma unidade COBUS e que esta operação demora 6 horas e 29 min, o que justifica a necessidade de normalização. As chapas devem ser fornecidas com a identificação do seu local de aplicação e com a marcação necessária para isso e no posto de trabalho se tenha apenas de as movimentar para o sítio e rebita-las. Há também um excesso de uso de recursos como rebites, que pode ser resolvido pela limitação da sua quantidade aquando da normalização da tarefa. A Figura 13 demonstra a unidade COBUS antes e depois da realização desta operação.

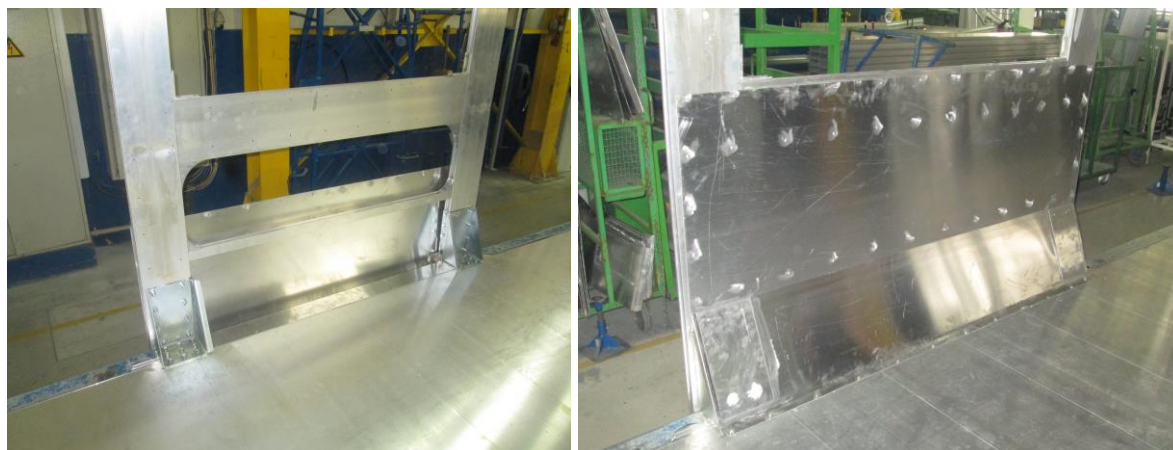


Figura 13- Estado da unidade COBUS antes e depois do chapeamento dos painéis.

Aplicação de Laminite

Esta tarefa é dividida em dois postos. A aplicação dos frisos é realizada no posto 4 e tem a duração de 2 horas 57 minutos e a aplicação das placas de laminite acontece no posto 5 e tem a duração de 3 horas e 57 minutos.

A aplicação das placas de laminite dá-se da mesma forma que o chapeamento dos painéis apresenta os mesmos problemas que se resumem em tempo excessivo e falta de normalização. No entanto acresce o facto de existirem pequenos remates de placas de laminite cuja dimensão não vem de acordo com o necessário na unidade COBUS.

A aplicação dos frisos é feita individualmente e não de um modo contínuo, isto é, são colocados no sítio um de cada vez e rebitados da mesma forma. Este método gera perdas de eficiência já que o colaborador perde tempo a pegar e pousar a rebitadora e os frisos. Na Figura 14 está apresentada a unidade COBUS antes e depois da aplicação de laminite.



Figura 14- Estado da unidade COBUS antes e depois da aplicação da laminite.

Aplicação de Sancas

De momento, a aplicação de sancas do tejadilho, também designadas como revestimento interior, é feita em 6 horas e 6 minutos. Esta operação consiste em movimentar a sanca do carrinho para a unidade COBUS, aplicá-la no perfil de iluminação, marcar e furar a calha lateral onde é fixa posteriormente.

A ineficiência surge quando:

- As sancas, de diferentes dimensões, não são identificadas e por isso o colaborador perde tempo a procurar posição de cada uma;
- Os perfis onde são fixas as sancas com fechos não se encontram marcados nem furados, estes deveriam ser assim fornecidos, transferindo uma tarefa interna para externa;
- Em vez de colocar todas as sancas no sítio e realizar a mesma tarefa em todas o colaborador executa, uma a uma, a marcação, furação e fixação.

Do mesmo modo que na operação mencionada anteriormente, a falta de normalização gera um acréscimo ao tempo dedicado às movimentações o que se reflete em perdas de produtividade. Na Figura 15 vêem-se as sancas já aplicadas na unidade COBUS.



Figura 15- Nesta imagem denota-se as sancas já aplicadas na unidade COBUS.

De seguida são mencionadas as tarefas consideradas críticas na secção de acabamentos, no posto 6 ,7 e 8 respetivamente.

Montagem do Capo

A montagem do capo no tablier ocupa, neste momento, 9 horas e 3 min tornando-se a operação mais morosa do posto 6. Teoricamente o colaborador apenas teria de aplicar o isolamento no local apropriado da fibra do capo e, posteriormente, encaixar a fibra do capo no tablier já posicionado na cabine frontal de uma unidade COBUS. No entanto, o isolamento aplicado na fibra não é fornecido de acordo com as dimensões desta, necessitando de retrabalho.

De igual forma, o encaixe com o tablier não é possível já que as superfícies não são paralelas, o que faz com que um dos colaboradores perca cerca de 2 horas por capo no seu arranjo. Na Figura 16 está representada a montagem do capo.



Figura 16- Montagem do capo.

Montagem e Pré-montagem de Portas

A pré-montagem das portas, tanto de salão como as da cabine frontal (motorista e guia), consiste no revestimento das mesmas com borrachas, aplicação de espelhos, calços e perfis de alumínio. A montagem das portas implica a sua montagem na unidade COBUS.

O problema desta tarefa advém do facto da estrutura em alumínio das portas ser fornecida com uma quinagem diferente daquela a que são sujeitos os painéis laterais. Ora isto dificulta a afinação das mesmas tornando a operação morosa.

Existe ainda um outro problema causado pela mudança de espaço onde anteriormente se pré-montavam as portas. O espaço onde o fazem de momento é relativamente limitado, isto é, o mesmo operador não pode executar a mesma tarefa em várias portas ao mesmo tempo porque não tem espaço para colocar todos os cavaletes em linha, por isso este tem de fazer uma porta de início ao fim e depois armazená-la. Ao quebrar o ritmo da tarefa, perde tempo. No intervalo de tempo em que um colaborador realiza uma tarefa em três portas dispostas em linha, agora faz menos tarefas numa só porta.

Atualmente a operação de pré-montagem demora 30 horas e 2 minutos, face a um tempo de montagem das portas de salão de 9 horas e 28 minutos e montagem das portas da cabine de 5 horas e 46 minutos. É necessário ter em conta que a montagem das portas de salão engloba oito portas e nas portas de cabine duas.

2ª fase de Pintura

Todo o processo relativo à segunda fase de pintura é considerado crítico já que esta é uma fase de retrabalho que demora mais tempo que a fase principal.

Meios de produção

Como já foi referido no capítulo 3.5, o registo dos meios auxiliares de produção existentes para a produção de uma unidade COBUS não se encontra atualizado.

É essencial, para que possa existir um *setup* de linha adequado, que tudo o que é necessário à produção de uma unidade COBUS esteja corretamente documentado. Através do roteiro os materiais necessários já se encontram alocados ao posto do trabalho, os chefes de secção e linha certificam-se que as ferramentas fundamentais estão armazenadas nos respetivos armários, os operadores necessários (com a exceção do eventual absentismo) encontram-se treinados e por isso prontos a produzir. No entanto, para que a conceção de uma unidade seja concretizada, os meios auxiliares de produção têm de estar no posto onde vão ser utilizados, o que não acontece. A sua localização e quantidade são desconhecidas, não se encontram muitas vezes identificados, a sua utilização não é a correta ou deixaram de ser utilizados.

Para a resolução deste constrangimento é prioritário um levantamento de MAPS ao longo de toda a fábrica. Assim que este levantamento estiver feito, será possível realizar um correto *setup* de linha e otimizar o tempo de produção, isto porque, os colaboradores vão saber que têm o que precisam, numa determinada localização, quantidade, estado e qual a sua finalidade. A Figura 17 dá exemplo de um MAP usado no posto 3 da secção de estruturas.



Figura 17- Meio auxiliar de produção usado no posto 3 para fixação das travessas.

Identificação de opcionais

Como qualquer veículo produzido, existem os modelos *standard* e os modelos aos quais se escolhem características diferentes. De igual modo, o modelo COBUS tem opcionais definidos como por exemplo no entanto, para cada um destes opcionais é desconhecido o tempo de aplicação. Ora isto acarreta problemas essencialmente a nível da interação do departamento comercial com o departamento de produção, já que, um cliente requisita uma unidade, escolhe os opcionais, o comercial confirma essa venda estipulando uma data de entrega sem saber se o veículo estará pronto a tempo. Existe assim a necessidade de analisar e definir todos os opcionais existentes, de modo a que quando se planeia a produção de uma unidade COBUS seja possível saber com maior precisão, a sua data de entrega.

4 Apresentação de propostas de melhoria e implementação de melhorias.

Neste ponto são enunciadas propostas de melhoria com quatro objetivos claros e obedecendo a uma ordem cronológica. Numa primeira fase estas propostas focalizam-se na normalização do processo de conceção do modelo COBUS, dando ênfase ao balanceamento implementado e otimização de tarefas selecionadas. A segunda fase diz respeito ao levantamento de dados cruciais que permitem informatizar o processo de atribuição de meios de produção à linha, bem como identificar componentes opcionais a serem integrados no modelo em estudo.

4.1 Propostas de melhoria

O estudo dos tempos e métodos dos processos realizados ao longo da linha de produção permitiu a identificação de oportunidades de melhoria. Foram elaboradas propostas de melhoria para superar problemas detetados, tendo algumas delas sido implementadas durante o período de execução deste projeto. As propostas de melhoria têm como base o conceito de *Lean* e são apoiadas no balanceamento, na normalização do trabalho e redução de *Muda*.

Balanceamento da linha de produção COBUS

No segundo capítulo é referido que uma das formas para organizar as tarefas dos operadores, num posto, célula ou linha, é através de um balanceamento dos tempos a elas associados.

Com este método é possível minimizar o eventual desperdício de tempo, não produtivo, de cada operador na realização das operações e processos.

Assim sendo, após serem cronometrados tempos de operações realizadas por 88 colaboradores na produção de uma unidade COBUS, torna-se possível apresentar um balanceamento à linha de produção. O tempo normal de cada operação foi definido atribuindo um índice de performance de um, uma vez que os operadores realizam sempre as mesmas tarefas. Do mesmo modo, o balanceamento foi concretizado respeitando a precedência das tarefas.

No Anexo E, visualiza-se o resultado final desta proposta onde, com maior detalhe, se podem analisar os mapas *Yamazumi* de cada posto.

De modo a facilitar a leitura do balanceamento é importante mencionar que algumas dificuldades foram encontradas. Para além das precedências foi também analisada a possibilidade de realizar tarefas em simultâneo. Neste sentido o mapa *Yamazumi* é vantajoso na medida em que dependendo da maneira como é interpretado permite retirar diferentes conclusões. Tenha-se o eixo vertical como sendo o do tempo (sendo a linha inferior o tempo inicial e a linha superior a tempo de ciclo) e o horizontal o do número de operadores.

Ao fazer uma leitura na vertical, isto é, de baixo para cima, afere-se a possibilidade de efetuar as operações no que diz respeito às precedências, comparando com as tarefas do próprio operador mas também com as tarefas dos outros representadas no mesmo mapa.

Fazendo uma leitura na horizontal, analisa-se a possibilidade de efetuar tarefas em simultâneo, por posto e em cada instante temporal. De modo a explicar este fenómeno tenha-se em atenção o posto um do Anexo A. A preparação do chassi é feita em simultâneo com a pré-montagem dos estrados no entanto, é conveniente que a última seja desempenhada antes da pré-montagem dos painéis que apenas serão aplicados no segundo posto desta secção.

Para além deste aspeto existe ainda outro que deve ser tido em conta. Existem tarefas que por uma questão de conveniência não devem ser realizadas no mesmo instante, evitando o conflito nas movimentações de vários operadores no mesmo espaço físico a realizarem diferentes tarefas.

Takt time e tempo de ciclo do posto

De acordo com a política da empresa, das 8h (480minutos) diárias apenas são consideradas 7h15min atribuindo 45min para necessidades pessoais e fadiga dos colaboradores. O tempo considerado para o balanceamento, tempo de ciclo real, é então de 435 minutos. Este acerto temporal representa 9,375% do tempo total.

O tempo de compensações mencionado no capítulo 2, situa-se entre os 10 e 15% do tempo de ciclo. Como modo de uniformizar a medição de todos os tempos de todos os colaboradores, considera-se o mesmo fator em todas as tarefas, sendo este de 10%.

Designamos por *lead time* o resultado do cálculo seguinte por traduzir a capacidade instalada na linha para responder ao *pull* das encomendas a que se refere o *takt time*. O *lead time* seria então:

$$leadtime = takttime \times (1 - fatordecompensação)$$

$$leadtime = 480 \times (1 - 0.10) = 432min$$

Face a estes valores, considerou-se não ser necessário aplicar o fator de compensações ao tempo de ciclo já que, ao calcular o *takt time* de 435min se consideram as compensações mencionadas anteriormente.

O fator de compensações aplicado ao tempo de ciclo revê-se no *lead time*. Isto é, aplicar o fator de compensações a cada tarefa, ao tempo de ciclo de cada tarefa, é o mesmo que aplicar este mesmo fator ao *lead time* considerado. Assume-se, então, um erro de 0,69% como se verifica na Equação 5.

Equação 5-Estimação do erro considerado

$$Erro = \frac{\Delta x}{x_r} = \frac{|x_c - x_r|}{x_r} = \frac{|432 - 435|}{435} = 0.0069 = 0,69\%$$

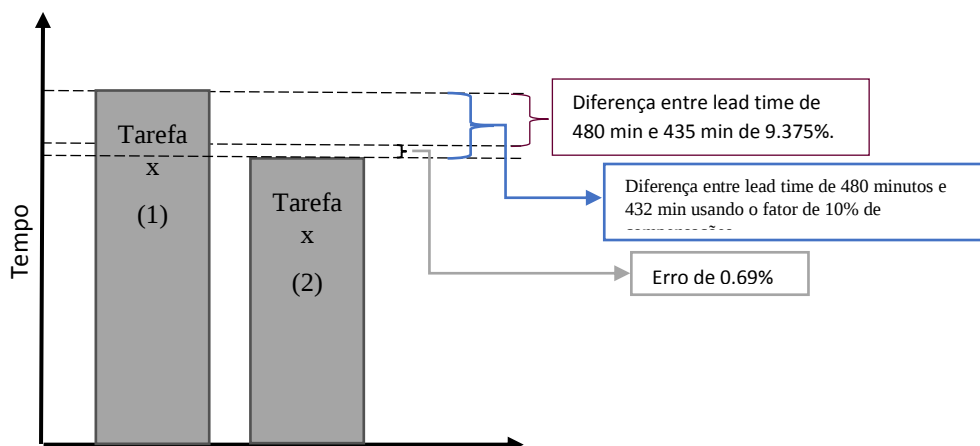


Figura 18- Representação do erro assumido para efeitos de balanceamento.

A Figura 18 representa, graficamente a diferença entre o *takt time* real teórico e o *lead time*.

É de referir também que o *lead time* não é um tempo disponível exclusivamente para a montagem do produto: os chefes de equipa dispõem de 240 minutos para executar tarefas de chefia.

Cálculo do número mínimo de operadores

A estimativa do número mínimo de colaboradores a atingir era necessária e por isso, após medição de todas as tarefas e obtendo o seu somatório, foi possível realizar o seguinte cálculo:

Equação 6 - Fórmula de cálculo do número mínimo de colaboradores.

$$n^{\circ} \text{ de colaboradores necessários} = \frac{\text{Tempo total das operações}}{\text{Takt time real}}$$

A partir deste índice, inicia-se o balanceamento, sabendo à partida qual o valor ótimo a atingir. De referir que o ponto para a alocação de tarefas foi o de distribuir, inicialmente, as tarefas de maior duração e, posteriormente, considerando as premissas acima mencionadas, as tarefas de menor duração, de modo a preencher o tempo de trabalho dos colaboradores. Na Tabela 4 são apresentados os valores obtidos, de acordo com a Equação 6 para o número mínimo de colaboradores por posto.

Tabela 4- Número de colaboradores necessários a cada posto.

	Posto	Minutos de operação	Número mínimo de colaboradores	
Estruturas	1	2995	6,885	7
	2	1515	3,483	4
	3	4185	9,621	10
	4	2881	6,623	7
	5	2021	4,646	5
Acabamentos	6	2836	6,520	7
	7	2358	5,421	6
	8	3781	8,692	9
	9	2739	6,297	7
Pintura	1	1227	2,821	3
	2	337	0,775	1
	3	1233	2,834	3
	4	953	2,191	3
	5	419	0,963	1
	6	311	0,715	1

Resultado do balanceamento

No capítulo inicial definiu-se o objetivo da dissertação como a redução de 10% de tempo nas secções de estruturas e acabamentos. No entanto, após terem sido retirados tempos de produção na secção de pintura, a primeira fase desta também foi considerada no balanceamento.

A reorganização de tarefas por colaborador é evidente na consulta dos mapas *Yamazumi*, Anexo E. Na Tabela 5 analisam-se as reduções obtidas em cada secção relativamente ao tempo e à produtividade.

Por não se terem verificado diferenças efetivas no balanceamento da pintura, esta fase é apenas considerada para efeitos de melhorias de operações como se irá expor mais a frente neste capítulo. Após realização do balanceamento constata-se a possibilidade de uma redução no total de treze colaboradores na secção de estruturas e acabamentos.

Analisando a Tabela 6, a secção de estruturas regista o ganho mais elevado das secções analisadas, sendo este de 22% no que diz respeito à produtividade e 23% no que diz respeito ao ganho temporal. Este valor é revelado no posto um onde, inicialmente, existiam onze operadores e, após balanceamento, se reduz para os sete, aumentando a produtividade em 35,8%.

No que diz respeito aos acabamentos, onde se regista uma redução de 8% referente ao tempo e um aumento de 8,2% da produtividade, o posto seis e sete são os principais contribuintes. O ajuste de tarefas, por forma a eliminar um colaborador do posto, torna possível uma redução de aproximadamente 13% nos dois postos e um ganho de produtividade de 12% no caso do posto 6 e de 13% no caso do posto 7.

Considerando o tempo total de produção da secção de estruturas, pintura (primeira fase) e acabamento, constata-se um possível ganho de 14,6% face à redução de horas

produtivas e um aumento de produtividade de 14%. Se apenas se considerarem as secções de estruturas e acabamentos os ganhos registados em termos temporais e de produtividade são, 16,8% e 15,8% respetivamente.

Tabela 5- Resultados esperados do balanceamento na linha de produção COBUS.

		Nº de colaboradores		Produtividade				Tempo (minutos)			
				Inicial		Balanceamento		Inicial		Balanceamento	
Posto		Inicial	Balanceamento	Posto	Secção	Posto	Secção	Posto	Secção	Posto	Secção
Estruturas	1	11	7	62,6%	72,7%	98,4%	94,7%	5280	20580	3360	15840
	2	4	4	87,1%		87,1%		1920		1920	
	3	13	10	74,0%		96,2%		6240		4800	
	4	8	7	82,8%		94,6%		3840		3360	
	5	7	5	66,4%		92,9%		3300		2400	
Acabamentos	6	8	7	81,5%	81,6%	93,1%	89,8%	3840	15780	3360	13920
	7	7	6	77,4%		90,3%		3300		2880	
	8	11	10	79,0%		86,9%		5280		4800	
	9	7	7	90,0%		90,0%		3360		3360	
Pintura	1	3	3	94,0%	85,8%	94,0%	85,8%	1440	5610	1440	5610
	2	1	1	77,5%		77,5%		450		450	
	3	3	3	94,5%		94,5%		1440		1440	
	4	3	3	73,0%		73,0%		1350		1350	
	5	1	1	96,3%		96,3%		450		450	
	6	1	1	71,5%		71,5%		480		480	

Tabela 6- Registo de ganhos obtidos com o balanceamento das secções de acabamentos e estruturas.

Ganho								
		Temporal			Produtividade			Monetário (por dia)
		Posto	Seção	Total	Posto	Seção	Total	
Estruturas	Posto1	36,4%	23,0%	14,6%	35,8%	22,0%	13,5%	2000€
	Posto2	0,0%			0,0%			
	Posto3	23,1%			22,2%			
	Posto4	12,5%			11,8%			
	Posto5	27,3%			26,5%			
Acabamentos	Posto6	12,5%	8%		11,6%	8,2%		600€
	Posto7	12,7%			12,9%			
	Posto8	9,1%			7,9%			
	Posto9	0,0%			0,0%			

Para a implementação do balanceamento, foram criadas folhas de tarefas de modo a atribuir a cada colaborador a sequência de tarefas que deve desempenhar. Na sua totalidade foram criadas sessenta e três folhas correspondentes a trinta e três operadores da secção de estruturas e trinta da secção de acabamentos. Um exemplo de uma folha tipo pode ser consultado no Anexo F.

Otimização de Operações

Aquando da cronometragem das tarefas foram detetadas algumas onde decorriam falhas e cujo método se considerou inadequado. De seguida são expostas as operações e as melhorias consideradas para cada uma delas.

Montagem do capot

Examinando a Tabela 7 constata-se que a retificação do isolamento, da fibra do tablier e capô, operações de eliminação de defeitos, demoram 36, 52 e 77 minutos respetivamente.

Analisando cada um destas tarefas e investigando a origem do problema, retira-se que o isolamento exterior do capot é fornecido numa peça única plana que é aplicada numa superfície curva: para executar uma aplicação uniforme é necessário realizar um corte na peça e retificar o contorno resultante. Para solucionar este problema foi idealizada uma alteração no desenho do isolamento para enviar ao fornecedor. O Anexo O representa o croqui da peça de isolamento alterada.

Na retificação da fibra do tablier e do capot, contatou-se um problema estrutural e de fornecedor, isto é, estas peças em fibra são fornecidas como um conjunto que deve encaixar no chassi. Ao analisar estas peças em armazém, testando o encaixe das mesmas numa superfície plana (sem ser na unidade COBUS) verifica-se a existência de folgas e por isso foi registada uma não conformidade.

Foi formalizada uma proposta a departamento de engenharia para alteração do desenho do capot, a superfície de encaixe deste no tablier é curva e por isso origina problemas de encaixe, no entanto, se a superfície fosse plana poderia facilitar a montagem dos componentes.

No Anexo G, encontra-se a notificação criada para apresentação deste problema, tanto ao departamento de engenharia, como ao comercial e à qualidade.

Em suma, o ganho potencial registado nesta tarefa é de 165 minutos, 30% do tempo total de produtivo.

Tabela 7- Cronometragem da operação: montagem do capo.

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)
Aplicar isolamento exterior do capo	35	
Retificar isolamento exterior	36	36 ≈ 7%
Aplicar isolamento central	20	
Aplicação de pernos e amortecedores no capo	8	
Retirar amortecedores	1	
Retirar dobradiças	4	
Endireitar dobradiças	7	
Isolar dobradiças	7	
Aplicar borracha no capo	88	
Aplicar calços de borracha	14	
Aplicar isolamento no fosso do motor	82	
Verificar anomalias no tablier e corrigir (lixar)	52	52 ≈ 9%

Escantilhar furos onde encaixa o capô	4	
Dar primário	17	
Aplicar e retificar cola para encaixe do capo	18	
Corrigir fibra	77	77 $\approx$ 14%
Colocar calços	42	
Instalar capo	21	
Instalar o capo (parte do meio)	10	
Total	543	165 $\approx$ 30%

Montagem dos painéis laterais

Ao analisar a operação de montagens dos painéis laterais, Tabela 8, constata-se que a microtarefa que ocupa mais tempo é a movimentação dos painéis desde o local da sua pré-montagem ao posto onde são aplicados, o segundo da secção de estruturas. Os 70 minutos dedicados a esta operação são considerados desperdício já que não acrescentam valor á unidade COBUS e, por isso, devem por isso ser eliminados.

A sugestão passa por uma alteração ao *layout*, permutar o local da pré-montagem dos painéis, da secção 17 para o posto de pré montagem do tejadilho, como se comprova na Figura 19.



Figura 19- Antes e depois da pré-montagem dos painéis.

Com a solução definida prevê-se de um ganho de tempo 62 min, face aos 70 minutos iniciais de deslocamento para o posto (considerando 1 minuto por painel), já que estes, após pré-montagem seriam armazenados ao lado do segundo posto. Para a montagem no estrado de alumínio apenas será necessário uma pequena modificação no bordo de linha do posto.

Uma outra sugestão passava pelos painéis e estrado de alumínio serem já fornecidos com a furação necessária à sua aplicação. Para tal, o departamento de engenharia foi informado da possibilidade de definir a posição da furação através do desenho da montagem das peças a fixar, comunicando a alteração do desenho ao fornecedor. Se tal for possível, existe uma oportunidade de ganho de 68 minutos no que diz respeito aos painéis laterais e 18 minutos para o estrado de alumínio.

Na sua totalidade, esta operação permite um ganho potencial de 134 minutos, 86 minutos na furação e 62 em movimentações.

Tabela 8-Cronometragem da operação: montagem dos painéis laterais.

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (minutos)
<i>Picking</i> dos painéis na secção 17	70	62≈17%
Preparação de ferramenta	23	
Colocar parafusos no piso para posterior aplicação	15	
Envernizar parafusos	9	
Nivelar carro	24	
Ajustar calços	4	
Colocar painel no sítio e nivelar	41	
Furar painel	54	54 ≈14%
Roscar furos	14	
Aparafusar painel	22	
Colocar e ajustar MAP	6	
Furar chassi através sapatas	18	18≈5%
Colocar parafusos nas sancas	7	
Aparafusar sapatas	30	
Fixar sapatas ao chassi	35	
Total	372	134 ≈ 36%

Montagem das sancas

Analisando a operação de montagem das sancas, inscrita na Tabela 9 verifica-se que as micro tarefas de posicionar (39 minutos), furar e aparafusar as sancas (89 minutos) em conjunto ocupam 35% do tempo total. Da análise para minimizar este tempo constatou-se ser possível o fornecimento do perfil de iluminação, no qual são fixadas as sancas, com a furação necessária e as sancas terem identificação dos pontos para montagem, de modo que o operador não tivesse que testar o encaixe em cada posição.

No Anexo H encontram-se as propostas de alteração relativas a estas micro-tarefas, enviadas ao departamento de engenharia (perfil de iluminação) e ao comercial (sancas).

Tabela 9-Cronometragem da operação: montagem das sancas

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)
Lixar fibra (teto)	5	
Colocar sancas no sítio	39	19 ≈ 5%
Colocar fita inseal nas sancas	17	
Marcar travessas do mecanismo das portas	3	
Fixar sancas (furar e aparafusar)	89	44 ≈ 12%
Aplicar reforços nos furos das travessas	33	
Fixar travessas do mecanismo das portas	53	

Acertar e cortar travessas das portas	7	
Lixar arestas das travessas	14	
Aplicar sancas na cabine frontal	31	
Reparar sancas na frente	24	
Por isolamento nas sancas por cima das portas	23	
Aplicar desengordurante nas calhas por cima das portas	6	
Aplicar chapa de fibra nas sancas	4	
Aplicar fita insonorizante nas sancas	18	
Total	366	83 ≈ 17%

Montagem e Pré-Montagem de portas

Como se verifica pela análise da Tabela 10 a ação de afinar as portas demora 127 minutos, sendo a mais extensa na montagem das portas. Isto acontece porque o perfil de quinagem executado nos painéis laterais não corresponde ao da estrutura das portas. O desvio detetado tem origem no fornecedor e é uma situação não conforme com o especificado que se agrava ao longo da linha de produção, quando do encaixe com o tejadilho e estrado.

Tabela 10- Cronometragem da operação: montagem das portas.

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)
Colocar as portas em posição	16	
Solta as ligações das portas do salão	3	
Afina as portas	127	127 ≈ 22%
Corta o excesso de borracha por debaixo das portas	14	
Retira fusíveis para ver se borracha fixa	7	
Apertar portas	45	
Aplicar tubagem dos sensitivos das portas	65	
Verificar alinhamento das portas	9	
Lubrificar o mecanismo das portas	11	
Afinar sensitivos	20	
Reparar falhas nos botões SOS das portas	24	
Aplicar desengordurante no vidro por cima da porta	11	
Preparar, colar e aplicar calha	34	
Preparar perfis de borracha	10	
Desengordurar perfis de borracha	4	
Aplicar borracha na calha	6	
Colar borracha com locktite	10	
Acertar perfil de borracha já aplicada na calha	44	

Retirar protetores dos braços dos varões das portas	29	
Marcar borracha para corte para alinhamento das portas	58	
Marcar e furar borracha para colocar batentes nos portais	5	
Alargar furos com a broca	3	
Furar borracha, aplicar e aparafusar batentes	13	
Total	568	127 ≈ 22%

Após análise à curvatura dos painéis concluiu-se que esta deverá ser controlada sendo para isso necessário criar um meio de controlo. Consultando as medidas dos painéis no seu desenho construiu-se um molde para avaliação da conformidade da curvatura dos painéis antes da sua montagem. A Figura 20 demonstra o meio de produção criado.

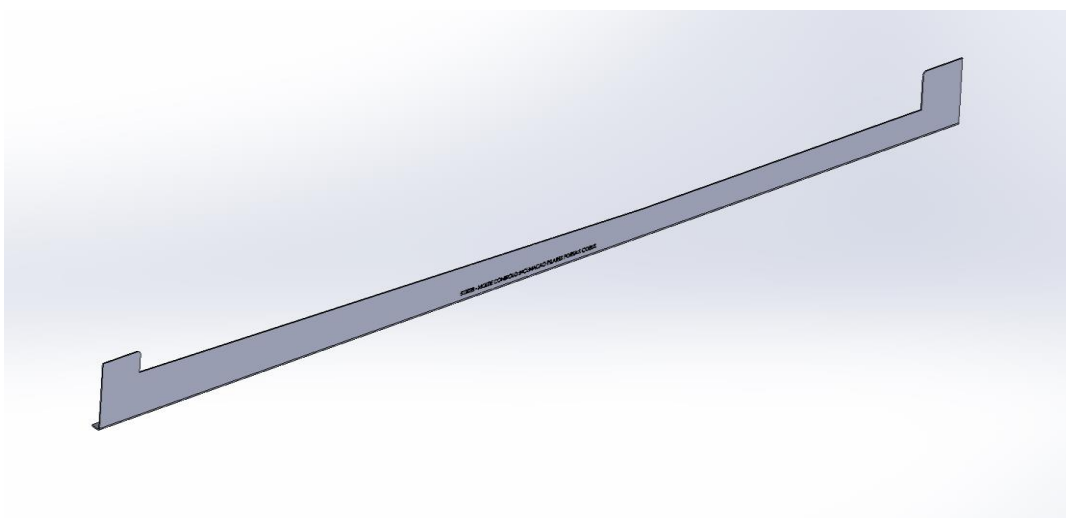


Figura 20-Meio de produção para controlo da curvatura dos painéis.

Aplicação de laminite

A operação de montagem de laminite encontra-se dividida, como já foi referido anteriormente em duas etapas, a montagem dos frisos e posterior aplicação das placas e dos remates. O principal desperdício de tempo identificado nestas operações tem origem nas dimensões inadequadas dos frisos, das placas e dos remates o que obriga o operador a marcar e cortar frisos e placas de laminite.

Para solucionar este problema é necessário definir com precisão as dimensões destas aplicações para que o operador realize apenas as tarefas de posicionar e fixar laminite e afins.

Analisando a Tabela 11 e a Tabela 12, constata-se que existe um ganho potencial de 23 % (41 minutos) na aplicação de frisos e 30% (71 minutos) na aplicação das placas e remates.

Tabela 11-Cronometragem da operação: aplicação de frisos para laminite.

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)
Aplicar fita inseal nos painéis laterais	76	
Marcação de frisos e corte	24	24 ≈ 13%
Fixar, furar e rebitar frisos	53	
Cortar frisos	13	13 ≈ 8%
Aplicar frisos	7	
Fazer marcações com molde para painéis de laminite	4	4 ≈ 2%
Total	177	41 ≈ 23%

Tabela 12-Cronometragem da operação: aplicação das placas e remates de laminite.

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)
Preparar remates e placas de laminite (acertar dimensões)	60	60 ≈ 25%
Aplicar placas de laminite	74	
Aplicar remates de laminite	13	
Rebitar placas de laminite	63	
Aplicar velcro na laminite e aplica-la na parte inferior do quadro elétrico	12	
Fazer marcações para laminite	11	11 ≈ 5%
Isolar laminite	4	
Total	237	71 ≈ 30%

Chapeamentos dos painéis

A operação de chapeamento dos painéis no segundo posto da secção de estruturas demora 407 minutos (6 horas e 47 minutos) o que a torna demasiado morosa como já foi referido anteriormente. A montagem dos rodapés, que demora 220 minutos, no mesmo posto é uma operação idêntica, com a diferença na posição onde são aplicadas as chapas.

Além da extensão temporal, a fixação das chapas nos painéis é feita mecanicamente, através de rebites, e existe um desperdício relativamente a este material porque são usados muitos rebites para fixar as chapas.

A alteração do modo de fixação destas, de totalmente rebitado para colagem com fixação provisória até alcançar a consistência da ligação colada, é uma das medidas de melhoria equacionadas para esta operação. Tendo em conta os resultados das cronometragem registados na Tabela 13 e Tabela 14, se tal for possível, reduz-se o tempo perdido a furar as chapas laterais para o painel e para o estrado (100 minutos), rebitar as mesmas (82 minutos), bem como o tempo despendido a furar e rebitar os rodapés (140 minutos).

Estimando o tempo de aplicação de cordões de cola nos rodapés e nas chapas, tendo em conta a sua área e as especificações do fornecedor, considera-se 1 minuto por chapa e 30 segundos por rodapé (tendo em conta que numa unidade COBUS existem 12 chapas e 10 rodapés), tempo para preparação da máquina de armazenamento de material de 6 minutos e tempo de movimentação ao longo do carro de 11 minutos (30 segundos entre chapa e rodapé). Esta operação totaliza assim 21 minutos na operação de chapeamento e 13 na operação de

montagem dos rodapés. O ganho potencial obtido é então de 169 minutos (42%) no caso do chapeamento dos painéis e 127 minutos (58%) na montagem dos rodapés. Para além destes ganhos, existe também uma melhoria na limpeza do posto porque a fixação por colagem não provoca a mesma quantidade de detritos que uma rebitação.

Tabela 13-Cronometragem da operação: chapeamento dos painéis

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)	Nova operação
Isolar peças para o painel	79		Colagem das chapas totaliza 21 minutos
Marcar do painel e colocar peças	7		
Cortar chapas	24		
Furar chapas para o estrado (solo)	57	57 ≈ 14%	
Posicionar chapas exteriores	18		
Aplicar rebites nas chapas	82	82 ≈ 20%	
Posicionar chapas interiores	25		
Aplicar grampos de aperto	7		
Furar chapas laterais	43	43 ≈ 11%	
Selar chapas	24		
Chapear zona do quadro elétrico	18		
Armazenar material e movimentação do carro	23		
Total	407		182-13=169 ≈ 42%

Tabela 14- Cronometragem da operação: montagem dos rodapés

Micro tarefas	Tempo de operação (min)	Ganho potencial (min)	Nova operação
Colocar peças nos rodapés	21		Colagem dos rodapés totaliza 13 minutos
Cortar chapas dos rodapés	8		
Colocar os rodapés no sítio	26		
Colocar grampos nos rodapés	25		
Furar e rebitar rodapés	140	140 ≈ 64%	
Total	220		140-13=127 ≈ 58%

Matriz de prioridades

Foi o método adotado, referido no segundo capítulo, para priorizar as ações e a tomada de decisões. Na Tabela 15 encontram-se as operações consideradas relevantes em termos de problemas detetados e a sua cotação relativamente aos parâmetros apresentados. A atribuição cotação foi feita em conjunto com colaboradores e departamento de engenharia de processo.

Tabela 15- Matriz GUT aplicada às operações.

Tarefa	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado
Montagem do capot	5	5	5	125
Montagem dos painéis laterais	3	5	5	75
Montagem das sancas	1	2	2	4
Montagem e Pré-Montagem de portas	5	5	2	50
Aplicação de laminite	3	2	2	12
Chapeamentos dos painéis	3	3	5	40

Através da análise da tabela pode-se constatar que deverá ser primeira prioridade a operação mais crítica que é a montagem do capot, seguida da montagem dos painéis laterais e montagem e pré-montagem de portas. É então nestas que deve incidir a atenção para resolução dos problemas detetados.

Meios de produção

A situação inicial referida no terceiro capítulo salientava a falta de conhecimento sobre os meios de produção existentes, tanto relativamente à quantidade como a sua localização e identificação.

Realizou-se um levantamento de todos os meios auxiliares de produção existentes na secção de estruturas e acabamentos, já que a pintura não necessita deste tipo de meios, e criado um ficheiro Excel. Parte deste ficheiro pode ser consultado no Anexo I.

Com este levantamento e cruzamento de dados com a base já existente, é possível saber quais os meios que estão a ser usados nos postos, em que modelos, bem como o seu tipo, sua função e a quantidade.

Alguns dos meios não se encontravam identificados por uma das duas razões possíveis:

- Foram criados pelos próprios colaboradores
- Com a sua utilização perderam a placa identificativa

Para solucionar esta questão, quando tal acontecia, analisou-se a função do meio de produção, existência ou não de identificação prévia e criação de placas identificativas como demonstra a Figura 21. Nestas placas é representado o código do meio de produção e a sua função.



Figura 21- Exemplo de uma placa de identificação de um meio auxiliar de produção.

Identificação de opcionais

Juntamente com o departamento de Engenharia e o Comercial iniciou-se a definição de uma lista de opcionais que se pode consultar no Anexo J.

Foram analisados cento e setenta e seis opcionais, dos quais, trinta e três foram adicionados no último ano. O estado de um dos opcionais, a retrocâmara, passou de opcional a *standard* já que, pela frequência da sua requisição, deixou de fazer sentido pertencer a esta lista.

Aquando da medição de tempos das operações, face aos opcionais aplicados nas unidades analisadas, na secção de acabamentos, foi possível obter o seu tempo de montagem, dando origem ao Anexo K. Na Figura 22 vê-se um banco de motorista pertencente à lista de opcionais.



Figura 22- Kit banco do motorista PILOT com cinto de segurança 3 pontos de fixação.

Outras propostas de melhoria

Segunda fase de pintura

Como foi referido no terceiro capítulo, 18% do tempo de produção, 150 horas, de uma unidade COBUS é dedicado à segunda fase de pintura.

De modo a minimizar o tempo dedicado a esta fase de correção de defeitos foi formulado um plano, juntamente com o departamento de produção, qualidade e chefe de equipa da secção de pintura, que permite reorganizar as tarefas efetuadas para alcançar uma redução de 38 horas (25%) nesta fase de retrabalho.

Tabela 16- Organização das tarefas relativas à segunda fase de pintura.

1º Dia				
Turno	Exterior	Interior	Colaboradores necessários	Horas associadas
1	Rematar o interior das tampas	Rematar e pintar cabine	4	32:00:00
	Lavar unidade	Rematar e pintar salão		
	Analisar anomalia	Portas da cabine		
	Isolar	Portas do salão		
	Preparar	Selar portas		
2	Pintar		2	16:00:00

2º Dia				
Turno	Exterior		Colaboradores necessários	Horas associadas
1	Retificar zonas pintadas		3	24:00:00
	Retificar polimentos			
	Rematar frente e traseira			
	Pincelar			
3º Dia				
Turno	Exterior	Interior	Colaboradores necessários	Horas associadas
1	Lavar vidros	Lavar cabine	4	32:00:00
	Pequenos retoques	Lavar salão		
	Inspeção Inferior	Lavar vidros		
4º Dia				
Turno	Exterior	Interior	Colaboradores necessários	Horas associadas
1	Certificação e relatório		1	8:00:00

Esta fase tem como finalidade eliminar defeitos por repintura os quais tem outras origem que não necessariamente a pintura. Tal acontece não só com este modelo, como também com o modelo Probus e Levante, onde não são realizadas montagens nas tampas laterais na secção de acabamentos. De forma a reduzir defeitos que surgem nesta fase sugeriu-se a aplicação de um vinil na lateral da unidade que protege as tampas de possíveis danos. A aplicação desta proteção não é restrita a estes modelos sendo também aplicável em todos os modelos da CaetanoBus cujas tampas laterais não sofram alterações após pintura. Foi criada uma instrução de trabalho, Anexo L, onde é definido o procedimento para aplicação do vinil em qualquer modelo em produção.

Reformulação do formulário para proposta de investimento

A realização de propostas de investimento era efetuada a partir de um suporte em papel cujos campos estavam desatualizados e por isso se sugeriu a substituição do documento por um ficheiro Excel, cujo preenchimento se tornou intuitivo e expedito como se evidencia no Anexo M. Foi também criada uma instrução para preenchimento do ficheiro Excel.

4.2 Resultados obtidos

Neste subcapítulo serão expostos os resultados alcançados com a implementação de algumas das propostas definidas no subcapítulo anterior.

Balanceamento da linha de produção COBUS

A apresentação do balanceamento da linha de produção ocorreu em reuniões com os chefes de equipa de cada posto, para facilitar a discussão da aplicação prática do balanceamento e da atribuição das tarefas. O mapa *Yamazumi* foi apresentado através de um

quadro branco com a disposição das macro tarefas por colaborador, permitindo a realocação das mesmas se necessário, como se representa na Figura 23.

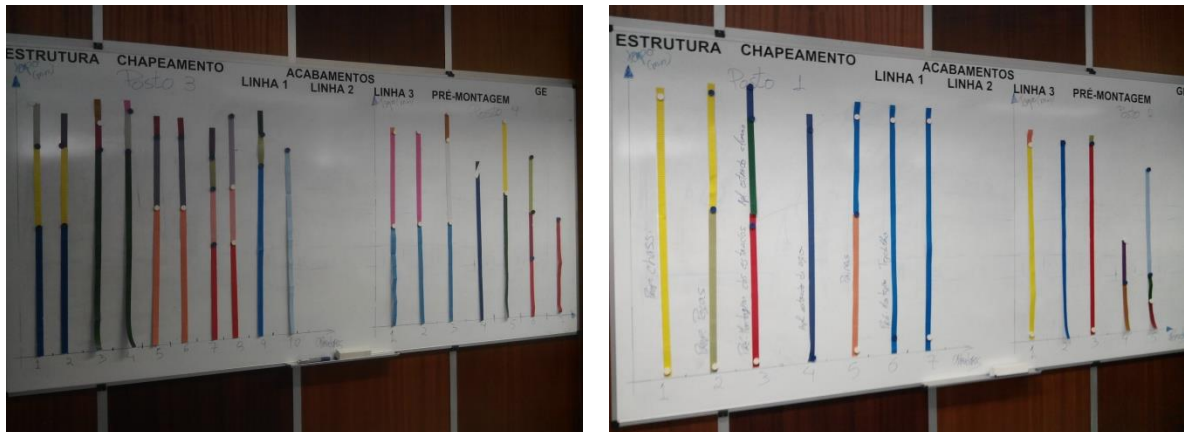
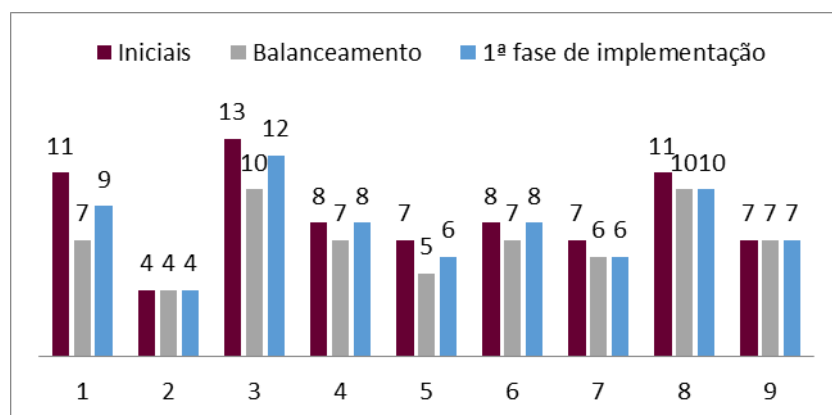


Figura 23- Apresentação dos mapas Yamazumi.

Após estas reuniões, decidiu-se que a implementação decorreria por fases de modo a não provocar um impacto excessivo nos operadores e consequentemente na produção. Na secção de estruturas reduzem-se quatro colaboradores e, na secção de acabamentos dois, de acordo com o Gráfico 5. O posto 5 da secção de estruturas e o posto 7 da secção de acabamentos incluem operadores em regime noturno, dois em cada posto, que desempenham tarefas que obstruem demasiado espaço de uma unidade COBUS e por isso devem continuar a ser desempenhadas nesse regime. Por isso, a redução que se dá nestes postos reflete-se num operador de regime diurno.

Esta diferenciação revê-se no ganho monetário; caso a redução acontecesse no regime noturno, o ganho monetário seria maior uma vez que estes colaboradores têm um suplemento acrescido ao salário base. Os postos que não sofrem alterações são considerados críticos pelos chefes de equipa e, na primeira fase de análise, a empresa optou por não pressionar os seus operadores e priorizar a otimização de tarefas.

Gráfico 5- Número de Colaboradores existentes em cada posto, no estado inicial, balanceamento e após reunião com as chefias.



Assim, na fase inicial, ocorre uma redução de seis colaboradores que, de acordo com a premissa de redução de custo, assumida anteriormente, permite reduzir 1200€/dia, aumentar a

produtividade em 5,7% e reduzir o tempo de produção em 6,9% considerando toda a linha de produção. Se apenas se considerarem as seções de estruturas e acabamentos os ganhos registados em termos de produtividade e tempo são, 6,6% e 7,9% respetivamente.

Otimização de operações

Montagem do capot

O croqui do isolamento foi enviado para o departamento de engenharia para alteração do mesmo e posterior envio do desenho ao fornecedor.

Os restantes defeitos analisados foram partilhados com o mesmo departamento para definição de um novo modelo de capot e tablier a ser aplicado no novo projeto COBUS 2015.

Montagem dos painéis laterais

A proposta criada para a melhoria desta operação foi implementada de imediato assim que se verificou a oportunidade, tendo-se reorganizado o *layout* do local de pré-montagem do tejadilho e movimentada a pré-montagem dos painéis para a seção de estruturas.

No que diz respeito à furação do estrado e painéis, a sugestão foi partilhada com o departamento de engenharia que iniciou a análise da proposta e possível inclusão da mesma no novo protótipo a ser edificado, COBUS 2015.

Na Tabela 17 verifica-se que o ganho efetivamente registado foi de 58 minutos, 15,6%.

Tabela 17- Ganho obtido após implementação.

	Ganho (min)	
	Esperado	Efetivo
Movimentação dos painéis para o posto	134	58

Montagem de sancas

Os pedidos de alteração enviados aos departamentos mencionados anteriormente estão ainda em estudo, por isso não existem dados relativos a ganhos efetivos. No entanto, a definição de posição das sancas já foi comunicada ao fornecedor e será implementada no novo protótipo COBUS 2015.

Montagem e Pré-Montagem das portas

Após obtenção do desenho e posterior fabrico do meio de produção, este foi validado pelo departamento de qualidade e começou a ser utilizado tanto no posto de pré-montagem dos painéis, como no segundo posto aquando da sua montagem ao chassi e tejadilho.

O departamento de Qualidade ficou responsável por rever a monitorização do fornecimento dos painéis, para agir de imediato sobre o fornecedor se forem detetadas peças com defeito.

Com o controlo antecipado dos painéis verificou-se um ganho efetivo de 106 minutos (19%) como é indicado na Tabela 18.

Tabela 18-Ganho obtido após implementação

	Ganho (min)	
	Esperado	Efetivo
Afinação das portas	127	106

Montagem de laminite e Chapeamento dos painéis laterais

Todas as propostas mencionadas anteriormente foram aceites e encontram-se em estudo por parte do departamento de Engenharia para implementação no novo projeto COBUS 2015. Só aquando da sua implementação se poderiam obter os ganhos efetivos nas operações.

Meios de produção

O ficheiro obtido após levantamento de dados e identificação de todos os meios de auxiliares de produção, utilizados na conceção de uma unidade COBUS, foi partilhado com uma colega do mesmo departamento, para adição a uma ferramenta de trabalho normalizado que está em desenvolvimento.

Essa ferramenta mantém o registo de todas as necessidades de produção, por posto e por modelo, no que diz respeito a meios auxiliares de produção, meios de segurança, procedimentos e instruções de trabalho entre outros. É possível assim manter um registo real do que está a ser utilizado na linha possibilitando o seu armazenamento quando a sua necessidade deixa de existir.

Identificação de opcionais

Após definição a nível temporal de alguns opcionais cuja montagem ocorreu no período em que decorreu o projeto, o ficheiro demonstrado no anexo D foi alterado dando origem ao ficheiro enquadrado no anexo E, e, incorporado numa ferramenta do departamento comercial.

Deste modo, o departamento dispõe de informação que pode ser crucial a uma venda, podendo ter uma noção mais real de quando uma encomenda pode ser entregue aos clientes.

Outras melhorias**Segunda fase de pintura**

O plano produzido para redução de horas na segunda fase foi implementado, tendo-se registado ser possível o seu cumprimento e as unidades COBUS passarem pela totalidade de postos nas 112 horas estipuladas. O ganho efetivo foi por isso de acordo com o previsto, 38 horas de tempo de produção.

A aplicação da proteção em vinil para redução de defeitos provocados na secção de acabamentos, foi aprovada e está de momento implementada na linha de produção, nos modelos Probus e Levante em que se obteve um *feedback* positivo na redução de defeitos dos operadores e chefes de equipa. Não existem no entanto dados concretos que comprovem este facto sendo necessário uma nova análise aos modelos em questão.

Reformulação do formulário para proposta de investimento

A adoção do novo formulário foi feita de imediato passando a substituir o antigo ficheiro.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.

5.1 Conclusões

A presente dissertação advém da necessidade de minimizar desperdício de tempo, que se encontra na origem na origem do aumento de custo de produção, num contexto em que o modo operacional utilizado não estava a dar resposta aos objetivos da Empresa.

O estudo dos tempos possibilitou a avaliação do processo produtivo existente. Com o desenvolvimento do projeto e a análise das tarefas realizadas pelos colaboradores, com o registo dos tempos associados, foram criadas condições benéficas à abordagem do objetivo principal do projeto, a redução do tempo de produção. A identificação e a quantificação das fontes de desperdício permitiu compreender o seu impacto negativo no lead time de produção de uma encomenda.

É necessário ter em conta que a morosidade na implementação total do projeto se deve à resistência à mudança e à análise das soluções apresentadas com intervenção de outros departamentos da empresa.

A implementação plena do balanceamento irá melhorar a produtividade e a eficiência com redução os custos de produção. Até ao fim do projeto, foi possível registar uma redução de tempo de 2880 minutos (7.9%) e um aumento de produtividade de 6.6%.

Considerando a otimização de operações, ainda que com uma análise pouco profunda, registam-se ganhos potenciais consideráveis essencialmente com a eliminação de *Muda*. A aplicação efetiva destas propostas resultou numa redução de 58 minutos na montagem dos painéis laterais e uma redução de 106 minutos na montagem das portas.

Na sua totalidade, pode-se afirmar que, na secção de estruturas e acabamentos, já se registou um ganho temporal diário de 3044 minutos (8.35%) sendo que a redução diária pretendida era de 7157 minutos (19,63%), o que resulta numa redução do custo de produção de uma unidade COBUS de 1268,34€/dia. Todos estes dados podem ser consultados na Tabela 19.

Ainda com a implementação total do plano de operações, na segunda fase de pintura será alcançado um ganho adicional de 2280 minutos equivalentes a 950 €/dia.

Direcionando o foco para as operações cujos resultados não são quantificáveis salienta-se: o levantamento de meios auxiliares de produção possibilitou a criação de uma ferramenta de planeamento de trabalho que permite manter o registo sobre as movimentações, no chão de fábrica, de materiais e meios entre outros, bem como adicionar novos meios que sejam criados.

A definição de opcionais de possível acoplamento a uma unidade COBUS facilita o processo de negociação com o cliente aquando do registo do pedido. Uma vez que a informação sobre o tempo de montagem de opcionais influencia o tempo total de produção, tendo conhecimento do primeiro, será possível prever o segundo.

De modo sumário, todas as propostas apresentadas apenas terão os resultados esperados quando toda a estrutura organizacional da Empresa se mostrar interessada na

integração destes projetos facilitando a sua implementação. Assim, a Empresa deve prosseguir com a aposta na filosofia de melhoria continua para alcançar os resultados expectáveis.

Tabela 19- Sumário de ganhos propostos e efetivos nos pontos analisados.

		Redução proposta (min/dia)	Redução efetiva (min/dia)	Ganho proposto (€/dia)	Ganho efetivo (€/dia)
Balanceamento		6240	2880	2600	1200
Operações	A	165	-	68,75	-
	B	134	58	55,83	24,17
	C	83	-	34,58	-
	D	127	106	52,92	44,17
	E	41	-	17,08	-
	F	71	-	29,58	-
	G	169	-	70,42	-
	H	127	-	52,92	-
Total		7157	3044	2982,08 €	1268,34 €
Outras propostas	2ªFase Pintura	2280	2280	950	950
Total		9437 min	5324 min	3932,08 €	2218,34 €

Legenda: A= Montagem do capo; B=Montagem dos painéis laterais; C=Montagem das sancas; D=Montagem das portas; E=Aplicação de frisos para laminite; F=Aplicação de placas e remates de laminite; G=Chapeamento dos painéis laterais; H= Montagem do rodapé.

5.2 Perspetivas de trabalho futuro

No âmbito da análise realizada no quarto capítulo, onde se regista a perspetiva de ganhos com implementação total das propostas mencionadas, a necessidade de um prolongamento do projeto é inquestionável, para que se possam obter dados reais sobre a aplicação total das sugestões.

Considera-se que as condições já alcançadas com o presente projeto permitem a evolução, não sendo necessárias alterações profundas. A este nível, a questão mais crítica prende-se com a necessidade de análise detalhada a todas as operações na linha de produção deste modelo e um olhar atento para todas as pessoas e para o seu trabalho como segunda atitude chave. Assim, é possível encontrar pequenas/grandes melhorias que satisfaçam todas as partes interessadas: clientes, empresa, colaboradores e fornecedores.

É, também, objetivo das chefias e diretores demonstrar a importância do impacto destas propostas para que todos os colaboradores se motivem na sua implementação e melhoria contínua. De outra forma, a evolução no sentido de melhoria contínua não é possível.

A longo prazo, será possível automatizar a linha de produção, parcialmente ou totalmente, aumentando assim a sua eficiência e eficácia.

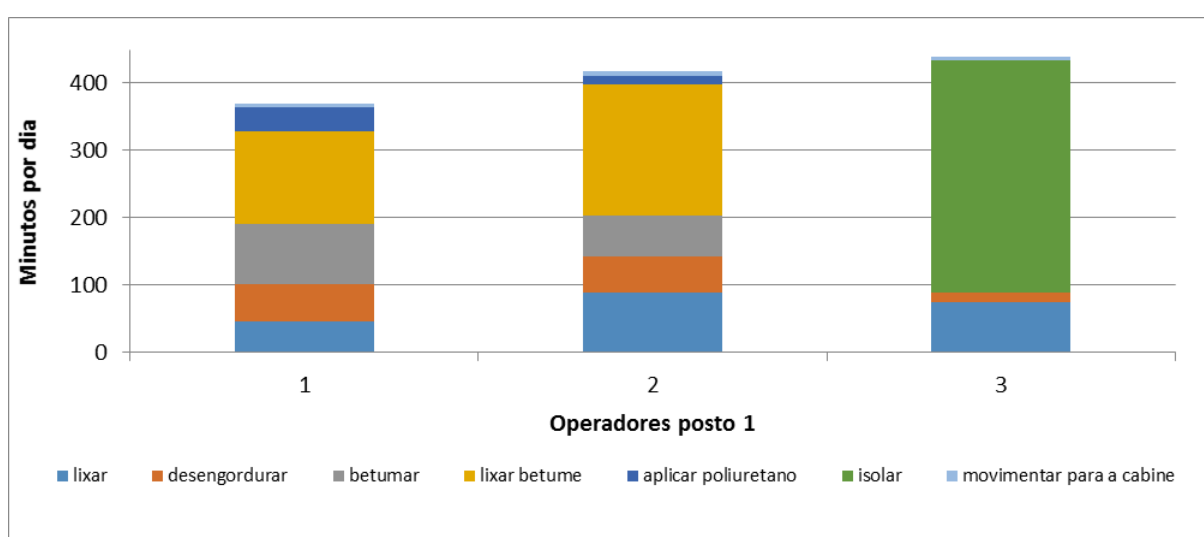
6 Referências

- Assis, R. (2010). *Balanceamento de uma linha de produção*.
- Barbosa, I. L. (2013). Revisão da logística de abastecimento das linhas de montagem na CaetanoBus. (Porto:FEUP, Ed.)
- CaetanoBus, SA. (2015). *CaetanoBus*. Obtido em 5 de Junho de 2015, de www.caetanobus.pt
- Carravilha, M. (1998). *Balanceamentos de Linha*. FEUP.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2004). *Operations Management for competitive advantage*. McGraw Hill.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2008). *Operations and Supply Management - The core*. McGraw Hill.
- Chiarini, A. (2013). *The Main Methods of Lean Organization*. Bologna, Italy: Springer.
- Coimbra, Euclides A. *Kaizen in Logistics & Supply Chains*. McGraw Hill, 2013
- Daychoum, M. (2007). *40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento*. Brasport Livros e Multimídias Ltda.
- Grupo Salvador Caetano. (s.d.). Obtido em 5 de Junho de 2015, de http://www.gruposalvadorcaetano.pt/html/grupo__q1id_class__3D192__3D1__3DPT__q20__q30__q41__q5.htm#top
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2011). *Operations and Supply Chain Management*.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Operations Management*. Addison-Wesley.
- Manual Pedagógico PRONACI - "Métodos e tempos"*. Edited by AEP: Exertus, Lda, 2003.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean*. Lidel - edições técnicas, lda.
- Sousa, A. F. (09 de 08 de 2012). *"Como o Grupo Salvador Caetano se reinventa há cinco décadas"*. Obtido em 15 de Junho de 2015, de Económico: http://economico.sapo.pt/noticias/como-o-grupo-salvador-caetano-se-reinventa-ha-cinco-decadas_149990.html
- Turner, S. (2003). *Tools For Success: A Manager's Guide*. McGraw-Hill Professional.
- Womack, James P., and Daniel T. Jones. *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, 2003.

Anexo A: Situação Inicial da linha de produção, secção de pintura.

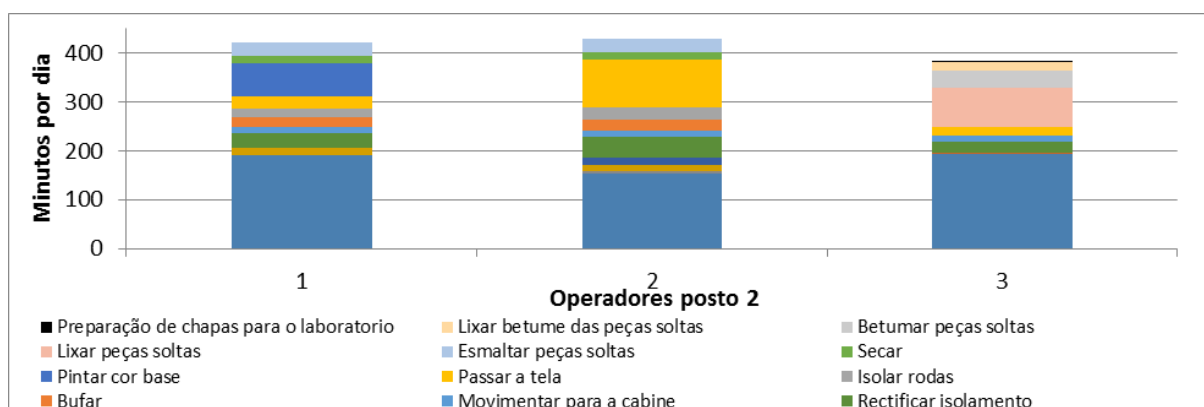
Preparação para primário

Gráfico 6- Situação inicial no posto 1, secção de pintura.



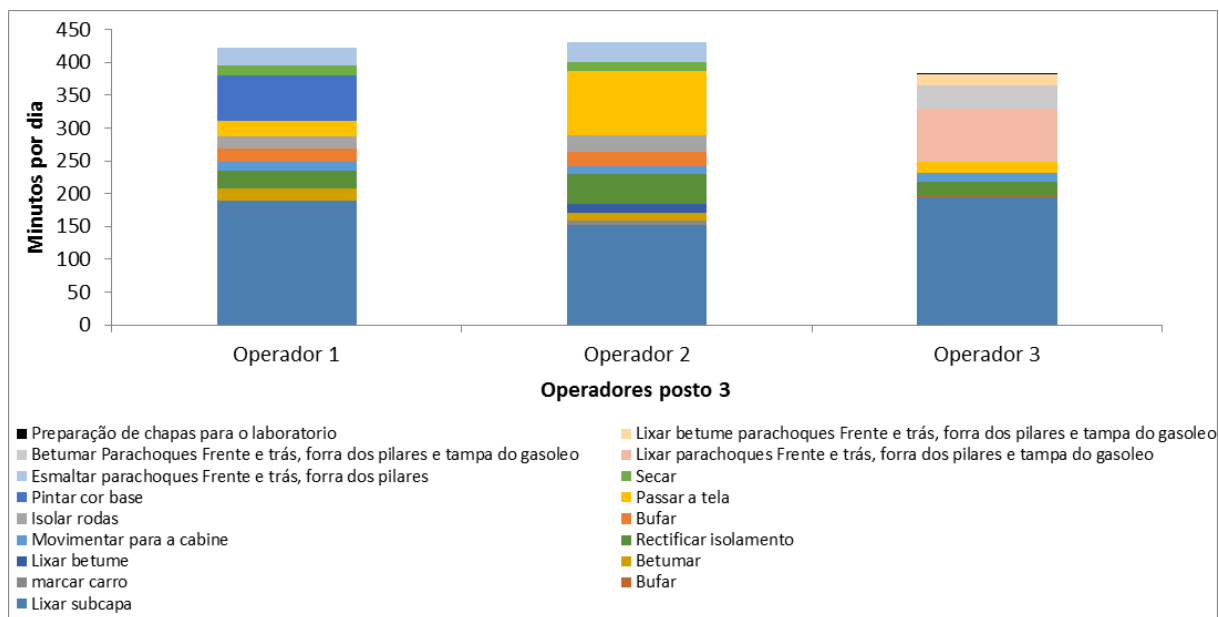
Aplicação de Primário

Gráfico 7- Situação inicial no posto 2, secção de pintura



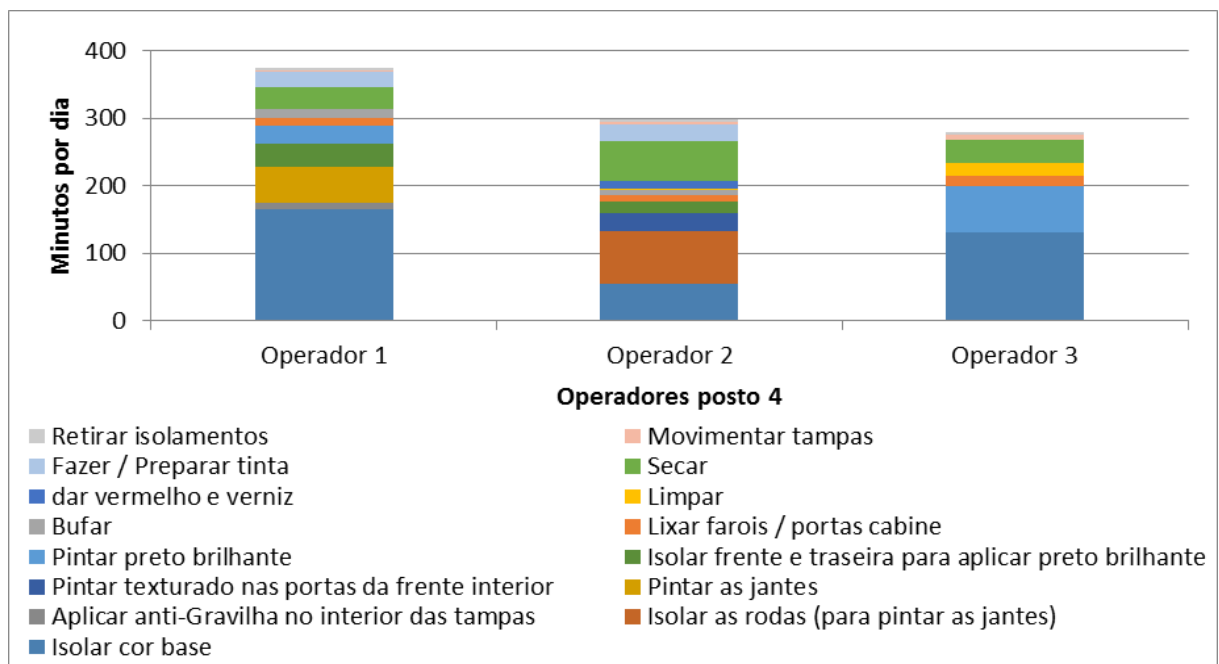
Lixagem de subcapa e esmaltar

Gráfico 8-Situação inicial no posto 3, secção de pintura.



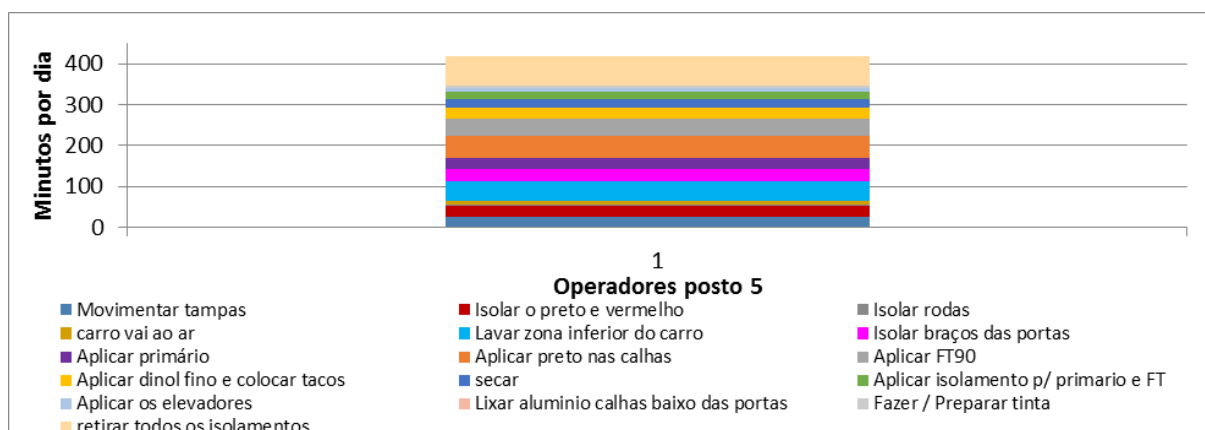
Remate

Gráfico 9- Situação inicial no posto 4, secção de pintura



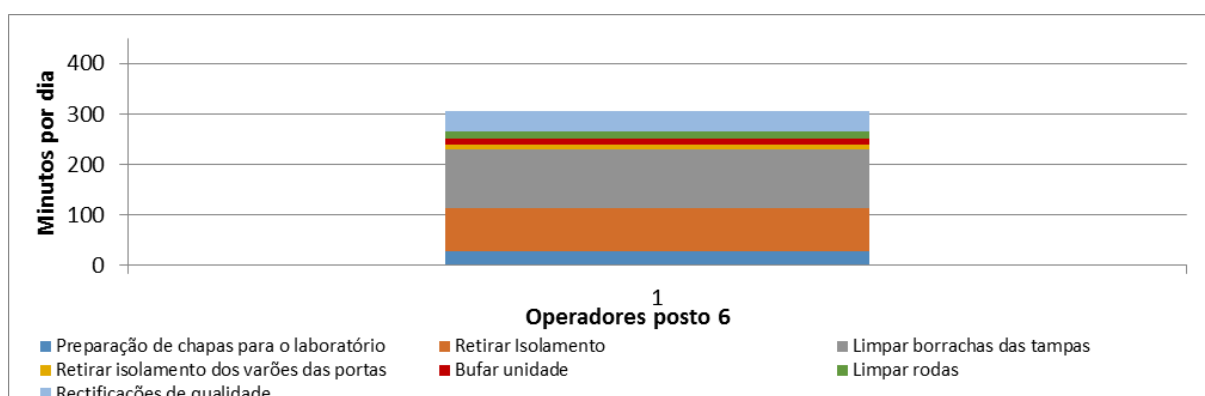
Tratamento Inferior

Gráfico 10- Situação inicial no posto 5, secção de pintura



Preparação para a linha

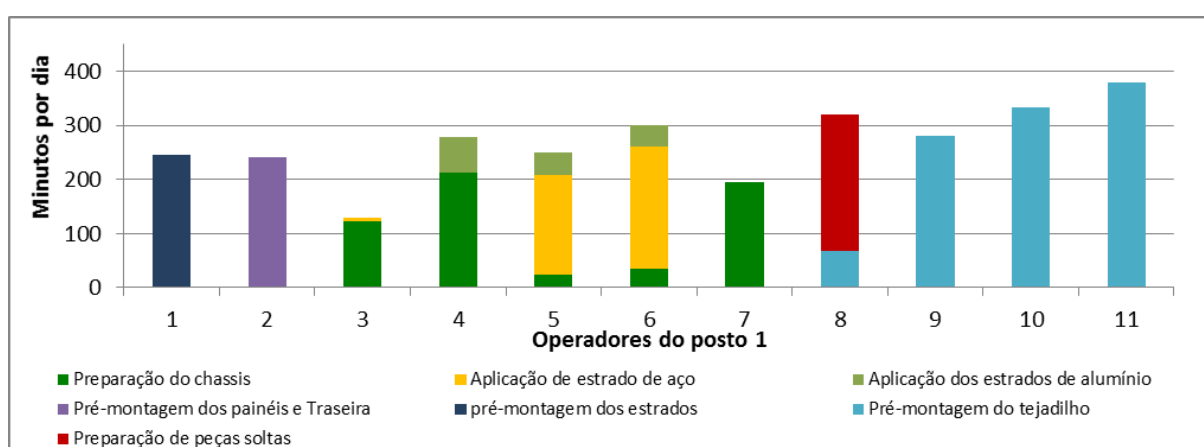
Gráfico 11- Situação inicial no posto 6, secção de pintura



Anexo B: Situação Inicial da linha de produção, secção de estruturas.

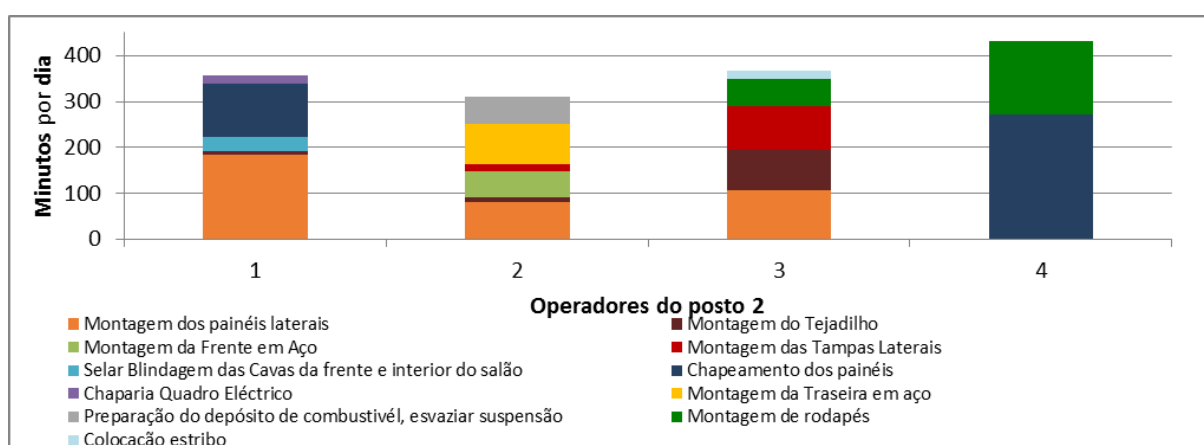
a) Posto 1

Gráfico 12- Situação inicial no posto 1, secção de estruturas



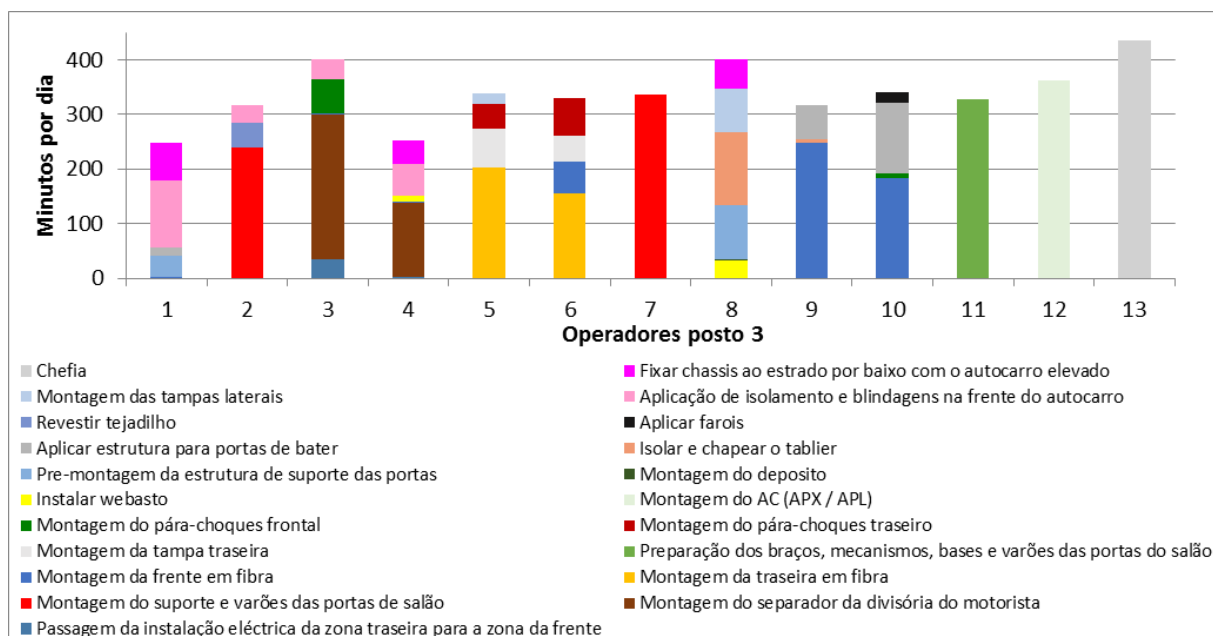
b) Posto 2

Gráfico 13- Situação inicial no posto 2, secção de estruturas



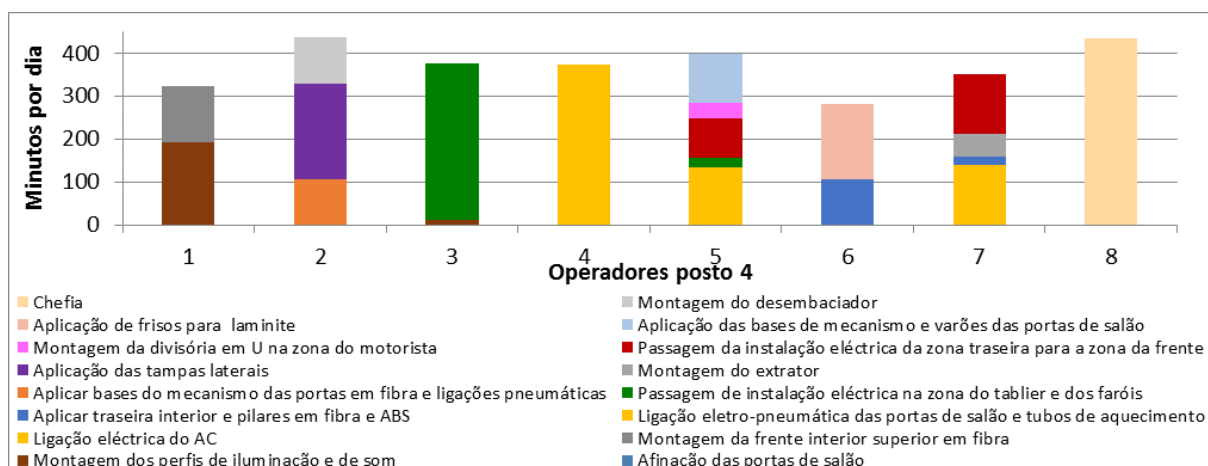
c) Posto 3

Gráfico 14- Situação inicial no posto 3, secção de estruturas



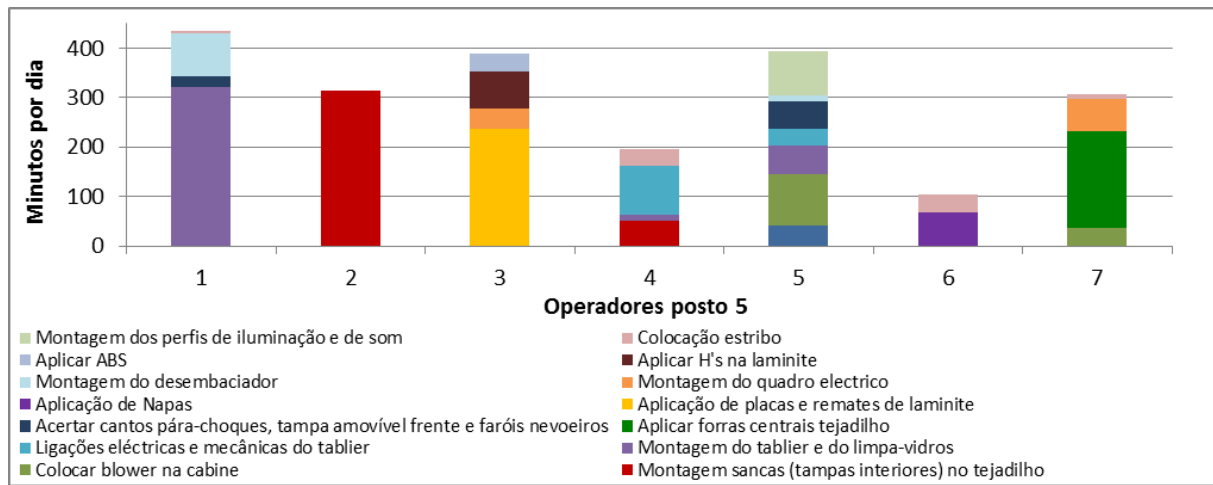
d) Posto 4

Gráfico 15- Situação inicial no posto 4, secção de estruturas



e) Posto 5

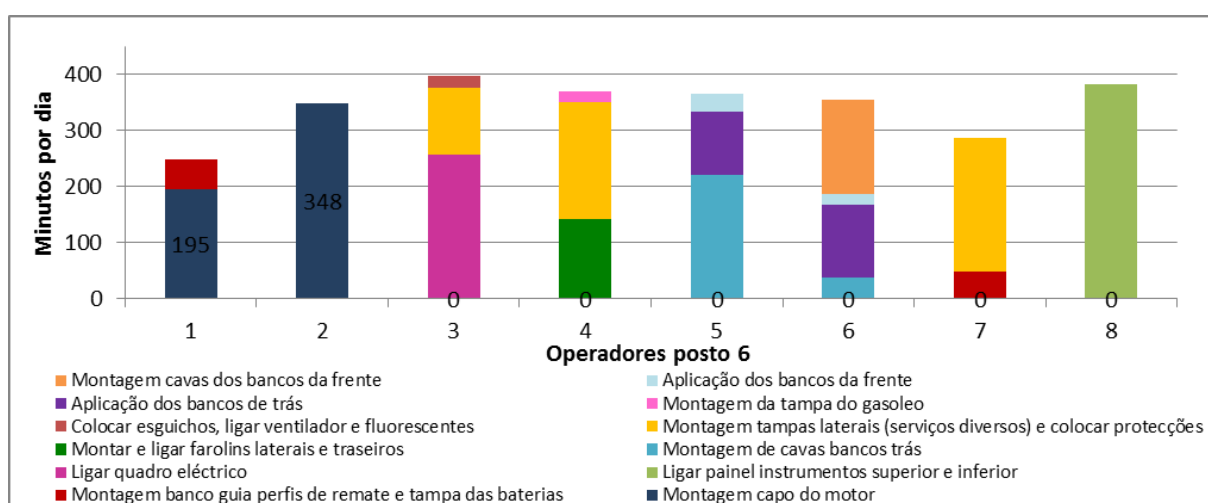
Gráfico 16- Situação inicial no posto 5, secção de estruturas



Anexo C: Situação Inicial da linha de produção, secção de acabamentos

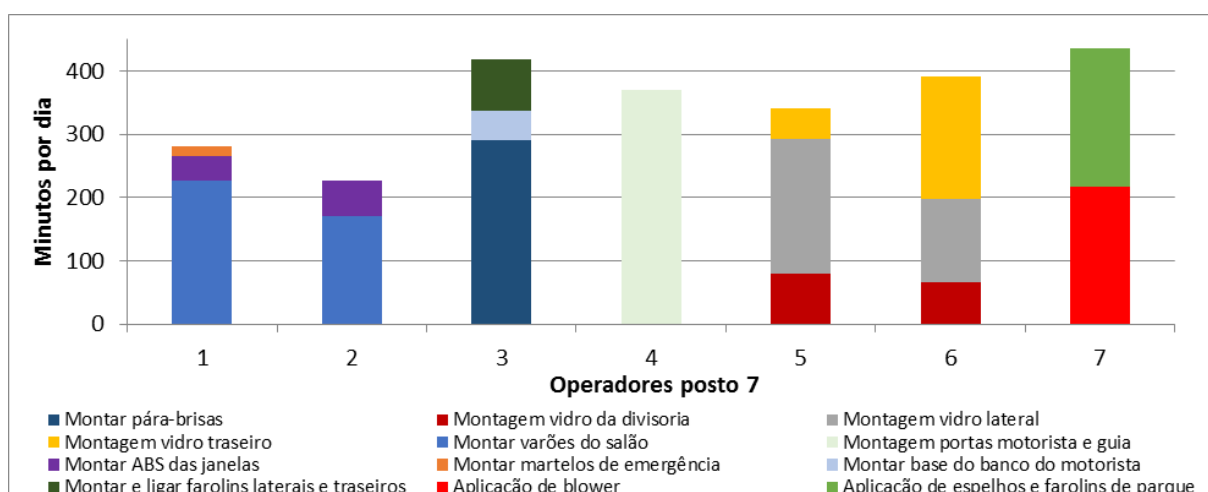
a) Posto 6

Gráfico 17- Situação inicial no posto 6, secção de acabamentos.



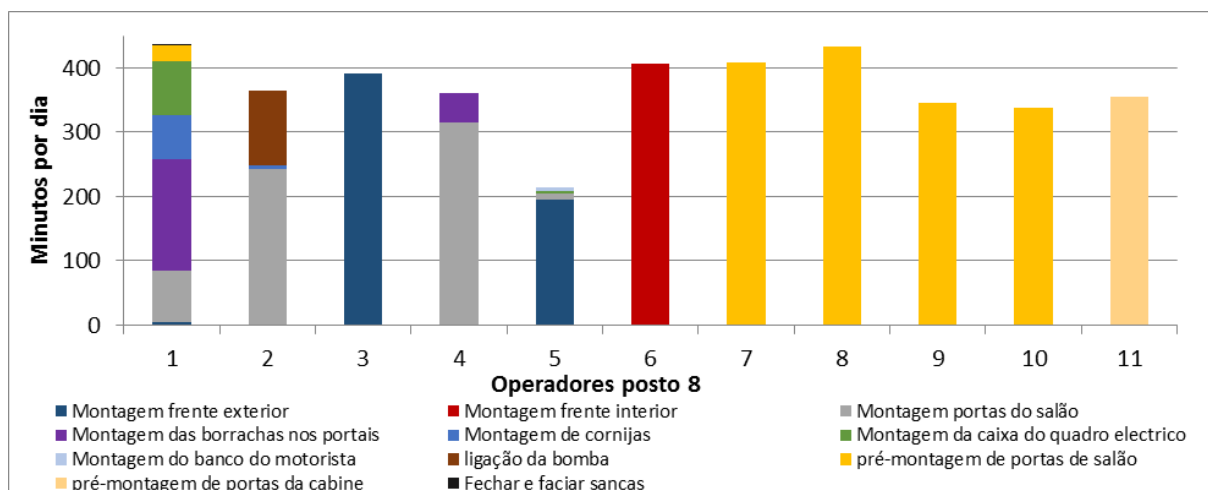
b) Posto 7

Gráfico 18- Situação inicial no posto 7, secção de acabamentos.



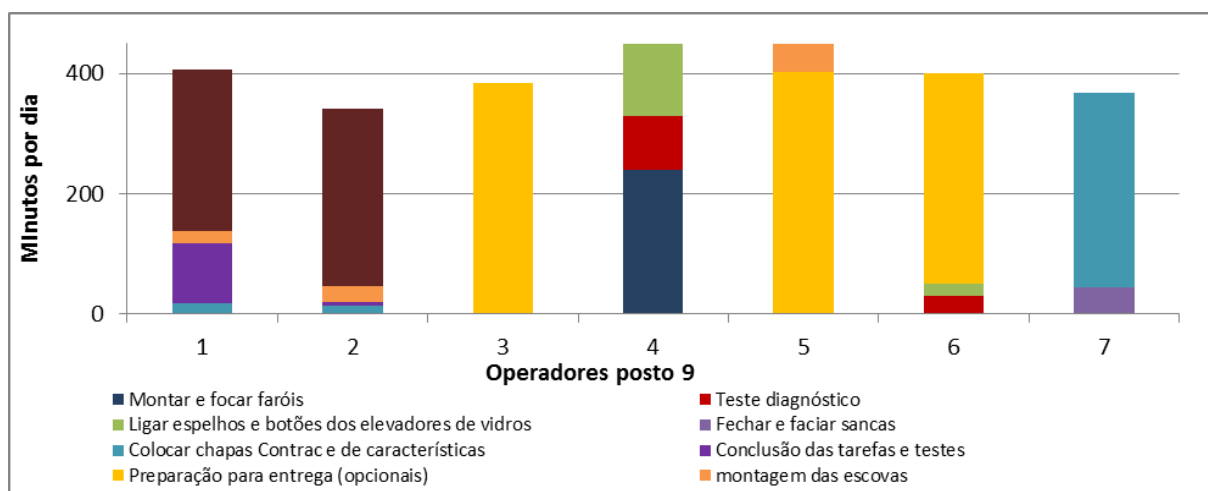
c) Posto 8

Gráfico 19- Situação inicial no posto 8, secção de acabamentos.



d) Posto 9

Gráfico 20- Situação inicial no posto 9, secção de acabamentos.



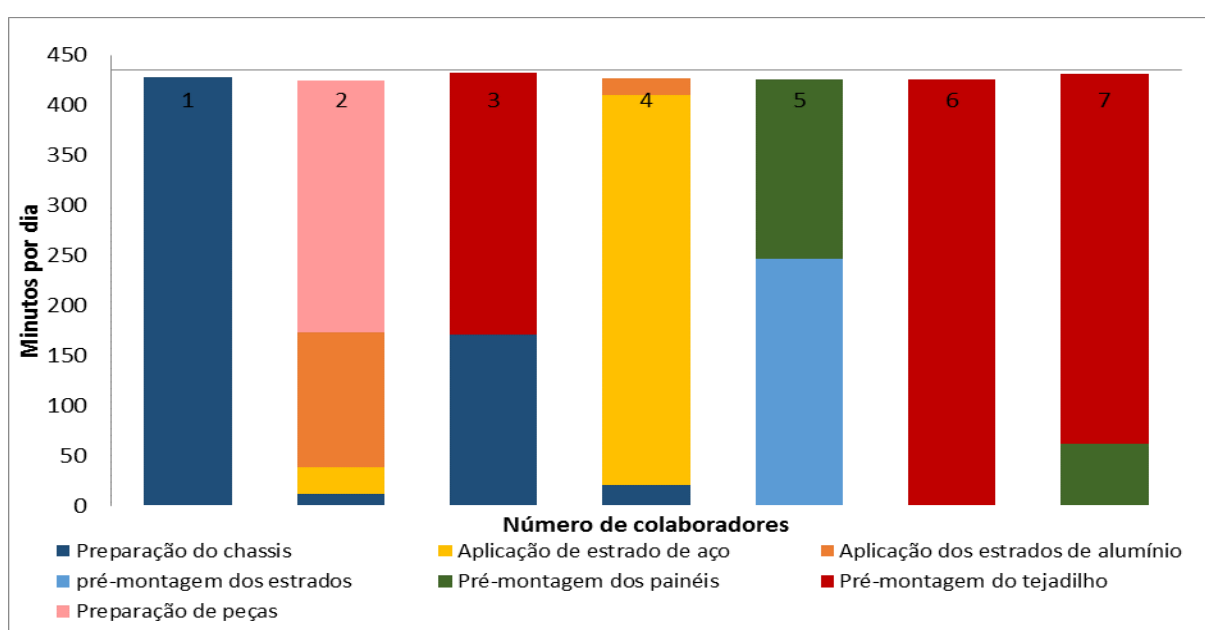
Anexo D: Folha usada para cronometragem de operações.

CAETANO BUS			Folha de cronometragem										Seção: ACABAM		Data: 204-2015				
PEM			Operador										Posto:		Observador: NA				
Colaborador: Carlos Silva			PEP:										Modelo: COBUS						
Operação			Tempo Total	Tempo Op	Tempo Prep	Tempo Ins	Tempo Trans	Tempo Arm	Tempo Div	Atividade					Cronometragens (minutos)		Observações	Macro-tarefa associada	Tempo Macro tarefa
										Operação	Preparação	Inspeção	Transporte	Armazenagem	Diversos	Início			
			0:20:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:20:00						X	7:30:00	7:50:00		0:00:00
	Repor combustíveis nos carros da linha																		0:00:00
	Levar portas preparadas no dia anterior e buscar outras que estão no carro		0:15:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:15:00	0:00:00	0:00:00				X			7:50:00	8:05:00		0:00:00
	Limar abertura pl/puadores e anexas		0:02:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							8:05:00	8:07:00		0:00:00
	Bufar unidade		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							8:07:00	8:08:00		0:00:00
	Conversa		0:03:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:03:00						X	8:08:00	8:11:00		0:00:00
	Preparar material		0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00		X					8:11:00	8:12:00		0:00:00
	Buscar os fechos		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00	0:00:00	0:00:00			X				8:12:00	8:13:00		0:00:00
	Buscar aparafusadora		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:02:00	0:00:00	0:00:00				X			8:13:00	8:15:00		0:00:00
	Desapertar parafuso e retirar parte do aro interior pl colocação de borracha		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							8:15:00	8:16:00		0:00:00
	Conversa		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00						X	8:16:00	8:17:00		0:00:00
	Buscar borracha		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00			X				8:17:00	8:18:00		0:00:00
	Alargar furos no local do fecho (1 porta)		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							8:17:00	8:18:00		0:00:00
	Continuar a aparafusar o fecho		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							8:18:00	8:19:00		0:00:00
	Conversa		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00							8:19:00	8:20:00		0:00:00
	Continuar a aplicar as 2 calhas		0:02:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00						X	11:28:00	11:29:00		0:00:00
	Bufar as portas		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							11:29:00	11:31:00		0:00:00
	Buscar os elevadores		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00				X			11:31:00	11:32:00		0:00:00
	Distribuir materiais		0:03:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:03:00	0:00:00	0:00:00							11:32:00	11:33:00		0:00:00
	Montar elevadores das calhas		0:14:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							11:33:00	11:36:00		0:00:00
	AUSENTE - WC		0:04:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:04:00						X	11:36:00	11:50:00		0:00:00
	Preparar suportes pl vidro nos elevadores		0:02:00	0:00:00	0:02:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00						X	11:50:00	11:54:00		0:00:00
	AUSENTE - Buscar água		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00						X	11:54:00	11:57:00		0:00:00
	Buscar desengordurante		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00	0:00:00	0:00:00				X			11:57:00	11:58:00		0:00:00
	Desengordurar as borrachas, suportes e sistema do elevador		0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							11:58:00	12:03:00		0:00:00
	Preparar / Cortar as borrachas pl suportes do elevador		0:03:00	0:00:00	0:03:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00						X	12:03:00	12:06:00		0:00:00
	Aplicar as malas das portas		0:06:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							12:06:00	12:06:00		0:00:00
	Isolar porta das cablagens		0:02:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							15:42:00	15:48:00		0:00:00
	Aplicar flexivel para a cablagem à saída da porta		0:04:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							15:48:00	15:50:00		0:00:00
	Retirar excessos de borracha e fazer o remate		0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							15:50:00	15:54:00		0:00:00
	Bufar as portas		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00							15:54:00	15:56:00		0:00:00
	Cortar borrachas para o carro do dia seguinte		0:12:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:12:00						X	15:59:00	16:00:00		0:00:00
	Arrumar as borrrachas		0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:00						X	16:00:00	16:12:00		0:00:00
	Arrumar posto Varrer		0:04:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:04:00						X	16:12:00	16:13:00		0:00:00
	Fim		0:06:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:06:00						X	16:13:00	16:17:00		0:00:00
	Somatório de tempos		0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:05:00						X	16:17:00	16:25:00		0:00:00
	Obs Operação -> Valor Acrescentado; Preparação -> Sub-conjunto; Inspeção -> ; Transporte -> Movimentos; Armazenagem -> ; Diversos -> Retificações		9:00:00	3:57:00	0:51:00	0:00:00	0:00:00	0:55:00	3:17:00							16:25:00	16:30:00		0:00:00

Anexo E: Resultado do balanceamento na secção de estruturas e acabamentos.

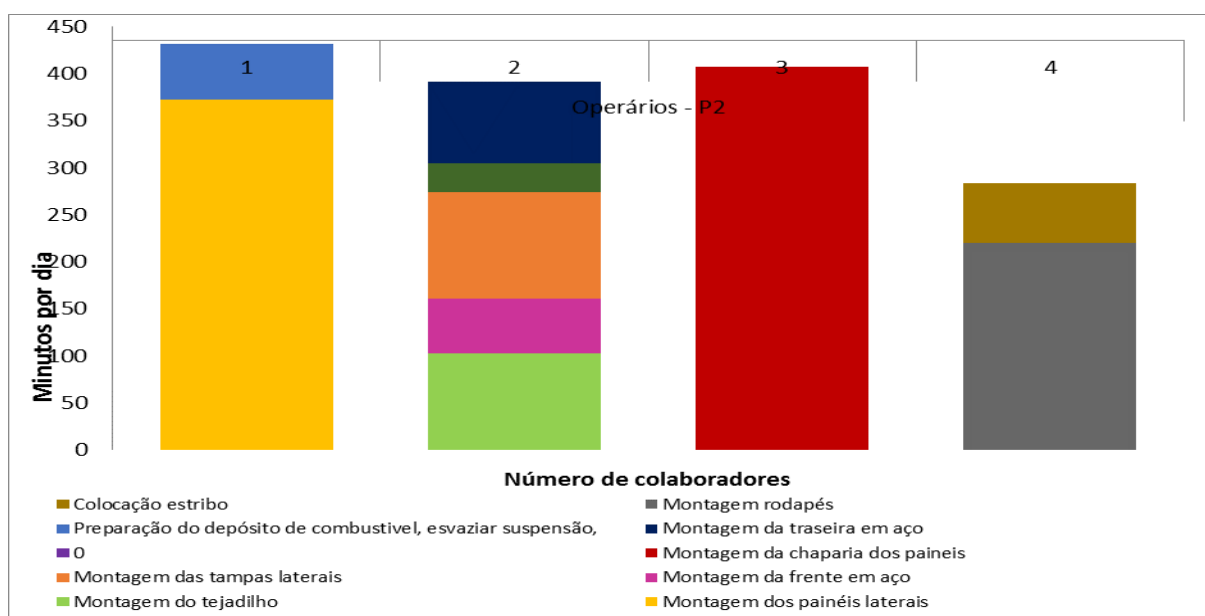
a) Posto1

Gráfico 21- Balanceamento no posto 1, secção de estruturas



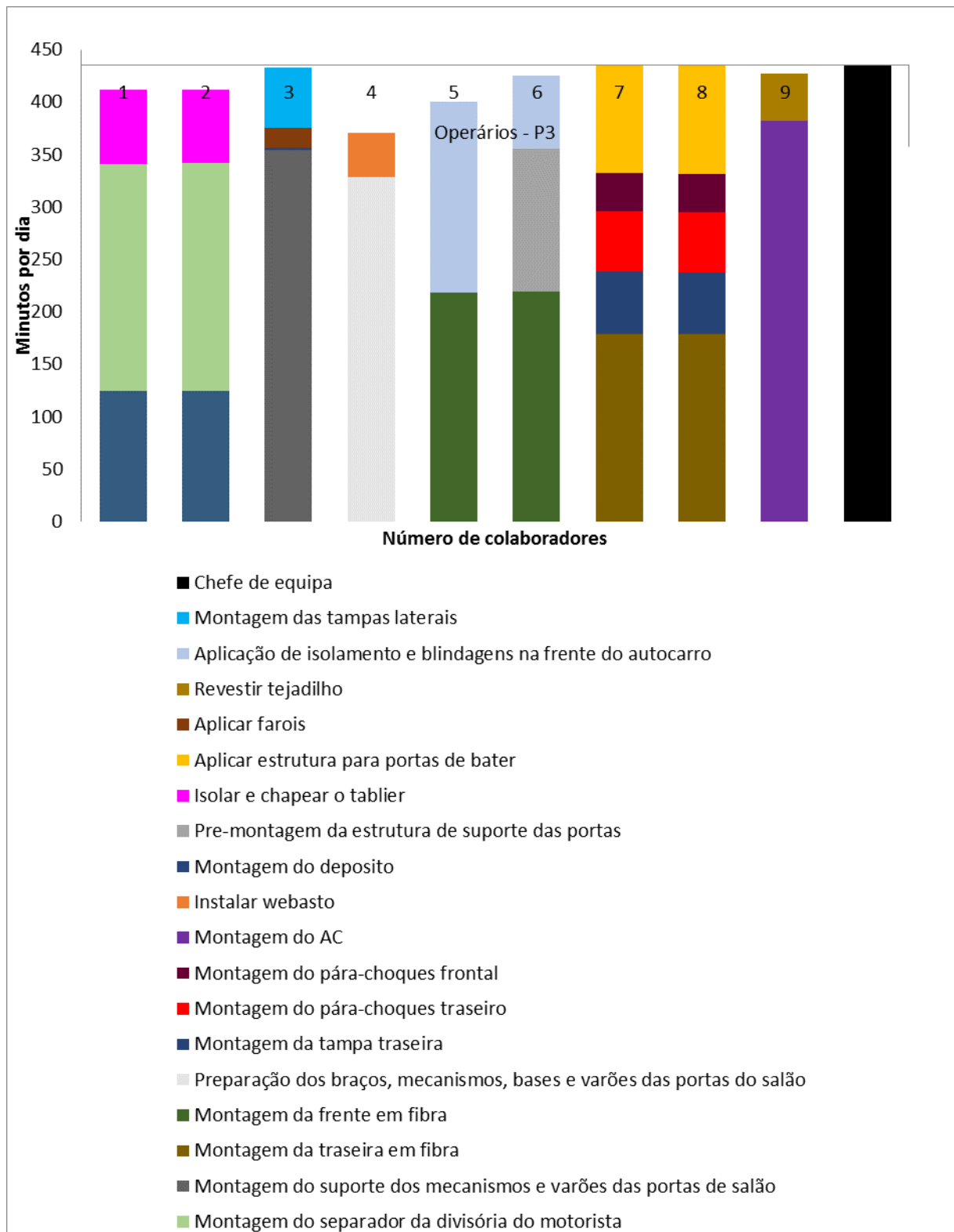
b) Posto 2

Gráfico 22- Balanceamento no posto 2, secção de estruturas



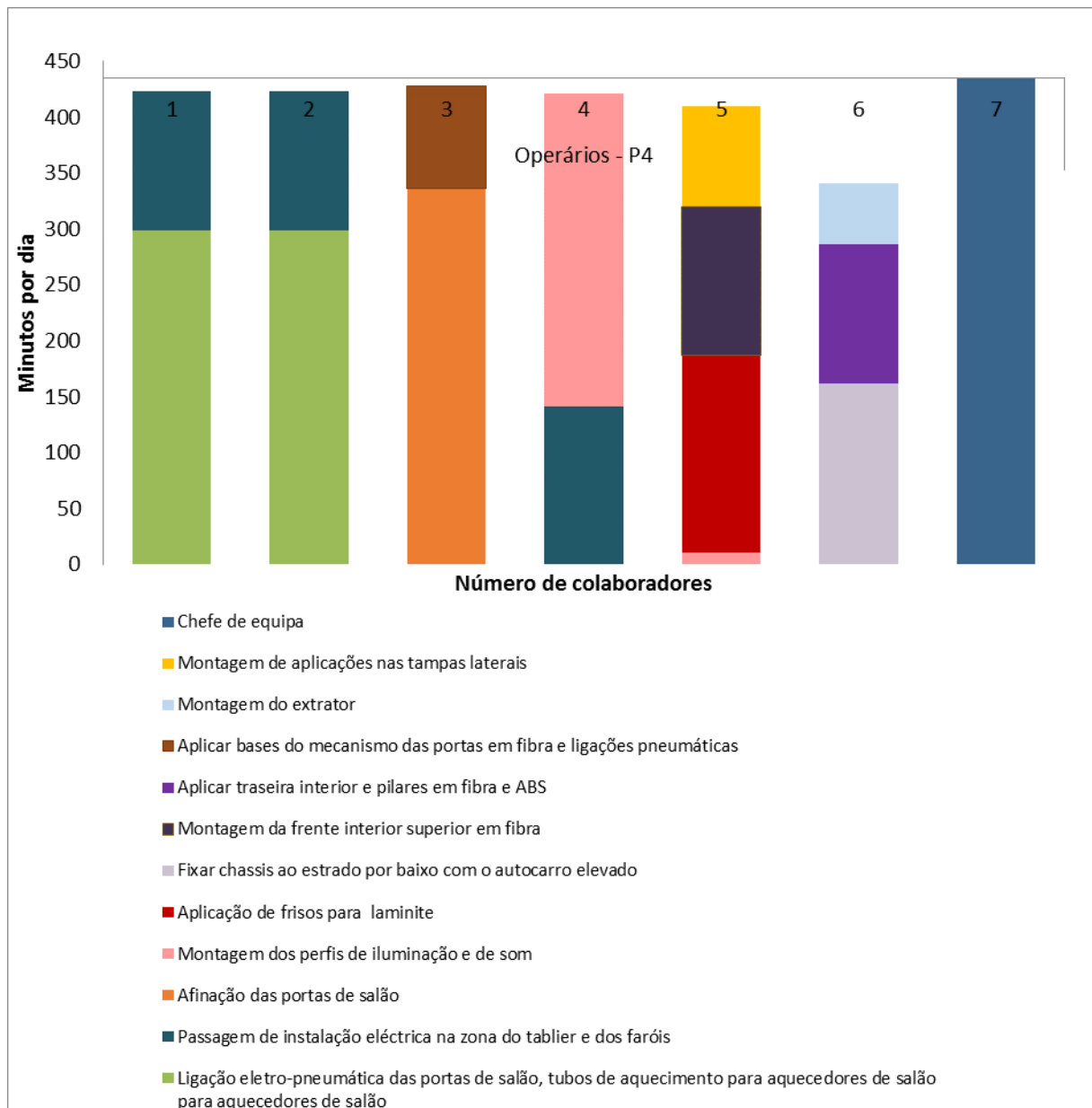
c) Posto3

Gráfico 23- Balanceamento no posto 3, secção de estruturas



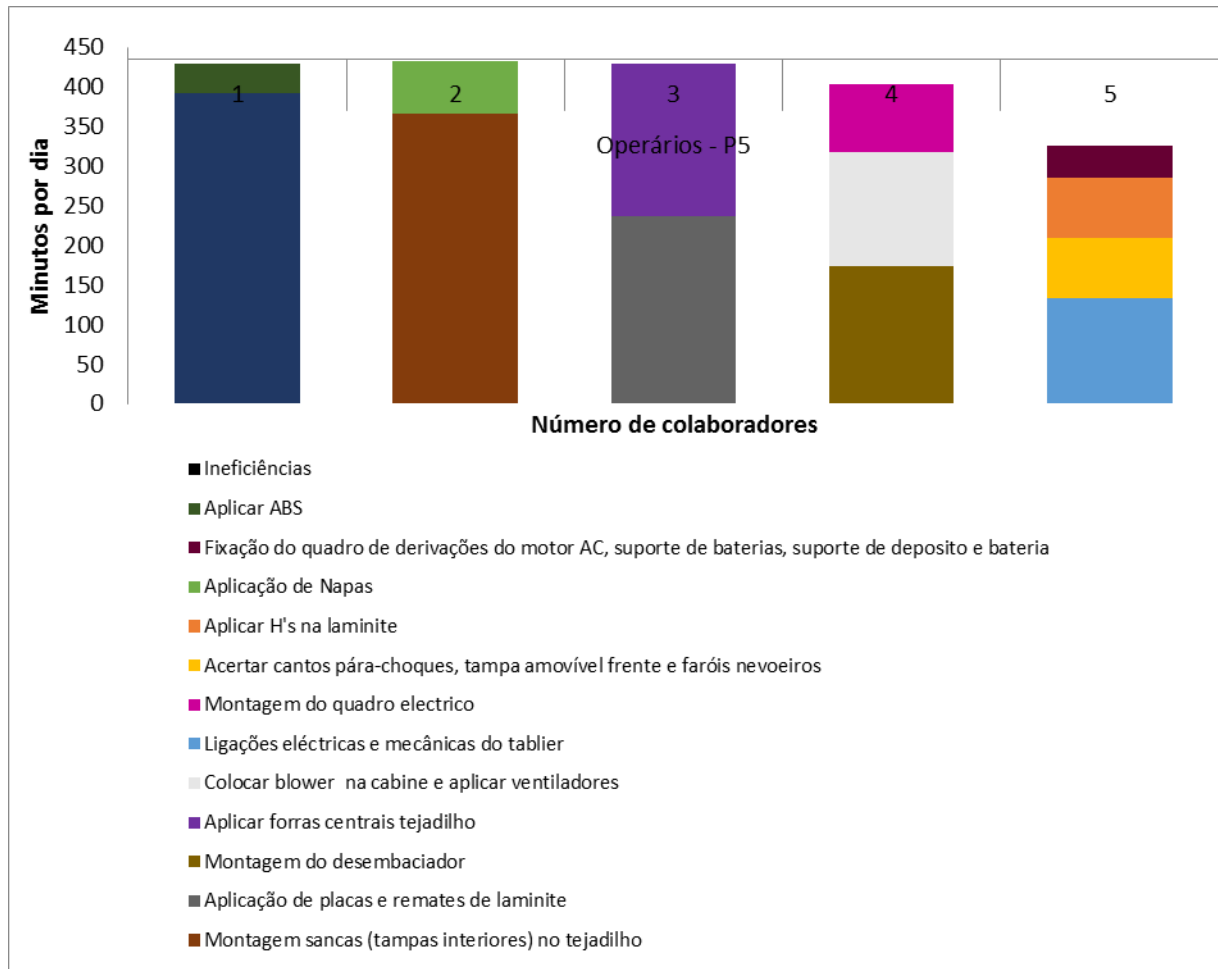
d) Posto4

Gráfico 24- Balanceamento no posto 4, secção de estruturas



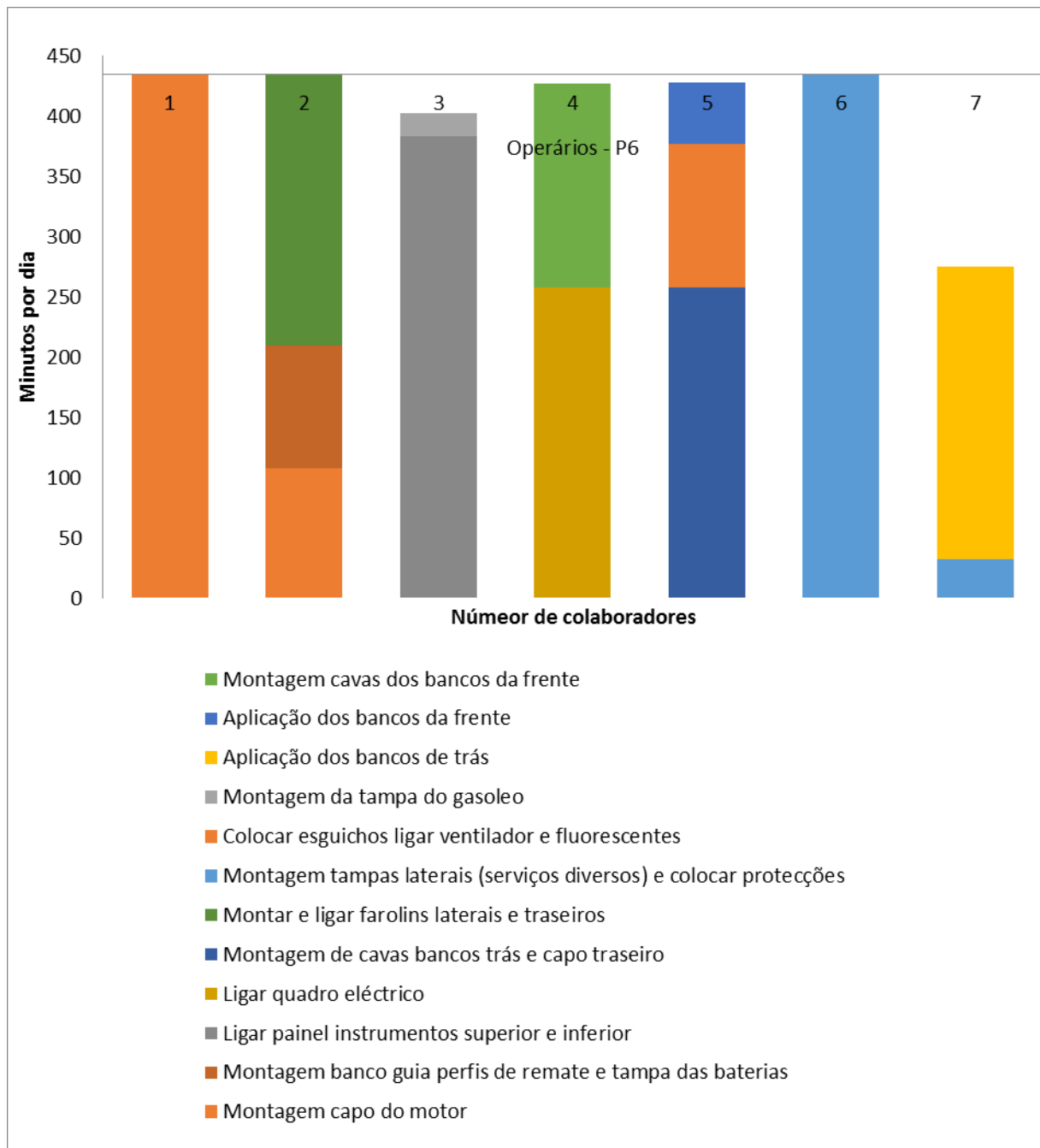
e) Posto5

Gráfico 25- Balanceamento no posto 5, secção de estruturas



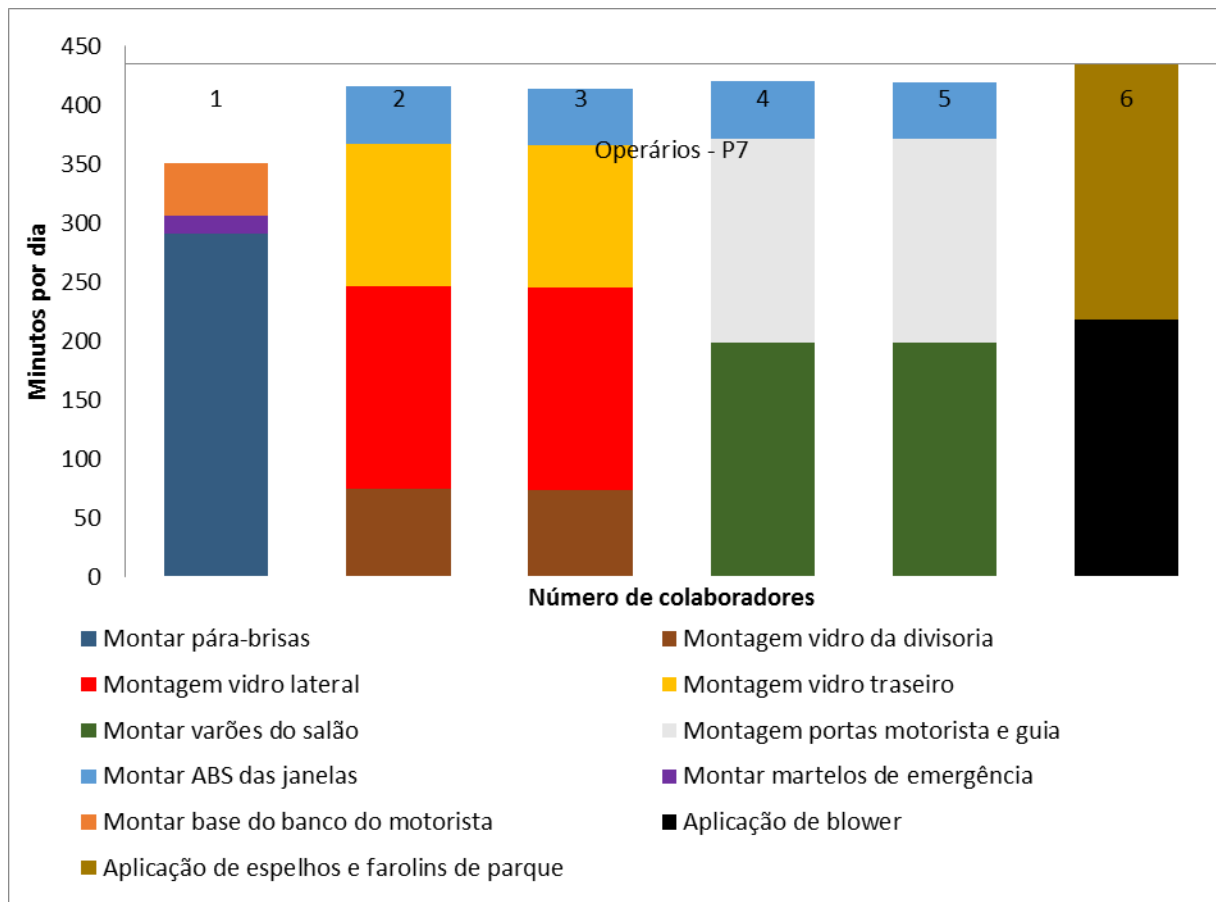
f) Posto6

Gráfico 26- Balanceamento no posto 6, secção de acabamentos.



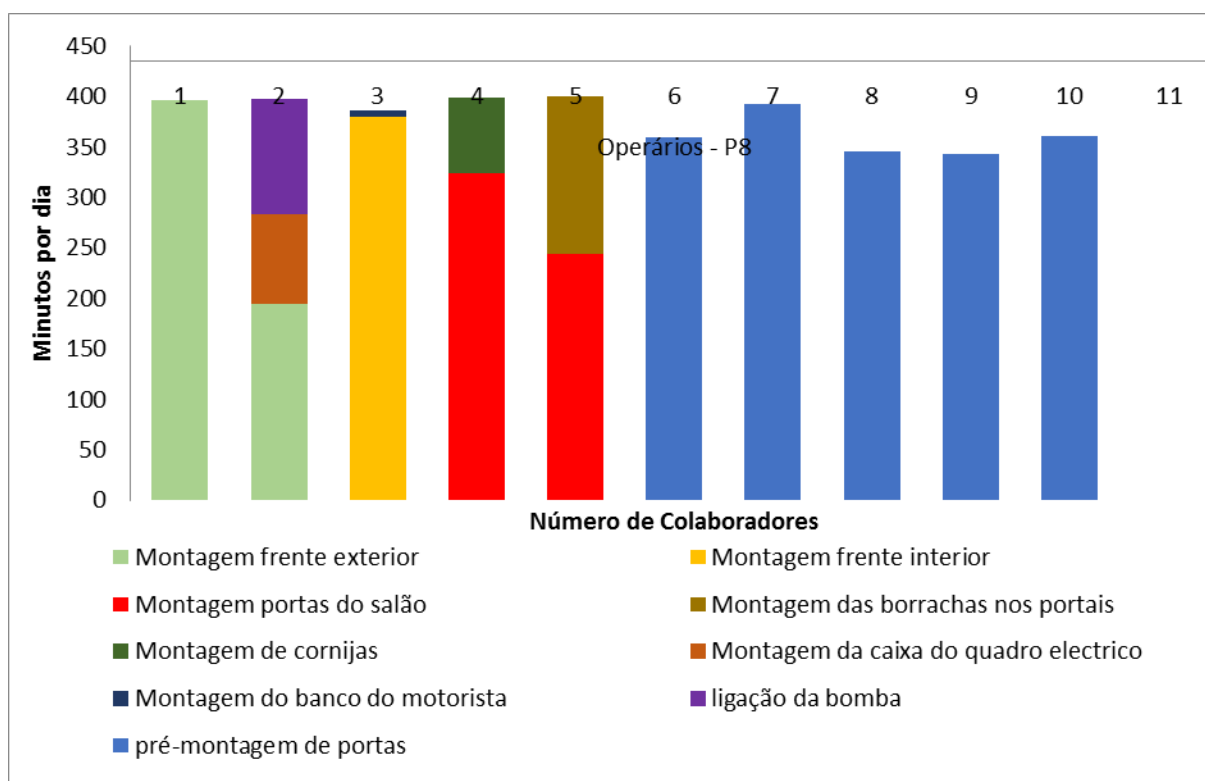
g) Posto 7

Gráfico 27- Balanceamento no posto 7, secção de acabamentos



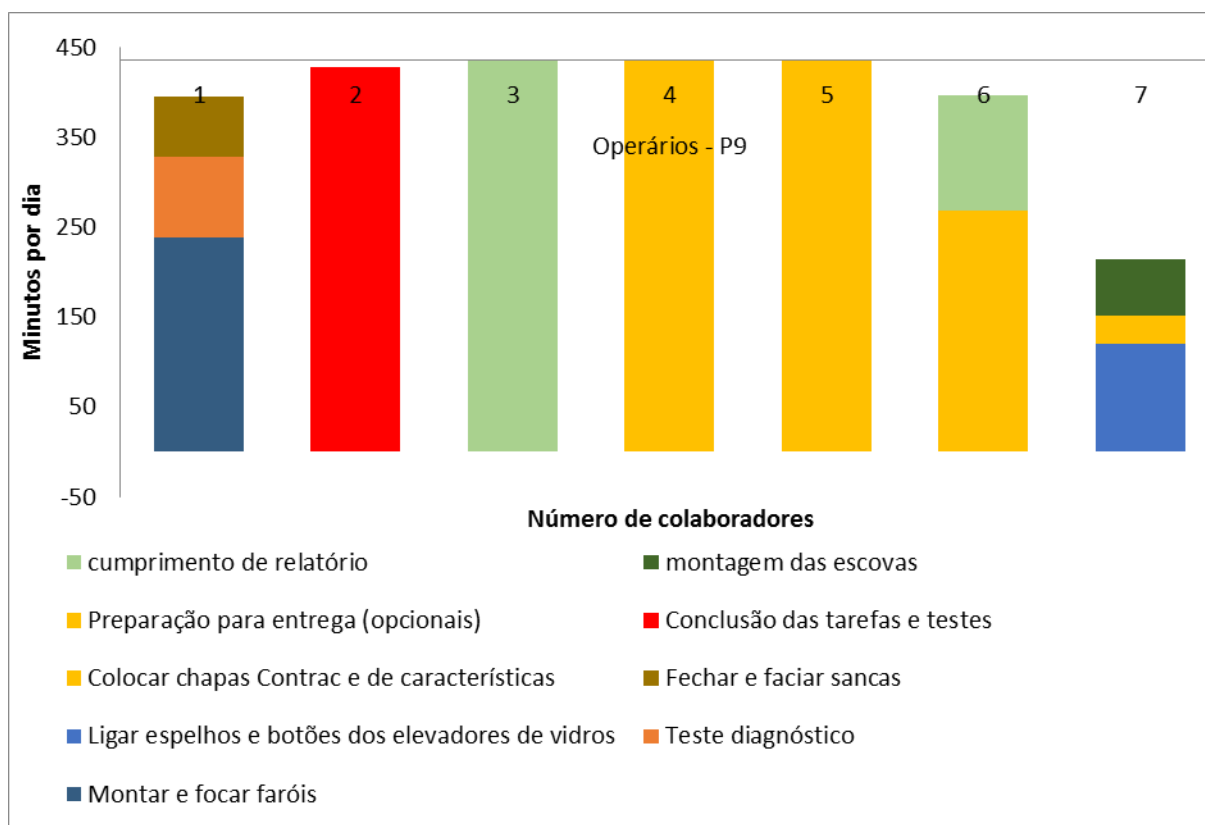
h) Posto 8

Gráfico 28- Balanceamento no posto 8, secção de acabamentos



i) Posto 9

Gráfico 29- Balanceamento no posto 9, secção de acabamentos



Anexo F: Ficha normalizada de trabalho atribuída a um colaborador do posto 3 da secção de estruturas.

 Ficha Normalizada de Trabalho		Modelo: Cobus 3001		
PEM	Operador	PEP:		
Elaborado: NA em 10/6/2015 Alteração:		Secção: 4026		
		Posto: 3		
Operação	Tempo (min)	Tempo Acumulado (min)	Meio Produção	Rubrica
1 Fazer ligação válvula de entrada de ar	19	19		
2 Ligação do AC ao tejadilho	12	31		
3 Furar tejadilho e apertar parafusos	24	55		
4 Verifica binários	4	59		
5 Aplicar cola no tejadilho	9	68		
6 Aplicar desengordurante na zona da cola	9	77		
7 Preparar e passar tubagens pelos pilares das portas	21	98		
8 Montagem de drenagens	73	171		
9 Ligação das tubagens ao AC	12	183		
10 Amarrar tubagens e cablagens na sanca cima das portas	33	216		
11 Ligar eletricamente AC's	44	260		
12 Retirar excessos de cola	4	264		
13 Desembalar AC	16	280		
14 Passar desengordurante na face inferior do 1ºAC	2	282		
15 Aplicar cola p/ isolante espuma	1	283		
16 Aplicar espuma isolante	1	284		
17 Aplicar borracha isolante	6	290		
18 Aplicar cola nos cantos da borracha cortados	2	292		
19 Mover 1ºAC p/ cima do carro	7	299		
20 Desengordurar as superfícies - Aplicar cola	3	302		
21 Posicionar 1ºAC	5	307		
22 Movimentar 2ª parte AC	3	310		
23 Desengordurar as superfícies	2	312		
24 Aplicar cola p/ isolante espuma	2	314		
25 Aplicar espuma isolante	3	317		
26 Aplicar borracha isolante	8	325		
27 Aplicar cola	5	330		
28 Mover 2ºAC p/ cima do carro	4	334		
29 Posicionar 2ºAC	14	348		
30 Distribuir material do AC pelos respetivos postos	17	365		
31 Alinhar AC	5	370		
32 Aplicar chapa de união dos 2 módulos	12	382		
33 Colar revestimentos no tejadilho	45	427		
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

Validação PEM:

Obs:

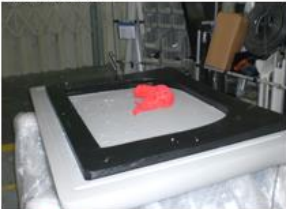
Figura 24- Pré-visualização de uma ficha normalizada de trabalho.

Anexo G: Apresentação do problema da montagem do capô aos departamentos envolvidos





RETIFICAÇÃO DO ISOLAMENTO, ESTE VEM DO FABRICANTE COMO UMA PEÇA ÚNICA E PLANA PARA SER APLICADO NUMA SUPERFÍCIE CURVA. PARA TAL FAZ-SE UM CORTE NO MESMO. AS MEDIDAS DO ISOLAMENTO DEVEM SER RETIFICADAS JÁ QUE QUANDO SE FECHA A TAMPA O ISOLAMENTO CENTRAL BATE NO EXTERIOR .








Tempo despendido pelo colaborador	
A aplicar o isolamento	≈ 35 min
A reparar o isolamento	≈ 36 min



CAETANOBUS
GRUPO SALVADOR CAETANO

2015/02/26

PEM

CB 357












CAETANOBUS
GRUPO SALVADOR CAETANO

2015/02/26

PEM

CB 357

Figura 25- Slides da apresentação ppt apresentada aos chefes de equipa.

Anexo H: Folha de proposta de alteração do fornecimento das sancas e perfil de iluminação.

 CAETANO BUS		PROPOSTA DE ALTERAÇÃO (PA)		NÚMERO DO DOCUMENTO		
PEM				1/1		
		Nº SEQUENCIAL/ANO				
Descrição : Alteração do revestimento interior do tejadilho SUTRACK AC353 do COBUS 3001				Processo		
A seguinte modificação é solicitada Possibilidade do revestimento interior do tejadilho (REF:52074408) ser fornecido com sequência de montagem para facilitar o encaixe no perfil de iluminação. A identificação ideal seria por exemplo E1, E2, D1, D2 em que E/D indicam o lado de aplicação e o número a posição.				Requerente ☐ QES ☐ PRD ☐ ENG ☐ VCD ☐ AMC ☐ SAC ☐ LOG ☐ PUR ☒ PEM / AN ☐		
Tempo actual de posicionamento e acerto: 39 minutos Tempo esperado: +/- 10 minutos Ganho: 19 minutos				Assinatura supervisor Data: 19-06-2015 Ass.:		
☐ A ação especial; veículo está / pode ser imobilizado (Segurança/Legislação) ☐ B Funcionalidade, algo não está funcionando (Definição) ☒ C qualidade (Melhoria) ☐ D Contrato (Cliente)				Validação QES Data: Ass.: ↓		
Notificação de mudança / Alteração dos seguintes desenhos:						
Empty table for drawing notifications						
Avaliação ENG / VCD:						
• Aplicação da alteração				SIM ☐	NÃO ☐	
				Data: Ass.: ↓		
Avaliação PRD:						
• Aprovação				SIM ☐	NÃO ☐	
				Data: Ass.: ↓		
Decisão						
☐ executar modificações		Estimativa de custos		Data:		
☐ não executar modificações		Horas		Ass.:		
Ordem de Alteração						
Nr.	Medidas / Atividades / Descrição da tarefa / To-do			Respons.	Data Final	Executado Dat./Ass.
Mercado:	1ª aplicação/PEP		Modificação (SAP)		Data de aprovação: Ass. Supervisores	
Distribuído a:						
Requerente	QES	PRD	ENG/VCD	LOG	PUR	SAC

Figura 26- Pré-visualização da proposta de alteração do fornecimento das sancas.

[illegible]

Figura 27-Pré-visualização da proposta de alteração do fornecimento do perfil de iluminação

Anexo I: Pré-visualização do documento criado no levantamento de MAP na secção de estruturas e acabamentos da linha de produção do modelo COBUS

Posto	Código	Modelo	Tipo	Função	Estrutura	Secção	Qtd no sistema	Ativo	Qtd real	Nota(verif.)	Estado de MAP no sistema existente	Encontra-se inativo	Encontra-se ativo	Não existe informação	Não se usa. Abater
1	508276	3000	Escantilhão	CTR Função	Estrado em Aço Central e Trás	4026	1	N	1						
	510383	3001 / 2701	Escantilhão	Central Chassi da Frente c/a Fr + Estrado	Estrado	4026	1	N	1						
	510887	3001/2701	Meio auxiliar	Rodas para movimentação estrado tras	Estrado	4026	2	N	1						
	511004	3001=2701	MAP	Posicion. suportes fix. tampa webasto	CHASSI/ Saião	4026-E	1	S	1						
	511005	3001 / 2701	Meio Auxiliar	Tirar centro rodas tras para medir distância entre eixos		4026	2	N	1						
	511388	3001=2701	Escantilhão	CTR Posicionamento Estibo Frente L/D*	Estrado	4026-E	3	S	0	só há 2. fazer placa para 1					
	511539	3001	Transportador	Transporte do chassi de um posto para outro	Chassi	4026	1	N	1						
	511558	3001 / 2701	Meio Auxiliar	Tirar centro rodas da frente para medição entre eixos	Eixo da Frente	4026	2	N	1						
	511499	COBUS	2701	Escantilhão	Posic. Ferragens da Frente em PRFV L/ Esq*	4026	1	s	1						
	511500	COBUS	2701	Escantilhão	Posic. Ferragens da Frente em PRFV L/Dj*	4026	1	s	1						
P l a t a f o r m a	511543	COBUS	3001	Molde Aço	CTR Curvatura e Dimensões do Para-brisas	4026	1	s	1						
	509999	COBUS	2701 S	Escantilhão	Colagem Traseira em PRFV	4026	1	s	1						
	510059	COBUS	3001	Suporte	Posicion. Base Mecanismos Po	4026	1	n	1						
	510060	COBUS	3001	Suporte	Posicion. Base Mecanismos Po	4026	1	n	1						
	510295	COBUS	3001=2701	Molde	CTR Abertura Portal	4017	1	s	1	Verificar					
	511514	COBUS	3001	Molde	CTR Abertura Oculo Para-Brisas (Estr.)	4017	1	s	1	Ir para a 17					
	509909	COBUS	2701	Molde	CTR abertura Oculo Para-Brisas		1	s	1						

Anexo J: Pré-visualização do documento criado sobre os opcionais existentes para introdução numa unidade COBUS.

GRELHA SELECÇÃO COMPONENTES P/PREP. ENTREGA COBUS 3001 / 2701S							
	DESIGNAÇÃO DAS APLICAÇÕES	Cod. Kit	PEP's				
1	APLICAR SISTEMA AVISO ABERTURA/FECHO PORTAS (3 BIPS) COBUS 3001	52515201					
2	APLICAR SISTEMA AVISO ABERTURA/FECHO PORTAS (3 BIPS) COBUS 2701 S	52515301					
3	APLICAR TOMADA "NATO" PARA RECARGA DAS BATERIAS NOTA: FICHA REDONDA VERDE	52515401		IMAGEM:			
4	APLICAR CORTE GERAL MANUAL DAS BATERIAS (JUNTO ÀS BATERIAS) SE FOR FORNEC. CaetanoBus →→→→	52515501					
5	APLICAR CORTE CORRENTE MANUAL DA BATERIA DO POWER PACK - THERMOKING (JUNTO À BATERIA DO POWER PACK)	52515601		PM			
6	APLICAR TOMADA MICROFONE NO 1º PILAR DA 1ª PORTA DIR. E NO 1º PILAR DA 1ª PORTA ESQ. (SE PEDIR P/ APLICAR MICROFONE) →→→→	52515701					
7	APLICAR BOTÕES EXT. DE EMERG. ELECTR. (1 POR PORTA) COBUS 3001 (Só quando leva botões MASATS eletr. s/ iluminação)	52515801					
8	APLICAR BOTÕES EXT. DE EMERG. ELECTR. (1 POR PORTA) COBUS 2701 S (Só quando leva botões MASATS eletr. s/ iluminação)	52515901					
9	APLICAR BOTÕES EXT. EMERG. ELECTR. 1 POR CADA LADO (Só quando leva botões MASATS eletr. s/ iluminação) (Ver posição 134/140/149)	52516001					
10	APLICAR BESOURO AVISO MARCHA ATRÁS (NA TRASEIRA) COBUS 3001 Nota: SE FOR FORNEC. CaetanoBus	52516101					
11	APLICAR AQUECIMENTO SALÃO NAS SANCAS (SÓ À FRENTE Q=2) (VER POS. 88)	52516201		PM	25-06-2014		

Figura 28- Pré-visualização da do documento criado pós identificação de opcionais.

Anexo K: Pré-visualização do documento criado sobre os opcionais cuja aplicação já foi controlada.

GRELHA SELECÇÃO COMPONENTES P/PREP. ENTREGA COBUS 3001 / 2701S				
DESIGNAÇÃO DAS APLICAÇÕES	Cod. Kit	Tempo de aplicação (h)		
MICROFONE PARA GUIA	52520601	1 hora		
(Aplicação Ext. no Tabl. Lado do Guia)				
BLOWERS A D+ (SÓ FUNCIONA COM MOTOR A TRABALHAR)	52522101			
INST. DE 12V COM 3 CONDUTORES (+) E 3 CONDUTORES (-) DO QUADRO GERAL AO COM. AC	52522401			
4 PISCAS LAT. (2 DIR E 2 ESQ.) ENTRE A 1ª E 2ª PORTA E NA PARTE DE TRÁS.	52523701	2 horas		
ILUMINAÇÃO COM LED'S EM CADA PORTA COM INCLINAÇÃO DE 15º Q.= 1 POR PORTA COBUS 3001/2701	52523801			
KIT BESOURO MARCHA ATRAS BRIGADE	52886601	2 horas		
PERFIL ILUMINADO LED NO DEGRAU DE CADA PORTA DE SERVIÇO COBUS 3001	53143301			
STD a partir da PEP F143068021	52518301	5 horas		
APLICAR RECTROCÂMARA RV22 E MONITOR M5L (VER POS. 32)				
APLICAR RAMPA MASATS	53099703	5 hora		
(NOTA: VER POS. 124 E 132)				

Figura 29- Pré-visualização do documento criado pós levantamento de tempos de opcionais.

Anexo L: Folha de instrução de trabalho para aplicação de vinil nas tampas laterais de unidades diversas.

 CAETANO BUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - 081 - XXXXX	
PEM			1/4	
Designação: Aplicação de Vinil para proteção de pintura				
Distribuição: PRD, QES				
1. Responsável Montagem – Operador (Montador) 2. Âmbito/Objectivo A presente instrução de trabalho contém indicações para a aplicação de vinil em redor de uma unidade Cobus/Probus /RC2/A88 para proteção de pintura. 2.1 – Posto e número sequencial de tarefa Pintura 3. Referências Foto abaixo indicada. 4. Modo de proceder Lista de componentes: Rolo de Vinil Produto:				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
29-04-2015	Carolina Neves	IS	00	PR03.2

 CAETANOBUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - 081 - xxxxxx	
PEM			2/4	
Designação: Aplicação de Vinil para proteção de pintura				
Distribuição: PRD, QES				
Procedimento de montagem: Ao aplicar o vinil em redor da unidade em questão o operador deve certificar-se que este é aplicado na margem da tampa/ painel lateral para que não seja retirado ao longo da linha. Após ser colocado o vinil, deve colocar-se então fita vermelha (ou fita de papel) por cima para remate da cola dos vidros e esta, após secagem da cola, deve ser retirada. Nas fotos abaixo visualiza-se o local de aplicação do vinil.  				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
29-04-2015	Carollna Neves	IS	00	PR03.2

CB 324

 CAETANOSUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 324 - 081 - xxxxxx	
PEM			3/4	
Designação: Aplicação de Vinil para proteção de pintura				
Distribuição: PRD, QES				
4.1 – Segurança e Transporte A responsabilidade pelo cumprimento dos regulamentos gerais de prevenção de acidentes e normas e regulamentos de segurança é dos colaboradores da empresa.				
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO
29-04-2015	Carolina Neves	IS	00	PR03.2

CB 324

Anexo M: Folha otimizada para realização de uma proposta de investimento.

 CAETANOBUS		1		2	
		PROPOSTA DE INVESTIMENTO Equipamentos		060-XYZ-00000 REQUISICÃO DE COMPRA	
4		5			
PEM		Não orçamentado			
6	7	DESCRIÇÃO			
	8	POTÊNCIA CAPACIDADE OUTRAS			
		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
	9	9.1-Função ? ☐ Substituição do equipamento ☐ Aquisição		9.2-Se em 9.1 respondeu Substituição: Manutenção recebeu o equipamento antigo	
		9.3-Motivo da aquisição? ☐ Novo colaborador ☐ Ganho de produtividade ☐ Ergonomia da tarefa		9.4- Se em 9.3 respondeu novo colaborador: Data prevista de admissão: xx/xx/xxxx Secção: Departamentos	
		9.5- Se em 2 respondeu ganho de produtividade: Quanto tempo (min)? 0 min Ganho 0 €/Dia			
10	11		12	13	
	FORNECEDOR		REFª ORÇAMENTO	CUSTO	
	1.	X	XX	- €	
	2.	X	XX	- €	
	3.	X	XX	- €	
14 OBS sobre escolha de fornecedor:					
15	16		18		
	CUSTO (SEM IVA)		Fornecedor		X
	17	300	19		
	RUBRICA CONTAB.	Comissões ao Pessoal	CENTRO DE CUSTO		
	20	21	22	23	24
PROPOSANTE	DIRECÇÃO DESTINATÁRIO	AMBIENTE E SEGURANÇA	PEM	ADMINISTRAÇÃO	
25	26				
DATA	RUBRICA				
20/06/2015					

CB - 060-C

NOTA: O documento deve ser digitalizado após aprovação pela Administração e arquivado em suporte informático.

- a) Ficha de documento onde é explicitada a forma de preenchimento da folha criada acima.

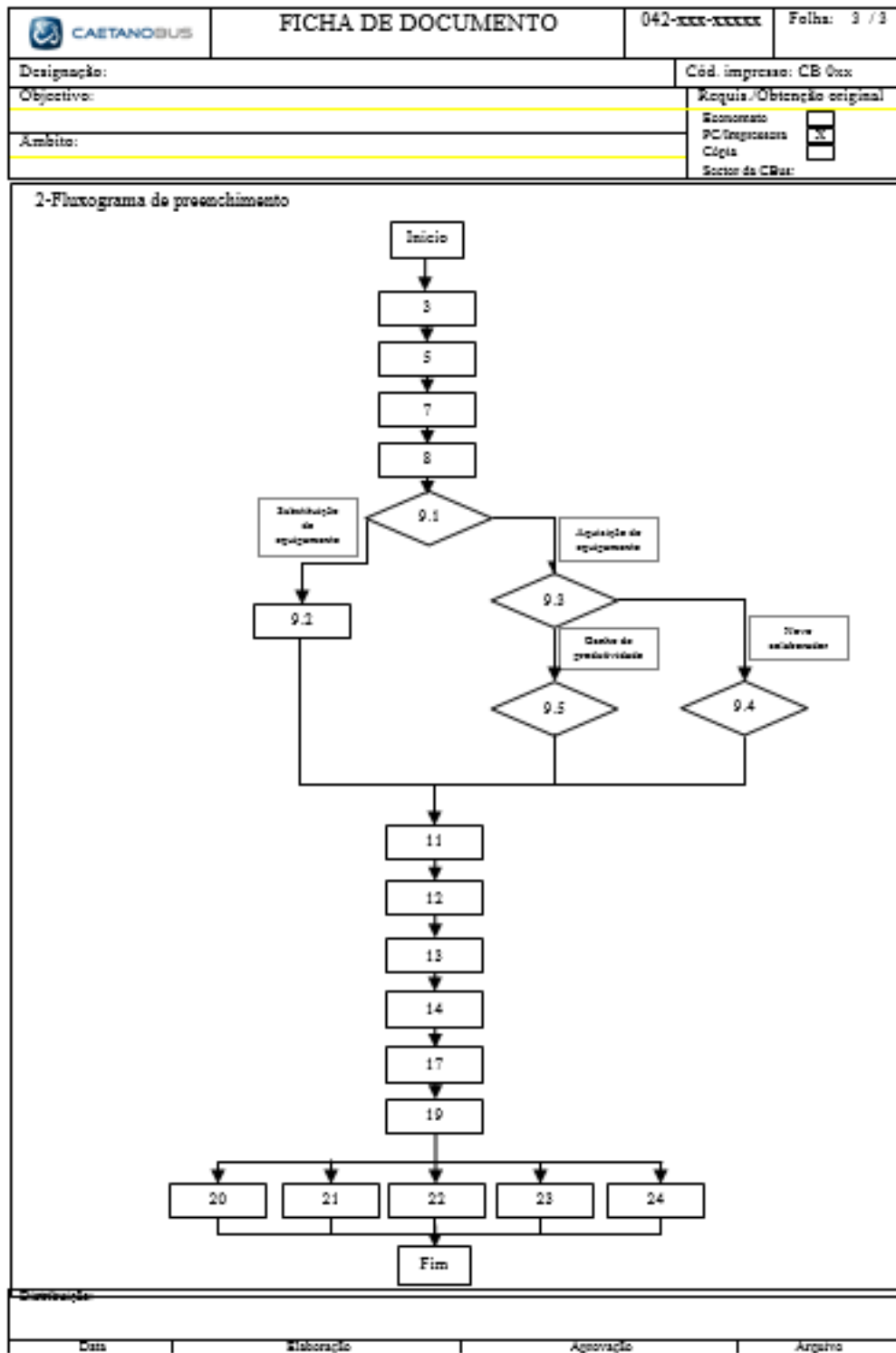
 CAETANO BUS	FICHA DE DOCUMENTO	042-xxx-xxxxx	Folha: 1 / 3
Designação:		Cód. impresso: CB 0xx	
Objectivo:		Requis. / Obtenção original	
Ambito:		Económico ☐ PC/Ingenheira ☒ Cópia ☐ Sector da CBue:	

1-Instruções do preenchimento

1 – INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

- Nome do Ficheiro
- Registo documental
- Requisição de compra- Na célula abaixo inserir o código da requisição
- Siglas do departamento
- Estado da proposta de investimento- Selecionar a célula, clicar na seta que aparece no canto inferior direito e optar entre "Orçamentado" e " Não orçamentado" .
- Características do equipamento a adquirir
- Breve descrição do equipamento a adquirir
- Características Técnicas do equipamento a adquirir- Preencher as células à direita relativamente à potência, capacidade e outras características técnicas que considere mencionavam.
- Outros Fatores- Justificação da aquisição de um novo equipamento.
 - Colocar uma cruz na opção correta
 - De acordo com a resposta à questão 9.1, proceder ou não à assinatura por parte da manutenção.
 - De acordo com a resposta à questão 9.1, expor razões para aquisição de equipamento.
 - De acordo com a resposta à questão 9.3 preencher data de admissão do novo colaborador segundo o formato DD/MM/AAAA e o respetivo setor a que se encontra alocado selecionando a célula e clicando na seta do lado direito.
 - De acordo com a resposta à questão 9.3 preencher a célula relativa ao ganho temporal obtido pela aquisição de um equipamento.
- Apresentação e seleção de propostas - Disposição de potenciais fornecedores do equipamento em questão.
- Nome dos Fornecedores- Inserir, nas células a baixo, nomes das alternativas de fornecedores.

 CAETANO BUS	FICHA DE DOCUMENTO	042-XXXX-XXXXXX	Folha: 2 / 3
Designação:		Cod. impresso: CB 0xx	
Objectivo:		Requis./Obtenção original	
Ambito:		Economato ☐	
		PC/Impressora ☒	
		Cópia ☐	
		Sector da C&M:	
12. Referência Orçamento- Inserir, nas células a baixo, a referência de orçamento relativa a cada fornecedor. 13. Custo- Inserir, nas células a baixo, o custo do equipamento em cada fornecedor mencionado anteriormente. 14. Observação sobre escolha de fornecedor- No caso de escolher um fornecedor cuja seleção não se seja óbvia (por questão monetárias), expor as razões para a sua decisão. 15. Dados Contabilísticos – Dados relativos aos equipamentos a adquirir. 16. Custo (Sem IVA)- [célula automática]- Escolhe de entre as opções a que tem o custo mais baixo 17. Rubrica Contabilística- Seleccionar a célula à direita, clicar na seta que se encontra no canto inferior direito e escolher a rubrica contabilística respetiva. 18. Fornecedor- [célula automática]- Após escolhido o equipamento cujo preço é o mais baixo, remete o nome do fornecedor associado. 19. Centro de Custo- Centro ao qual são alocadas as despesas da proposta de investimento. Seleccionar a célula à direita, clicar na seta que se encontra no canto inferior direito e escolher o centro de custo respetivo. 20. Proponente- Pessoa que requisita o equipamento 21. Direção de destinatário- Responsável assina célula abaixo. 22. Ambiente e Segurança- Responsável assina célula abaixo. 23. Sigla do departamento (PEM)- Responsável assina célula abaixo. 24. Administração- Responsável assina célula abaixo. 25. Data de assinatura do documento 26. Rubrica relativa a cada entidade mencionada nas colunas [19,23].			



Anexo N: Tempos retirados relativos às macro tarefas consideradas nas seções de estruturas, acabamentos e pintura.

Posto	Operações	Tempo (min)
1	Preparação do chassis	630
	Aplicação de estrado de aço	417
	Aplicação dos estrados de alumínio	152
	pré-montagem dos estrados	246
	Pré-montagem dos painéis	242
	Pré-montagem do tejadilho	1056
	Preparação de peças	252
2	Montagem dos painéis laterais	372
	Montagem do tejadilho	103
	Montagem da frente em aço	58
	Montagem das tampas laterais	113
	Selar blindagem das cavas da frente e interior do salão	31
	Chapeamento dos painéis	407
	Montagem da traseira em aço	87
	Preparação do depósito de combustível, esvaziar suspensão.	60
	Montagem rodapés	220
3	Colocação estribo	64
	Passagem da instalação eléctrica da zona traseira para a zona da frente	248
	Montagem do separador da divisória do motorista	435
	Montagem do suporte dos mecanismos e varões das portas de salão	354
	Montagem da traseira em fibra	358
	Montagem da frente em fibra	437
	Preparação dos braços, mecanismos, bases e varões das portas do salão	328
	Montagem da tampa traseira	117
	Montagem do pára-choques traseiro	116
	Montagem do pára-choques frontal	72
	Montagem do AC	382
	Instalar webasto	43
	Aparafusar depósito	2
	Pre-montagem da estrutura de suporte das portas	136
	Isolar e chapear o tablier	141
	Aplicar estrutura para portas de bater	207
	Aplicar faróis	19
	Revestir tejadilho	45
	Aplicação de isolamento e blindagens na frente do autocarro	252
	Montagem das tampas laterais	58
4	chefe de equipa	435
	Ligação eletro-pneumática das portas de salão, tubos de aquecimento para aquecedores de salão para aquecedores de salão	598
	Passagem de instalação eléctrica na zona do tablier e dos faróis	389
	Afinação das portas de salão	336
	Montagem dos perfis de iluminação e de som	290
	Aplicação de frisos para laminite	177
	Fixar chassis ao estrado por baixo com o autocarro elevado	162
	Montagem da frente interior superior em fibra	133
	Aplicar traseira interior e pilares em fibra e ABS	124
	Aplicar bases do mecanismo das portas em fibra e ligações pneumáticas	92
	Montagem do extrator	55
	Montagem de aplicações nas tampas laterais	90
	Chefe de equipa	435
5	Montagem do tablier e do limpa-vidros	392
	Montagem sancas (tampas interiores) no tejadilho	366
	Aplicação de placas e remates de laminite	237
	Montagem do desembaciador	173
	Aplicar forras centrais tejadilho	193
	Colocar blower na cabine e aplicar ventiladores	145
	Ligações eléctricas e mecânicas do tablier	133
	Montagem do quadro eléctrico	85
	Acertar cantos pára-choques, tampa amovível frente e faróis nevoeiros	76
	Aplicar H's na laminite	76
	Aplicação de Napas	67
	Fixação do quadro de derivações do motor AC, suporte de baterias, suporte de depósito e bateria	41
	Aplicar ABS	37

Posto	Operações	Tempo (min)
6	Montagem capo do motor	543
	Montagem banco guia perfis de remate e tampa das baterias	102
	Ligar painel instrumentos superior e inferior	383
	Ligar quadro eléctrico	258
	Montagem de cavas bancos trás e capo traseiro	258
	Montar e ligar farolins laterais e traseiros	224
	Montagem tampas laterais (serviços diversos) e colocar protecções	467
	Colocar esguichos ligar ventilador e fluorescentes	119
	Montagem da tampa do gasoleo	19
	Aplicação dos bancos de trás	243
	Aplicação dos bancos da frente	51
	Montagem cavas dos bancos da frente	169
7	Montar pára-brisas	291
	Montagem vidro da divisoria	147
	Montagem vidro lateral	344
	Montagem vidro traseiro	242
	Montar varões do salão	396
	Montagem portas motorista e guia	346
	Montar ABS das janelas	97
	Montar martelos de emergência	15
	Montar base do banco do motorista	45
	Aplicação de blower	218
	Aplicação de espelhos e farolins de parque	217
8	Montagem frente exterior	591
	Montagem frente interior	380
	Montagem portas do salão	568
	Montagem das borrachas nos portais	156
	Montagem de cornijas	75
	Montagem da caixa do quadro electrico	88
	Montagem do banco do motorista	6
	ligação da bomba	115
	pré-montagem de portas	1802
9	Montar e focar faróis	239
	Teste diagnóstico	89
	Ligar espelhos e botões dos elevadores de vidros	120
	Fechar e faciar sancas	67
	Colocar chapas Contrac e de características	32
	Conclusão das tarefas e testes	428
	Preparação para entrega (opcionais)	1138
	montagem das escovas	62
	cumprimento de relatório	564

Preparação para primário	
lixar	212
desengordurar	122
betumar	150
lixar betume	332
aplicar poliuretano	49
isolar	344
Movimentar para a cabine	18
Aplicação primário	
Isolar Rodas	21
Isolar porta do motorista	8
aplicar primário	122
Aplicar subcapa	144
Dar camada de preto para ajudar a lixar	9
Pintar peças de branco	33
Lixar subcapa/Preparar para Esmaltar	
Lixar subcapa	536
Bufar	2
marcar carro	7
Betumar	28
Lixar betume	15
Rectificar isolamento	94
Movimentar para a cabine	39
Esmaltar	
Bufar	43
Isolar rodas	44
Passar a tela	41
Pintar cor base	166
Secar	30
Numa cabine á parte:	
Esmaltar parachoques Frente e trás, forra dos pilares	56
Lixar parachoques Frente e trás, forra dos pilares e tampa do gasoleo	81
Betumar Parachoques Frente e trás, forra dos pilares e tampa do gasoleo	35
Lixar betume parachoques Frente e trás, forra dos pilares e tampa do gasoleo	16
Remate	
Isolar cor base	352
Isolar as rodas (para pintar as jantes)	78
Aplicar anti-Gravilha no interior das tampas	9
Pintar as jantes	54
Pintar texturado nas portas da frente interior	26
Isolar frente e traseira para aplicar preto brilhante	52
Pintar preto brilhante	95
Lixar farois / portas cabine	36
Bufar	19
Limpar	21
dar vermelho e verniz	12
Secar	128
Fazer / Preparar tinta	47
Movimentar tampas	13
Retirar isolamentos	11

Anexo O: Croqui desenhado para o Isolamento

