



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Faculdade de Engenharia

# **Análise de Uma Linha de Montagem Estudo de Caso**

**Rodrigo Manuel da Silva Pais Plácido**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia e Gestão Industrial**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Fernando Santos

**Covilhã, junho de 2019**



# Agradecimentos

Quero deixar a todos os que me acompanharam nesta etapa um agradecimento pelo apoio prestado.

Aos meus pais pela oportunidade que me proporcionaram mesmo nas maiores dificuldades.

À minha namorada, que sempre me deu força para seguir em frente.

Ao meu orientador, Professor Fernando Santos, pela disponibilidade e sugestões dadas, durante todo o estágio, que se mostraram essenciais no desenvolvimento da dissertação.

Ao Engenheiro Rui Oliveira e Pedro Silva, do CPMG, por toda a ajuda prestada, pela paciência, e pelo seu profissionalismo.

A todos, o meu muito obrigado!



# Resumo

Esta dissertação foi elaborada em ambiente industrial no Centro de Produção de Mangualde, do Grupo PSA. Tem como objetivo estudar os postos de trabalho de uma linha de montagem com o intuito de eliminar desperdícios e aumento do rendimento operacional. Com um mercado cada vez mais competitivo, torna-se necessário que as empresas eliminem todas as ações que em nada acrescentam valor ao produto de modo a aumentar o lucro. O ponto abordado nesta tese foi o *Standardized Work*. Verificou-se que não existia um trabalho standardizado e que antes de propor qualquer tipo de melhoria seria necessário fazer com que os resultados fossem replicáveis para outros turnos. Foram analisados os postos de trabalho para 2 turnos. Registaram-se tempos de ciclo para as diversidades produzidas mais significativas, assim como as sequências/cronologias de operações. Com estes dados seria possível afirmar qual o operador que tinha o melhor “*Know How*” do posto e se a sua maneira de trabalhar devia ser aplicada aos outros turnos. Com os dados retirados também foi possível atualizar os tempos definidos nas folhas standard, para que futuramente a equilibragem dos postos de trabalho fosse feita de uma forma mais acertada. Os resultados obtidos e propostas de melhoria apresentadas, permitiram que fosse possível diminuir o tempo de ciclo nos passos de trabalho, principalmente no estrangulamento do setor analisado, fazendo com que o rendimento operacional batesse o objetivo proposto de 97,4%.

## Palavras-chave

Indústria Automóvel; Melhoria Contínua; Rendimento Operacional; Standardized Work



# Abstract

This dissertation was prepared in an industrial environment at the Mangualde Production Center of the PSA Group. Its objective is to study the workstations of an assembly line in order to eliminate waste and increase operational efficiency. With an increasingly competitive market, it is necessary for companies to eliminate all actions that do not add value to the product in order to increase profit. The point discussed in this thesis was the Standardized Work. It was found that there was no standardized work and that before proposing any kind of improvement it would be necessary to make the results replicable for other shifts. The jobs were analyzed for 2 shifts. Cycle times were recorded for the most significant produced diversities, as well as sequences / chronologies of operations. With this data it would be possible to say which operator had the best "Know How" of the station and if its way of working had to be applied to the other shifts. With the data removed it was also possible to update the times defined in the standard sheets, so that in the future the balancing of jobs would be done in a more correct way. The results obtained and proposals for improvement showed that it was possible to reduce the cycle time in the work steps, mainly in the bottleneck of the analyzed sector, causing the operating efficiency to reach the proposed goal of 97.4%.

## Keywords

Automobile Industry; Continuous Improvement; Operating Efficiency; Standardized Work;



# Índice

Capítulo 1 .....	1
Introdução.....	1
Enquadramento .....	1
Motivação .....	2
Objetivos .....	2
Metodologia.....	2
Estrutura da dissertação.....	3
Capítulo 2 .....	4
Revisão da Literatura .....	4
Origem do Lean Manufacturing .....	4
Standardized Work .....	6
Kaizen .....	7
Capítulo 3 .....	9
Caracterização da empresa .....	9
Caracterização do MVM .....	10
Diagnóstico da Situação Atual .....	12
Momentos de Paragem da Linha .....	15
Supervisor Aranhas .....	17
Análise Comparativa Entre Turnos .....	19
Conclusões do Supervisor Aranhas.....	22
Andon EXP.....	26
Chamadas Andon .....	27
Paragens Andon.....	29
Conclusões do Andon .....	30
Capítulo 3 .....	31
Análise dos postos de trabalho .....	31
Passos de trabalho.....	32

MVM 01.....	32
MVM 02S.....	33
MVM 04S.....	35
MVM 02.....	36
MVM 02S.....	36
MVM 04S.....	37
MVM 03.....	38
Causas do estrangulamento .....	41
Propostas de melhoria.....	42
Otimização de operações .....	52
Expectativas de Melhoria Corrigindo Posicionamentos .....	53
Constatações do passo MVM 03 .....	53
MVM 04.....	55
MVM 4AR .....	55
MVM 06.....	59
MVM 06 D .....	59
MVM 06G .....	61
MVM 07.....	63
MVM 07AR.....	63
MVM 08.....	66
MVM 08AV.....	66
MVM 09.....	70
MVM 09G .....	70
MVM 10.....	74
MVM 11.....	74
MVM 11D .....	74
MVM 11E.....	77
Constatações do passo MVM 11 .....	79
Capítulo 4 .....	82
Análise de Resultados .....	82

Análise dos Tempos de Ciclo.....	82
MVM 02S.....	82
MVM 04S.....	83
MVM 03 .....	84
MVM 04AR.....	85
MVM 06 .....	85
MVM 06D .....	85
MVM 06G .....	85
MVM 07AR.....	86
MVM 08AV .....	86
MVM 09G .....	86
MVM 11 .....	87
Resultados Finais .....	87
Capítulo 5 .....	89
Conclusão .....	89
Referências .....	91
Anexo A - Caderno de Encargos desenvolvido para o Supervisor Aranhas .....	93
Anexo B - Exemplo de Folha de Trabalho Standard (Gama).....	100
Anexo C - Exemplo de Cronologia de Um Posto .....	101
Anexo D - Yamazumi .....	102



# Lista de Figuras

Figura 1 - Formas de Desperdício Lean .....	5
Figura 2 Layout do MVM .....	10
Figura 3 - Fragmentação do MVM .....	12
Figura 4 - Valores do RO de janeiro a abril de 2019.....	13
Figura 5 - Rastreamento dos transportadores pelas posições da linha (Supervisor Aranhas)...	17
Figura 6 - Tabelas do Supervisor Aranhas.....	18
Figura 7 - Registo de anomalias .....	19
Figura 8 - Dados Errados no Supervisor Aranhas.....	22
Figura 9 - TC Definidos no Autómato do Setor MVM .....	23
Figura 10 - Cordas Andon e Botão de Paragem de Emergência .....	26
Figura 11 - Chamadas Andon.....	27
Figura 12 - Chamadas Andon Por Dia.....	28
Figura 13 - Paragens Andon (11 fevereiro - 15 fevereiro) .....	29
Figura 14 - Falta de carroçarias disponíveis no final do setor HC .....	32
Figura 15 - Setor HC “cheio”.....	32
Figura 16 - Área de trabalho de cada posto de trabalho.....	38
Figura 17 - Charriot de Transporte das Carroçarias .....	43
Figura 18 - Vista frontal dos Apoios do Charriot.....	43
Figura 19 - Vista Lateral dos Apoios do Charriot .....	44
Figura 20 - Esquema de Rotação da carroçaria no Charriot .....	44
Figura 21 - Exemplo Real da Rotação da Carroçaria.....	45
Figura 22 - Desvio Frontal .....	45
Figura 23 - Exemplo Real do Movimento Frontal da Carroçaria .....	46
Figura 24 - Desvio Lateral .....	46
Figura 25 - Modificação do Charriot .....	47
Figura 26 - Orifícios do Eixo Traseiro que Vão Centrar a Carroçaria .....	47
Figura 27 - Medição do Nivelamento na Travessa Lateral .....	48

Figura 28 - Medição do Nivelamento no Eixo Traseiro .....	48
Figura 29 - Transportador Apanha a Carroçaria no Limite do Suporte .....	49
Figura 30 - Proposta Para Nivelamento dos Transportadores .....	50
Figura 31 - Posto de Carga da Carroçaria.....	51
Figura 32 - Pinos Traseiros .....	51
Figura 33 - Pinos Frontais .....	52
Figura 34 - Suporte das Ponteiras da Aparafusadora .....	52
Figura 35 - Encravamentos MVM 09 Turno B .....	72
Figura 36 - Encravamentos MVM 09 turno A.....	72
Figura 37 - Estado Inicial do MVM.....	87
Figura 38 - Estado final do MVM.....	88



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Foco do Standardized Work.....	7
Tabela 2 -MVM a 13 de maio de 2019 .....	14
Tabela 3 - Causas de Paragens Não Programadas.....	15
Tabela 4 - TC´s Registrados no Supervisor Aranhas Para o Dia 19 de fevereiro de 2019.....	24
Tabela 5 - Tempos de Operação no Passo MVM 03.....	39
Tabela 6 - Exemplo do Comprimento dos Braços de um Transportador.....	49
Tabela 7 - Cronologia do Passo MVM 11.....	80
Tabela 8 - TC do MVM 02S.....	83



# Lista de Acrónimos

ACAP	Associação do Comércio Automóvel Português
AGV	Automated Guided Vehicle
CPMG	Centro de Produção de Mangualde
JIT	Just In Time
LM	Lean Manufacturing
LP	Lean Production
OC	Atividade Complementar
PIB	Produto Interno Bruto
RO	Rendimento Operacional
RU	Responsável de Unidade
SMED	Single Minute Exchange of Die
SW	Standardized Work
TC	Tempo de Ciclo
TPM	Total Productive Maintenance
TT	Takt Time
UBI	Universidade da Beira Interior
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work In Progress





# Capítulo 1

## Introdução

### Enquadramento

Esta dissertação realiza-se no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade da Beira Interior.

No presente capítulo é descrita a dissertação do mestrado, designada de “Análise de uma Linha de Montagem - Estudo de Caso”. Faz-se um breve enquadramento ao tema do projeto, são definidos os objetivos e a metodologia utilizada na realização da dissertação, bem como a descrição da sua estrutura.

No ano de 2018, registaram-se marcos históricos para o *cluster* automóvel, que tiveram um crescimento de 12% face ao ano anterior, representando um volume de negócios de 13.7 mil milhões de euros. Estes valores significam que as empresas do setor automóvel têm um peso de 7.1% no Produto Interno Bruto (PIB) Português (Machado, 2019). Segundo a ACAP (Associação do Comércio Automóvel Português), no ano de 2018, foram produzidos 294 366 veículos (Autoinforma, 2018).

O Centro de Produção de Mangualde (CPMG), pertencente ao Grupo PSA, é uma dessas empresas, e, dedica-se à produção de carrinhas comerciais da Peugeot (Rifter e Partner) e da Citroën (Berlingo).

Em outubro do ano 2018, o CPMG iniciou um novo projeto, denominado de “Projeto K9”, estando ele associado a produção de um novo modelo de veículos. Com o K9, vieram bastantes mudanças a nível operacional sendo necessário ajustar postos e equipamentos, assim como, dar formação aos trabalhadores.

Em 2018, o CPMG produziu 63 073 veículos e teve um aumento de produção de 17,8% face ao ano anterior (PSA, 2019).

Com um mercado cada vez mais exigente e competitivo, é necessário que as empresas do ramo de produção automóvel, neste caso, o CPMG, se adaptem. O desenvolvimento de produtos inovadores e com qualidade, paralelamente a uma otimização de processos, com o intuito de reduzir desperdícios, são condições necessárias para que qualquer empresa consiga fazer face ao mercado.

A melhoria de procedimentos de atuação no sistema e postos de trabalho - “*Standardized Work*” (SW), assim como o desenvolvimento de meios apropriados para o funcionamento do sistema de produção, podem contribuir de forma significativa para que a empresa seja mais eficiente.

Tendo como base as condições acima descritas, este trabalho, vai incidir sobre as operações executadas durante a produção de um veículo. Aplicando metodologias *Lean* e de melhoria contínua, que noutros estudos anteriores demonstrou que poderia ser uma ferramenta que potenciaria a performance das empresas, vai ser estudado o fluxo produtivo com vista a apresentar propostas para otimização de processos, sendo esta, a pertinência deste estudo.

O estágio, realizado no CPMG, teve a duração de 4 meses, em horário diurno. O trabalho foi realizado de forma autónoma, sob a orientação do Professor Fernando Santos da Universidade da Beira Interior e do Engenheiro Rui Oliveira da PSA e com o apoio prestado pelos engenheiros e operadores da fábrica.

## **Motivação**

O estudo foi desenvolvido em ambiente industrial no CPMG. Foi proposto um estágio curricular estudando uma linha de montagem na indústria automóvel. É considerado um tema pertinente, enquadrado na área de estudos de Engenharia e Gestão Industrial que associa a componente prática a todos os conceitos teóricos detidos.

## **Objetivos**

Esta dissertação procura fazer uma análise aos postos de trabalho e encontrar possíveis desperdícios que possam ser eliminados, sendo este o objetivo geral. Otimizando os postos de trabalho, vai-se tentar contribuir para a otimização do rendimento operacional do projeto K9 na linha da montagem, mais concretamente, na secção MVM. Para isto, vai ser necessário estudar cada posto de trabalho e quais as ações que podem ser consideradas um desperdício (neste caso, de tempo), elaborando cronologias de operações que minimizam estas ações, devendo, estas, ser implementadas em todos os turnos, recorrendo à ferramenta *Lean* “*Standardized Work*”.

Ao mesmo tempo, que os postos de trabalho são analisados, vão ser propostas melhorias que vão reduzir os tempos de operação e, por sua vez, os tempos de ciclo em cada passo de trabalho, utilizando assim a ferramenta *Lean* “*Kaizen*”.

## **Metodologia**

Primeiramente, vai ser utilizada uma pesquisa explicativa para se elaborar o estado de arte desta dissertação. Vai ser elaborada uma pesquisa bibliográfica para dar suporte ao estudo de caso.

Seguidamente, vão ser recolhidos dados, tendo por base uma pesquisa exploratória, assente num estudo de caso. Foi utilizada uma metodologia Pesquisa-Ação, descrita como sendo um

tipo de pesquisa com base empírica, com vista a resolução de um problema e no qual os pesquisadores e representantes de uma entidade cooperam mutuamente (Thiollent, 1986). Isto para poder verificar o modo de operação de cada turno de trabalho e poder estabelecer relações entre eles.

## **Estrutura da dissertação**

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos. No primeiro capítulo é feita uma breve introdução e enquadramento do tema a ser estudado nesta dissertação. É explicada a pertinência do tema e a motivação que proporcionou a que ela fosse desenvolvida. Aqui, também estão presentes os principais objetivos a serem alcançados, assim como as metodologias utilizadas e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo vai ser elaborada uma pesquisa bibliográfica que vai começar por estudar o panorama geral da indústria automóvel portuguesa. Vão ser estudados conceitos do *Lean Manufacturing* - Standardized Work (SW) e Kaizen, pois vão ser nestas ferramentas que o estudo vai incidir durante a elaboração desta dissertação.

No terceiro capítulo, expõe-se o estudo de caso, com a descrição da linha onde vai incidir o trabalho. Seguidamente, pode-se dividir o trabalho em 3 fases:

1ª fase: Analisar os programas informáticos da linha de modo a que seja possível entender o funcionamento teórico e poder ter uma noção de quais os postos onde podem existir problemas que afetam a produção.

2ª fase: Examinar os postos de trabalho, tendo em conta as diversidades de veículos produzidos. Vão ser cronometrados tempos e elaboradas cronologias de cada operador.

3ª fase: Comparar os tempos de cada turno (A e B) para as mesmas diversidades e com base no SW propor uma cronologia para a qual os tempos de operação são reduzidos. Nesta fase também são elaboradas propostas de melhoria de operações e equipamentos com vista a otimizar os tempos de operação.

No quarto capítulo vai ser feita uma análise dos resultados obtidos da análise da linha.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões retiradas com indicação de possíveis melhorias a desenvolver no futuro.

Por fim, é apresentada a bibliografia consultada para desenvolver esta dissertação, bem como os anexos.

# Capítulo 2

## Revisão da Literatura

Atualmente, estamos perante um mercado complexo e extremamente competitivo, resultado da globalização, onde as empresas tentam produzir produtos com alta qualidade a um custo reduzido, num curto espaço de tempo (Alsmadi, Lehaney and Khan, 2012).

Com base no referido no primeiro capítulo, no setor automóvel torna-se imprescindível fazer a antecipação de possíveis cenários de modo a responder a possíveis alterações, mesmo sabendo que neste novo panorama, as condições nunca se podem dar como certas.

As empresas tentam responder a estes desafios com uma enorme intensidade tecnológica, níveis de produtividade elevado e que os líderes têm procurado construir segundo padrões de grande exigência e rigor, pois só dessa forma conseguem ser competitivas (Couto, 2018).

Para além do referido anteriormente, as empresas adotam novas estratégias de gestão da produção para conseguirem ser eficientes e competitivas, entre elas, o *Lean Manufacturing*(LM) (Nordin, Deros and Wahab, 2010). O *Lean Manufacturing*, ou *Lean Production (LP)* tem por base processos standardizados, descobrir irregularidades, resolver problemas e melhorar continuamente em ordem a reduzir desperdícios e atingir altos níveis de produtividade (Meudt, Metternich and Abele, 2017).

## Origem do Lean Manufacturing

No final da segunda guerra mundial, a empresa Toyota Motor Company desenvolveu o Toyota Production System com a finalidade de eliminar desperdícios, através do melhoria de processos(Monden, 2012).

Womack, Jones e Roos, em 1990, lançam o livro “*The Machine That Changed the World*”, onde se referem à revolução na indústria criada pela Toyota com o TPS. A este tipo de sistema, os autores chamaram “Lean System” e definiram os 5 pilares desta linha de pensamento como sendo: Valor, Cadeia de Valor, Fluxo, *Sistema Pull* e Procura da Perfeição (Weigel, 2000).

Os pilares do LM são definidos como sendo (Womack, Jones and Wilson, 2017):

1. Valor - Deve ser definido pelo cliente, em termos de produtos com capacidades específicas a preços específicos.
2. Cadeia de Valor - Incorpora todas as ações necessárias para fazer chegar um produto ao cliente. Aqui, devem ser identificadas as atividades que acrescentam valor ao produto, que não acrescentam valor, mas são inevitáveis e aquelas que não acrescentam valor e são evitáveis. As últimas devem ser eliminadas.

3. Criar um fluxo - É necessário criar um fluxo de forma a reduzir tempos de desenvolvimento do produto, tempos de processamento de pedidos e tempos de produção física.
4. *Pull System* - Deixar que o cliente “puxe” o produto assim que tiver necessidade.
5. Perfeição - Procurar sempre a melhoria contínua. Tenta eliminar de uma forma progressiva todo o tipo de desperdícios suportando-se nos outros pilares, acima descritos, do LM.

Estes 5 pilares têm como propósito eliminar todas as formas de desperdício existentes numa cadeia de produção. Para Taiichi Ohno, considerado o responsável pela criação do TPS, existem 7 formas de desperdício (Kumar *et al.*, 2017):

1. Produção em excesso -Produção para além da necessidade do próximo processo, ou, cliente.
2. Transporte - movimentação desnecessária de produtos.
3. Espera - Uma linha parada leva a uma situação de não produção.
4. Processamento em excesso - Realização de etapas desnecessárias.
5. Stock - Ter stock para além do necessário.
6. Movimentações - Movimentações desnecessárias de trabalhadores, equipamentos, materiais e stock.
7. Defeitos - levam a um reprocessamento do produto para conferir com os requisitos do cliente.

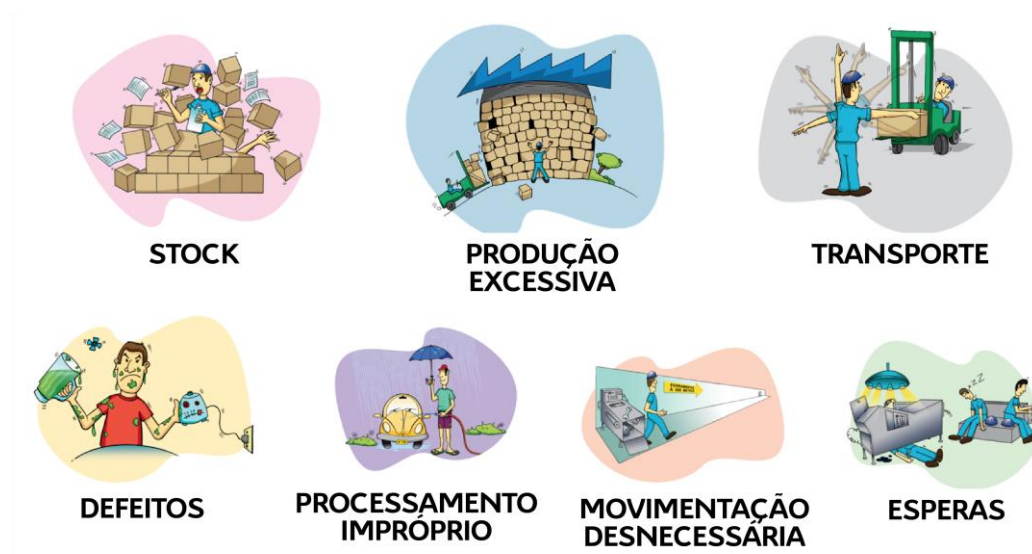


Figura 1 - Formas de Desperdício Lean

A abordagem *lean* à indústria automóvel é usada na sua maioria para melhorar processos produtivos. Para estas melhorias, várias ferramentas *lean* são utilizadas. Por exemplo: Jidoka, Poka-Yoke, Kanban, Single Minute Exchange of Die (SMED), Just In Time (JIT), 5S, Standardized Work, Total Productive Maintenance (TPM) e o ciclo PDCA (Banduka, 2016).

No seguimento desta tese, vão ser abordadas 2 ferramentas do LM com vista a resolver os desperdícios do setor em estudo.

## Standardized Work

“*One must standardize, and thus stabilize the process, before continuous improvements can be made*”, afirmou Liker (Liker, 2004). Por outras palavras, para existir qualquer tipo de melhoria, há que, primeiramente garantir que todas as operações estão standardizadas, sendo esta a base para qualquer processo de melhoria.

O standard work é um dos processos mais importantes no LM. Uniformizar, standardizar ou normalizar, significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas (Citeve, 2012)

Existem 8 passos para desenvolver o standardized work (MacInnes, 2002):

1. Estabelecer equipas de melhoria.
2. Determinar o Takt Time.
3. Determinar o Tempo de Ciclo.
4. Determinar a sequência de trabalho.
5. Determinar a quantidade standard do *Work in Progress* (WIP).
6. Elaborar o diagrama de fluxo de trabalho standard.
7. Elaborar a folha de operações standard.
8. Continuamente fazer melhorias às operações standard.

Em ambientes industriais, é crucial a consistência entre operações para garantir a competitividade das empresas. Sem processos bem definidos, a mesma tarefa pode ser realizada de inúmeras maneiras diferentes. Por essa razão, é necessária documentação onde estejam definidos os standards a cumprir. A standardização de processos vai eliminar variabilidade de processos, que põe em causa a qualidade dos produtos e o rendimento de uma empresa (Mustafa C., 2006)

O Standardized work reduz a probabilidade de avarias, melhorando assim o fluxo de trabalho, proporcionando uma base para aprender com o que as avarias ocorrem, e fornecendo uma

base para a experimentação com projetos alternativos do método do trabalho (Feng and Ballard, 2008).

Segundo, Liker e Meier, existem 5 pontos chave onde vai atuar o standardized work apresentados na tabela seguinte (Liker and Meier, 2007).

Tabela 1 - Foco do Standardized Work

Ponto-chave	Descrição
Segurança	Evita acidentes de trabalho e danos de ações repetitivas
Qualidade	Dá instruções específicas acerca de como executar corretamente uma tarefa, sem erros, que podem levar a defeitos
Produtividade	Técnicas que asseguram que as operações são realizadas no tempo definido
Técnica	Indica aspetos das operações que requerem atenção especial
Controlo de Custos	Métodos que são necessários para manter um custo standard dos produtos

Para a produção ser standardizada, existe a obrigatoriedade de que sejam documentadas as operações, sequências, tempos e inventário. Estas folhas standard, quando são criadas e aperfeiçoadas, ajudam a detetar áreas onde melhorias de processos é possível (Ohno, 1978).

Os operadores devem estar envolvidos no processo de melhoria destas folhas pois são eles que melhor conhecem os processos, podendo, mais facilmente, identificar oportunidades de melhoria.

Assim que um standard é aperfeiçoado, o novo standard é a base para uma futura melhoria. Seguindo esta linha de pensamento, a constante evolução dos standards leva ao kaizen.

## **Kaizen**

Com uma produção standardizada, pode-se dar início a ações de melhoria. Estas intervenções têm como finalidade alterar processos de modo a que tudo o que seja considerado um desperdício, possa ser eliminado.

O kaizen envolve ações de melhoria, feitas de um modo contínuo e que envolve todos os colaboradores de uma empresa. O seu objetivo é fazer com que deixe de existir desperdício no fluxo produtivo, contando com paragens de produção, medições e ajustes e avarias (Singh *et al.*, 2013).

Para se tirar partido do kaizen, é necessário analisar as folhas standard e também o modo de operação. Aí deve-se procurar um modo de otimizar um processo que envolva a atividade do trabalhador (operações, movimentos, equipamentos,...) (Choomlucksana, Ongsarakorn and Suksabai, 2015)

# Capítulo 3

## Caracterização da empresa

Situado em Mangualde, o Centro de Produção do Grupo PSA, foi fundado em 1962 e emprega atualmente 1000 colaboradores, distribuídos por 3 turnos de produção. No ano de 2018 produziu 63 073 veículos (que representam 31% da produção nacional), dos quais, 90% foram exportados para 31 países da União Europeia. O CPMG tem uma superfície de 78 257 metros quadrados e foi considerada a fábrica mais compacta e eficiente do Grupo PSA. (PSA, 2019)

A fábrica produz 4 modelos de veículos: a Peugeot Partner e Citroën Berlingo comerciais, e a Peugeot Rifter e a Citroën Berlingo de passageiros. Durante o presente ano, vai iniciar a produção da Opel Combo.

A empresa só produz veículos a pedido do centro de gestão, podendo existir personalização dos veículos. Os veículos quando entram na linha, trazem no tejadilho uma etiqueta RFID e também, na lateral, trazem uma folha com informações para a montagem. Tanto a etiqueta como a folha, identificam o veículo e indicam os requisitos para aquele produto em específico, sendo a primeira rastrear o veículo e a segunda para dar indicações aos operadores.

O CPMG pode ser dividido em 5 fluxos de fabricação:

1. Ferragem
2. Pintura
3. Montagem
4. Qualidade
5. Logística

O fluxo sobre a qual vai ser aplicado o estudo é a montagem. A montagem é constituída por 3 linhas.

1. Linha M1 ou HC (Habillage Caisse)
2. Linha M2 ou GAV (Group d'Avant)
3. Linha M3 ou MV (Montage Véhicule) que está dividido em 2 setores:
  - a. MVM
  - b. MVA

A linha M1 é seguida pela linha M3 em termos de fluxo produtivo, sendo que a linha M2(onde é montada a componente do motor do veículo) entra no passo 3 do setor MVM.

O desenvolvimento d estudo de caso, a pedido da empresa, vai ser focado no setor M3, mais concretamente no subsetor MVM, onde estão situados os transportes aéreos.

## Caracterização do MVM

Na montagem, esta é a parte onde o veículo deixa de ser transportado pelo terreno e é elevado pelos transportadores aéreos. O layout deste subsetor é apresentado na figura abaixo:

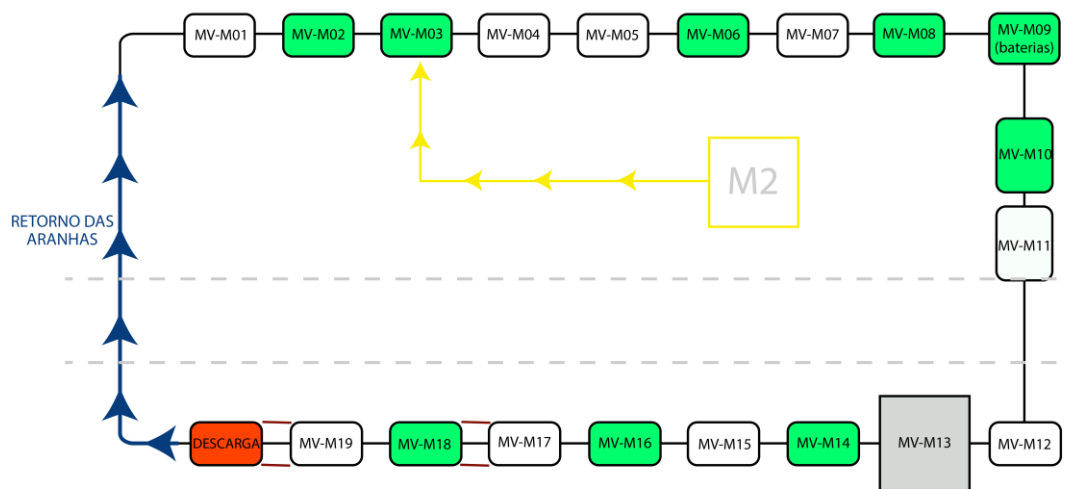


Figura 2 Layout do MVM

- Existem 19 transportadores aéreos, também chamados de “aranhas”, no MVM. A sua função é elevar o veículo para ser possível fazer a montagem de elementos a uma altura variável, de modo a que os operadores estejam numa posição adequada durante o processo.
- Há 3 módulos no MVM, onde os Responsáveis da Unidade (RU) coordenam a linha. Aqui são registadas anomalias a sua resolução. Também estão aqui presentes, os registos das operações que cada posto deve executar, assim como os registos de presenças em formações.
- Em 2018, com o antigo modelo B9, o rendimento operacional do MVM era de 98,8%.
- Stop and Go System - É um sistema onde o transportador para durante um tempo definido (TC-Tempo de Ciclo) para facilitar as operações, e que entra em movimento quando esse tempo acabar, prosseguindo o veículo para o passo de trabalho seguinte.

No MVM, os valores do TC são variáveis de passo para passo, dependendo da carga de operações que têm que executar). Em termos gerais, é considerado que o transportador está em movimento 1 minuto para cada 3 que se encontra parado.

- Os operadores podem imobilizar o transportador caso tenham dificuldades em concluir o trabalho dentro do tempo de ciclo (trabalho excessivo, falta de material, ...) ou exista alguma falha ou avaria dos equipamentos.
- As peças que são montadas nos veículos são trazidas aos operadores por meio de um AGV, empilhadores ou charriots.
- Na figura acima, alguns passos de trabalho estão marcados a verde devido a possuírem equipamentos que, enquanto estão a ser utilizados, impedem o avanço da aranha por questões de segurança.

## Diagnóstico da Situação Atual

Quando um transportador atrasa o seu tempo de ciclo, vai congestionar toda a linha. O transportador vai ficar afastado do que o antecedeu, fazendo com que os trabalhadores, momentaneamente, fiquem parados no seu posto do trabalho à espera que chegue um novo veículo para poderem reiniciar as operações (ver Figura 3).

O facto de os tempos de ciclo serem diferentes em cada passo de trabalho, faz com que se criem fragmentações na linha, mesmo que sejam cumpridos os tempos de ciclo. Fazendo uma equilibragem dos postos, de modo a que todos eles tivessem a mesma carga operacional, deixariam de se criar estas desfragmentações.

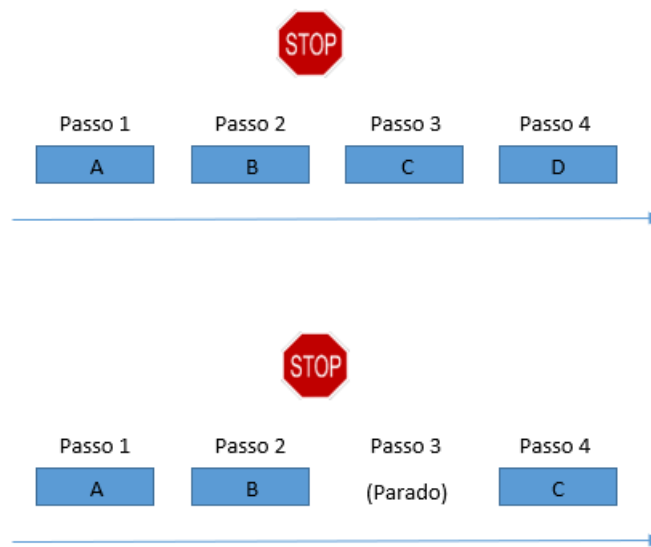
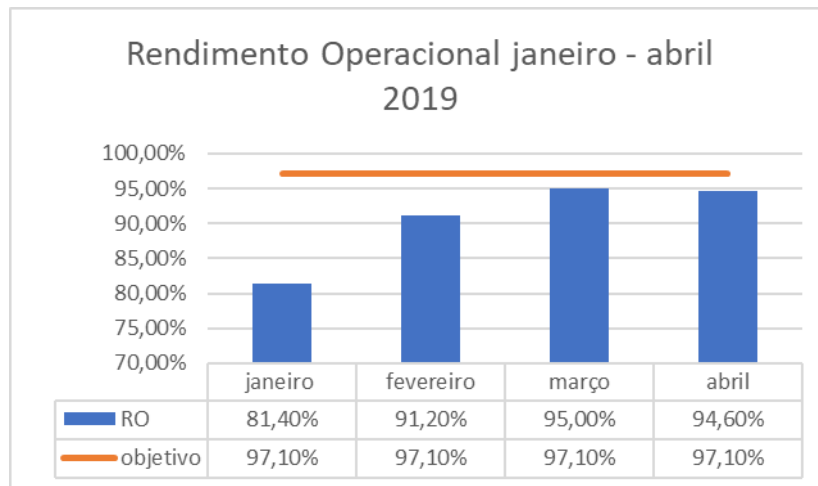


Figura 3 - Fragmentação do MVM

Quando um passo para e o tempo de ciclo não é cumprido, é comprometida a produção e pode causar um atraso na entrega do produto final ao cliente.

Para compensar as perdas que existem na linha e para que o veículo seja entregue dentro do tempo estipulado ao cliente, a empresa optou por compensar a perda de produção trabalhando em alguns fins de semana, de modo a conseguir atingir os objetivos do Rendimento Operacional (RO). Sendo que, um dos objetivos desta dissertação é aumentar o RO através da análise de processos, revendo os postos de trabalho e fazendo propostas de melhoria.

Fazendo uma análise ao RO desde o início do ano 2019, verifica-se que se encontra abaixo dos valores pedidos como mostra o gráfico seguinte:



**Figura 4 - Valores do RO de janeiro a abril de 2019**

As condições atuais de trabalho são as seguintes:

Tempo de presença do operador = 8 horas = 480 minutos

Paragens programadas = 30 minutos(refeição) + 6 minutos(pausa) = 36 minutos

Tempo de produção = 444 minutos

Produção pedida/capacidade produtiva = 112 veículos por turno

$$takt\ time = \frac{444}{112} = 3.96\ minutos \approx 238\ segundos$$

O RO programado até ao final do ano de 2019 é de 97,4 %

O Rendimento Operacional é dado por:

$$RO = \frac{Produção\ realizada}{Capacidade\ produtiva}$$

De forma a atingir o valor de 97,4% de RO, vai ser necessário produzir 110 viaturas por turno.

$$97,4\% = \frac{Produção}{112} * 100 \Leftrightarrow Produção = 110\ viaturas$$

Os tempos de ciclo da linha (TC) são variáveis de passo para passo, sendo alguns de validação manual. Consoante, os postos são equilibrados, os TC são alterados no automático. No dia 13 de maio de 2019, os TC de cada passo eram os seguintes:

**Tabela 2 -MVM a 13 de maio de 2019**

<b>Passo de trabalho</b>	<b>Tempo de Ciclo Definido(s)</b>
MVM01	0
MVM02	50
MVM03	999 (validação manual)
MVM04	140
MVM05	2(sem operações)
MVM06	125
MVM07	140
MVM08	167
MVM09	135
MVM10	130
MVM11	135
MVM12	0
MVM13	2 (sem operações)
MVM14	160
MVM15	140

MVM16	100
MVM17	10
MVM18	999 (validação manual)
MVM19	30

Constata-se através da tabela anterior que nenhum dos tempos de ciclo é superior ao Takt Time, deste modo, em teoria, o rendimento operacional deveria ser superior a 100% para esta secção da linha, o que não é verdade observando a Figura 4.

### Momentos de Paragem da Linha

A fábrica opera 24 horas por dia, dividindo o trabalho por 3 turnos de produção que trabalham 8 horas por dia cada. Durante os turnos, estão planeadas paragens obrigatórias para refeições dos trabalhadores e para recuperação física. As paragens são referentes a uma refeição (almoço, jantar ou ceia) de 30 minutos e a uma pausa de 6 minutos por cada turno.

As paragens de produção não planeadas podem ser divididas em dois grupos indicados na tabela seguinte:

**Tabela 3 - Causas de Paragens Não Programadas**

Problemas relacionados com a máquina	Problemas relacionados com o operador	Relação homem-máquina
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avarias</li> <li>• Falhas</li> <li>• Inadequação do equipamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questões físicas</li> <li>• Trabalho excessivo</li> <li>• Falta de formação</li> <li>• Desorganização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadaptação a novas formas de trabalho</li> </ul>

Os problemas relacionados com a máquina devem ser estudados numa futura investigação, através da análise das causas que levam a parar a linha por avarias ou falhas. Com uma

análise ABC devem ser identificadas as causas que são responsáveis pela maior percentagem de tempos de paragem da linha pelos motivos anteriores e devem ser resolvidas.

A relação homem-máquina também é uma causa de paragens não programadas. O facto de os operários não entenderem o modo de funcionamento de uma máquina pode fazer com que ela seja desacreditada. Foi possível entender que alguns trabalhadores faziam o seu trabalho conforme lhe tinham ensinado a fazer. A sua ideia era dar seguimento ao processo, no entanto, havia falhas no que toca a entendê-lo.

Com o passar do tempo, os operadores começam a ganhar hábitos, e alteram a maneira de executar as operações, ou a sua ordem. Para além de ser posta em causa a qualidade dos produtos, criam-se duas situações: ou reduzem o tempo de ciclo que foi definido tendo em conta uma cronologia inicial ou o aumentam e ficam sem tempo para executar as operações (levando a que haja “trabalho excessivo” e que possa por em causa a saúde do operador). Ambos os casos vão levar a que não exista uma forma de trabalho normalizada, igual para todos, levando à desorganização.

Nesta dissertação vai-se incidir sobre os problemas relacionados com o operador e registar as operações que eles fazem de modo a entender que melhorias podem ser tiradas do Standardized Work.

## Supervisor Aranhas

A empresa possui um sistema informático de controlo da linha de montagem - Supervisor Aranhas. Foi desenvolvido para mostrar aos responsáveis pela unidade, o funcionamento dos transportadores aéreos em tempo real. Com este programa podemos distinguir os estados dos transportadores como:

- Funcionamento normal.
- Em saturação - Quando um transportador fica retido num passo de trabalho para além do tempo de ciclo devido ao passo seguinte estar congestionado com um transportador.
- Com anomalia - Foi detetada uma anomalia que põe em causa o funcionamento da linha e obriga a paragem do movimento do transportador.
- Emergência - Quando é tocado no botão de segurança e impede o avanço do transportador.
- Sem aranha - O posto de trabalho está á espera que chegue o próximo veículo, ou seja, está parado.

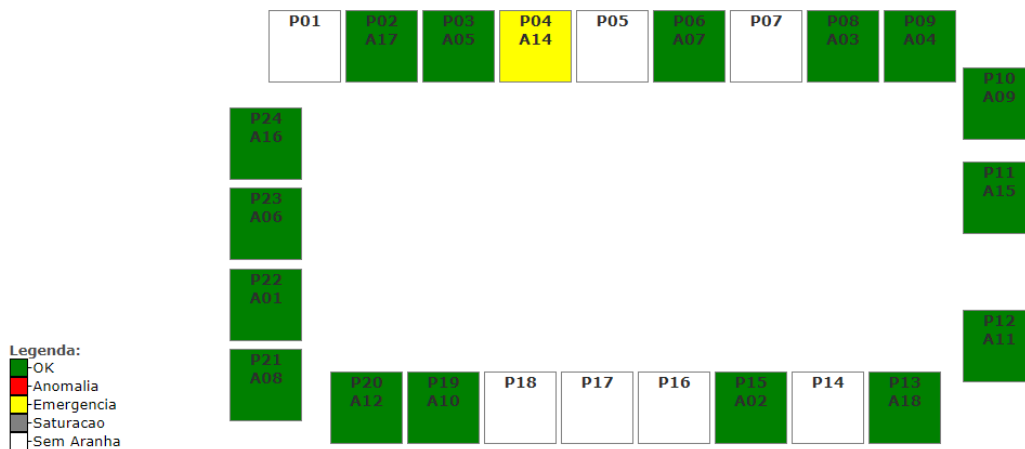


Figura 5 - Rastreamento dos transportadores pelas posições da linha (Supervisor Aranhas)

O programa também apresenta gráficos que registam:

- O tempo de saturação por causas alheias.
- O tempo de paragem devido a anomalias.
- O tempo de paragens devido a encravamentos.
- O tempo ganho com validações antecipadas.

- As posições onde ocorreram os pontos anteriores.
- As causas de anomalias e registo do tempo.
- O tempo de ciclo em cada posição.

Motivos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Saturação CA	30:20	36:19	00:03	00:53	31:04		02:40	00:04	03:05	04:11	07:32	22:41	12:11	00:08	01:03		00:01	00:11	
Anomalias e Alarmes				00:12			00:34				02:25	00:12				00:16			02:24
Validação			13:40	03:35			01:25			05:08	00:11		00:30	01:12	12:56			23:23	00:16
Encravamentos		04:34	03:21			19:55		48:31						10:09		09:43		00:37	
TC	0	50	205	140	2	125	140	175	130	140	135	60	2	160	140	100	10	189	30

\*P03 nos Encravamentos está ser também contabilizado o tempo enquanto a aranha não é validada, após o tempo de ciclo

\*Tempo de ciclo definido no PainelView: 180

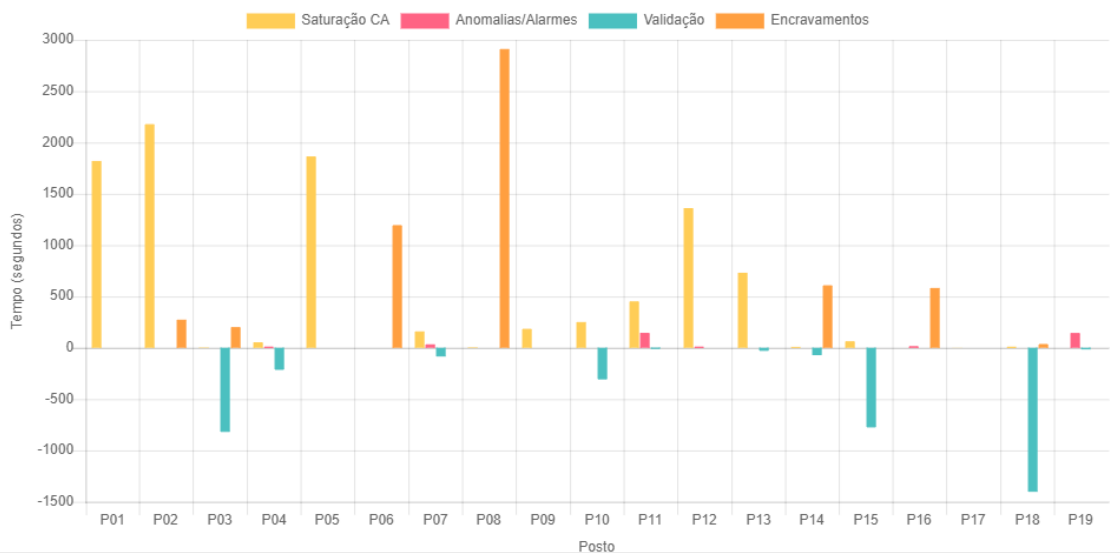


Figura 6 - Tabelas do Supervisor Aranhas

Quando o operador consegue terminar a sua tarefa antes do tempo de ciclo, pode mandar avançar o veículo para a posição seguinte. A esta ação chama-se “validação antecipada”.

Existem passos de trabalho onde são utilizados equipamentos, que quando o sistema reconhece que estão a ser utilizados, por questões de segurança, impede que o transportador avance, independentemente se o tempo de ciclo já tenha acabado ou não. Este acontecimento é chamado de “encravamento”. Por vezes, os operadores, têm um mau hábito de quando estão em dificuldades para executar uma operação, em vez de fazerem uma paragem ou pedirem assistência, encravar o transportador para terminarem o seu trabalho.

Quando termina o tempo de ciclo numa posição ou existe uma validação antecipada e o transportador não consegue avançar para a posição seguinte, o sistema começa a contar esse tempo como “saturação”. As diferenças dos tempos de ciclos das posições, juntamente com

paragens do transportador, encravamentos e anomalias, vão dar origem a saturação das posições anteriores.

Como referido anteriormente, o programa também regista as anomalias que causaram paragens. Estas são descritas em termos de causa, posição e tempo de paragem como mostra a figura seguinte.

**Registos**

Data Inicio:  Data Fim:

Mostrar  registos Pesquisar:

Data Inicio	Data Fim	Aranha	Posto	Alarmes	Tipo	Tempo (segundos)
2019-02-26 13:59:09.000	2019-02-26 13:59:11.000	13	3	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	2
2019-02-26 13:57:57.000	2019-02-26 13:57:59.000	13	3	Pulsador de retroceso [E0119] Pulsador de apertura brazos [E0124]	anomalia anomalia	2
2019-02-26 13:57:07.000	2019-02-26 13:57:10.000	13	3	Pulsador de avance [E0118] Pulsador de apertura brazos [E0124]	anomalia anomalia	3
2019-02-26 13:57:04.000	2019-02-26 13:57:06.000	13	3	Pulsador de avance [E0118]	anomalia	2
2019-02-26 13:57:01.000	2019-02-26 13:57:03.000	13	3	Pulsador mando rapida en traslacion/elevação [E0120][E0123]	anomalia	2
2019-02-26 13:56:59.000	2019-02-26 13:57:00.000	13	3	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	1
2019-02-26 13:54:29.000	2019-02-26 13:56:22.000	05	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	emergencia anomalia	113

Figura 7 - Registo de anomalias

## Análise Comparativa Entre Turnos

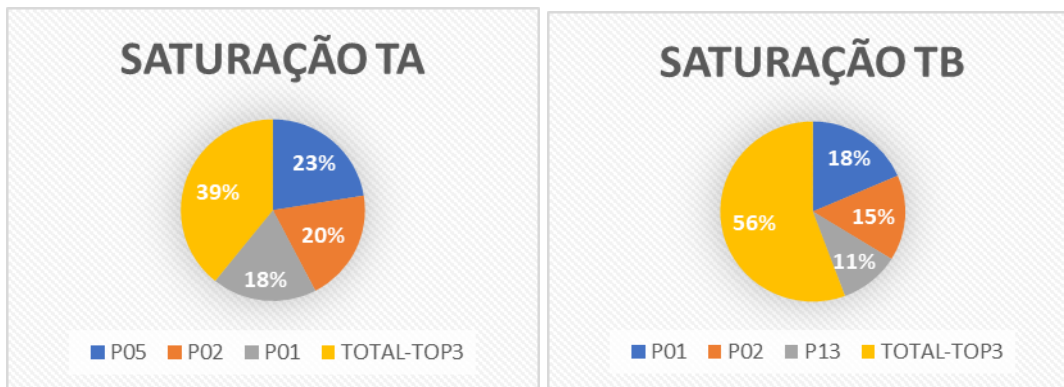
Foi feita uma análise comparativa dos turnos para encontrar em que posições existia mais saturação, deteção de anomalias, validações e encravamentos. Os dados retirados do sistema foram passados para uma folha do Excel para se poderem elaborar gráficos que facilitam a visualização dos tempos.

A fábrica opera em três turnos: manhã (07:00-15:00), tarde (15:00-23:00) e noite (23:00-07:00). O turno da noite é fixo, no entanto o turno B e A são rotativos(semanalmente) entre o horário da manhã e o horário da tarde. A análise foi feita para uma semana, onde de manhã operava o turno A e a tarde o turno B.

Apenas vão ser tidos em conta os turnos A e B visto, apenas existir a possibilidade de observar esses dois turnos, sendo o estágio realizado em horário diurno

O Turno A foi designado como como T2 e o Turno B como T3.

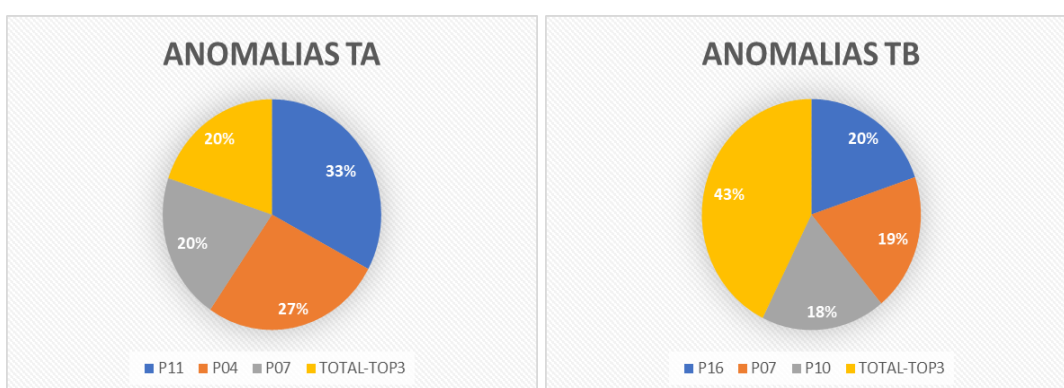
Gráficos retirados para o dia 13 de fevereiro de 2018:



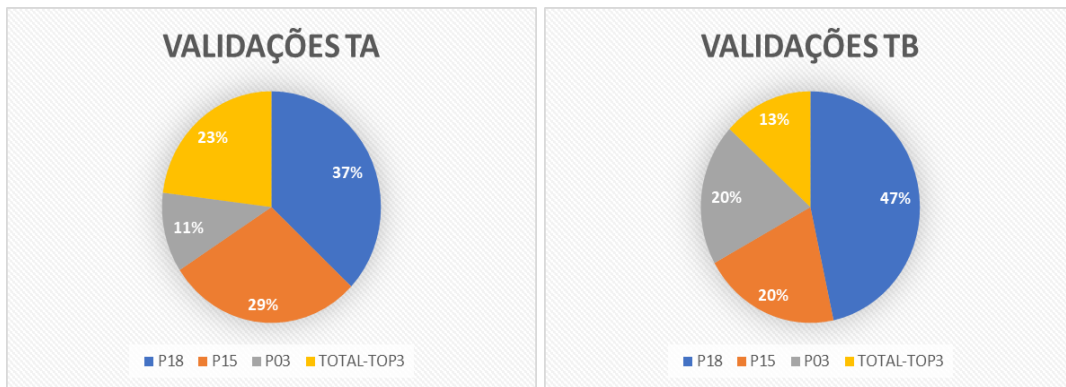
Pelos gráficos anteriores, conseguimos verificar que, na maioria dos casos, os passos onde existe mais saturação é no MVM1, MVM2, MVM5 e MVM13. Os passos 1 e 5 não têm operações associadas, e por sua vez, TC. É perfeitamente normal, aparecerem tempos de saturação associados a estas posições, uma vez que cada vez que existe uma viatura aí parada, o sistema começa imediatamente a contar como tempo de saturação visto que existe uma diferença nos tempos de ciclo. O passo MVM3, como vai ser analisado mais à frente, tem um TC médio de 226 segundos e o MVM2 tem um TC de 50 segundos, logo, essa diferença de tempos vai aparecer como tempo de saturação.

No caso do passo MVM13, existem 2 situações possíveis:

1. Se estiver em funcionamento, tem um TC de 180 segundos se a viatura tiver roda de socorro e de 150 segundos se não tiver.
2. Se não estiver em funcionamento, fica na mesma situação que o passo MVM1 e MVM5 pois fica a ser um posto de passagem.

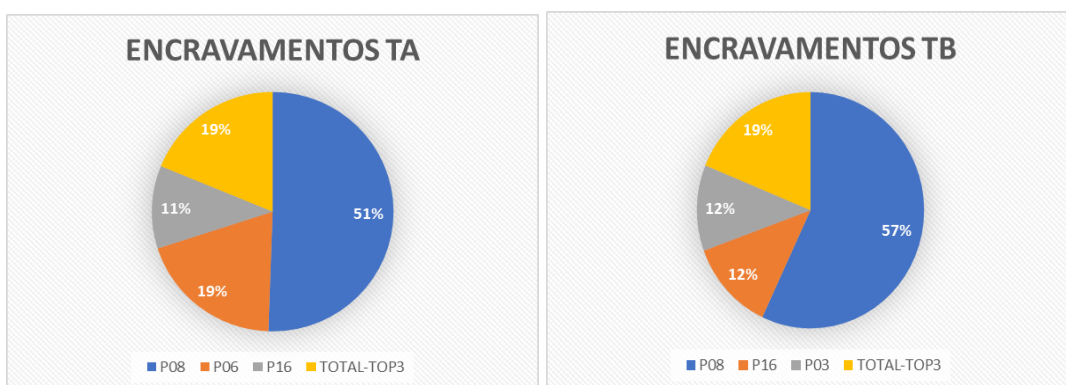


Em termos de anomalias detetadas, as posições variam de acordo com o turno, no entanto a o passo MVM7 manté-se sempre nas 3 posições com mais anomalias. Uma anomalia, quando é detetada, provoca a paragem do transportador.



Em termos de validações, verifica-se que em todos os turnos os passos MVM18, MVM15 e MVM3 são sempre os que têm mais validações. O facto de aparecerem validações no posto MVM18 e MVM3 é justificada pelo facto de ambos terem uma validação manual. Ambos os passos têm um TC teórico definido de 210 segundos mas o transportador só avança no momento em que é dada a validação por parte dos operadores de que todas as operações foram executadas. Quando as operações são feitas num tempo inferior ao TC teórico, esse tempo, aparece como validação antecipada.

No caso do passo MVM15, as validações antecipadas, indiciam que o passo tem disponibilidade para executar mais operações com o tempo de ciclo que tem disponível, estando este posto sinalizado para ações de equilibragem de operações.



Os encravamentos são provocados por equipamentos que, quando o autómato reconhece que estão acoplados à viatura, impedem de que o transportador avance. Pode-se dar o caso de em algumas das situações, estes acontecimentos serem feitos de forma propositada pela parte dos operadores, para impedir que a linha avance dentro do tempo de ciclo, de modo a que as operações sejam executadas mais pausadamente.

O passo MVM8 aparece no topo dos encravamentos em ambos os turnos. O equipamento que provoca o encravamento é a pistola que enche a caixa de velocidades com valvolina. O problema era que esta operação era a última operação a ser executada. Visto, ser possível realizar operações enquanto se enchia a caixa de velocidades com valvolina, os responsáveis

pela linha alteraram a cronologia do posto, e esta operação deixou de ser feita no final. Deste modo, deixaram de existir encravamentos neste passo de trabalho.

O passo MVM3 refere-se à máquina de aperto do berço e do eixo, o passo MVM6 ao aperto das transmissões e o MVM16 ao teste de estanquicidade.

## Conclusões do Supervisor Aranhas

As anomalias, os encravamentos e as paragens de emergência, (que levam a que muitas vezes outros postos saturem), causam atrasos na linha. Visto que cada transportador se movimenta independentemente dos outros, a validação antecipada, tenta fechar os “buracos” que se abrem na linha devido aos fatores acima descritos.

Os encravamentos e as anomalias são o valor em cada posição mas apresentam-se como saturação na posição anterior, caso o transportador não avance dentro do tempo definido. A validações também são medidas em cada posição e não incrementam nem afetam mais nenhuma posição.

Estudando o programa, é notório que existem erros de leitura que ele não está a funcionar devidamente e apresentam-se nos dois pontos seguintes, exemplos que poem em causa a veracidade dos dados apresentados:

1.

Motivos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Saturação CA	11:12	49:22	02:01	32:37	65:42	29:37	44:28	00:48	29:43	04:42	02:20		06:00	00:46	01:47	24:52	29:47	00:01	
Anomalias e Alarmes						01:20	00:01			30:56	01:34					01:56			
Validação			11:06	00:10					00:26				00:22		08:27			17:28	00:11
Encravamentos		03:58	30:17			01:25	68:32	00:56						03:49		05:06			
TC	0	126	205	125	2	135	125	140	140	140	135	60	2	150	150	100	0	0	0

\*P03 nos Encravamentos está ser também contabilizado o tempo enquanto a aranha não é validada, após o tempo de ciclo

\*Tempo de ciclo definido no PainelView: 180

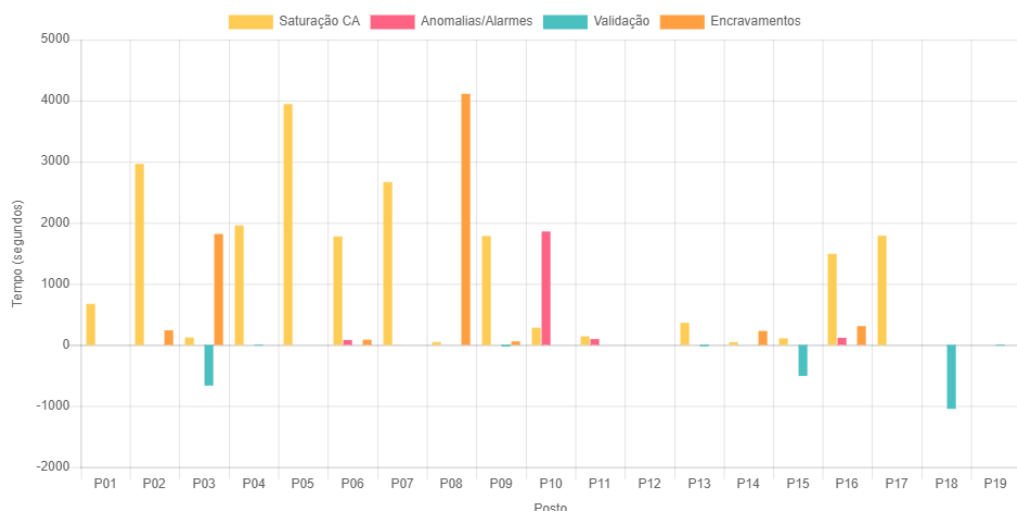


Figura 8 - Dados Errados no Supervisor Aranhas

Como anteriormente foi referido, o encravamento é um acontecimento relativo a cada posição e que não pode variar devido a influencia de outras posições. Deste modo, é impossível que no espaço temporal definido(1 hora = 60 minutos), no passo MVM8 seja apresentado um encravamento superior a este periodo temporal.

2.

A figura abaixo é relativa ao autómato onde estão definidos os TC do MVM. O TC = 180s é o do final de linha, isto é, à cadência atual, a cada 180s deve sair uma viatura. No entanto, cada posição tem um tempo de ciclo diferente. Os valores que estão na figura associados ao posto é o tempo de movimento em cada 180 segundos.

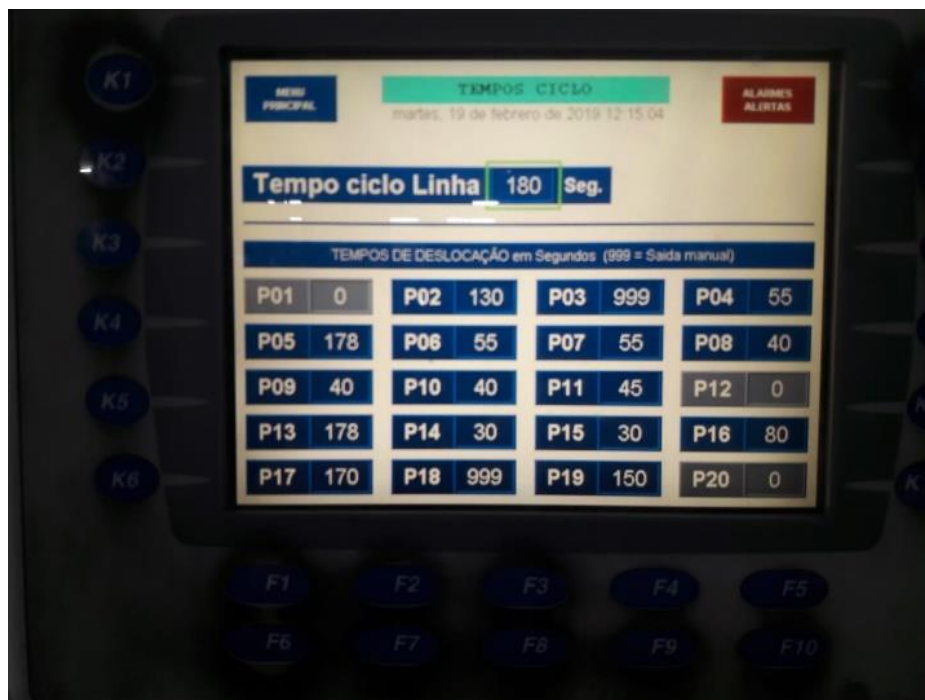


Figura 9 - TC Definidos no Autómato do Setor MVM

Em teoria, 180-TC de cada posição deveria ser igual ao descrito na tabela do Supervisor Aranhas.

Os tempos de ciclo dos postos mostrados no Supervisor são para o mesmo instante os seguintes:

Tabela 4 - TC´s Registrados no Supervisor Aranhas Para o Dia 19 de fevereiro de 2019

Posição	TC(s)
P01	0
P02	126
P03	205
P04	125
P05	2
P06	135
P07	125
P08	140
P09	140
P10	140
P11	135
P12	60
P13	2
P14	150
P15	150
P16	100
P17	10

P18	189
P19	30

O Supervisor Aranhas tem um tempo de ciclo diferente do automato, sendo o ultimo o que está correto. Há discrepâncias nestes valores o que levam a que possam estar a ser apresentados valores errados de saturação, encravamentos e validações.

Informou-se a empresa sobre os problemas existentes no sistema e na dificuldade em fazer o tratamento de dados, com o intuito de que fossem levadas a cabo melhorias, que iam fazer com que a análise da linha fosse mais direta e não houvesse um desperdício de tempo a fazer tratamento de dados. Assim, elaborou-se um caderno de encargos, presente no Anexo A, que a empresa aceitou e está a implementar.

## Andon EXP

A empresa segue a filosofia lean “Andon”, que permite que os trabalhadores avisem os responsáveis da linha de produção de que estão em dificuldades para cumprir a sua tarefa.

Foi elaborado um sistema informático (“Andon EXP”) que tem como finalidade garantir que uma viatura parte para o posto seguinte sem defeitos.

Com o puxar de uma corda, faz-se uma “chamada” indicando que foi detetado um defeito ou existem dificuldades em cumprir com o tempo de ciclo, e que o monitor deve, o mais rápido possível, dirigir-se ao posto de trabalho na tentativa de fazer com que a linha não pare. No caso de isso não se possível dá-se uma paragem e a linha fica imobilizada até que o problema seja resolvido. As cordas e os botões de paragem de emergência estão presentes nas laterais dos postos de trabalho e num dos braços do transportador, respetivamente.

A chamada faz referência ao posto de trabalho, enquanto a paragem faz referência ao passo de trabalho. Isto porque a chamada indica onde está localizado o defeito e a paragem implica a paragem do transportador naquela posição.

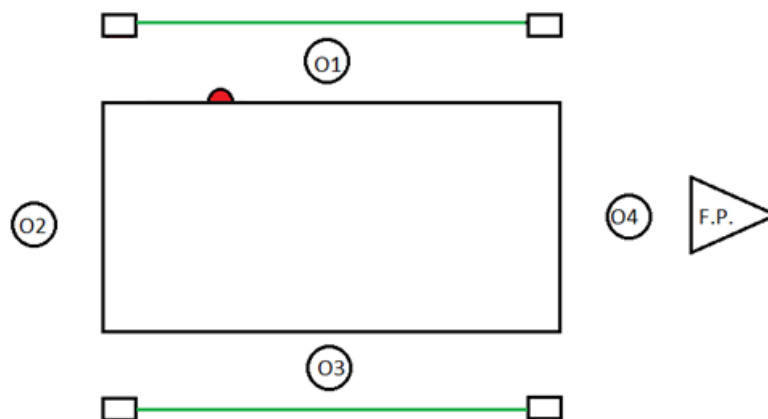


Figura 10 - Cordas Andon e Botão de Paragem de Emergência

Tomando por exemplo a posição acima onde existem quatro operadores designados por “O” e a viatura segue o sentido indicado pelo fluxo produtivo (F.P.). Os operadores da lateral esquerda e traseiro, O1 e O2 respetivamente, devem fazer uma chamada Andon, puxando a corda do lado esquerdo. Os operadores da lateral direita e da frente, O3 e O4 respetivamente, devem fazer a chamada Andon puxando a corda do lado direito. As cordas estão representadas a verde. No caso de ter de ser feita uma paragem, é acionado o botão de segurança representado a vermelho.

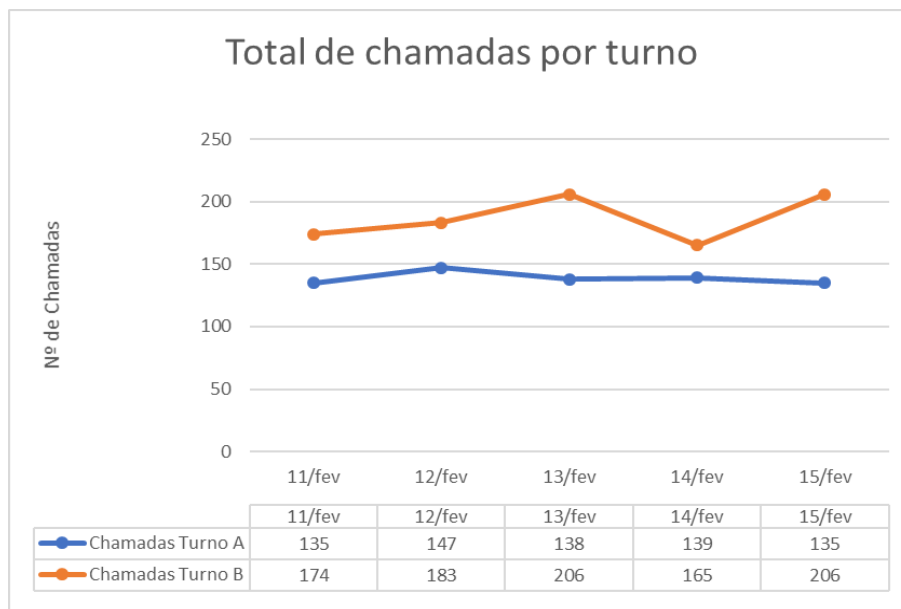
## Chamadas Andon

A partir da análise dos gráficos das chamadas Andon (cujos dados se extraem de uma folha do *Excel*, diretamente do programa), consegue-se identificar que existem passos que se diferenciam dos outros pelo número elevado de chamadas Andon.

Verifica-se que comparando os mesmos postos de trabalho em turnos diferentes, existem discrepâncias no número de chamadas.

Nas chamadas, o sistema Andon, apenas contempla até ao passo MVM11 no Setor MVM.

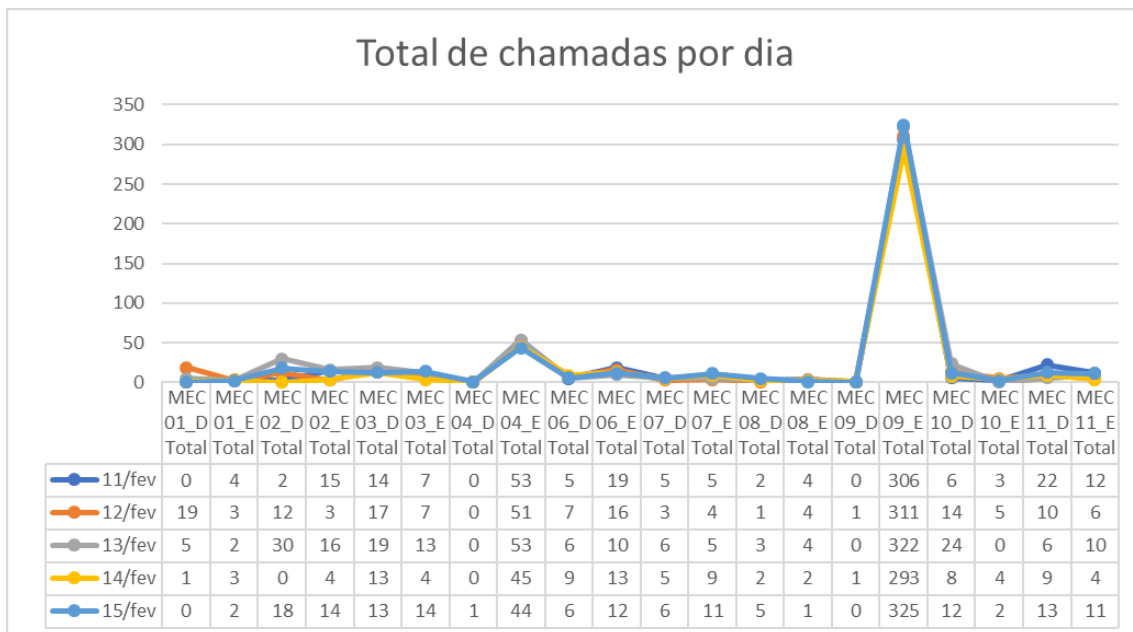
Elaborou-se um gráfico que identifica o número de chamadas por turno para confirmar se têm a mesma tendência.



**Figura 11 - Chamadas Andon**

Comparando os 2 turnos no espaço temporal de 5 dias, verifica-se que o que segue de maneira mais linear o número de chamadas é o turno A enquanto o número de chamadas do Turno B é mais inconsistente. De um modo geral, pode-se afirmar que o Turno A, trabalha melhor que o turno B, no sentido em que não sente tantas dificuldades para executar as operações.

Pode-se fazer o mesmo tipo de análise para os postos de trabalho, de modo a entender quais têm mais dificuldades a executar as operações.



**Figura 12 - Chamadas Andon Por Dia**

No gráfico anterior verificamos imediatamente que dois turnos são realizados em termos de chamadas - MEC09\_E e MEC04\_E, correspondentes ao passo MVM 9 e MVM 4, respectivamente. Averiguando os gráficos diários, retirados das tabelas do sistema, e com o intuito de ter um estudo mais preciso, vão ser assinalados aqueles turnos onde existem pelo menos 10 chamadas por turno. Nestas condições vão ser possíveis assinalar os seguintes postos:

- MEC02\_D TB
- MEC02\_E TA
- MEC04\_E TB
- MEC09\_E TA; TB;

As chamadas Andon referentes à referência MEC02\_D e MEC02\_E pertencem ao mesmo posto de trabalho (MVM 2S), o que mostra que em ambos os turnos existem dificuldades. O mesmo para a referência MEC09\_E, que pertence ao posto MVM 9G. Neste caso, será necessário identificar as causas e propor soluções.

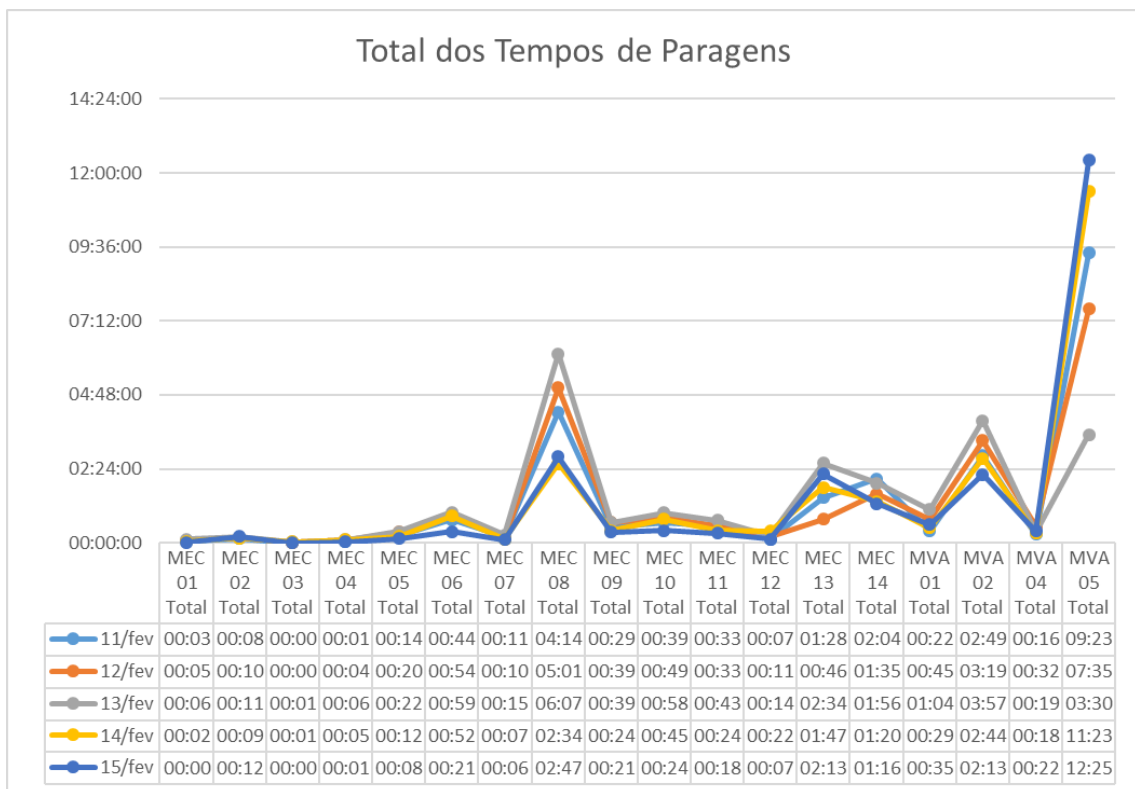
No caso do MEC04\_E, referente ao posto de trabalho MVM 4R, apenas o turno B tem um número elevado de chamadas, portanto, o turno A tem menos dificuldades a realizar as operações, ou seja, trabalha melhor.

## Paragens Andon

Primeiro deve ser entendido o que o sistema Andon contempla como paragens. Quando existe uma paragem pode ser:

1. Na posição da paragem
  - Atraso no tempo de ciclo
2. Devido a outras posições
  - Saturação
  - Anomalias
  - Encravamentos

Foram extraídos do sistema *Andon Exp*, os dados relativos aos tempos de paragens registados em cada passo de trabalho, e, elaborou-se um gráfico com o somatório total dos tempos de paragem por dia.



**Figura 13 - Paragens Andon (11 fevereiro - 15 fevereiro)**

O formato dos valores apresentados no gráfico anterior é: Horas: Minutos: Segundos.

Constata-se que o passo MEC 08 (MVM 08) tem um pico de paragens. Como referido anteriormente, as paragens eram causadas por um encravamento com o enchimento da valvolina das caixas. Este problema já se encontra resolvido.

É notório que a partir do passo MEC 13(MVM 13), o tempo de paragens começa a aumentar. Será necessário avaliar as causas que fazem com que a partir daquele ponto do setor MVM se gerem estas paragens e conceber uma solução para que elas sejam minimizadas.

## **Conclusões do Andon**

Este sistema é um dos mais importantes na empresa, uma vez que garante a qualidade do produto e trabalha com a finalidade de que a linha cumpra com tempos de ciclo estipulados através das chamadas ao posto de trabalho. Quando existem paragens, o sistema evidencia o tempo de paragem e a que ele se deveu, podendo ser estudadas as causas que causam a paragem da linha para uma resolução mais rápida.

No entanto, existem vários problemas com este programa que dificultam a interpretação de dados.

O programa regista as paragens e o tempo de cada uma, no entanto não há o processamento dessa informação. Por vezes quando há chamadas ou paragens, não se faz o registo do que as motivou.

O programa permite definir os motivos que originaram uma paragem, isto para que, por exemplo, o horário das refeições (quando os operadores não pressionam o botão de paragem para refeições) não conte como tempo de paragem. No entanto, quando não é feito este registo, estes tempos são acumulados aos tempos de paragem e fazem com que haja valores bastante elevados nos tempos.

O sistema apenas deixa exportar num ficheiro Excel as tabelas de todos os postos(chamadas) ou posições(paragens), não permitindo obter dados concretos de uma forma direta.

Assinala-se a perda de tempo para obter a informação relevante pretendida como um desperdício que deve ser eliminado, fazendo uma atualização a este sistema.

# Capítulo 3

## Análise dos postos de trabalho

Devido ao facto de o estágio ter sido desenvolvido em horário diurno, deu-se a impossibilidade de analisar o Turno da Noite (11:00-07:00). Durante a medição dos TC dos postos de trabalho do Turno A e B, foram consideradas todas as diversidades de modelos diferentes e foram cronometradas 5 medições para cada uma das diversidades. O facto de se ter optado por fazer 5 medições para cada diversidade foi devido ao elevado número de diversidades, tendo em consideração o tempo disponível para fazer a análise dos postos.

Embora a empresa já tivesse uma cronologia de operações para os postos de trabalho, esta não conferia com a realidade. Elaborou-se uma nova cronologia por posto de trabalho e foi medido o tempo necessário para executar cada operação. Assim, pode-se ter uma ideia de quanto tempo é gasto em OC's (atividades complementares).

$$\%OC's = \frac{TC - \Sigma \text{Tempos de operação}}{TC} * 100$$

As OC's incluem movimentos necessários para executar operações, movimentações dos operadores e também tempos de inatividade.

Os dois primeiros, são tempos que não acrescentam valor ao produto final, no entanto, são inevitáveis. Os últimos, são os que não acrescentam valor ao produto e que podem (e devem) ser evitados.

Avaliando os TC de cada turno, é possível expor qual deles trabalha melhor, adaptando a sua forma de trabalho aos outros turnos. A partir do momento que existe trabalho standardizado, pode-se então começar a trabalhar na melhoria dos postos de trabalho.

As medições do tempo necessário para executar cada operação, também foi confrontado com os tempos standard (presentes nas folhas de trabalho standard - Anexo B), de modo a que os últimos pudessem ser atualizados. Isto permite que seja possível fazer uma equilibragem de postos mais correta, uma vez que se sabe exatamente o tempo de leva uma operação a ser executada. Com a fórmula abaixo calculou-se a percentagem de desvio entre os tempos standard presentes nas folhas standard e os tempos reais. Quanto mais, este valor, se afastar do zero, mais erradas poderão estar as equilibragens feitas aos postos de trabalho, feitas com base nos standards.

$$\%Desvio \text{ dos tempos standard} = \frac{\Sigma \text{Tempos de gama} - \Sigma \text{Tempos de operação}}{\Sigma \text{Tempos de gama}} * 100$$

## Passos de trabalho

Aqui, vão ser considerados os passos de trabalho da linha, e, dentro de cada passo, vão ser estudados os postos de trabalho que ali operam.

### MVM 01

Num plano teórico, o passo de trabalho MVM 01 não tem operações associadas, daí, o TC ser igual a 0.

O setor HC (setor que envia carroçarias ao MVM), tem um tempo de ciclo de 3:48 minutos. Por vezes, o HC não consegue enviar carroçarias ao MVM, originando paragens. A falta de carroçarias disponíveis no final do HC para avançarem para o MVM, pode dever-se a atrasos na chegada dos kits (ou estarem errados) ou atrasos da saída das carroçarias da pintura.

Em situações em que o HC não está “cheio”(ver Figura 14), isto é, não tem carroçarias disponíveis para enviar para o MVM quando o último já tem um transportador á espera de uma caixa, o RU (responsável de Unidade) puxa manualmente uma carroçaria do final do HC para ela poder avançar mais rapidamente e não atrasar o MVM.

Verificou-se que quando o HC estava atrasado, para além de puxar as carroçarias, o RU, ajudava a executar as operações necessárias no passo MVM 02 para poder validar antecipadamente o transportador e não condicionar o passo MVM 03.

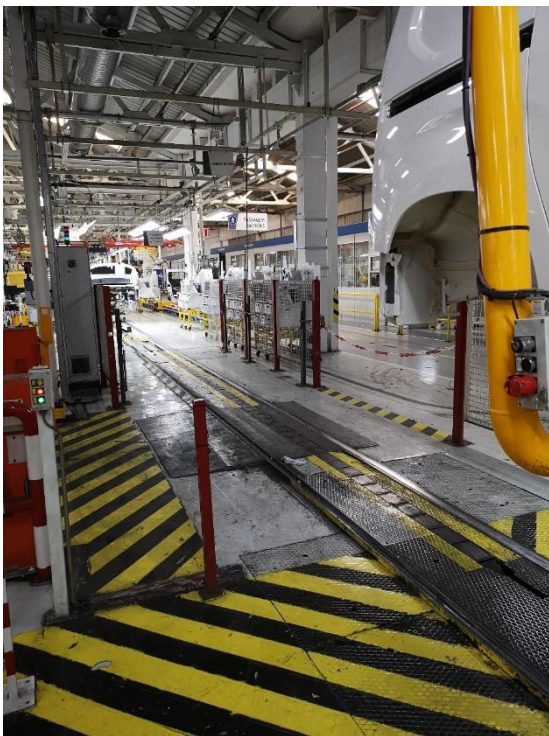


Figura 14 - Falta de carroçarias disponíveis no final do setor HC

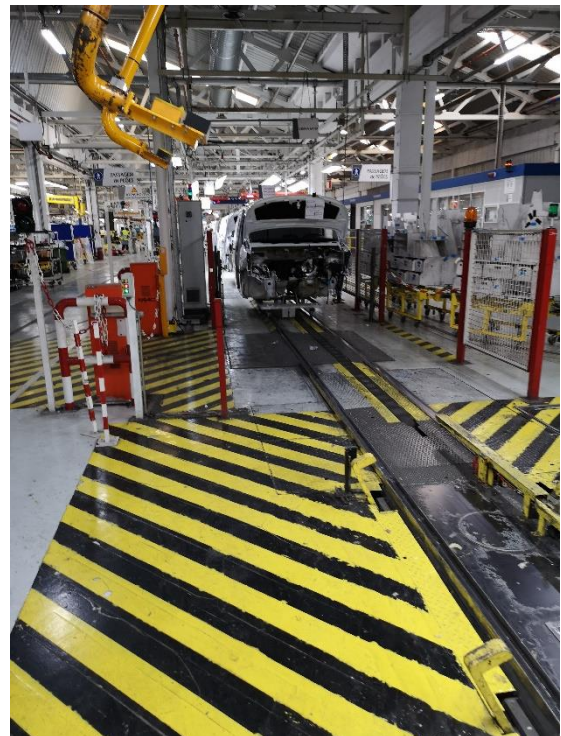


Figura 15 - Setor HC “cheio”

Apesar de nenhum posto de trabalho estar atribuído a este passo de trabalho, os operadores do posto de trabalho MVM 02S Iniciam as suas operações aqui, visto que se não o fizessem seria impossível cumprir com o TC do passo MVM 02.

Supostamente a carroçaria não deveria parar no passo MVM 01, mas, visto que existe saturação, esta fica parada até que haja um avanço do passo MVM 02. Este acontecimento permite que o posto MVM 02S e ao MVM 04S comecem a executar aqui as suas operações.

## **MVM 02S**

Verifica-se que a folha standard de montagem dos amortecedores traseiros, apresentada para este posto, se encontra fragmentada. A gama de aperto dos amortecedores debaixo da caixa impõe a seguinte cronologia:

1. colocar 2 porcas de fixação do amortecedor ar direito sobre as 2 aparafusadoras de fixação do amortecedor ar direito.
2. posicionar o amortecedor ar sobre o manipulador de montagem do amortecedor ar direito.
3. posicionar o manipulador sobre os pernos de fixação do amortecedor ar direito debaixo caixa lado direito.
4. com o manipulador de montagem do amortecedor ar direito posicionado apertar as 2 porcas de fixação do amortecedor ar direito debaixo caixa.
5. retirar e deixar o manipulador em posição de repouso.

O que acontece na prática é que os operadores neste passo, posicionam os amortecedores, apontam as porcas nos pernos. Só no passo MVM 02 terminam as operações desta folha standard. Para além da cronologia de operações não ser respeitada, um aperto que deveria ser direto, passa a ter um apontamento prévio.

Expôs-se a situação e foi explicado que era preferível perder algum tempo a apontar as porcas nos pernos (que já vêm soldados à carroçaria) e garantir que o processo não ia originar defeitos do que existir a probabilidade de durante o aperto, moerem-se as roscas e a caixa ter de ser excluída, fazendo perder muito mais tempo para ter que tirar a caixa do fluxo, voltar a soldar pernos novos e garantir a sua conformidade.

Com esta explicação, ficou entendido o porquê desta cronologia. Neste ponto, ficará a faltar fazer uma atualização às folhas standard para que fiquem de acordo com a realidade.

### Turno A

Tempo de ciclo	
Medição 1	00:32
Medição 2	00:42
Medição 3	00:42
Medição 4	00:40
Medição 5	00:46
Média	00:40

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 02S	34	17	50	57,50

### Turno B

Tempo de operação	
Medição 1	01:00
Medição 2	00:54
Medição 3	00:54
Medição 4	01:05
Medição 5	00:56
Média	00:57

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 02S	54	32	40,74074	43,86

O Turno B realiza mais uma operação do que o turno A neste posto (Encaminhar E Clipar Cablaria Principal Debaixo Caixa), que é executada durante o movimento do transportador do passo MVM 01 para o MVM 02.

É possível constatar que o tempo gasto em OC's é menor para o Turno B do que para o turno A, ou seja, as atividades que não criam valor são minimizadas para o Turno B.

## MVM 04S

### Turno A

Tempo de ciclo	
Medição 1	00:27
Medição 2	00:27
Medição 3	00:26
Medição 4	00:25
Medição 5	00:28
Média	00:26

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04S	8	10	20	61,54

### Turno B

Tempo de ciclo	
Medição 1	00:18
Medição 2	00:15
Medição 3	00:22
Medição 4	00:20
Medição 5	00:18
Média	00:18

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04S	8	10	20	44,44

Verifica-se que para executar as mesmas operações, o turno B leva menos 8 segundos que o turno A.

As operações são executadas pela mesma ordem cronológica, e pode-se retirar que o turno A, é mais lento a realizar as operações.

## MVM 02

Neste passo de trabalho, executam operações 2 postos de trabalho: o MVM 2S e o MVM 4S. Tem um TC definido de 50 segundos.

### MVM 02S

Neste passo, deveriam ser montados (feito no passo MVM 01) e apertados à carroçaria os amortecedores traseiros. Também encaminhada e clipada a cablaria principal.

Uma vez que só existe uma gama para o posicionamento dos amortecedores e foi contabilizada no passo MVM 01, o seu tempo standard não será considerado neste passo, apesar das operações estarem divididas por 2 passos.

#### Turno A

Tempo de operação	
Medição 1	00:45
Medição 2	00:42
Medição 3	00:46
Medição 4	00:46
Medição 5	00:38
Média	00:43

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 02S	19	25	24	41,86

#### Turno B

Tempo de operação	
Medição 1	00:16
Medição 2	00:19
Medição 3	00:21
Medição 4	00:16
Medição 5	00:15
Média	00:17

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 02S	4	12	66,66667	29,41

Por análise das operações, constata-se que o posto MVM 2S do Turno A não executa a seguinte operação - Desbloquear 4 Porcas Eixo AR(D+E). O Turno B também não a executa em todas as viaturas.

## MVM 04S

Neste passo, deveriam ser fixados agrafos dos tubos de travão e colocados 2 obturadores, mas na grande maioria já é tudo feito no passo MVM 1. Na prática, os operadores, neste posto, só fixam os agrafos do tubo de travão sobre a passagem de roda.

### Turno A

Tempo de ciclo	
Medição 1	00:07
Medição 2	00:06
Medição 3	00:07
Medição 4	00:07
Medição 5	00:07
Média	00:06

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04S	2	2	0	66,67

### Turno B

Tempo de ciclo	
Medição 1	00:10
Medição 2	00:11
Medição 3	00:11
Medição 4	00:10
Medição 5	00:12
Média	00:10

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04S	2	2	0	80,00

## MVM 03

Existem 3 postos de trabalho a realizar operações exclusivamente neste passo de trabalho: o MVM 03A, o MVM 03D e o MVM 03G, no entanto o posto MVM 4S e o MVM 2S também realizam operações neste passo.

De um modo geral, neste passo de trabalho é onde a carroçaria se junta com coiffage que vem do setor GAV num elevador e transportado num charriot empurrado por operadores. A empresa já está a tentar por em funcionamento AGV's para fazerem este trajeto, substituindo a mão humana.

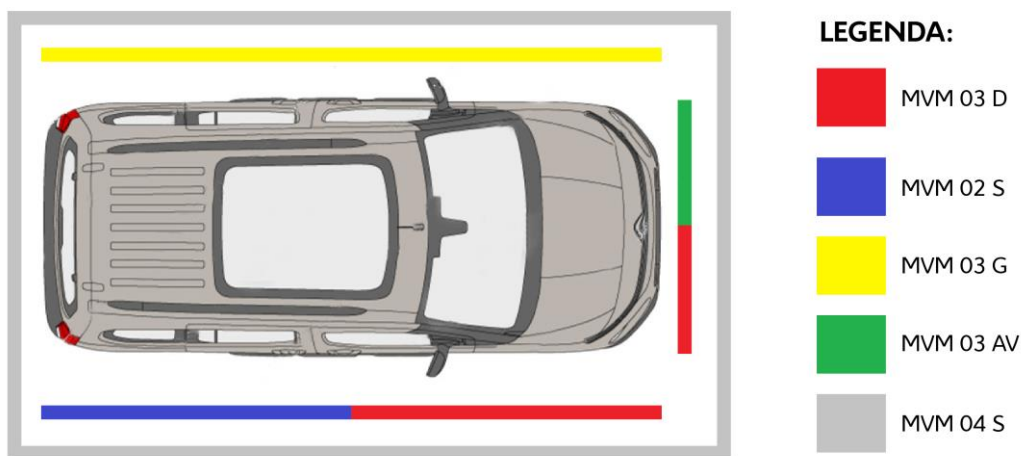


Figura 16 - Área de trabalho de cada posto de trabalho

Neste passo de trabalho, os turnos executam as operações com a mesma cronologia, daí não se ter feito a diferenciação do turno A e B.

Como este passo não tem nenhum tempo de ciclo definido e como os valores eram muito variáveis, durante dois dias, foram tirados os tempos desde que uma viatura entra no passo de trabalho, até ao momento que sai. Foi feita uma média desses valores para se ter uma ideia do tempo que demorava realizar as operações relativas aquele passo. A média resultante de todas as medições foi de 3:46 minutos (226 segundos), sendo este passo a definir o tempo de ciclo da linha, uma vez que todos os outros passos têm um tempo de ciclo inferior a este valor.

O posto de descarga dos transportadores aéreos (início do setor MVA) tem um tempo de ciclo definido de 2:58 minutos (178 segundos).

O MVA apenas avança se no posto de descarga estiver um veículo. Conseguem-se observar que os transportadores só avançam para este posto quando um transportador avança para a

posição MVM 03, isto é, só deixam um veículo quando os transportadores avançam e estes só avançam se não existir nenhum veículo no posto.

Se o  $(TC_{MVM03} + T_{MOVIMENTO DAS ARANHAS}) \leq TC_{MVA}$ , o  $TC_{MVA}=178$  segundos, mas se  $(TC_{MVM03} + T_{MOVIMENTO DAS ARANHAS}) > TC_{MVA}$ , o  $TC_{MVA} = (TC_{MVM03} + T_{MOVIMENTO DAS ARANHAS})$ .

Assim, a posição MVM 03 vai ditar a cadência de saída dos veículos da linha, sendo este o estrangulamento da linha.

Neste passo de trabalho trabalham 5 operadores, e vão ser analisadas as operações aqui executadas por cada um deles.

Os tempos de operação foram medidos e os valores encontram-se na tabela abaixo.

**Tabela 5 - Tempos de Operação no Passo MVM 03**

Posto	MVM 02S	MVM 03D	MVM 03A	MVM 03G	MVM 04S
<b>MEDIÇÃO 1</b>	90	130	116	126	115
<b>MEDIÇÃO 2</b>	88	129	108	123	135
<b>MEDIÇÃO 3</b>	88	128	112	128	125
<b>MEDIÇÃO 4</b>	93	129	108	138	135
<b>MEDIÇÃO 5</b>	94	126	108	126	115
<b>Média</b>	90,6	128,4	110,4	128,2	125

Nota1: No posto MVM 04S somam-se 20 segundos ao tempo de ciclo caso o veículo tenha prolongues.

Os valores anteriores podem sofrer alterações, dependendo dos problemas com que os operadores de deparam: desvio dos orifícios dos parafusos, mástique nas roscas, apertos com difícil acesso, .... Constatou-se que os atrasos eram devidos, na sua grande maioria, ao posicionamento do transportador e da coiffage.

Foram também medidos os tempos que demorava o acoplamento e desacoplamento da carroçaria. As medições foram as seguintes:

<b>Acoplamento</b>	
<b>MEDIÇÃO 1</b>	00:33
<b>MEDIÇÃO 2</b>	00:32
<b>MEDIÇÃO 3</b>	00:34
<b>MEDIÇÃO 4</b>	00:27
<b>MEDIÇÃO 5</b>	01:40
<b>MÉDIA</b>	00:45

<b>Desacoplamento</b>	
<b>MEDIÇÃO 1</b>	00:19
<b>MEDIÇÃO 2</b>	00:19
<b>MEDIÇÃO 3</b>	00:17
<b>MEDIÇÃO 4</b>	00:21
<b>MEDIÇÃO 5</b>	00:16
<b>Média</b>	00:18

É notável que o acoplamento da carroçaria ocupa uma grande percentagem (comparando com o maior tempo de ciclo, MVM 03D: 35%), representa do tempo de ciclo do passo de trabalho.

Desde que a coiffage esteja disponível quando uma viatura chega ao passo de trabalho, leva em média 10 segundos a que la seja encaminhada até à plataforma elevatória. Segundo as gamas, o tempo que a carroçaria leva a baixar para encaixar com a mecânica são 16 segundos. A soma destes dois tempos dá o total do acoplamento (26 segundos) e consegue-se constatar que os valores medidos são todos eles superiores. Na grande maioria dos casos, esta operação atrasa visto que não existe um posicionamento correto, quer da carroçaria nos transportadores ou nos carros de transporte da pintura, quer do charriot da mecânica, que já tem empenos - Ele é transportado manualmente e por vezes bate contra pilares, fazendo quem que empene e não sejam garantidas as posições de encaixe.

Com estes valores, vai-se explicar o TC medido para o passo MVM 03:

Posto com maior tempo de operações-MVM 03D=128s

Acoplamento= 45s

Desacoplamento= 18s

Atrasos= 35s

Tempo de ciclo no passo MVM 03 =  $128+45+18+35=226s$

Se considerarmos o tempo de acoplamento e desacoplamento e o TC do MVM 03D mínimos medidos:

Tempo de ciclo no passo MVM 03 =  $126+27+16=169s$

O tempo mínimo medido deste posto nos dois dias de medições foi de 2:48 minutos(168s), sendo os valores medidos plausíveis, uma vez que existe uma diferença de 1 segundo, justificável pelo facto que que o valor dos TC serem valores médios.

Consegue-se verificar que entre o mínimo valor medido e a média de TC do passo MVM 03, existem 20 segundos de diferença. Este tempo é explicado pelas razões referidas acima (problemas com que os operadores se deparam). O valor de 169 segundos de tempo de ciclo foi um caso no qual a viatura vinha em perfeitas condições para que as operações fossem executadas rápido e bem.

De modo a que se consiga otimizar este passo de trabalho, devem ser resolvidas as questões que causam os atrasos. Mesmo com o tempo mínimo a ser executado, este passo continuaria a ser o estrangulamento do MVM, e será também necessário estudar as operações para que possam ser reduzidos os seus tempos.

Vão ser comparados os tempos das folhas standard com os tempos de operação reais, e, desenvolver oportunidades de melhoria dos processos.

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 03AV	74	79	6,3291139	54,33526
MVM 02S	41	68	39,705882	55,84416
MVM 03D	120	108	-11,11111	43,4555
MVM 03G	106	102	-3,921569	46,59686
MVM 04S	75	92	18,478261	51,06383

O aperto do eixo traseiro encontra-se subdimensionado nas gamas, isto é, leva mais tempo a executar a operação na realidade do que na teoria. Isto leva a que haja um valor de desvio maximizado no posto MVM 02S.

O aperto do berço encontra-se sobredimensionado nas gamas, fazendo com que haja um valor de desvio, também elevado no posto MVM 03D.

No posto MVM 03G, que aperta o eixo traseiro esquerdo e o berço esquerdo tem um valor normal visto que nivelam o desvio.

O posto MVM 04 apresenta um desvio porque todas as operações, na gama, têm um tempo menor do que o real.

### Causas do estrangulamento

As causas detetadas que levam a que existam atrasos no tempo de ciclo do passo de trabalho são as seguintes:

1. Posicionamento da caixa no transportador
2. Posicionamento do transportador da carroçaria
3. Posicionamento do transportador aéreo
4. Posicionamento da coiffage
5. Operações

O objetivo de produção é de 112 viaturas por turno e a média de tempo de ciclo do passo faz com que consigam ser produzidas 117.

$$TC(MVM03) = 226s = \frac{26\ 640s}{\text{Capacidade produtiva}}$$

$$\Leftrightarrow \text{Capacidade produtiva} = 117 \text{ viaturas}$$

O tempo de ciclo de operação no posto é em média de 191 segundos (tempo de operação + tempo de acoplamento + tempo de desacoplamento do charriot). No entanto, a demora da chegada de carroçarias e/ou da parte mecânica, faz com que este tempo suba para os 226 segundos, aumentando o tempo do estrangulamento.

Consegue-se observar que o TC é inferior ao TT, ou seja, o RO (que é calculado com base no TT) deveria ser superior a 100%. Na verdade, isto não se verifica, e nem sequer atinge o objetivo de 97.4%.

Isto deve-se ao facto de que os transportadores são independentes uns dos outros (enquanto uns estão em movimento, outros estão parados) e existem atrasos nos TC's em toda a secção.

O facto de a capacidade produtiva máxima ser de 117 viaturas, funciona como um buffer. Ou seja, a linha consegue atenuar o atraso de 5 viaturas e mesmo assim cumprir com o objetivo de 112 viaturas produzidas por turno.

Melhorando os processos, vai-se aumentar esse buffer e, por sua vez, o RO.

## **Propostas de melhoria**

As propostas de melhoria para este passo de trabalho vão ser assentes nos seguintes constrangimentos:

1. Linha M3(GAV e HC)
2. Posicionamento da carroçaria no charriot
3. Posicionamento do charriot da carroçaria
4. Posicionamento da carroçaria no transportador aéreo
5. Posicionamento da coiffage
6. Operações

### ***Linha M3***

Existe um elevador que transporta a componente mecânica do piso inferior para o piso onde vai ser acoplada com a carroçaria. Atualmente, o tempo de ciclo do elevador está situado nos 4:20 minutos (2:10 para a subida + 2:10 para a descida). Há que ter em conta atualmente, este sistema está a funcionar em modo degradado pois são operadores que empurram o charriot para dentro do elevador e o tiram no piso 0. Este tempo foi medido, com os AGV's que futuramente vão substituir os operadores. Com um tempo de ciclo seria possível produzir um máximo de 102 viaturas por turno.

Existindo um elevador para elevar a carroçaria e outro para a descer, o TC parraria para metade. Há uma condicionante que o GAV, tem um TC de 3:30 minutos, ou seja, com esta implementação, apenas se iam ganhar 60 segundos em cada viatura. Para uma futura investigação, é proposto que se estude este setor, de modo a que seja possível diminuir o TC e potenciar os ganhos da implementação do elevador.

Com a linha otimizada e os elevadores implementados, o TC de fornecimento de motores passaria para os 2:10 minutos.

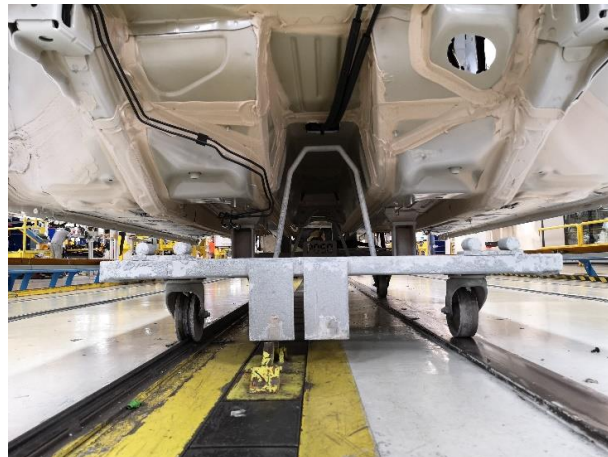
### ***Posicionamento das carroçarias***

Constata-se de que as carroçarias não têm sempre a mesma posição no charriot visto que não existe nenhum mecanismo que assegure o posicionamento.

Posicionamento atual:



**Figura 17 - Charriot de Transporte das Carroçarias**



**Figura 18 - Vista frontal dos Apoios do Charriot**



Figura 19 - Vista Lateral dos Apoios do Charriot

Nas 2 figuras anteriores é possível observar os suportes da carroçaria. O que estes suportes garantem apenas, é que a carroçaria não se movimenta no eixo z porque em torno do eixo y e x não garantem que esteja fixa.

É possível verificar rotações e movimentos laterais das carroçarias em cima do charriot pelas figuras abaixo.

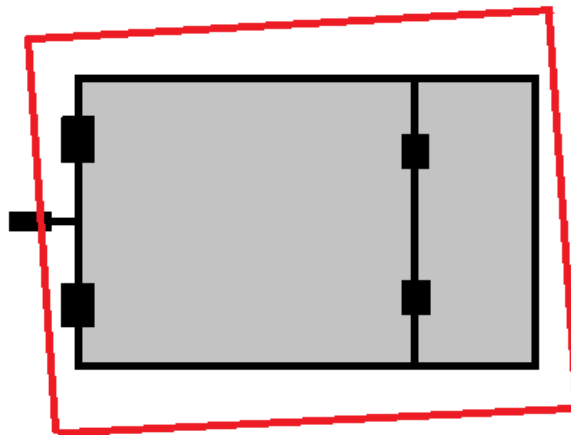


Figura 20 - Esquema de Rotação da carroçaria no Charriot



Figura 21 - Exemplo Real da Rotação da Carroçaria

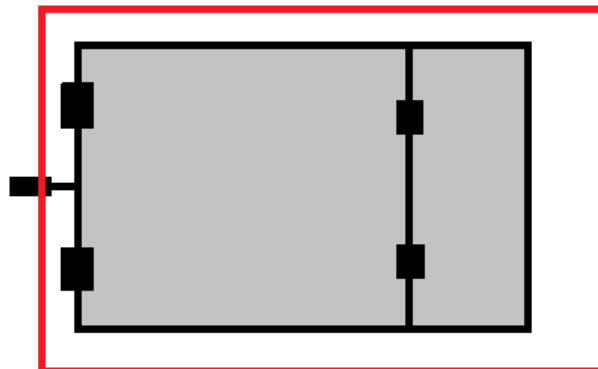


Figura 22 - Desvio Frontal



Figura 23 - Exemplo Real do Movimento Frontal da Carroçaria

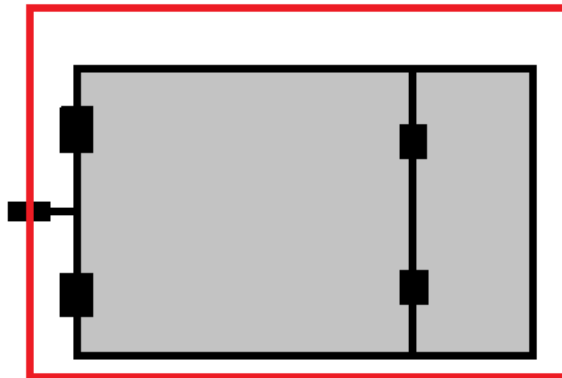


Figura 24 - Desvio Lateral

Proposta:

A proposta para correção deste posicionamento é introduzir nos charriots uma barra com dois pinos de centralização que vão acoplar na travessa traseira da carroçaria, garantindo, assim, que ela entre sempre no posto MVM 01 na mesma posição em cima do charriot. A barra não iria suportar qualquer peso, visto que teria uma espessura inferior ao distanciamento entre o eixo e o charriot, e os pinos, auxiliam o posicionamento da carroçaria.

A modificação pode ser feita internamente, sendo a seguinte imagem um exemplo do charriot com os pinos:



Figura 25 - Modificação do Charriot

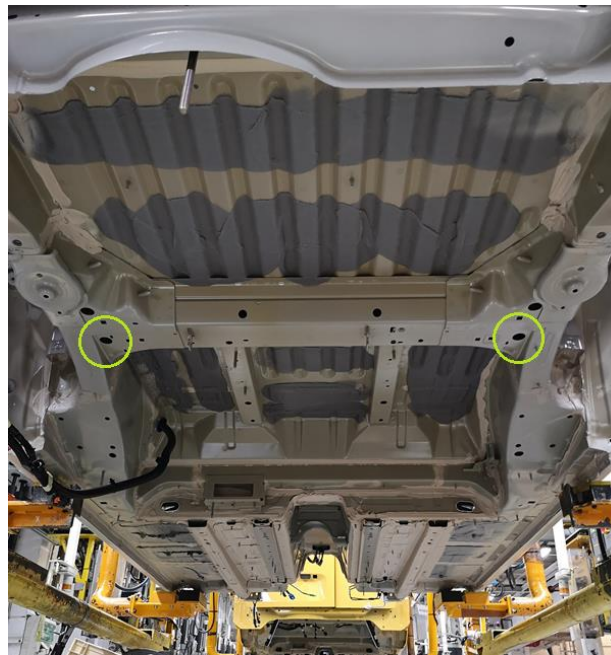


Figura 26 - Orifícios do Eixo Traseiro que Vão Centrar a Carroçaria

### ***Posicionamento da carroçaria no transportador aéreo***

Um dos factos que se constatou neste passo é que o comprimento dos braços do transportador aéreo não é o mesmo em todos eles devido a folgas e empenos.

Medindo com um nível, verifica-se que a altura dos braços dos transportadores não é a mesma (exposto nas 2 figuras abaixo), originando dificuldades no acoplamento.



Figura 27 - Medição do Nivelamento na Travessa Lateral



Figura 28 - Medição do Nivelamento no Eixo Traseiro

Pela figura seguinte verifica-se também que, para além da posição em que a aranha apanha as carroçarias nos charriots, os braços do transportador podem não estar a fechar todos o correto, apesar da existência de um batente que é suposto garantir que eles fecham todos até aquele ponto (deve-se ter em conta que este facto também pode ser devido ao posicionamento das carroçarias no charriot):



Figura 29 - Transportador Apanha a Carroçaria no Limite do Suporte

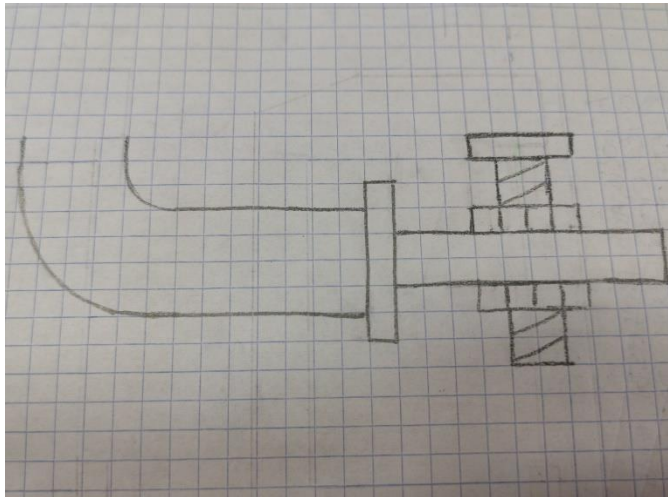
**Propostas:**

De modo a corrigir o nivelamento dos braços dos transportadores, é necessário que se meçam todos eles, na vertical, de modo a saber os desfasamentos é que existem em cada um. Seguidamente, devem-se trocar as pontas dos braços dos transportadores por um sistema em que seja possível proceder à correção de cada um dos braços, individualmente, representado na figura abaixo.

O nível pelo qual todos os braços devem ser acertados deverá ser igual ou superior ao da menor medida encontrada. Tomando um exemplo prático de um transportador (tabela abaixo): os braços devem ser todos alterados para 1 metro e 80 centímetros e se esta for a menor medida encontrada em todos os transportadores, todos devem ser regulados nesta medida.

Tabela 6 - Exemplo do Comprimento dos Braços de um Transportador

Braço da Aranha	Comprimento
1	1.80m
2	1.83m
3	1.84m
4	1.83m



**Figura 30 - Proposta Para Nivelamento dos Transportadores**

O suporte atual das aranhas seria substituído por um sistema constituído por uma barra roscada, com uma chapa de metal numa das pontas (onde iria assentar a carroçaria). O sistema de porca e contraporca permitiria o ajuste da altura e fixação da barra.

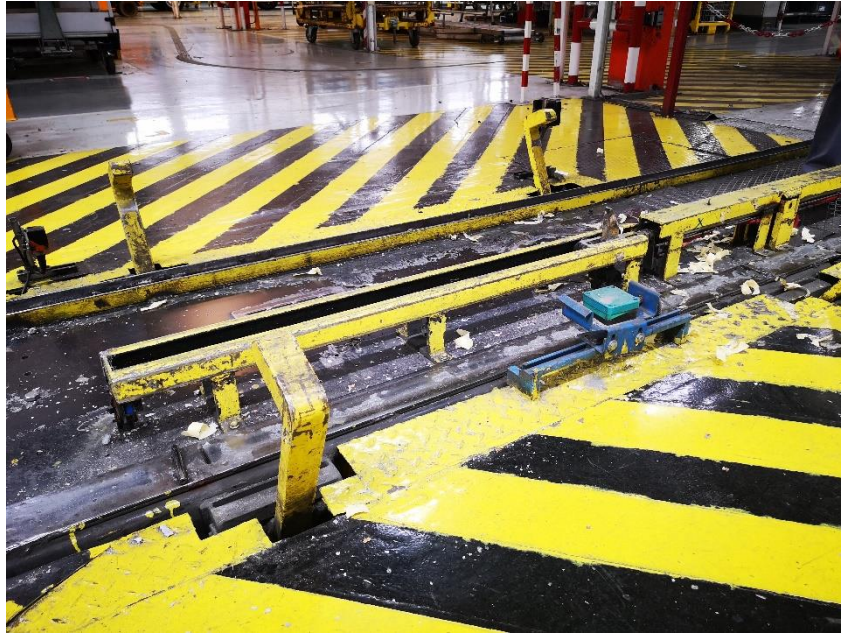
Os batentes dos braços das aranhas também deveriam ser todos revistos para garantir que elas fecham todas de igual forma.

#### ***Posicionamento da coiffage***

Existe um sistema projetado para posicionar o charriot na posição de carga exata (ver figura abaixo) No entanto, constata-se que, nem sempre, este sistema cumpre com o seu propósito.

O charriot que traz a carroçaria, é transportado em cima de calhas, e chega a um determinado ponto que não avança mais. Existe depois uma barra que o puxa até ele chegar a um batente que o para na posição de carga. Contudo, por vezes a barra não o empurra até ao batente e é necessário que um operador faça esse trabalho manualmente, podendo existir um erro de posicionamento.

Este sistema deve ser revisto para que cumpra com os seus requisitos e seja possível garantir a posição da carroçaria.



**Figura 31 - Posto de Carga da Carroçaria**

Existe uma folga máxima de 1 centímetro na localização da paragem da aranha na linha, mas até a esse valor não existe nenhum problema, uma vez que os pinos que vêm na coiffage para posicionar a carroçaria no sítio certo têm 2 centímetros de diâmetro.

Se a carroçaria não estiver nivelada, vai fazer com que o acoplamento atrase, visto que os pinos não encaixam nos orifícios da carroçaria.

Como indicado anteriormente, foi observado, que devido aos charriots baterem contra os pilares, os posicionamentos estão postos em causa. Todos os charriots devem passar por uma revisão, de modo a que os distanciamentos sejam garantidos.



**Figura 32 - Pinos Traseiros**

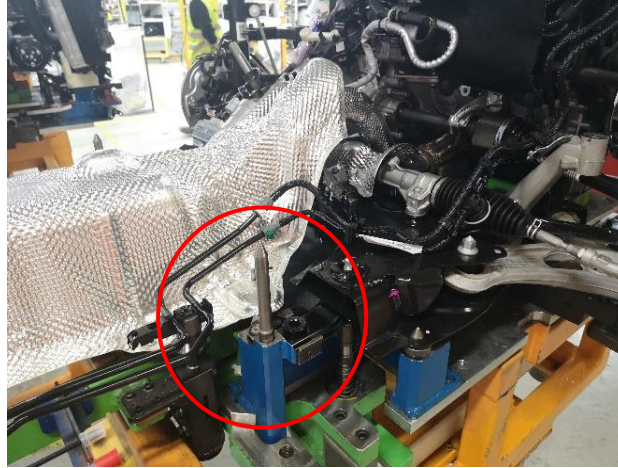


Figura 33 - Pinos Frontais

### Otimização de operações

Uma possibilidade de melhoria para o posto, em termos de operações, será durante o aperto do eixo traseiro (Gamas M\*\*E211BG e M\*\*E211BH). Atualmente, os 4 parafusos dos eixos são posicionados e seguidamente, são apertados com uma aparafusadora individualmente. Primeiro, os 2 parafusos com um binário de aperto de 145 N.M (com uma chave 18) e, seguidamente, troca-se a extensão e a ponteira e apertam-se os restantes parafusos com um binário de 115 N.M (com uma chave 16)

Quando se retira a extensão do suporte, a aparafusadora seleciona, o binário adequado para garantir o aperto.

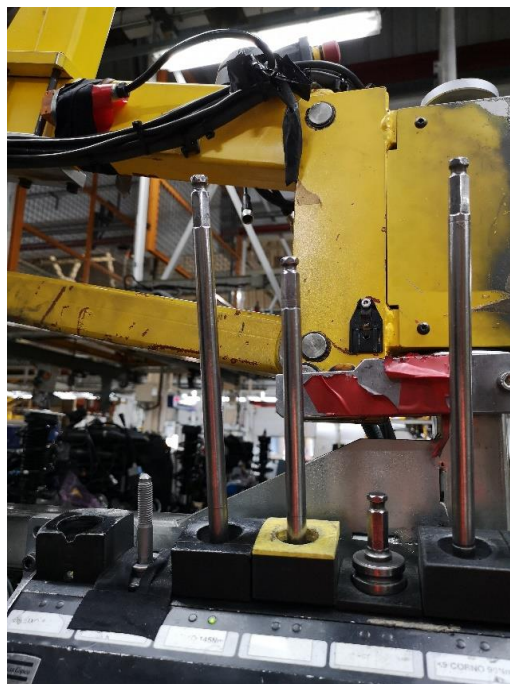


Figura 34 - Suporte das Ponteiras da Aparafusadora

Inicialmente foi pensado apertar todos os parafusos de uma vez só, projetando um suporte (baseado num sistema de rodas dentadas) para as ponteiras da aparafusadora.

Quando esta ideia inicial foi discutida com o responsável de apertos da empresa, foi indicado que como o aperto destes parafusos tinha que ser garantido com os binários corretos, o sistema acima referido não podia funcionar, tendo de ser aplicado um sistema com 4 aparafusadoras que garantisse as especificações e as ordens de aperto.

Também foi dada a informação de que este sistema já tinha sido projetado e validado.

Com esta implementação, vai ser possível reduzir o tempo de ciclo em 25 segundos, sendo possível produzir (considerando o tempo de ciclo inicial de 226 segundos) 132 viaturas por turno, representando um aumento de 15 viaturas

### **Expectativas de Melhoria Corrigindo Posicionamentos**

A média do acoplamento, sem contar com o posicionamento da coiffage na plataforma são cerca de 35 segundos e o tempo standard são 16. Isto mostra que podemos fazer melhorias ao processo em 19 segundos por viatura no acoplamento e 2 segundos no desacoplamento (passando para o tempo mínimo registado). A correção destes posicionamentos vai levar a que o acoplamento e desacoplamento seja executado sem problemas, sendo possível afirmar que os ganhos seriam os referidos.

Pela média dos tempos de ciclo do passo MVM 03 sabemos que a produção máxima possível seria de 117 viaturas visto que o tempo de ciclo médio é de 226 segundos.

Conseguindo ganhar 21 segundos em cada viatura com as correções de posicionamento, o tempo de ciclo passa para 205 segundos e será possível produzir 129 viaturas por turno, tendo um ganho de 12 viaturas por turno.

### **Constatações do passo MVM 03**

O TC do passo MVM 03 é de 226 segundos como referido anteriormente. Corrigindo o posicionamento das carroçarias e dos transportadores, estima-se um ganho de 21 segundos.

Com a introdução do aparafusamento em simultâneo dos 4 parafusos do eixo traseiro, prevê-se que se reduza o tempo de operação do posto MVM 02S e do MVM 03G em 25 segundos.

Sabe-se que o TC do MVM 03 é de 226. Este tempo é distribuído da seguinte maneira:

128 segundos para o posto com maior TC, 45 segundos para acoplamento, 18 segundos para desacoplamento e 35 segundos para atrasos.

Os tempos de ciclo dos postos passariam a ser:

Posto	MVM 02S	MVM 03D	MVM 03A	MVM 03G	MVM 04S
<b>Média</b>	90,6	128,4	110,4	128,2	125
<b>Média - Optimização</b>	46,6	109,4	91,4	84,2	125
<b>Redução Não RO(%)</b>	48,57	14,80	17,21	34,32	0,00

Com estas implementações, o tempo de ciclo máximo do passo passaria a ser:

109 segundos para o posto com maior TC, 26 segundos para acoplamento, 16 segundos para desacoplamento e 35 segundos para possíveis atrasos (mástique, apertos moídos, ...), que resulta num total de 186 segundos.

Com um TC de 186 segundos, seria possível produzir neste passo de trabalho 143 viaturas por cada turno.

## MVM 04

### MVM 4AR

Neste posto, todas as operações são realizadas debaixo de caixa. O operador aperta o depósito, faz o encaixe e cravação dos tubos de travão de mão, monta o suporte da roda suplente e conecta cablaria.

Existem 4 diversidades neste passo de trabalho: que se dividem por motor a gasolina (EB) ou a gasóleo (DV) e com travão de mão manual ou elétrico.

#### Turno A

Neste turno, o operador executa todas as operações com a mesma sequência, sendo possível fazer uma ordem cronológica das operações. Verifica-se que o operador aponta as porcas das sangles AR e Esquerda do depósito carburante, quando deviam ser apertadas sem apontar previamente.

Visto que tem disponibilidade, enquanto o passo MVM 03 não envia outro veículo, o operador desloca-se ao passo MVM 02 para montar os apoios e o gancho da roda de socorro, sobrando ainda tempo para empurrar os carros com o material para os postos seguintes.

#### 1. Motor DV travão de mão elétrico

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:25
Medição 2	02:08
Medição 3	02:03
Medição 4	02:05
Medição 5	02:10
Média	02:10

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	117	86	36,04651	33,84615

## 2. Motor EB travão de mão elétrico

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:09
Medição 2	02:28
Medição 3	02:30
Medição 4	02:29
Medição 5	02:23
Média	02:35

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	123	90	36,66667	41,93548

## 3. Motor DV travão de mão manual

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:37
Medição 2	02:25
Medição 3	02:46
Medição 4	02:38
Medição 5	02:50
Média	02:39

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	145	118	22,88136	25,78616

## 4. Motor EB travão de mão manual

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:22
Medição 2	03:02
Medição 3	03:11
Medição 4	03:12
Medição 5	03:07
Média	03:10

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	151	125	20,8	34,21053

## Turno B

É possível constatar que o operador não tem uma ordem exata de executar as tarefas. Neste turno, o operador não executa duas operações: aplicar massa sobre agrafó cabo travão direito e esquerdo e apontar porca fixação traseira depósito S.C.R..

### 1. Motor DV travão de mão elétrico

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:34
Medição 2	02:30
Medição 3	02:32
Medição 4	02:26
Medição 5	02:25
Média	02:29

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	117	86	36,04651	42,28188

### 2. Motor EB travão de mão elétrico

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:42
Medição 2	03:15
Medição 3	02:35
Medição 4	02:28
Medição 5	02:45
Média	02:45

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	123	90	36,66667	45,45455

### 3. Motor DV travão de mão manual

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:40
Medição 2	03:12
Medição 3	02:55
Medição 4	02:41
Medição 5	02:58
Média	02:53

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	145	118	22,88136	31,79191

#### 4. Motor EB travão de mão manual

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:20
Medição 2	03:22
Medição 3	03:26
Medição 4	03:07
Medição 5	03:30
Média	03:21

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 04A	151	125	20,8	37,81095

## MVM 06

Neste posto são apertadas as ponteiras de transmissão, montados os sensores ABS, colocados os suportes do para-choques traseiro e ligada cablaria.

### MVM 06 D

Os tempos foram medidos apenas para uma diversidade de veículos: Motor DV sem embelezador, sem antena ADML, com insonorização, portas AR. batentes s/vidros e A/C. Foi escolhida esta diversidade porque é muito raro aparecer em linha um veículo com antena ADML e, porque, medindo o tempo de uma carrinha com embelezadores e porta volet, a diferença entre tempos de ciclo é de 15 segundos(OC´s incluídas).

O tempo standard e os tempos de operação abaixo referidos, foram para a diversidade de carrinhas abordadas (Motor DV sem embelezador, sem antena ADML, com insonorização, portas AR. batentes s/vidros e A/C)

Turno A

Operador 1

Existe rotatividade de operadores e neste turno, um operador trabalha das 7:00 até as 10:55 e outro, das 11:25 até as 15:00.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:15
Medição 2	02:20
Medição 3	02:12
Medição 4	02:26
Medição 5	02:20
Média	02:18

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 06D	122	61	50	55,7971

Neste turno, o operador monta o tubo de refrigeração, agrafa o tubo de carga do motor, monta a estanquicidade do guarda lamas e posiciona a proteção da correia no passo MVM 05. Vai também ao carro do picking buscar a estanquicidade do guarda lamas e o depósito do limpa vidros. As operações anteriormente descritas levam 30 segundos.

Quando o veículo leva os embelezadores, o operador do posto MVM 6G passa-lhe as peças por dentro da carroçaria, fazendo com que o MVM 06D não perca tempo para os ir buscar ao carro do picking.

Foi constatado de que quando o operador se dirigia para o posto 5 para executar as operações, ia de mão vazias ao contrário dos outros operadores deste posto. Foi executado um teste e executaram-se as seguintes operações no passo MVM 05:

M**V5D1I8	MONTAR TUBO REFRI TABLIER SOBRE SAIDA CONDENSADOR
M**B123YB	AGRAFAR TUBO CARGA MOTOR SOBRE BRANCARD DIREITO
M**B123YZ	AGRAFAR TUBO CARGA MOTOR SOBRE BRANCARD DIREITO
M**K3C0G9	MONTAR ESTANQUECIDADE GUARDA LAMAS AV. DIREITO
M**A181Y9	APERTAR PROTECTOR CORREIA SOBRE BRANCARD
M**C711AK	APONTAR PORCA TRANSMISSAO AV DIREITA
M**K3J0UR	CLIPAR PORCA CAIXA SOBRE SOLA BRANCARD AV. DIREITO
M**K3J0UT	MONTAR PORCA FIXAÇÃO PASSAGEM RODA SOBRE EMBALADEIRA AV. DIREITA
M**K4H0PX	MONTAR 1 AGRAFO PASSAGEM RODA AR. DIREITA

O tempo de ciclo no passo MVM 06 foi de 1:50. Isto quer dizer que a cronologia deste operador, atualmente, não é a melhor entre as 3 observadas, no entanto pode ser melhorada, reduzindo o tempo de ciclo fazendo as operações supracitadas antes da entrada do veículo no passo MVM 06.

#### Operador 2

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:20
Medição 2	02:06
Medição 3	02:05
Medição 4	02:08
Medição 5	02:18
Média	02:11

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 06D	122	61	50	53,43511

Todas as operações que foram postas a teste, à exceção da montagem do tubo de refrigeração, são executadas por este turno no passo MVM 05, à semelhança do turno B e levam 30 segundos a serem realizadas.

## Turno B

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:15
Medição 2	02:25
Medição 3	02:13
Medição 4	02:15
Medição 5	02:11
Média	02:15

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 06D	122	61	50	54,81481

## MVM 06G

Foi considerada apenas a diversidade mais representativa que é Carrinha DV 5V com tampa de combustível normal, sem PLC esquerda e sem antena ADML. Em ambos os turnos, os operadores, começam a trabalhar no passo MVM 05 e demoram 30 segundos a executar as operações aí.

## Turno A

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:34
Medição 2	02:38
Medição 3	02:34
Medição 4	02:33
Medição 5	02:27
Média	02:33

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 06G	109	102	6,422018	33,33333

## Turno B

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:29
Medição 2	02:25
Medição 3	02:20
Medição 4	02:20
Medição 5	02:21
Média	02:23

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 06G	109	102	6,422018	28,67133

Durante as medições dos tempos de ciclo desta diversidade, foi montada uma carrinha com motor DV com caixa de 5V, com antena ADML, tampa de combustível standard e PLC esquerda. O tempo medido foi de 3:30.

## MVM 07

Neste passo, são aplicados os defletores frontais, apertada a travessa traseira, colocadas as passagens de roda traseiras e o para-choques traseiro. À semelhança do MVM 06D, também há rotatividade de operadores. Os operadores também começam as operações no passo anterior de modo a ganharem tempo no seu passo de trabalho (MVM 07)

### MVM 07AR

Foram abordadas duas diversidades. Portas traseiras batentes e porta traseira volet. Não se conseguiu tirar tempos de nenhuma viatura com o M.E.A.P. devido ao facto de a probabilidade de aparecer uma viatura equipada com este módulo é muito reduzida

Turno - Operador 1

O operador posiciona a passagem de roda esquerda no passo anterior.

Portas batentes sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:47
Medição 2	02:41
Medição 3	02:43
Medição 4	02:45
Medição 5	02:44
Média	02:44

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	106	115	-8,49057	29,87805

Porta volet sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:50
Medição 2	02:48
Medição 3	02:50
Medição 4	02:46
Medição 5	02:43
Média	02:47

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	110	115	-4,54545	31,13772

## Turno A - Operador 2

Não completa a gama de colocação da passagem de roda. Apenas posiciona a passagem de roda e aperta as 3 porcas fechadas (5 segundos para montar a passagem de roda, vai buscar a aparafusadora e as porcas e leva mais 6 segundos para as apertar). Acaba a operação depois de encaixar o lado direito do para-choques traseiro e leva mais 9 segundos a apertar os parafusos.

Quando o operador aperta os parafusos de suporte do para-choques traseiro, faz em partes separadas, parafuso esquerdo após colocar a passagem de roda esquerda e o direito depois da passagem de roda direita.

### Portas batentes sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:08
Medição 2	02:10
Medição 3	02:18
Medição 4	02:15
Medição 5	02:12
Média	02:12

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	106	115	-8,49057	12,87879

### Porta volet sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:15
Medição 2	02:14
Medição 3	02:18
Medição 4	02:18
Medição 5	02:16
Média	02:16

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	110	115	-4,54545	15,44118

## Turno B

À semelhança do operador 2 do turno A, o turno B, também não completa a gama de colocação de passagem de roda. Apenas a coloca e aperta as 3 porcas. Também coloca os parafusos de suporte do para-choques traseiro separadamente: parafuso esquerdo após colocar a passagem de roda esquerda e o direito depois da passagem de roda direita.

### Portas batentes sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:44
Medição 2	02:50
Medição 3	02:41
Medição 4	02:35
Medição 5	02:40
Média	02:42

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	106	115	-8,49057	29,01235

### Porta volet sem M.E.A.P.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:43
Medição 2	02:50
Medição 3	02:45
Medição 4	02:36
Medição 5	02:38
Média	02:42

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	110	115	-4,54545	29,01235

## MVM 08

### MVM 08AV

Também começa as operações no passo atrás. Coloca o SAC, a buzina, o fecho do capot e aparafusa-os. Encaixa o tubo de desgaseificação, liga os cabos dos sensores de temperatura, marcha atrás e start and stop e enche o tanque de valvolina da caixa de velocidades (à exceção da caixa de velocidades automática).

Vão ser consideradas as 5 diversidades existentes neste passo de trabalho, que variam com o tipo de motor e caixa de velocidades.

#### Turno A

Neste turno, o operador monta todos os componentes no passo MVM 08, a menos que tenha muito tempo entre veículos, e aí, vai ao passo MVM 07 para montar a buzina, apertar a porca e clipar o tubo de desgaseificação. Todos os tempos medidos abaixo, foram medidos com o operador a realizar todas as operações no passo MVM 08

#### Motor DV6 caixa 5V(BE4) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:50
Medição 2	02:52
Medição 3	02:48
Medição 4	02:30
Medição 5	02:43
Média	02:44

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	99	90	9,090909	45,12195

Motor DV5 Caixa 5V(BE4) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:47
Medição 2	02:52
Medição 3	02:43
Medição 4	02:35
Medição 5	02:40
Média	02:43

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	99	90	9,090909	44,78528

Motor EB Caixa 5V(MB6) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:48
Medição 2	02:49
Medição 3	02:48
Medição 4	02:50
Medição 5	02:40
Média	02:47

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	121	90	25,61983	45,12195

Motor DV5 caixa automática com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:50
Medição 2	02:47
Medição 3	02:40
Medição 4	02:45
Medição 5	02:48
Média	02:46

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	101	85	15,84158	48,79518

Motor DV5 Caixa 6V(ML6C) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:52
Medição 2	03:00
Medição 3	02:48
Medição 4	02:53
Medição 5	02:55
Média	02:53

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	108	94	12,96296	45,66474

Turno B

Aponta os parafusos do SAC. Apesar de existirem nas gamas, não é obrigatório proceder a esta ação, segundo a empresa. Se ele não apontar estes parafusos, vai ter tempo para ir buscar o material e montar a buzina no MVM 07, reduzindo o tempo de ciclo em 16 segundos.

Motor DV6 caixa 5V(BE4) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:50
Medição 2	02:56
Medição 3	03:01
Medição 4	02:40
Medição 5	02:45
Média	02:50

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	99	90	9,090909	47,05882

Motor DV5 Caixa 5V(BE4) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:48
Medição 2	02:40
Medição 3	02:52
Medição 4	02:45
Medição 5	02:35
Média	02:44

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	99	90	9,090909	45,12195

Motor EB Caixa 5V(MB6) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:46
Medição 2	02:49
Medição 3	02:50
Medição 4	02:50
Medição 5	02:46
Média	02:48

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 08AV	121	90	25,61983	46,42857

Motor DV5 caixa automática com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:19
Medição 2	02:21
Medição 3	02:24
Medição 4	01:59
Medição 5	02:10
Média	02:14

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	101	85	15,84158	36,56716

O a medição 4 resultou de um atraso do MVM 07, que permitiu ao operador do MVM 08 dirigir-se ao passo anterior para montar a buzina e apontar a porca, e, montar a travessa e apontar os parafusos.

Motor DV5 Caixa 6V(ML6C) com STT

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:45
Medição 2	02:43
Medição 3	02:55
Medição 4	02:40
Medição 5	02:43
Média	02:45

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 07AR	108	94	12,96296	43,0303

## MVM 09

Neste passo de trabalho é montada a bateria e o DMTR. Também é ligada cablaria e o circuito hidráulico da embraiagem.

### MVM 09G

Para este posto foram consideradas 3 diversidades de veículos: Motor DV caixa de 5 e 6 velocidades, Motor EB caixa de 5 velocidades. Quando existe um veículo com caixa automática, o operador demora mais 6 segundos a executar o ciclo visto que tem que conectar a cablaria principal sobre a caixa de velocidades.

Turno A

Motor EB Caixa 5V(MB6)

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:46
Medição 2	02:48
Medição 3	02:47
Medição 4	02:50
Medição 5	03:10
Média	02:52

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G	133	78	41,35338	54,65116

Motor DV6 - Quando da medição dos tempos de ciclo para esta diversidade, notou-se que os valores oscilavam muito e deste modo, fez-se um maior número de leituras para se poder tirar uma média mais acertada.

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:30
Medição 2	02:55
Medição 3	02:50
Medição 4	02:47
Medição 5	02:50
Medição 6	02:57
Medição 7	02:37
Medição 8	02:29
Medição 9	02:40
Medição 10	02:41
Média	02:46

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G	149	96	35,57047	42,16867

#### Motor DV Caixa 5V(BE4)

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:00
Medição 2	02:50
Medição 3	02:49
Medição 4	02:52
Medição 5	02:55
Média	02:53

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G	154	101	34,41558	41,6185

Neste turno o operador não se dirige ao passo anterior para realizar operações. Com o tempo de ciclo disponível para realizar as operações atribuídas, ele não consegue cumprir com o tempo de ciclo. Para impedir que o transportador avance no final do tempo definido, é, de forma propositada, causado um estrangulamento com o manipulador das baterias.

Após montar o DMTR e o suporte da cablaria do motor, o operador pega numa bateria com o manipulador e deixa-o fora da posição de repouso. Monta todos os outros componentes até ter que montar a bateria sobre o suporte. Após realizar esta ação, mais uma vez não posiciona o manipulador na posição de repouso e só o faz quando termina a execução de todas as operações do veículo.

O transportador reconhece que o manipulador está em utilização e não avança enquanto não estiver encostado.

A prova desta deste encravamento é dado pelo Supervisor Aranhas que nos mostra a diferença do tempo de paragens por encravamentos neste passo de trabalho.

A figura abaixo compara o tempo de encravamento entre o turno A e o B no dia 18 de abril durante o período de operação de cada turno:

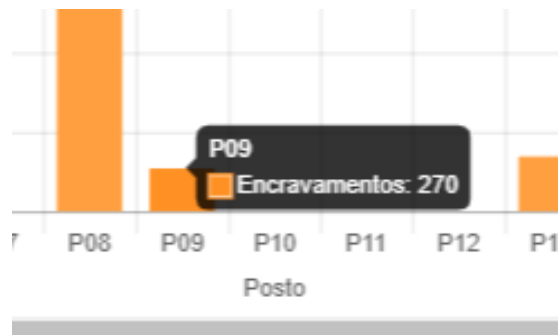


Figura 35 - Encravamentos MVM 09 Turno B

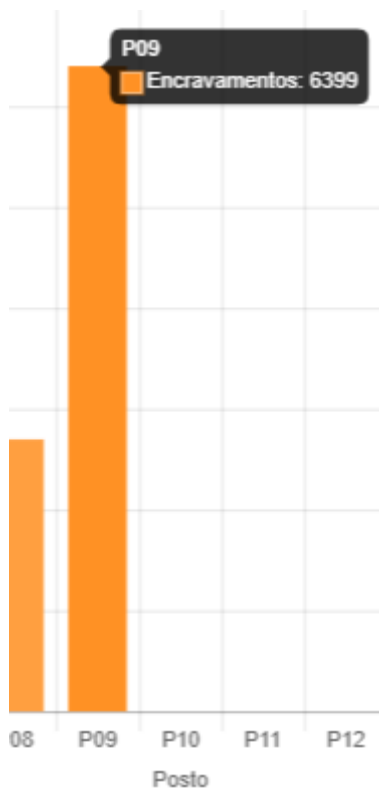


Figura 36 - Encravamentos MVM 09 turno A

## Turno B

Neste turno, o operador começa a montar os componentes no passo anterior, de modo a impedir que este posto cause paragens na linha. A diferença de tempos de ciclo dos dois passos de trabalho, faz com que seja possível esta ação. Assim que acaba um veículo no passo MVM 09, o operador posiciona uma bateria no manipulador (deixando-o na posição de repouso) para o próximo veículo, monta do DMTR e o suporte da cablaria do motor no suporte da bateria. Posiciona o suporte Complementar da bateria e o B4MF em cima da bancada para montar no próximo veículo e aí dirige-se para o passo MVM 08.

Motor EB Caixa 5V(MB6) - a montagem dos componentes no Passo MVM 08 leva 35 segundos

Tempo de ciclo	
Medição 1	01:42
Medição 2	01:42
Medição 3	01:43
Medição 4	01:42
Medição 5	01:41
Média	01:42

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G	133	78	41,35338	43,06569

Motor DV6 ou DV5 - A montagem dos componentes para o motor DV5 leva 38 segundos e para o DV6 leva 35 segundos. O facto de se terem unido estas duas diversidades é porque o operador executa no passo MVM 09 as mesmas operações para os dois veículos, e as diferenças de operações são executadas no passo anterior.

Tempo de ciclo	
Medição 1	01:42
Medição 2	01:43
Medição 3	01:45
Medição 4	01:44
Medição 5	01:42
Média	01:43

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G DV6	149	96	35,57047	30,43478

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 09G DV5	154	101	34,41558	26,81159

## **MVM 10**

Devido ao facto de na plataforma da empresa, este posto estar a sofrer ações de melhoria, as folhas standard estavam não estavam atualizadas e tornar-se-ia bastante difícil compreender as operações do posto de trabalho sem saber quais delas se devem realizar, efetivamente no passo de trabalho. Desta forma, este passo de trabalho foi deixado por analisar até que seja possível ter acesso aos dados corretos das operações.

## **MVM 11**

Neste posto é aparafusado o bloco da fachada, os faróis, apertado o fecho do capot, colocada a grelha frontal e colocadas e aparafusadas as passagens de roda frontais. Foram abordadas 2 diversidades: Carrinhas de mercadorias e carrinhas de passageiros Citroën. As carrinhas particulares Peugeot não foram abordadas, uma vez que o tempo de operação que as diferenciava das carrinhas de mercadorias era 7 segundos a mais no TC.

## **MVM 11D**

Neste posto, como existem gamas “process” que ainda não foram atualizadas com os tempos de operação standard, não se pode fazer a comparação dos tempos atribuídos

Para além das operações que estão definidas para este posto, o operador, desbloqueia o fecho de abertura do capot e levanta o capot e posiciona bequilha, operações pertencentes ao posto MVM 11E.

### **Turno A**

Neste turno, o operador, dirige-se ao passo anterior para apertar o reforço do para-choques da frente e colocar o calibre. Esta operação leva 30 segundos a ser executada. As OC's consideradas foram o movimento de pegar no calibre e ir buscar a aparafusadora (seriam menores se fossem realizadas no passo 11 visto que o equipamento estaria mais próximo). Arrumar o calibre no suporte já é considerado no tempo de ciclo, uma vez que já é feito no passo MVM 11.

Observa-se que o operador, primeiro fixa a passagem de roda e só depois clipa o embelezador e fixa com o parafuso. Isto faz com que pegue duas vezes na aparafusadora. Propõe-se que logo após a montagem da passagem de roda, se monte o embelezador e posteriormente se aparafusem ambos, poupando tempo nas OC's.

Neste turno, devido ao facto de os operadores terem as operações sincronizadas entre o MVM 11D e o MVM11E, leva a que não existam paragens por espera das passagens de roda ou dos para-choques.

### Peugeot e Citroën

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:15
Medição 2	02:13
Medição 3	02:14
Medição 4	02:18
Medição 5	02:14
Média	02:14

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11D	98	98	0	26,86567

### Citroën HDG

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:53
Medição 2	03:05
Medição 3	03:06
Medição 4	02:59
Medição 5	02:34
Média	02:55

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11D	-	121	-	30,85714

### Turno B

Neste turno, à semelhança do turno A, o operador, dirige-se ao passo anterior para apertar o reforço do para-choques da frente e colocar o calibre. Os tempos são medidos desde que o operador retira o calibre até ao à fixação da passagem de roda.

### Peugeot e Citroën

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:18
Medição 2	02:29
Medição 3	02:25
Medição 4	02:26
Medição 5	02:19
Média	02:23

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11D	98	98	0	31,46853

## Citroën HDG

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:10
Medição 2	02:45
Medição 3	03:11
Medição 4	02:52
Medição 5	03:05
Média	03:00

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11D	-	121	-	32,77778

É possível observar que existem largos períodos de tempo em que o operador está parado devido ao facto de não estar coordenado com o operador do posto 11E (onde se nota mais é no aperto dos parafusos de reforço do para-choques e à espera do para-choques) e também existe tempo de paragem enquanto o transportador não sobe para serem montadas as passagens de roda. Isto leva a que o seu tempo de ciclo seja maior.

Foram medidos os tempos de paragem do operador entre operações (durante as medições dos TC e obtiveram-se os seguintes resultados:

1. 16 segundos à espera que o transportador subisse para se montar a passagem de roda
2. 2 segundos à espera do MVM 11E para acabar de apertar os parafusos de reforço do para-choques, mais 17 segundos à espera do MVM 11E para trazer o para-choques
3. 8 segundos à espera do MVM 11E para acabar a montagem das luzes para ser possível fechar o capot e apertar o fecho, mais 7 segundos à espera do MVM 11E para trazer o para-choques
4. 4 segundos à espera do MVM 11E para acabar a montagem dos parafusos do reforço do para-choques para ser possível retirar o calibre mais 19 segundos à espera do MVM 11E para trazer o para-choques (o MVM 11E foi validar o AGV e buscar as passagens de roda)
5. 6 segundos à espera do para-choques

Desta forma, pode-se afirmar que o tempo de ciclo do posto pode ser otimizado, eliminando estas paragens.

É notável que quando o operador do MVM 11E vai buscar as passagens de roda, antes de começar a o novo ciclo, não existe esta perda de tempo, sendo deste modo, obrigatório que esta operação seja feita no início do ciclo e não aleatoriamente.

## MVM 11E

No turno A existe rotatividade de operadores durante a hora da pausa.

Turno A - Operador 1

Peugeot e Citroën

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:00
Medição 2	02:04
Medição 3	02:00
Medição 4	02:06
Medição 5	02:06
Média	02:03

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	99	85	14,14141	30,89431

Citroën HDG

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:35
Medição 2	02:30
Medição 3	02:44
Medição 4	02:48
Medição 5	02:33
Média	02:38

	$\Sigma$ Tempos da gama	$\Sigma$ Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	115	117	-1,73913	25,94937

Neste posto, o tempo só foi contabilizado a partir do momento em que o operador monta o farol frontal, visto que as operações anteriores, à semelhança do posto MVM 11D são realizadas antes da viatura chegar ao passo MVM 11.

As operações realizadas antes de chegar ao passo MVM 11 são o posicionamento da armadura do para-choques frontal e do gabarit (M\*\*R1A2ET), ir buscar os faróis frontais para ambos os lados (quando a se trata de uma carrinha Citroen com luz diurna, o operador apenas tira do carro do picking os faróis relativos ao lado esquerdo) e ir buscar a passagem de roda. O operador, também tem que acoplar os carros de picking (vazios) e validar o AGV. Estas operações levam em média 40 segundos a ser executadas.

Turno A - Operador 2

Peugeot e Citroën

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:01
Medição 2	02:06
Medição 3	01:58
Medição 4	02:07
Medição 5	02:08
Média	02:04

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	99	85	14,14141	31,45161

Citroën HDG

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:27
Medição 2	03:01
Medição 3	02:47
Medição 4	02:47
Medição 5	02:41
Média	02:44

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	115	117	-1,73913	28,65854

Turno B

Peugeot e Citroën

Tempo de ciclo	
Medição 1	02:25
Medição 2	02:05
Medição 3	02:13
Medição 4	02:12
Medição 5	02:19
Média	02:14

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	99	85	14,14141	36,56716

## Citroën HDG

Tempo de ciclo	
Medição 1	03:00
Medição 2	02:54
Medição 3	03:05
Medição 4	03:10
Medição 5	03:16
Média	03:05

	∑Tempos da gama	∑Tempos de operação	Desvio(%)	OC's(%)
MVM 11E	115	117	-1,73913	36,75676

### Constatações do passo MVM 11

Pode-se constatar que existem vários momentos em que ambos os operadores ficam à espera de material ou que o outro operador termine a sua tarefa para poderem prosseguir. Para que isto não aconteça, as suas operações devem estar coordenadas.

Os pontos críticos onde se observa que existe perda de tempo são nas deslocações para ir buscar material.

Por exemplo, observa-se que o operador do MVM 11E tira todo o material do carro do picking, à exceção de quando há carrinhas Citroën com luz diurna, em apenas tira os faróis relativos ao lado esquerdo e o MVM 11D vai buscar os do outro lado, fazendo-o perder tempo. Isto que vai fazer com que o MVM 11E fique à espera de que o MVM 11D acabe de apertar os faróis para poder fechar o capot e ir buscar o para-choques.

À partida, o MVM 11E ficará sempre à espera do MVM 11E, uma vez que enquanto o primeiro, assim que sai o calibre, pode começar a montar os faróis, o 2º ainda tem que ir colocar o calibre no suporte.

Para reduzir estas divergências de operações e para reduzir a fadiga do MVM 11D, propõe-se instalar um manipulador do calibre, que retome à posição de repouso automaticamente, assim que terminada a sua utilização.

Foram descobertas também oportunidades de melhoria, observando os turnos a operar:

Os faróis da Citroen HDG devem ser primeiramente montados e só depois devem ser apertados. Com isto, faz-se com que os operadores apenas peguem uma vez na aparafusadora, reduzindo as OC's em 2 segundos.

Após o posicionamento da passagem de roda, devem ser montadas as guarnições, isto para que apenas haja um movimento de pegar na aparafusadora, reduzindo as OC's em 2 segundos.

Os operadores devem pegar em 8 parafusos para o aperto da passagem de roda de uma vez só, não perdendo tempo para ir buscar os que ficam em falta, reduzindo as OC's em 2 segundos.

Assim que exista esta ferramenta, pode-se propor uma nova cronologia para ambos os postos de modo a que possam trabalhar coordenados, não originando atrasos.

**Tabela 7 - Cronologia do Passo MVM 11**

<b>MVM 11D</b>	<b>MVM 11E</b>
<b>Em Movimento</b>	
<b>Ir buscar os faróis</b>	Ir buscar as passagens de roda e a armadura
<b>MVM 11</b>	
<b>Ir buscar o calibre e posicionar</b>	Colocar armadura e posicionar calibre
<b>Apertos</b>	Apertos
<b>Posicionar faróis D</b>	Posicionar faróis E
<b>Fixar faróis D</b>	Fixar faróis E
<b>Retirar retenção do capot</b>	Retirar retenção do capot
<b>Aperto do fecho do capot</b>	Ir buscar o para-choques
<b>Abertura do capot</b>	<b>OC's ± 5s</b>
<b>Montagem para-choques</b>	Montagem para-choques
<b>Posicionamento da passagem de roda</b>	Posicionamento da passagem de roda
<b>Posicionamento do embelezador</b>	Posicionamento do embelezador
<b>Aperto da passagem de roda</b>	Aperto da passagem de roda

Deste modo, todo o material estaria disponível quando o operador precisasse de o utilizar, não havendo perdas de tempo para ir buscar a meio do ciclo. Esta cronologia também foi formulada de modo a que ambos os operadores trabalhassem sincronizados no posto. Não foi possível encontrar forma de contornar o tempo de espera do operador MVM 11E após ir buscar o para-choques visto que a abertura do capot só pode ser feita após ser apertada a fechadura.

# Capítulo 4

## Análise de Resultados

Neste capítulo é feita uma análise a todos os resultados obtidos com a análise da linha de montagem e implementação das propostas de melhoria.

## Análise dos Tempos de Ciclo

Com todos os dados retirados, foram elaborados gráficos yamazumi, onde consta o TC e o TT do passo de trabalho, assim como o tempo de operação necessário para cada diversidade estudada. Nos gráficos consta uma média ponderada dos TC entre as diversidades de viaturas produzidas (consoante a percentagem da diversidade) Apenas vão ser tidos em conta os melhores resultados, visto que são estes os relevantes para o estudo em questão. As cronologias destes operadores devem ser aplicadas a todos os outros, de modo a que exista um *Standardized Work*.

### MVM 02S

No posto MVM 2S, constata-se que o operador que consegue executar as operações num tempo reduzido é o operador do Turno B. Atualmente, está definido um TC de 210 segundos para as operações referentes a este posto. Estes 210 segundos são referentes ao passo MVM 03, que apesar de não ter um TC definido, tem um *Time To Defend* (TTD), isto é, para cumprir com a produção requerida, este posto tem que produzir uma viatura a cada 210 segundos.

O posto MVM 02S passa do passo MVM 03, para o MVM 02 e ainda vai executar operações no MVM 01, no entanto, o TC que ele tem, é na realidade o maior dos 3 passos.

Para este posto de trabalho não existem diversidades, deste modo, podemos comparar diretamente os tempos dos turnos.

O turno A demora 174,4 segundos e o turno B demora 165 segundos a realizar todas as operações. Assim, pode-se afirmar que o turno B tem uma cronologia melhor e que deve ser aplicada a todos os outros turnos.

Fazendo ainda, uma análise mais profunda, sabe-se que os tempos de ciclo em cada passo de trabalho onde opera o MVM 02S são os descritos na tabela abaixo:

Sabendo que o TC definido para o passo MVM 02 é de 50 segundos, e o MVM 02 demora a fazer todas as operações 74 segundos. À partida, parece que o posto não tem tempo para executar

as tarefas, no entanto, ainda sobram 61 segundos para OC's necessárias (movimentações principalmente).

Verifica-se que o tempo necessário para realizar as operações no passo MVM 03 foi reduzido em 44 segundos, e esta será a disponibilidade com que o operador ficará. Deste modo, podem-se equilibrar os postos sabendo que neste posto, podem-se introduzir 44 segundos de operações sem que nada se altere.

**Tabela 8 - TC do MVM 02S**

<b>Passo</b>	<b>Tempo de operação + OC's (TB)</b>
MVM 01	57
MVM 02	17,4
MVM 03	46,6
Total	121

### **MVM 04S**

Durante uma medição de tempos, a linha HC estava a dar saída às carroçarias com uma cadência menor. Isto levava a que não existisse uma paragem no passo MVM 01 e apenas passasse o tempo definido (50 s) no passo MVM 02. Neste caso o posto MVM 04S (turno B) apenas fazia as operações do passo MVM 01 e MVM 02 no último.

As medições destes tempos foram:

Tempo de ciclo	
Medição 1	28
Medição 2	23
Medição 3	25
Medição 4	23
Medição 5	24
Média	24,6

Verifica-se que o operador demora menos tempo fazendo as operações todas num passo do que movimentando-se entre os 2 passos.

Comparando os dois turnos nos 3 passos de trabalho, verifica-se que o turno B é o turno que tem uma melhor cronologia, visto que a média ponderada de todas as operações é de 162 segundos.

O operador do turno B demora 28 segundos para fazer as operações no passo MVM 01 e MVM 02 (neste tempo não são contabilizadas as movimentações entre os passos). Se as operações referidas forem apenas feitas no passo MVM 02 conseguem-se poupar 4 segundos mais as movimentações, devendo ser adotada esta cronologia.

O TC final será de 158 segundos.

### **MVM 03**

O estrangulamento causado pelo passo MVM 3 não ficaria resolvido visto que o maior TC definido no autómato é de 167 segundos para o passo MVM 08. No entanto, aumenta-se a capacidade máxima de produção do passo, de 117 viaturas para 143 por turno. Este facto vai fazer com que se aumente o *buffer*, que vai levar a que seja possível cumprir com o objetivo de RO (97,4%) e até superá-lo.

Pela Figura 4, verifica-se que o último valor registado de RO registado foi de 94.6%, ou seja, foram produzidas 105 viaturas. Houve uma diferença de 5 viaturas para o objetivo de 97.4%. Somando com o *buffer* de 7 viaturas existente, existiu uma perda de 12 viaturas.

Aumentando o *buffer* de 7 viaturas para 33, passamos a ter um *buffer*, capaz de absorver a perda de 33 viaturas na produção e mesmo assim atingir o objetivo.

Com as ações propostas, torna-se possível diminuir situações de não RO e o tempo de ciclo no passo de trabalho, no entanto, sem uma otimização dos setores HC (TC=3:48) e GAV (TC=3:30), o TC do MVM vai ficar condicionado com o TC dos outros dois setores.

As operações, neste passo são iguais quer para o turno A quer para o turno B, existindo neste passo um Standardized Work. Com as propostas de melhoria apresentadas, exibem-se abaixo os postos de trabalho e os futuros tempos de ciclo:

MVM 3D:  $109,4 + 26 + 16 + 35 = 186$  segundos

MVM 3G:  $84,2 + 26 + 16 + 35 = 161$  segundos

MVM 3A:  $91,4 + 26 + 16 + 35 = 168$  segundos

Sendo que o posto MVM 3D vai ditar o TC do passo de trabalho.

## **MVM 04AR**

Consegue-se constatar que o turno A, em todas as diversidades existentes no posto, executa as operações num menor tempo.

O facto do operador do turno B não seguir sempre uma cronologia definida, faz com que aumente o tempo necessário a realizar as operações porque tem que pensar se, efetivamente, as executou. Isto também aumenta o risco de que o operador se esqueça de executar uma operação, levando a que as viaturas fiquem defeituosas.

Deste modo, deve ser adotada a cronologia de operações deste turno para os outros, resultando num TC de 135 segundos.

## **MVM 06**

Existem dois operadores, e o TC a adaptar para o posto será o do MVM 06G(144s). No entanto, com as alterações executadas para o posto MVM 06D, verifica-se uma disponibilidade de 34 segundos, que deve ser colmatada com mais operações, de modo a que ambos os postos deste passo de trabalho fiquem equilibrados. Em comparação com o tempo de paragem do transportador no passo de trabalho (definido no autómato), existe um erro, uma vez que a viatura está parada mais do que 125 segundos no passo de trabalho. Este facto pode ser explicado pelo TC do posto seguinte ter definidos 140 segundos de tempo de ciclo, ou seja, só avança uma viatura a cada 140 segundos. Isto pode levar a que os operadores demorem mais tempo por ter disponibilidade, executando as operações mais devagar.

## **MVM 06D**

Confirma-se que comparando os tempos, o operador 2 do turno A é o que leva, atualmente, menos tempo a executar as tarefas. No entanto, tendo em conta o teste que foi feito ao operador 1 do turno A, sabe-se que ele é o que consegue fazer melhores tempos, sendo que a cronologia referida no capítulo anterior para este operador deve ser adaptada a todos os turnos.

Neste caso, o posto ficaria a necessitar de um TC de 110 segundos

## **MVM 06G**

O que se confirma com os tempos retirados é que o turno B consegue realizar as operações em menos 10 segundos do que o turno A. Deste modo, a cronologia que deve ser adaptada é a do turno B, que, leva 144 segundos a realizar.

## **MVM 07AR**

O facto de não se ter considerado a diversidade de carrinhas que levam um módulo de entrada de ar piloto (M.E.A.P.) com dupla cassete, foi devido a apenas 1% dos das viaturas terem este acessório. De modo a fazer com que a instalação desta peça não atrase o posto, o operador, quando tem tempo disponível, monta o módulo, para que quando chegue uma carrinha, seja só necessário encaixar. Esta ação leva sensivelmente o mesmo tempo que as viaturas sem o M.E.A.P.

O operador 2 do turno A é o que tem uma melhor cronologia, uma vez que demora menos tempo a executar as operações.

O TC necessário para este passo de trabalho, tendo em conta a média ponderada entre diversidades é de 134 segundos.

## **MVM 08AV**

Ambos os operadores dos diferentes turnos, seguem, sensivelmente a mesma cronologia. Isto acontece porque o posto foi estudado recentemente e foi adotada uma cronologia para ambos os turnos.

A grande diferença entre os turnos situa-se na operação de apontar os parafusos da travessa frontal. Esta operação leva a que o turno A tenha que começar a montar a viatura no passo anterior, enquanto o turno B o faz no passo MVM 08.

A média ponderada das cronologias abordadas, é para ambos os turnos 165 segundos. No entanto, o turno A faz uma operação que não é obrigatória (que lhe leva 16 segundos).

Ganhando estes 16 segundos, o operador do turno A já só necessita de começar a montar a viatura no passo MVM 08, no entanto pode montar o tubo de desgaseificação e apertar a buzina com a viatura em andamento, ganhando tempo.

Assim, o TC que se deve adaptar para este passo de trabalho é de  $165-16= 149$  segundos.

## **MVM 09G**

Existem grandes diferenças nos dois turnos estudados para este posto de trabalho, enquanto o turno B dá um grande avanço na montagem da viatura antes desta chegar ao passo de trabalho, o turno A aguarda para que ela chegue ao seu passo de trabalho, ficando parado até aí. O facto de ficar parado, faz com que não lhe seja possível terminar as operações dentro do TC disponível e, por isso, faz propositadamente um encravamento.

Deste modo, a cronologia a adaptar para todos os turnos, é a do turno B e tendo em conta as diversidades existentes, o TC resultante de uma média ponderada é de 105 segundos

## MVM 11

Comprova-se que neste passo de trabalho, os postos estão equilibrados, uma vez que para cada turno, o MVM 11D e o MVM 11G, demoram sensivelmente o mesmo TC.

Visto que os operadores demoram o mesmo tempo a executar as operações no passo de trabalho, a cronologia do turno A (MVM 11D e MVM 11G - operador 1) deve ser adaptada para os outros turnos. Pode-se manter o TC de 135 segundos (em vez dos 138 segundos), definido no autómato, uma vez que os parafusos da passagem de roda podem ser apertados enquanto o veículo sai do passo de trabalho.

Num trabalho futuro, deve ser testada a cronologia proposta no capítulo anterior, de modo a quantificar os ganhos da sua implementação.

## Resultados Finais

De um modo geral, pode-se comparar o estado de quando começou a ser analisado o setor MVM com o estado final, com as propostas de melhoria implementadas e com os postos de trabalho standardizados.

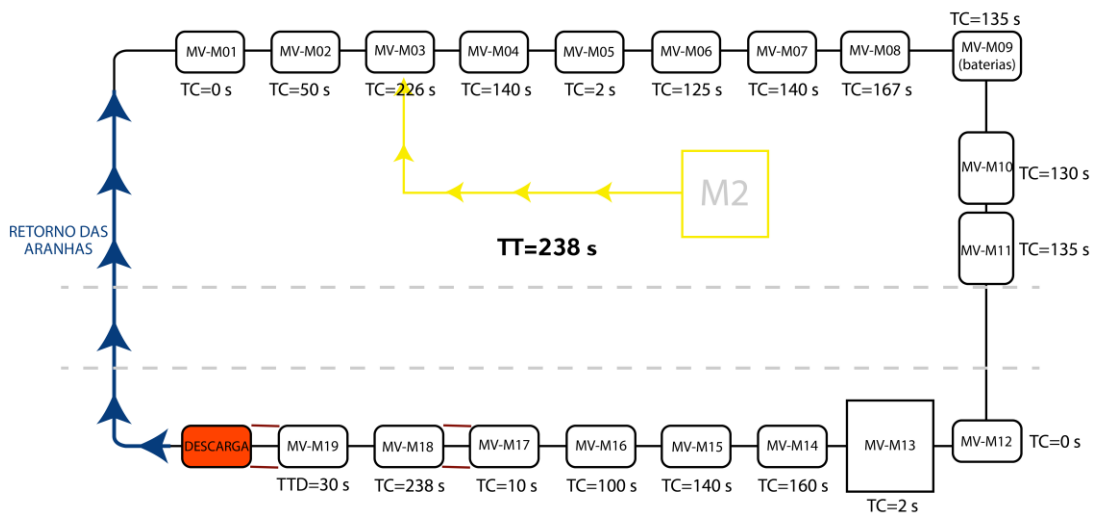


Figura 37 - Estado Inicial do MVM

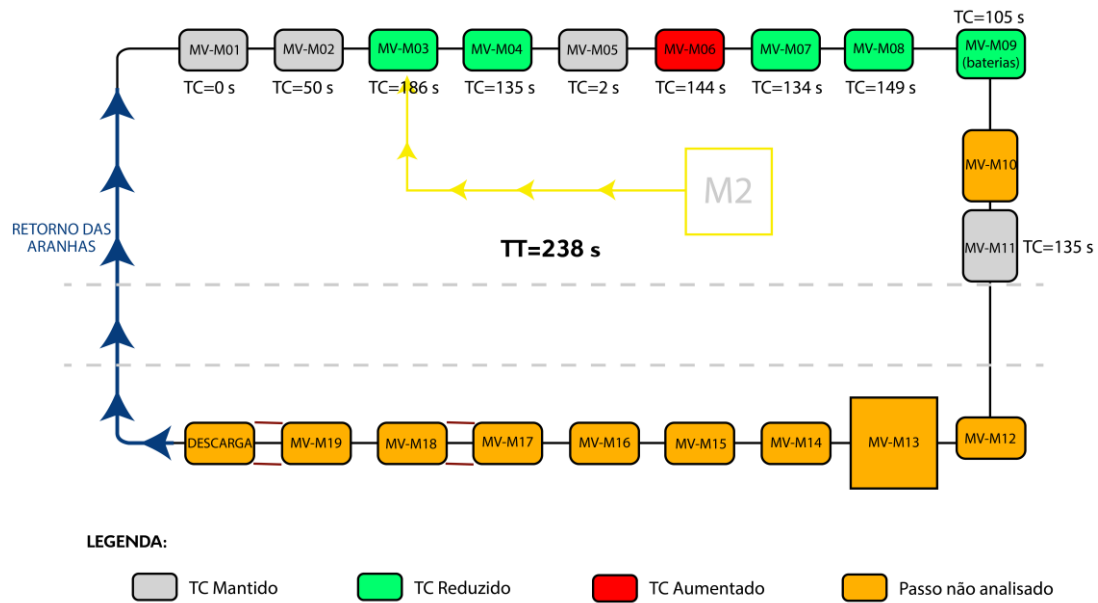


Figura 38 - Estado final do MVM

Por análise das figuras anteriores, conclui-se que foram melhorados os tempos de ciclo de 5 em 10 passos de trabalho analisados com a implementação do *Standardized Work*. Os restantes, a exceção do MVM 06, foram otimizados para que fosse possível cumprir com o TC definido.

O MVM 06G deve ser testado de modo a entender se ele realmente necessita do TC atualmente medido, ou se apenas o faz devido à disponibilidade operacional.

# Capítulo 5

## Conclusão

Na empresa onde decorreu o estágio, e onde se fez o estudo dos postos de trabalho de uma linha de montagem, foi pedido para se fazer uma análise à linha com o intuito de aumentar o Rendimento Operacional.

Assim que se começaram a analisar os sistemas, rapidamente se constatou que havia diferenças entre os turnos. Para se efetuar qualquer ação de melhoria, primeiramente seria necessário que todos os operadores trabalhassem da mesma forma. O *Standardized Work* é uma ferramenta capaz de abrir novos horizontes no que toca à melhoria contínua, que tem a finalidade de eliminar desperdícios, aumentando o lucro da empresa.

Neste ponto pode-se afirmar que os objetivos foram atingidos: O Rendimento Operacional do MVM aumentou e foi possível eliminar desperdícios, propondo novos tempos de ciclo para os passos de trabalho.

Para abordar os postos de trabalho, foi necessário saber exatamente que operação estava a realizar o operador. A partir daí, tiraram-se os tempos de cada operação para ser possível fazer uma atualização às folhas standard, de modo a ser possível fazer uma equilibragem mais acertada dos postos.

Os operadores contribuíram em grande parte no projeto de implementação do *Standard Work*, na medida em que eles próprios explicavam o posto e explicavam o que estava mal na sua opinião (sendo este ponto tido em consideração para uma oportunidade de melhoria).

Com a análise efetuada, diagnosticaram-se os dois fatores que induzem a atrasos na MVM: O primeiro pode ser relacionado com questões de posicionamento do veículo no transportador, que vai levar a que quando haja operações automatizadas, ou que exigem uma certa precisão, se criem problemas que levam a paragens, visto que os veículos não vêm sempre na mesma posição. O segundo está relacionado com a falta de instruções de trabalho que sirva como orientação aos operadores. De momento, cada turno executa as operações da maneira que lhe parece ser mais acertada, fruto do que aprenderam durante o tempo em que trabalharam num posto em específico. Esta forma de trabalhar traz as suas consequências a nível de performance e qualidade.

Com a uniformização das sequências de trabalho, para os postos analisados foi possível verificar que a grande maioria reduzia o tempo de ciclo necessário. Existiu um caso (MVM 06G) no qual o tempo foi aumentado, no entanto, devem ser executados testes de modo a perceber se os 143 segundos, são efetivamente necessários, ou apenas se devem ao facto de o

passo da frente ter um TC de 140 segundos. Existiram também casos em que não foi alterado o tempo de ciclo, pela razão de que a melhor cronologia conseguia atingir os tempos definidos.

Desta forma, há que instruir todos os turnos com a melhor cronologia de trabalho, com a finalidade de se obterem melhores tempos de ciclo e repetibilidade de resultados, que vão possibilitar oportunidades de melhoria.

Leva algum tempo a normalizar os postos de trabalho, no entanto, como foi possível constatar, é possível obter frutos do tempo despendido a estudar os operadores e as suas boas, ou más, práticas.

Com este estudo, foi possível entender melhor o conceito de trabalho numa indústria real. Saber que existem variantes e condicionantes que na teoria são desprezadas, mas que num contexto real são bastante significativas.

Com o desenvolvimento desta tese, foi possível fortalecer os conhecimentos teóricos e capacidades, através da observação e da partilha de ideias. Foi também possível melhorar a capacidade de análise e de resolução de problemas, com o intuito de fazer propostas de melhoria.

Como propostas futuras, é necessário que as cronologias propostas para o *Standardized Work* sejam implementadas, assim como as alterações de processos, também devem ser levados a cabo, de modo a que os resultados apresentados possam ser reais.

Também o resto do setor que não foi estudado, assim como toda a linha de montagem deve passar por um processo de análise, de modo a que este trabalho tenha continuidade e que seja implementado o *Standardized Work* a todos os postos.

## Referências

- Alsmadi, M., Lehaney, B. and Khan, Z. (2012) 'Implementing six sigma in Saudi Arabia: An empirical study on the fortune 100 firms', *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3-4), pp. 263-276. doi: 10.1080/14783363.2011.637814.
- Autoinforma (2018) *Produção Automóvel 2018*. Available at: <http://www.autoinforma.pt/pt/estatistica/33/producao-automovel-2018/2> (Accessed: 21 May 2019).
- Banduka, N. (2016) 'An integrated lean approach to Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA): A case study from automotive industry', *Journal home: apem-journal.org*, 11(4), pp. 355-365. doi: 10.14743/apem2016.4.233.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M. and Suksabai, P. (2015) 'Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles', *Procedia Manufacturing*. Elsevier, 2, pp. 102-107. doi: 10.1016/J.PROMFG.2015.07.090.
- Citeve (2012) *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no, Competitividade Responsável*.
- Couto, J. (2018) *Indústria automóvel: somos excecionais, mas podemos ser ainda melhores, Mobinov*. Available at: <http://www.mobinov.pt/index.php/pt/artigos-list-2/149-industria-automovel-somos-excecionais-mas-podemos-ser-ainda-melhores> (Accessed: 21 May 2019).
- Feng, P. and Ballard, G. (2008) *Standard Work From a Lean Theory Perspective*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/228425542> (Accessed: 22 May 2019).
- Kumar, R. S. *et al.* (2017) 'Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries'. doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- Liker, J. K. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Available at: [http://gtu.ge/Agro-Lib/%5BJeffrey\\_Liker%5D\\_The\\_Toyota\\_Way\\_-\\_14\\_Management\\_Pri%28BookFi.or.pdf](http://gtu.ge/Agro-Lib/%5BJeffrey_Liker%5D_The_Toyota_Way_-_14_Management_Pri%28BookFi.or.pdf) (Accessed: 22 May 2019).
- Liker, J. K. and Meier, D. (2007) *Toyota Talent*. 1st edn. McGraw-Hill.
- Machado, F. (2019) *Setor automóvel: um futuro que é mais do que veículos elétricos, Público*. Available at: <https://www.publico.pt/2019/05/16/economia/opiniao/setor-automovel-futuro-veiculos-eletricos-1872906> (Accessed: 20 March 2019).
- MacInnes, R. L. (2002) *The Lean Enterprise Memory Jogger: Create Value and Eliminate Waste Throughout Your Company*. 1st edn. Massachusetts, United States: Goal / QPC.
- Meudt, T., Metternich, J. and Abele, E. (2017) 'Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production', *CIRP Annals* -

*Manufacturing Technology*. CIRP, 66(1), pp. 413-416. doi: 10.1016/j.cirp.2017.04.005.

Monden, Y. (2012) *Toyota Production System An Integrated Approach to Just-In-Time*. 4th edn. Edited by L. Taylor & Francis Group. Taylor & Francis Group, LLC.

Mustafa C., U. (2006) 'Standardization through process documentation', *Business Process Management Journal*, 12(2). doi: 10.1108/14637150610657495.

Nordin, N., Deros, B. M. and Wahab, D. A. (2010) 'A Survey on Lean Manufacturing Implementation in Malaysian Automotive Industry', *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(4), pp. 374-380. Available at: [http://search.proquest.com/docview/1018714093?accountid=14553%5Cnhttp://openurl.library.uiuc.edu/sfxlcl3?url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+&+theses&sid=ProQ:ProQuest+Dissertations+&+Theses+Full+Text&atit](http://search.proquest.com/docview/1018714093?accountid=14553%5Cnhttp://openurl.library.uiuc.edu/sfxlcl3?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+&+theses&sid=ProQ:ProQuest+Dissertations+&+Theses+Full+Text&atit).

Ohno, T. (1978) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. 1st edn. Tokio: Inc., Diamond.

PSA (2019) *Sobre nós*. Available at: <https://site.groupe-psa.com/mangualde/pt-pt/sobre-nos/> (Accessed: 20 May 2019).

Singh, R. *et al.* (2013) 'Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study', *Procedia Engineering*. Elsevier, 51, pp. 592-599. doi: 10.1016/J.PROENG.2013.01.084.

Thiollent, M. (1986) *METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO*. 2nd edn. Edited by C. Editora. São Paulo. Available at: <https://marcosfabionuva.files.wordpress.com/2018/08/7-metodologia-da-pesquisa-ac3a7c3a3o.pdf> (Accessed: 18 June 2019).

Weigel, A. L. (2000) 'A Book Review : Lean Thinking by Womack and Jones', (November).

Womack, J. P., Jones, D. T. and Wilson, J. (2017) 'Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in your Corporation Book Selection texts on System Dynamics', 5682. doi: 10.1057/palgrave.jors.2600967.

# Anexo A - Caderno de Encargos desenvolvido para o Supervisor Aranhas

## Supervisor Aranhas - Proposta de melhoria

O supervisor aranhas tem como objetivo colmatar as limitações do sistema Andon para a linha MVM. O sistema Andon faz referência a paragens dos passos de trabalho, identificando os tempos de paragens e a sua causa.

O Supervisor Aranhas vai mais longe, dividindo as causas que originaram as paragens (ou atrasos do tempo de ciclo definido) de um passo de trabalho em:

- Saturação por Causas Alheias
- Anomalias
- Encravamentos

Este sistema também mostra os tempos de validação antecipada de cada posto de trabalho, indicando que o posto tem disponibilidade.

Com este sistema pretende-se poder fazer uma análise dos passos de trabalho, com o intuito de entender em que postos param mais e quais são as causas que os fazem parar, de modo a resolver situações de não rendimento operacional.

Como funciona:

Paragem Bot. Emergência			Tempo Saturação Aranhas			Tempo Saturação Meios			Top 3 Problemas	
Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite		
199	72		128	65					Parada de emergencia lado izquierdo [E0210]	63
									Sem reanudar ciclo	55
03:51:32	01:15:20	00:00:00	11:05:35	12:19:29	00:00:00	03:16:14	05:16:39	00:00:00	Control accionamiento reles de seguridad [E0115]	39



Existe um sistema de rastreamento das aranhas que mostra as posições dos transportadores em tempo real e que indica quantas paragens de emergência existiram, quantas vezes saturaram as aranhas e os meios e o tempo associado a cada tempo anterior. Esta análise é indicada para cada turno. Aqui, também são indicados o top 3 de problemas encontrados na linha.

O supervisor também tem uma tabela que regista os tempos de saturação, anomalias, encraves e validação antecipada em cada posto. Esta tabela também mostra o tempo de ciclo definido no autómato para cada passo de trabalho e os tempos medidos são registados consoante o tempo de ciclo definido.

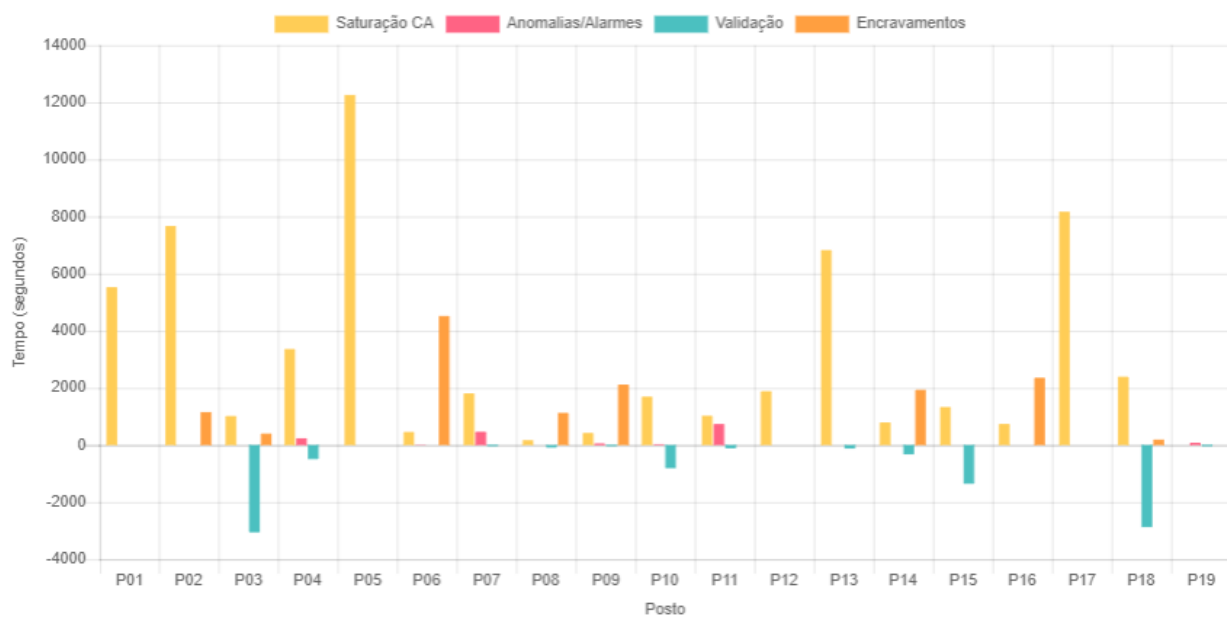
O utilizador pode escolher o espaço temporal que quer analisar.

Data Início: 2019-03-26 07:00 Data Fim: 2019-03-26 14:59 [Atualizar](#)

Motivos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Saturação CA	92:08	127:50	16:58	56:03	204:18	07:39	30:09	02:47	07:01	28:14	17:06	31:26	113:46	13:11	22:10	12:15	136:07	39:54	
Anomalias e Alarmes				03:57		00:10	07:45		00:54	00:25	12:13								01:17
Validação			50:56	08:14			00:38	01:28	00:38	13:29	01:51		02:02	05:25	22:36			47:52	00:39
Encravamentos		19:14	06:42			75:20		18:46	35:16					32:15		39:15		03:10	
TC	0	50	205	140	2	125	140	175	115	130	135	60	2	140	140	100	10	189	30

\*P03 nos Encravamentos está ser também contabilizado o tempo enquanto a aranha não é validada, após o tempo de ciclo

\*Tempo de ciclo definido no PainelView: 180



O supervisor também faz o registo das causas das anomalias e paragens de emergência e o tempo que duraram estas paragens.

## Registros

Data Inicio:  Data Fim:



Mostrar  registros

Pesquisar:

Data Inicio	Data Fim	Aranha	Posto	Alarmes	Tipo	Tempo (segundos)
2019-03-26 10:01:37.000	2019-03-26 10:01:40.000	05	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210]	emergencia	3
2019-03-26 10:01:40.000	2019-03-26 10:02:23.000	05	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	emergencia anomalia	43
2019-03-26 10:02:36.000	2019-03-26 10:02:38.000	05	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210]	emergencia	2
2019-03-26 10:02:38.000	2019-03-26 10:03:15.000	05	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	emergencia anomalia	37
2019-03-26 10:03:15.000	2019-03-26 10:03:18.000	05	11	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	3
2019-03-26 10:06:13.000	2019-03-26 10:06:33.000	01	7	Control accionamiento reles de seguridad [E0115] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	anomalia anomalia	20
2019-03-26 10:06:33.000	2019-03-26 10:06:34.000	01	7	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	1
2019-03-26 10:09:38.000	2019-03-26 10:09:40.000	16	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210]	emergencia	2
2019-03-26 10:09:40.000	2019-03-26 10:11:29.000	16	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	emergencia anomalia	109
2019-03-26 10:11:42.000	2019-03-26 10:11:44.000	16	11	Control accionamiento reles de seguridad [E0115]	anomalia	2
2019-03-26 10:11:44.000	2019-03-26 10:12:40.000	16	11	Control accionamiento reles de seguridad [E0115] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	anomalia anomalia	56
2019-03-26 10:12:40.000	2019-03-26 10:12:41.000	16	11	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	1
2019-03-26 10:13:42.000	2019-03-26 10:13:43.000	06	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210]	emergencia	1
2019-03-26 10:13:43.000	2019-03-26 10:15:37.000	06	11	Parada de emergencia lado izquierdo [E0210] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	emergencia anomalia	114
2019-03-26 10:13:48.000	2019-03-26 10:13:49.000	12	7	Control accionamiento reles de seguridad [E0115]	anomalia	1
2019-03-26 10:13:49.000	2019-03-26 10:14:21.000	12	7	Control accionamiento reles de seguridad [E0115] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	anomalia anomalia	32
2019-03-26 10:15:37.000	2019-03-26 10:15:38.000	06	11	Detector de parada en avance [E0102]	anomalia	1
2019-03-26 10:18:11.000	2019-03-26 10:18:15.000	10	7	Control accionamiento reles de seguridad [E0115]	anomalia	4
2019-03-26 10:18:15.000	2019-03-26 10:18:34.000	10	7	Control accionamiento reles de seguridad [E0115] Control posicion superior elevacion [E0112] (Reserva)	anomalia anomalia	19

## Propostas de melhoria:

Neste momento apenas é possível observar as tabelas de tempos e registros online, não sendo possível exportar os dados para análise. Querendo analisar os tempos de paragem e os registros, a única maneira possível de o fazer seria tirando os valores individualmente para uma tabela para posteriormente examinar.

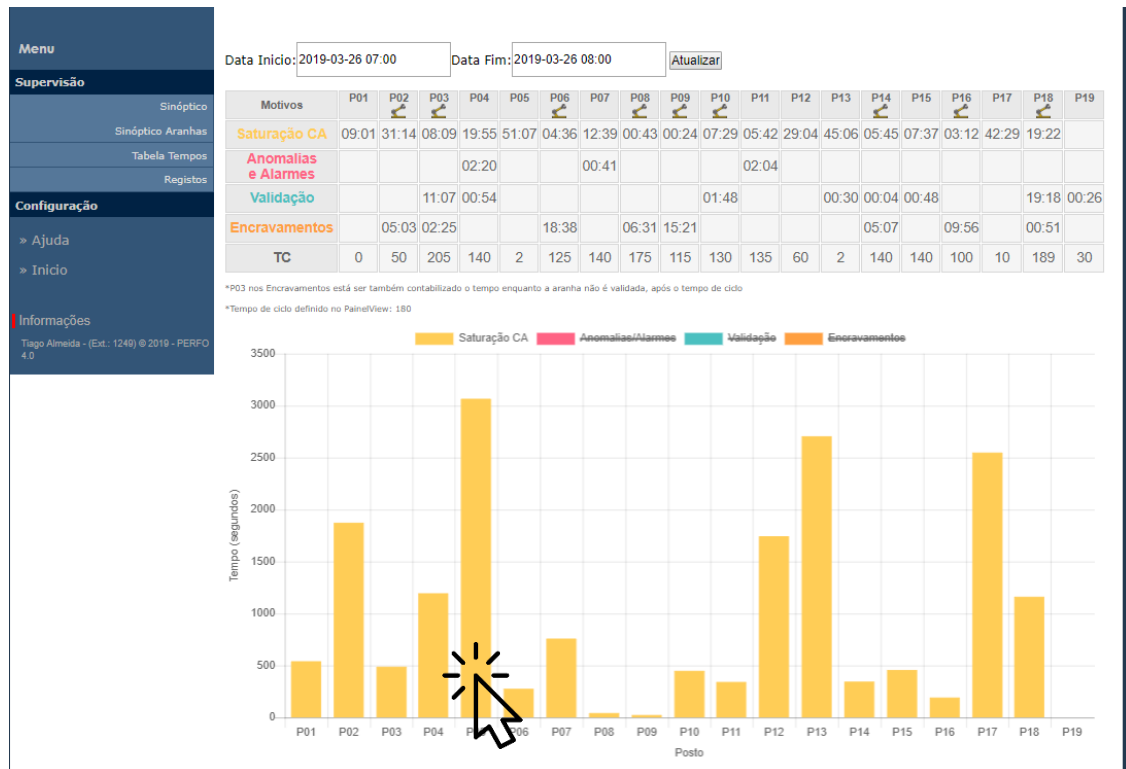
**Proposta 1:** Dar permissão para exportar os valores e registros de paragens numa tabela do *Excel*, para passos de trabalho e turnos, e que os dados tenham associados um gráfico para comparação de valores.

Quando queremos estudar as paragens, mais nomeadamente a saturação, deveria ser possível identificar o posto causador de uma determinada saturação.

Tomemos o exemplo: O passo 4 esteve saturado por 100 segundos, ou seja, uma viatura não avançou durante 100 segundos porque o passo 5 não o permitiu. No entanto, o passo 5 também esteve saturado 100 segundos (ao mesmo tempo que o passo 4) porque o passo 6 parou por causas próprias.

No exemplo anterior, apenas saberíamos que o passo 5 esteve saturado, mas não saberíamos o verdadeiro causador.

**Proposta 2:** Alterar o sistema de modo a que indique as posições que causam as saturações nos postos anteriores.



A proposta seria, ao clicar num determinado tempo de saturação, aparecer uma janela idêntica à seguinte:

## Saturação

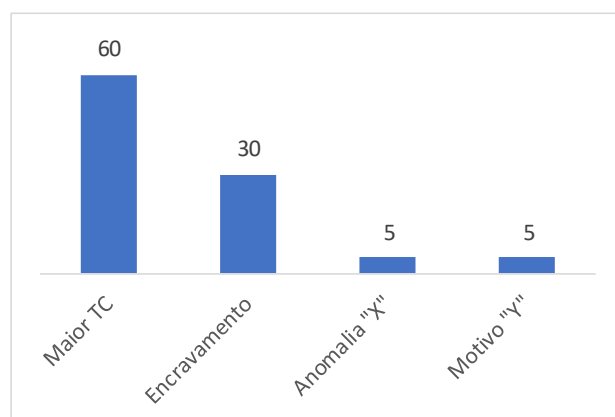
Posto: MVM 04: 100s

Causador/es: MVM 06

Causas que originaram a saturação do posto anterior:

MVM 06:

1. Maior tempo de ciclo – 60s
2. Encravamento – 30s
3. Anomalia "X" – 5s
4. Motivo "Y" – 5s



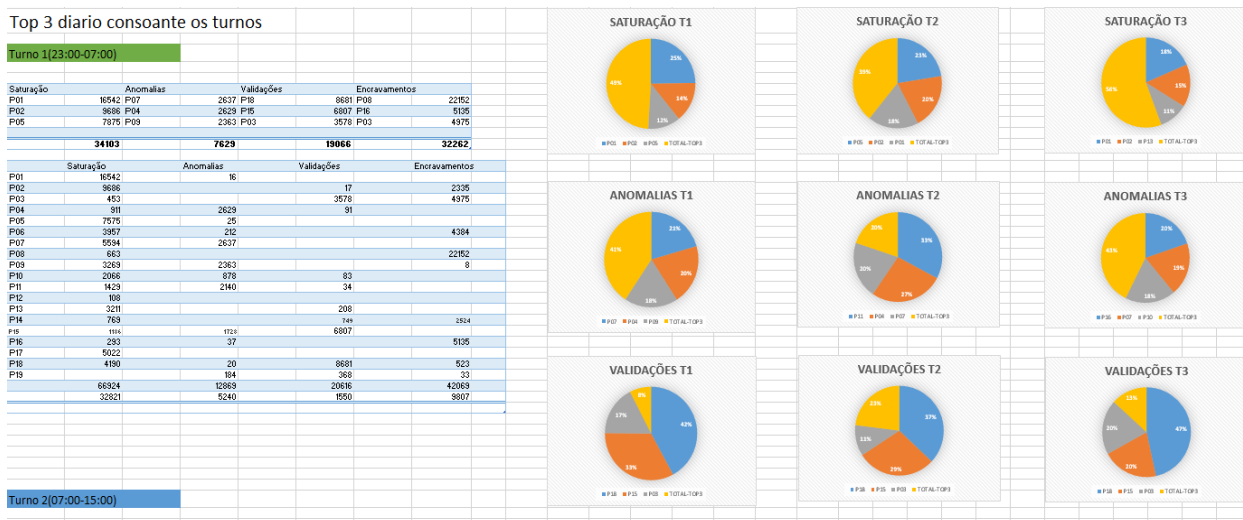
## Quantificação dos ganhos

Os ganhos com estas alterações ao programa é que seja diminuído o tempo de análise de tempos dos postos, podendo ser implementadas medidas corretivas mais prontamente. Sabendo os postos que causam mais paragens, podemos então analisar as causas que as originaram, assim como a repetibilidade das mesmas, de modo a poder otimizar a linha.

Foi feita uma análise comparativa dos postos em termos de saturação, anomalias, encravamentos e validação antecipada de modo a entender que postos se destacavam em cada um dos pontos anteriores.

Esta análise foi feita durante dois dias, em intervalos de hora a hora como mostram as figuras seguintes:

1	Hora	Posição	Saturação(s)	Posição	Anomalias(s)	Posição	Validação(s)	Posição	Encravamentos(s)
2	23:00	P01	1810	P04	218	P15	1202	P08	2704
3		P02	1145	P07	217	P18	1071	P03	547
4		P17	1140	P10	115	P03	224	P16	542
5		<b>MÉDIA</b>	<b>1365</b>		<b>183,33333</b>		<b>832,3333</b>		<b>1264,333333</b>
6	0:00	P05	2138	P04	475	P18	1450	P08	2385
8		P01	2062	P09	246	P15	1388	P06	548
9		P07	1141	P07+P11	55	P03	651	P16	507
10		<b>MÉDIA</b>	<b>1780,333</b>		<b>258,66667</b>		<b>1163</b>		<b>1146,66667</b>
11	1:00	P01	1967	P04	196	P18	1593	P08	2932
12		P02	1302	P10	43	P15	555	P16	714
14		P07	618	P11	41	P03	371	P03	516
15		<b>MÉDIA</b>	<b>1295,667</b>		<b>93,333333</b>		<b>836,3333</b>		<b>1354</b>
16	2:00	P01	2963	P07	1893	P18	505	P08	3243
18		P02	2400	P09	178	P15	463	P03	2126
19		P18	2197	P15	1728	P03	320	P16	274
20		<b>MÉDIA</b>	<b>2520</b>		<b>1266,3333</b>		<b>429,3333</b>		<b>1881</b>
21	3:00	P01	1858	P04	353	P15	1193	P08	2720
23		P17	1101	P10	111	P18	881	P16	741
24		P02	<b>991</b>	P07	99	P03	510	P06	385
25		<b>MÉDIA</b>	<b>1316,667</b>		<b>187,66667</b>		<b>861,3333</b>		<b>1282</b>
26	4:00	P01	1885	P04	521	P18	665	P08	2883
28		P02	1089	P09	331	P15	486	P16	1025
29		P05	850	P10	331	P03	413	P06	875
30		<b>MÉDIA</b>	<b>1274,667</b>		<b>394,33333</b>		<b>521,3333</b>		<b>1594,333333</b>
31	5:00	P01	1921	P04	384	P18	1208	P08	2962
33		P13	1004	P10	228	P03	906	P06	784
34		P02	909	P07	119	P15	256	P16	698
35		<b>MÉDIA</b>	<b>1278</b>		<b>243,66667</b>		<b>790</b>		<b>1481,333333</b>
36	6:00	P05	2586	P04	297	P18	1318	P08	2423
38		P01	2076	P11	137	P15	1264	P06	832
39		P02	924	P07	112	P03	183	P16	634
40		<b>MÉDIA</b>	<b>1862</b>		<b>182</b>		<b>921,6667</b>		<b>1296,333333</b>
41	7:00	P05	3078	P11	237	P18	1273	P08	3009
43		P01	2042	P07	121	P15	896	P06	1258
44		P02	1243	P04	65	P03	520	P16	828
45		<b>MÉDIA</b>	<b>2121</b>		<b>141</b>		<b>896,3333</b>		<b>1698,333333</b>
46	8:00	P05	1678	P11	274	P18	1557	P08	2235
48		P01	1465	P07	257	P15	890	P06	1049
49		P02	1139	P16	168	P03	319	P16	464



Para introduzir os dados numa tabela Excel, foram necessárias 8 horas visto que a análise foi feita hora a hora.

Se considerarmos só por turnos, levaria 1 (3\*8/24) hora a fazer este trabalho. Para ver a causa de saturação de postos seria necessário somar a saturação, encravamentos e anomalias dos postos seguintes e subtrair as validações, atribuindo um determinado tempo a cada posto. Esta ação levaria mais 2 horas.

No caso de se querer fazer esta análise diariamente seriam necessárias 3 horas por dia.

Considerando que o funcionário que faz essa ação recebe 1000 euros por mês:

$$1000 / 30 \text{ dias} / 8 \text{ horas} = 33,3 \text{ euros/dia} = 4,17 \text{ euros/hora}$$

$$3 \text{ horas} * 365 \text{ dias} = 1095 \text{ horas anuais de análise de dados}$$

$$1095 * 4,17 = 4566 \text{ euros por ano}$$

Sendo este o valor necessário para as ações descritas.



## Anexo C - Exemplo de Cronologia de Um Posto

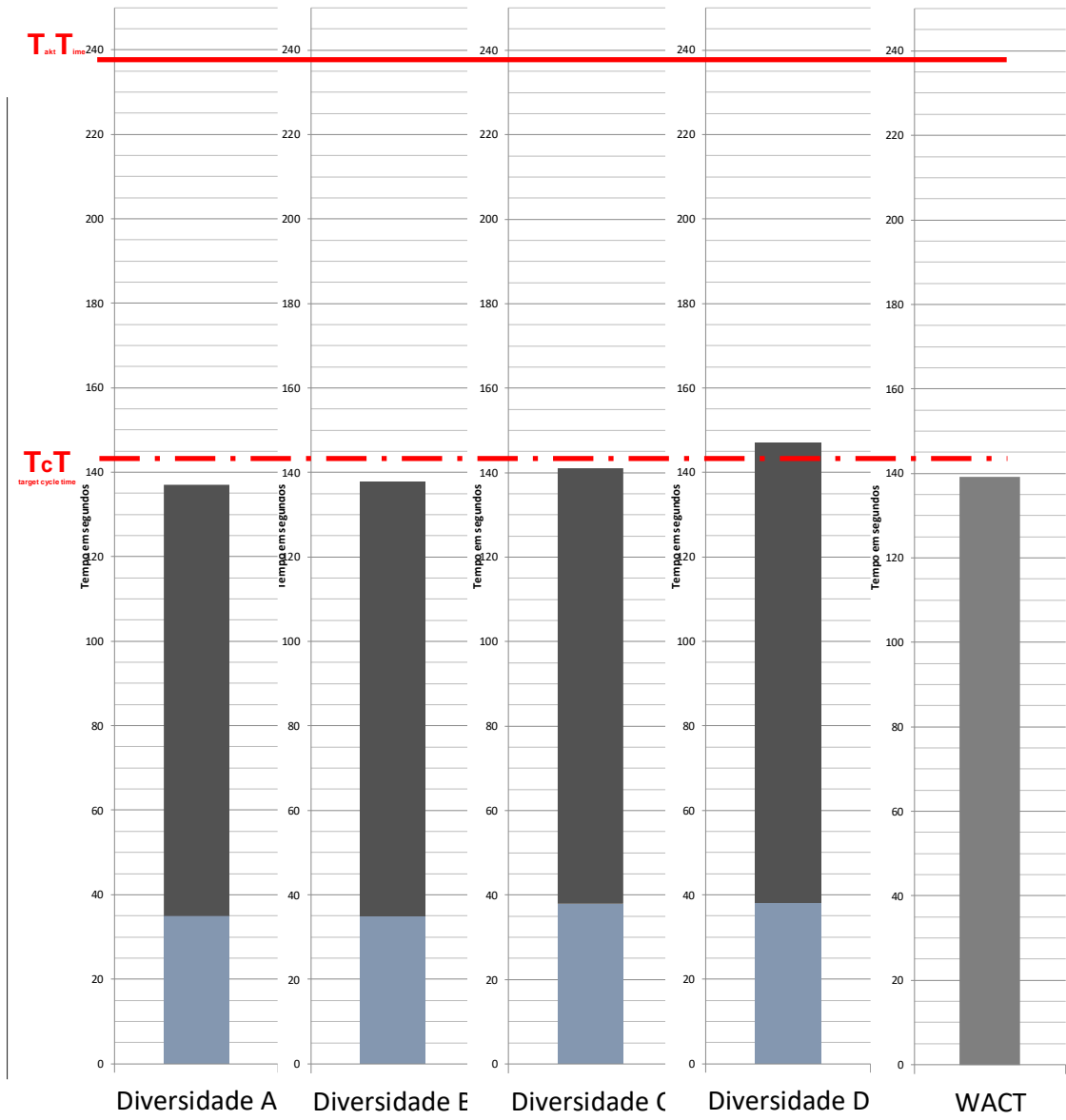
MVM 08A - Turno A

(Nº da Gama	Nome da Operação - Tempo de Operação)
M**Z3A0FD	CONEXÃO CABLAGEM SOBRE BUZINA - 1s
M**Z3A0FB	MONT BUZINA S/BRANCARD ESQ - 3s
M**B123XY	ENCAIXAR TUBO DESGASIF S/ RADIADOR - 1s
M**B123XW	ENCAIXAR TUBO DESGASIF RADIA/ 2 AGRAFOS - 2s
M**R1A2EH	COLOCAR SAC PARA-CHOQUES FRT - 3s
M**Z9M0DU	LIGAR CONECT CABLARIA PRINCINCIPAL S/ CONECTOR GMV - 2s
M**Z9M0DV	POSICIONAR CABLARIA GMV EM AGRAFO - 1s
M**B140CU	LIGAR 2V/CAIXA CONTROL GMV - 4s
M**B140CV	LIGAR 4V/CAIXA CONTROL GMV - 4s
M**C290IP	ENCAMINHAR RAMAL CONECT PNT MRT ML - 2s
M**C290IO	STT ML6: LIGAR CONECTOR PONTO MORTO - 2s
M**C290IN	LIGAR CONECTOR PONTO MORTO STT BE - 2s
M**Z9J2LV	CONNECT SENSOR MARCHA TRAS - 2s
M**Z9L5CY	CLIPAR CABLAGEM PRINC/1 AGRAFO/SMIE - 1s
Q**G320IG	PQG TUBO HP NO AGRAFO CXVEL - 0s
M**N2A1MM	POSICIONAR GANCHO DE SEGURANCA/CAPOT - 1s
M**E410QB	RETIRAR BOLSA CABL DAE TRAS ACOPL - 1s
M**F620VJ	CLIPAR TUBO DE PRESSÃO SOBRE AMPLIFICADOR TRAVOES - 4s
M**F620VK	CLIPAR TUBODE PRESSÃO TRAVOES EM AGRAFO AMPLI - 1s
M**Z9G1JX	DESAPERTAR PORCA MASSA MC13 - 3s
M**Z9G1JP	MONT PONTO MASSA MC13 - 7s
M**Z9A3VG	CLIPAR CABO NEGATIVO S/SPT DAE - 1s
M**E410QO	MONT AGRAFO SOBRE CONECT CABL DAE DAD - 1s
M**E410Q9	CONNECTAR E FIXAR CABL DAE/CABL PRINC - 6s
M**Z9G1JQ	FIXAR MASSA MC 13 - 2s
M**N2A1KQ	FIXAR GANCHO DE SEGURANCA/CAPOT - 7s
M**C230E9	ABASTECIMENTO ÓLEO CXVEL VQ25 - 3s
M**C230EA	ABASTECIMENTO ÓLEO CXVEL VQ30 - 3s
M**C230EC	ABASTECIMENTO ÓLEO CXVEL VQ58 - 3s
M**C210SI	RETIRAR OBTURADOR ENCHIMENTO ÓLEO CXVEL - 1s
M**C2Z0GW	MONT PROTECTOR RESPIRADOR ML6C - 1s
M**C210SC	MONT RESPIRADOR/CXVEL MB6 - 3s
M**R1A2EG	APERTAR 4 PARAFUSOS SAC F.D - 12s
M**R1A2EF	APERTAR 4 PARAFUSOS SAC F.E - 12s
M**Z3A0FC	APERTAR PORCA BUZINA - 3s

# Anexo D - Yamazumi



CPMG	YAMAZUMI - MVM 09G -TURNO B
MON	



**Legenda:**

- TCT - Target Cycle Time (tempo ciclo alvo)
- TT - Takt Time ( tempo presença operador)
- Fase de Deslocamento (NVA)
- Fases VA

Elaborado por: Telmo Amaro

MVM	Diversidade A	Diversidade B	Diversidade C	Diversidade D
8	35	35	38	38
9	102	103	103	109
	137	138	141	147

WACT

139,24
--------

DIVERSIDADE A - MOTOR EB CAIXA MB6

DIVERSIDADE B - MOTOR DV6

DIVERSIDADE C - MOTOR DV5

DIVERSIDADE D - MOTOR DV5 CAIXA ATNG8