

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Agradecimentos

Na concretização deste trabalho, cumpre lembrar todas as pessoas que fizeram parte integrante do respetivo processo e contribuíram, decisivamente, para o seu desenvolvimento.

Neste contexto, começo por agradecer a todos os colaboradores da empresa onde foi possível efetuar o enquadramento dos objetivos e metodologias propostas, cuja contribuição permitiu, através da partilha de conhecimentos e do apoio prestado no decurso da sua realização, alcançar adequados níveis de desempenho.

Ao meu orientador, Eng. Luís Paiva, pela disponibilidade demonstrada, pelas orientações e sugestões sempre pertinentes, bem como pela partilha de conhecimentos e experiências, preciosos na execução deste projeto.

A todos os docentes do Mestrado, pelos ensinamentos ao longo deste curso, que fomentaram o crescente interesse pela área da Engenharia e da Gestão Industrial.

Um agradecimento especial à minha família, pela compreensão e paciência demonstrada no decorrer de todo o Mestrado.

Por último, e não menos importante, a todos os meus colegas de curso, realçando a boa disposição, companheirismo, amizade e espírito de entreajuda, demonstrados ao longo de todo este ciclo académico.

Resumo

Nos dias de hoje, um ambiente industrial em rápida mutação, força as empresas a recorrerem a diversos métodos e ferramentas, tendo por objetivo o aumento da sua competitividade e o reforço da sua presença nos mercados.

Neste contexto, um dos meios cada vez mais utilizados para esse fim, corresponde à implementação e desenvolvimento da filosofia *Lean Manufacturing*, que recorrendo a uma série de princípios e ferramentas, procura a criação de valor em todas as partes interessadas, através da otimização de fluxos e eliminação de desperdícios, conducentes à obtenção de uma constante melhoria de desempenho das organizações.

Uma das ferramentas *Lean*, especificamente dirigida à redução do desperdício, é o JIT (*Just-in-Time*). O JIT constitui uma filosofia, que visa a redução do stock através do conceito *pull system*, segundo o qual, todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo, por exemplo, à metodologia *Kanban*, de modo a controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

Sendo o sector da Indústria Automóvel, suportado no rigoroso cumprimento de prazos de entrega e de execução, garantido sempre o mais baixo nível de desperdício e a máxima qualidade dos seus produtos, pretende-se com a realização deste trabalho-projeto, o estudo e implementação de um conjunto de Metodologias *Lean* que sustentam o sistema JIT, em particular, a utilização do método MOST, para medição de tempos de trabalho associados ao abastecimento de matérias-primas às linhas de produção desta empresa industrial.

Abstract

Nowadays, a rapidly changing industrial environment, forces companies to use different methods and tools, with the objective of increasing their competitiveness and strengthening their presence in the markets.

In this context, one of the means increasingly used for this purpose, corresponds to the implementation and development of the Lean Manufacturing philosophy, which, using a series of principles and tools, seeks to create value in all stakeholders, through the optimization of flows and elimination of waste, leading to constant improvement in the organizations performance.

One of the Lean tools, specifically aimed at reducing waste, is JIT (Just-in-Time). JIT is a philosophy that aims to reduce stock through the concept of the pull system whereby all the outputs are held at the right time in the requested quantity and in the agreed place, using, for example, the Kanban methodology, in order to control and discipline the flow of materials, people and information.

Being the Automotive Industry sector, supported by the strict fulfillment of delivery and execution deadlines, always guaranteeing the lowest level of waste and the highest quality of its products, the aim of this project-work is the study and implementation of a set of Lean Methodologies that support the JIT system, in particular, the use of the MOST method, to measure working times associated with the supply of raw materials to the production lines of this industrial company.

Keywords: *Lean Manufacturing, JIT, Kanban, MOST*

Índice

| | |
|--|------|
| Agradecimentos | I |
| Resumo..... | II |
| Abstract | III |
| Índice de Figuras | VI |
| Índice de Tabelas..... | VII |
| Abreviaturas e Siglas | VIII |
| 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Objetivos | 1 |
| 1.1.1 <i>Objetivos Específicos</i> | 2 |
| 1.2 Metodologia de Investigação | 2 |
| 1.3 Estrutura do Trabalho | 4 |
| 2 Estado da Arte | 5 |
| 2.1 <i>Lean Manufacturing</i> | 5 |
| 2.1.1 <i>PDCA e Método Científico</i> | 7 |
| 2.2 Metodologias <i>LEAN</i> | 9 |
| 2.2.1 <i>Sistema JIT</i> | 9 |
| 2.2.2 <i>Sistema JIS</i> | 10 |
| 2.2.3 <i>Kanban</i> | 10 |
| 2.2.4 <i>Metodologia 5'S</i> | 11 |
| 2.2.5 <i>Gestão Visual</i> | 12 |
| 2.2.6 <i>Andon</i> | 12 |
| 2.2.7 <i>Poka-Yoke</i> | 14 |
| 2.2.8 <i>Diagrama de Spaghetti</i> | 14 |
| 2.2.9 <i>Análise ABC</i> | 14 |
| 2.2.10 <i>Takt Time</i> | 15 |
| 2.2.11 <i>Tempo de Ciclo</i> | 16 |
| 2.3 Método MOST | 17 |
| 2.3.1 <i>Variante BasicMOST</i> | 19 |
| 2.3.2 <i>Aplicação dos Parâmetros dos Modelos de Sequência de Atividades BasicMOST</i> . | 27 |
| 2.4 Metodologia VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) | 35 |
| 3 Caso em Estudo | 39 |
| 3.1 Contextualização da empresa | 40 |
| 3.2 Processo produtivo..... | 41 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.1 | <i>Orçamento e aprovisionamento de matérias-primas.....</i> | 41 |
| 3.2.2 | <i>Estado de fluxo de encomendas</i> | 41 |
| 3.2.3 | <i>Funcionamento do sistema de receção de ordens de encomenda</i> | 42 |
| 3.2.4 | <i>Abastecimento das linhas de produção.....</i> | 42 |
| 3.2.5 | <i>Linhas de produção.....</i> | 43 |
| 3.3 | <i>Alterações ao abastecimento das linhas de produção</i> | 46 |
| 3.3.1 | <i>Abastecimento de Matéria-Prima do grupo A (MPa).....</i> | 46 |
| 3.3.2 | <i>Abastecimento de Matéria-Prima do grupo B (MPb).....</i> | 49 |
| 3.3.3 | <i>Abastecimento de Matéria-Prima do grupo C (MPc)</i> | 53 |
| 3.4 | <i>Construção e desenvolvimento do VSM</i> | 56 |
| 4 | <i>Conclusões e Reflexões.....</i> | 58 |
| 4.1 | <i>Perspetivas de Desenvolvimento Futuro</i> | 60 |
| | <i>Bibliografia</i> | 61 |
| | <i>ANEXOS</i> | 63 |
| | <i>Anexo 1 - Aplicação Método MOST - Parametrização e Cálculo de Tempos Picking MPb</i> | 64 |
| | <i>Anexo 2 - Cálculo Kanban - Abastecimento Bordo Linha MPc.....</i> | 77 |
| | <i>Anexo 3 - Value Stream Mapping (VSM).....</i> | 80 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - 5'S na ótica de Hirano, o criador dos 5'S (Hirano, 1995)..... | 12 |
| Figura 2 - Etapas de escalonamento - Nível intermédio | 13 |
| Figura 3 - Etapas de escalonamento - Nível superior..... | 13 |
| Figura 4 - Fluxograma para a seleção da variante MOST | 18 |
| Figura 5 - Lista de ferramentas e sua designação | 24 |
| Figura 6 – Esquematização do alcance de movimentos dos membros superiores | 27 |
| Figura 7 - Descrição esquemática dos grupos de Matérias-Primas e do Produto-Acabado | 41 |
| Figura 8 - Representação esquemática do local de armazenamento e de picking (antes alterações)..... | 47 |
| Figura 9 - Diagrama Spaghetti de movimentos de pessoas e de fluxos de materiais | 47 |
| Figura 10 - Esquema da redistribuição das Matérias-primas para diminuição do tempo de ciclo da atividade de picking..... | 48 |
| Figura 11 - Gráfico comparativo dos tempos de ciclo com o <i>takt time</i> médio | 48 |
| Figura 12 - Representação esquemática do local de armazenamento e de picking (depois alterações)..... | 49 |
| Figura 13 - Representação do fluxo de movimentos de contentores e de picking (antes alterações)..... | 50 |
| Figura 14 – Representação do fluxo de movimentos de contentores e de picking (depois alterações)..... | 51 |
| Figura 15 - Exemplo de etiquetas com informação do stock mínimo e máximo | 55 |
| Figura 16 - VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) desenvolvido para a organização | 57 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Sequência de parâmetros do Movimento Geral | 20 |
| Tabela 2 - Lista de parâmetros, ações e valores de índice do Movimento Geral | 21 |
| Tabela 3 - Sequência de parâmetros do Movimento Controlado..... | 22 |
| Tabela 4 - Lista de parâmetros, ações e valores de índice do Movimento Controlado..... | 23 |
| Tabela 5 - Sequência de parâmetros TU | 24 |
| Tabela 6 - Descrição do parâmetros | 24 |
| Tabela 7 - Lista de parâmetros (Apertar e Desapertar), ações e valores de índice TU..... | 25 |
| Tabela 8 - Lista de parâmetros (C, S, M, R, T), ações e valores de índice TU..... | 25 |
| Tabela 9 - Quadro resumo da variante BasicMOST | 26 |
| Tabela 10 - Indexação de atividades realizadas com os pés | 31 |
| Tabela 11 - Indexação dos parâmetros F e L..... | 33 |
| Tabela 12 - Descrição da simbologia VSM associada aos processos..... | 36 |
| Tabela 13 - Descrição da simbologia VSM associada aos materiais, recursos e informação..... | 37 |
| Tabela 14 - Descrição da simbologia VSM associada aos materiais, recursos e informação (continuação) | 38 |
| Tabela 15 – Exemplo de parametrização e cálculo de tempos da operação de picking a uma das referências MPb2 | 52 |
| Tabela 16 - Cálculo da taxa de ocupação do operador de picking após aplicação do método MOST a todas as referências MPb | 53 |
| Tabela 17 - Cálculo <i>Kanban</i> para abastecimento ao BDL..... | 54 |

Abreviaturas e Siglas

| | |
|-------|--|
| ABG | <i>Action Distance, Body Motion, Gain Control</i> |
| ABP | <i>Action Distance, Body Motion, Placement</i> |
| BDL | Bordo de Linha |
| C/T | Cycle Time |
| DEMGI | Departamento de Engenharia Mecânica e de Gestão Industrial |
| EDI | <i>Electronic Data Interchange</i> (Movimento eletrónico de fluxos de dados formalizados entre, ou dentro, de empresas) |
| ERP | <i>Enterprise Resource Planning</i> |
| ESTGV | Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu |
| FIFO | <i>Fist In, First Out</i> |
| IPV | Instituto Politécnico de Viseu |
| JIS | <i>Just-in-Sequence</i> |
| JIT | <i>Just-in-Time</i> |
| L1 | Linha de produção 1 |
| L2 | Linha de produção 2 |
| MC | Movimento Controlado (Modelo de sequência de atividade associado à variante <i>BasicMOST</i>) |
| MEMGI | Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial |
| MG | Movimento Geral (Modelo de sequência de atividade associado à variante <i>BasicMOST</i>) |
| MOST | <i>Maynard Operation Sequence Technique</i> (Técnica de Sequência de Operação Maynard, usada para a medição de tempos de operação) |
| MP | Matéria-Prima |
| MPa | Matéria-Prima do Grupo A |
| MPb | Matéria-Prima do Grupo B |
| MPc | Matéria-Prima do Grupo C |
| MRP | <i>Materials Requirements Planning</i> |
| MXI | <i>Move Control, Process Time, Alignment</i> |
| NT | Tempo Normal |

| | |
|------|---|
| PDCA | <i>Plan-Do-Check-Act</i> |
| SAP | Software de Gestão Empresarial |
| ST | Tempo Padrão |
| TMU | Medida de Tempo |
| TPM | <i>Total Productive Maintenance</i> |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> |
| TU | <i>Tool Use</i> “Uso de Ferramenta” (Modelo de sequência de atividade associado à variante <i>BasicMOST</i>) |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> |
| 5S | <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i> |
| 5W | <i>5 Why</i> |

1 Introdução

Numa indústria do sector automóvel, em que se assumem como determinantes as características intrínsecas do tipo de processo de laboração, assume particular importância, o rigoroso cumprimento de prazos de entrega e de execução de artigos/produtos, com a máxima qualidade e a garantia do mais baixo nível de desperdício. Este princípio deve ser transversal a toda a organização, na procura sistemática da aplicação dos conceitos JIT (*Just-in-Time*), segundo os quais, todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local indicado.

Este projeto, pretende alterar os procedimentos subjacentes aos abastecimentos de matérias-primas às linhas de produção, não com base nas capacidades máximas de abastecimento de matérias-primas às linhas, mas antes pela otimização de fluxos de abastecimento e de informação, privilegiando as necessidades das linhas de produção, numa lógica de “*pull system*”, através da necessidade de abastecimento quando o processo a jusante o permitir ou se tornar necessário.

1.1 Objetivos

Pretende-se com este trabalho, o estudo e aplicação de um conjunto de metodologias suportadas na filosofia *Lean manufacturing*, com o objetivo de melhorar o fluxo de materiais e de informação nos processos relacionados com os sistemas de abastecimento de matérias-primas que integram as linhas de produção de uma indústria JIT do sector automóvel.

Neste contexto, procurar-se-á desenvolver fundamentalmente o estudo e aplicação do método MOST na parametrização de tempos e operações em resultado das alterações realizadas e, o desenvolvimento de um Mapeamento de Fluxo de Valor “VSM”, de modo a otimizar o controlo sobre as operações realizadas, detetar e minimizar desperdícios e permitir o aumento da eficiência dos processos associados ao sistema de abastecimento de matérias-primas.

1.1.1 *Objetivos Específicos*

- a) *Caracterizar o sistema produtivo e o sistema de abastecimento;*
- b) *Analisar necessidades de abastecimento das linhas de produção;*
- c) *Analisar capacidade de abastecimento do bordo de linha;*
- d) *Criar ciclos de abastecimento com base na gestão visual e no sistema kanban;*
- e) *Rever em bordo de linha e por referência as necessidades mínimas e máximas;*
- f) *Implementar o método MOST para parametrização de operações e medição de tempos de trabalho;*
- g) *Testar e implementar as medidas de melhorias identificadas;*
- h) *Estudar fluxos de materiais, de pessoas e de informação;*
- i) *Desenvolver o VSM (Value Stream Mapping) para a organização.*

1.2 Metodologia de Investigação

Para a realização deste projeto, a metodologia de investigação foi efetuada através do método *Action-Research* (Morgan, 1983). Esta metodologia envolve um ciclo de cinco etapas, seguidas no desenvolvimento do projeto:

- Fase 1 - Identificação do problema;
- Fase 2 - Estudo e planeamento da ação para a solução do problema;
- Fase 3 - Implementação da ação;
- Fase 4 - Avaliação da implementação da ação e sua monitorização;
- Fase 5 - Avaliação de todo o processo de investigação.

Após estabelecimento de protocolos entre as entidades responsáveis, escolhidas as áreas a serem alvo de estudo dentro da empresa, através do desenvolvimento da metodologia aplicada, foi realizada uma análise específica aos diferentes sistemas de abastecimento de Matérias-Primas presentes na organização.

Na primeira fase da aplicação da metodologia de investigação, foi realizado um trabalho de campo de forma a detetar falhas e a definir os processos passíveis de melhoria. Foram igualmente definidos os objetivos e as metas a atingir.

Foi efetuada a pesquisa bibliográfica sobre as metodologias enquadráveis e inerentes ao desenvolvimento do trabalho, e realizado um estudo sobre o sector industrial em que a empresa se encontra inserida.

Na segunda fase, foram apresentadas as propostas de melhoria a desenvolver e a aplicar através de um plano de ações de redução de custos, falhas e erros, de forma a otimizar e padronizar os processos em estudo através da aplicação de ferramentas de gestão e ferramentas *Lean* mais adequadas ao objeto em estudo, encontrando-se enquadrados em projetos de melhoria contínua internos, com a participação ativa de diversos elementos da organização, das diferentes

áreas e departamentos, de modo a estabelecer a existência de equipas multidisciplinares, fomentando assim, o comprometimento no processo de melhoria continua da organização.

Na terceira fase, foram implementadas algumas das propostas apresentadas.

Na quarta fase, foi feita a análise, controlo e avaliação do impacto das propostas e alterações apresentadas nos processos em análise.

Finalmente, na última fase, foi realizada a apresentação das conclusões e uma análise geral de todo o processo de ação-investigação proposto e realizado aos sistemas de abastecimento de matérias-primas.

1.3 Estrutura do Trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida e estruturada em quatro capítulos principais.

O presente capítulo, começa por realizar o enquadramento do tema desta dissertação, através da definição dos objetivos, metodologia adotada e estrutura da dissertação por capítulos.

No segundo capítulo, é realizada uma revisão da literatura sobre os temas abordados, nomeadamente, conceitos associados à filosofia *Lean Manufacturing*, e principais metodologias *Lean* que sustentam o sistema JIT, igualmente abordado e desenvolvido no segundo capítulo. Apresenta-se também o método MOST, como ferramenta de análise de tarefas e de movimentos, para caracterização de tempos de operação. Finalmente, é realizada a abordagem à ferramenta VSM, de modo a permitir a análise e representação gráfica dos fluxos de processo, materiais, recursos e informação.

O terceiro capítulo expõe o caso de estudo que serviu de base ao desenvolvimento da dissertação, a enunciação do problema e a apresentação da metodologia utilizada. É realizada a contextualização da empresa, e a descrição do processo produtivo, para melhor enquadrar e descrever os projetos de melhoria propostos e implementados. Em complemento, é feita uma análise concreta das linhas de produção e dos sistemas de abastecimento de matérias-primas, sobre os quais incidiram os processos de melhoria e de otimização desenvolvidos no presente projeto. Este capítulo termina com a apresentação do VSM desenvolvido para a organização.

No quarto capítulo, apresenta as principais conclusões do trabalho desenvolvido e propostas de implementação de futuras ações de melhoria.

Acresce ainda no final da presente dissertação, a apresentação das referências bibliográficas e anexos que sustentaram a realização deste projeto.

2 Estado da Arte

A abordagem a cada um dos temas apresentados, bem como, respetivos enquadramentos, serão realizados de acordo com o grau de importância que cada tema terá no desenvolvimento deste projeto e respetiva aplicação e criticidade à área em estudo.

2.1 Lean Manufacturing

A filosofia *Lean Manufacturing* tem as suas raízes no TPS (*Toyota Production System*) criado por Taiichi Ohno a partir de 1940, sendo originária do sector industrial automóvel, constituindo-se como uma filosofia de gestão orientada para a maximização do “valor”, através da consistente redução de desperdícios (Pinto, 2014).

Em concreto, o “desperdício” encontra referência em todas as atividades que se realizam e que não acrescentam valor. O desperdício manifesta-se através de todas as ações, materiais e processos que o cliente não percebe ou não valoriza. João Pinto (Pinto, 2014), considera que mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades que não criam valor. Exemplos disso são: deslocações, inspeções e controlos, burocracia, verificações, ajustes e acertos, armazenamento de materiais, resolução de problemas de qualidade, arquivamento de documentos, tempo interminável ao telefone ou na internet, entre muitos outros.

As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (Pinto, 2014b) no decorrer do desenvolvimento do TPS, tendo sido identificadas 7 formas de desperdícios:

1. **Excesso de produção** - Esta é mais penalizante das sete categorias de desperdício. Produzir mais do que o necessário quer dizer fazer o que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias.
2. **Esperas** - Referem-se ao tempo que as pessoas ou equipamentos perdem sempre que estão à espera de algo (por exemplo, uma autorização).

3. **Transporte de movimentações** - Transporte é qualquer movimentação ou transferência de materiais, semi-acabado ou produto acabado de um local para o outro por alguma razão. Os sistemas de transporte e movimentação causam efeitos perversos nas organizações. Estes ocupam espaço na fábrica, acrescem os custos, aumentam o tempo de fabrico e, muitas vezes, levam a que os produtos se danifiquem com as movimentações. Não se deve esperar eliminar todas as transferências de materiais, mas sim reduzir as distâncias e, deste modo, reduzir os stocks.
4. **Desperdício do próprio processo** - Os desperdícios do processo referem-se a operações e processos que não são necessários. Um aumento dos defeitos pode ser consequência das operações ou processos incorretos. A falta de formação e/ou uniformização pode também provocar desperdícios do processo. Todos os processos geram perdas, contudo, estas devem ser eliminadas ao máximo e isto pode ser alcançado através de esforços de automatização, de formação de colaboradores ou, ainda, pela substituição de processos por outros mais eficientes.
5. **Stocks** - São “a mãe de todos os males”. Stocks denunciam a presença de materiais retidos por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica. Uma das melhores maneiras de encontrar desperdícios é procurar os pontos onde há tendência para a existência de stocks. Escondida por detrás destes pode estar uma variedade enorme de causas que tem de ser analisadas.
6. **Defeitos** - A definição desperdício inclui os defeitos ou problemas de qualidade. A estes são também associados os custos de inspeção, as respostas às queixas dos clientes e as reparações. Os erros humanos criam defeitos. Quando os defeitos ocorrem, as queixas dos clientes aumentam. Esta é uma medida da taxa de defeitos (%). Quando os defeitos acontecem com alguma frequência, são aumentadas as inspeções para evitar que os defeitos passem para os clientes e os stocks aumentam para compensar as peças com defeito. Em consequência, a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta.
7. **Trabalho desnecessário** - Refere-se ao movimento que não é realmente necessário para executar as operações. Ou é muito lento, ou muito rápido ou excessivo.

A par destes, é ainda considerada como a maior manifestação de desperdício em qualquer empresa ou organização, a não utilização do potencial de cada pessoa. Não ouvir, não envolver e não comprometer é desperdiçar oportunidades de melhoria e de crescimento das organizações (Pinto, 2014b).

Por outro lado, Womack e Jones (P. Womack & Jones, 1996) identificaram 5 princípios que sustentam a filosofia *Lean*. Estes e com base na sequência apresentada, poderá também servir como *roadmap* para a implementação da filosofia *Lean* nas organizações:

- Criar valor;
- Definir cadeira de valor;
- Otimizar o fluxo;
- *Pull System*;
- Perfeição.

O *Lean Manufacturing* constitui ainda uma filosofia de liderança, surgindo como um modelo de gestão, cujo objetivo é o desenvolvimento de pessoas, processos e sistemas, tendo em vista, a

redução ou diminuição do desperdício em toda a organização, bem como a criação de valor para todas as partes interessadas, proporcionando uma maneira de fazer mais com menos.

Com base num conjunto de técnicas e ferramentas, o *Lean Manufacturing* ajuda a melhorar a eficiência global das organizações. Para o efeito, torna-se necessário atrair, preparar, comprometer, mobilizar, compensar e fazer um seguimento dos resultados alcançados pelos colaboradores, sendo este, elemento fundamental e incontornável.

Segundo Pinto (Pinto, 2014), o Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e um outro método caracterizado pelo autor como método científico, são os elementos facilitadores na criação das condições formais para a implementação de soluções *Lean*, compartilhado com o espírito de melhoria contínua e com o envolvimento de todos.

2.1.1 PDCA e Método Científico

O ciclo PDCA foi promovido por W. E. Deming, engenheiro Norte Americano amplamente reconhecido pela melhoria dos processos produtivos durante a Segunda Guerra Mundial nos Estados Unidos e no Japão, onde a partir dos anos 50 treinou altos executivos e engenheiros sobre a aplicação de metodologias e conceitos de qualidade. A mensagem de Deming baseava-se no conceito: melhorar a qualidade diminuirá despesas enquanto aumenta a produtividade e o mercado («W. Edwards Deming», 2019).

O ciclo PDCA como ferramenta de qualidade, caracteriza-se pelo modo simples e sistemático com que se orientam as pessoas, na implementação de ações, que visam a mudança, ou mesmo a análise de situações, repetindo as vezes necessárias até se alcançar o resultado pretendido, estando dividido em quatro fases distintas (Rundle, 2019).

PLAN – Estabelecer objetivos, missão. Definir os meios (planos) para alcançar os objetivos. A aplicação dos 5 porquês (5W) para identificação das causas-raiz e do *Brainstorming* para a criação de hipóteses e contramedidas são boas ferramentas e adequadas para esta fase.

DO – Executar os planos (tendo como base o método científico).

CHECK – Verificar se os planos foram executados conforme esperado. Verificar se os objetivos foram atingidos conforme planeado.

ACT – Se os objetivos não foram atingidos, analisar e desenvolver ações corretivas. Conforme a adequabilidade, desenvolver um padrão que possa ser auditado e mantido, com vista à uniformização do processo. Transferir as aprendizagens para o “planear” seguinte.

Praticar o ciclo PDCA exige disciplina, pelo que a sua incorreta ou incompleta aplicação implica o combate sistemático de “focos de incêndio”. O PDCA baseado somente no planear-executar, não configura a obtenção de grandes progressos. Os planos vão ser tentados sem grande coordenação, como se os colaboradores estivessem a usar vendas nos olhos. O facto de a organização não aplicar, ou aplicar corretamente o ciclo PDCA, pode traduzir uma enorme diferença ao nível do seu desempenho (Suzaki, 2013b).

Além disso, a implementação do Ciclo PDCA deve sempre considerar e ter como base os seguintes princípios: respeito pelas pessoas, focalização nos processos, orientação para os resultados, dar tempo ao tempo e, humildade e bom senso (Pinto, 2014).

O Método Científico, por seu lado, fornece um conjunto de regras básicas para formular uma experiência, investigar fenômenos e adquirir novos conhecimentos, com a correção e integração de anteriores conhecimentos. O método consiste na recolha de dados através da observação e da experiência, para formulação e teste de hipóteses, que através da análise dos resultados obtidos, leva ao estabelecimento de uma tese ou à criação de uma teoria.

2.2 Metodologias *LEAN*

Como anteriormente referido, o *Lean Manufacturing* serve-se de vários métodos ou ferramentas que visam a simplificação e otimização dos processos, remoção de atividades e recursos que não acrescentam valor e ao envolvimento de todos (pessoas e processos), na constante melhoria do desempenho das organizações. Neste contexto, expõem-se alguns exemplos das diferentes metodologias, que serão alvo de análise e de estudo na sua aplicação ao presente projeto.

2.2.1 *Sistema JIT*

Poder-se-á entender, que os princípios das Metodologias *Lean* são simples e facilmente entendidos. Sugerem a eliminação gradual de todas as fontes de “desperdício”, enquanto se cria “valor” para todas as partes interessadas no negócio. Desta forma, desenvolve-se um sistema de operações mais rápido, mais leve, capaz de gerar produtos e serviços de elevada qualidade a baixo custo. E, neles pode-se encontrar o Sistema de Operações JIT, constituindo um dos elementos basilares do TPS e um dos fatores que mais contribuem para a implementação de um sistema de gestão baseado na filosofia *Lean* (Santos, 2018).

Os sistemas tradicionais são caracterizados pelo *push system*, por empurrarem os produtos e materiais para o cliente, trabalhando na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, a procura vir a ocorrer. Neste caso, as operações são realizadas em oposição ao JIT. Uma organização que segue a lógica JIT, apenas faz o que é absolutamente necessário e no momento adequado, e não, procurar fazer no intuito de ocupar uma capacidade disponível.

Para trabalhar em regime JIT, uma organização precisa de adotar o paradigma *pull* (todo e qualquer processo só é activado quando o processo a jusante o permite), por oposição ao tradicional *push* (empurrar produtos ou serviços para os clientes na expectativa da venda poder ocorrer).

Para um *push system* (modelo tradicional), a principal preocupação é a eficiência (manter todos os recursos ocupados, independente da encomenda de produtos ou serviços que estão a ser fabricados). Isto resulta num aumento de stocks, de custos e de tempo (Ventura, 2015).

A aplicação prática do *pull system* requer a presença do Sistema *Kanban* para controlo das operações de fabrico. Sem o *Kanban*, o *pull system* entra em rutura de stock e, conseqüentemente, o cliente terá de esperar. As quantidades mantidas em stock no *kanban*, permitem o fornecimento contínuo dos clientes, ao mesmo tempo que se disciplina o fabrico e a movimentação de materiais. Num processo ideal, com tempo de fabrico (*lead time*) próximo de zero, sem erros ou defeitos, o uso de *Kanban* seria desnecessário.

Em contrapartida, a “produção puxada” constitui-se como uma técnica de gestão contrária ao objetivo de fabricar, armazenar e depois vender. Neste ambiente de fabrico, os produtos são executados de uma forma muito rápida, começando por serem produzidos em momentos anteriores à data em que os mesmos devem ser entregues e, sendo concluídos apenas no momento exato. Vendem-se, produzem-se e não se armazenam (Pinto, 2014).

2.2.2 Sistema JIS

O sistema *Just-in-Sequence* (JIS) traduz um conceito avançado do *Just-in-Time*, garantindo não apenas a entrega das peças no tempo e na quantidade necessárias, como também na sequência correta de montagem.

Através da programação integrada de produção e entrega, os fornecedores são sincronizados com a linha de montagem e produzem de acordo com o cronograma (produção sob encomenda), entregando de acordo com a sequência da ordem de encomenda. Os componentes chegam à linha de montagem numa ordem específica e no momento em que são necessários, podendo ser instalados diretamente pelos operadores, sem paragem no armazenamento ou necessidade de uma classificação. Em resultado, as empresas minimizam a existência de stocks, reduzem custos e otimizam operações (Bautista & Fortuny-Santos, 2016). Quando implementado com sucesso, o JIS melhora o retorno sobre os ativos da empresa, sem perda de flexibilidade, qualidade ou eficiência geral.

Os processos *Just-in-Sequence*, são normalmente implementados quando a empresa já possui um alto grau de competência nos processos *Just-in-Time*. A sua implementação, compreende novos requisitos ao nível do processo, para além das práticas específicas do *Just-in-Time*. A sequência de produção ou montagem final, deve ser partilhada com fornecedores e subcontratados, e o feedback para os clientes deve ser organizado de acordo com a saída programada. Uma vez fixa, a sequência de produção real deve ser difundida para todas as partes relevantes, podendo ser feita em suporte de “padrão de mensagem”, designado como EDI (*Electronic Data Interchange*), por via email ou outro sistema de IT automatizado. Este tipo de comunicação EDI obedece a um formato de dados estruturados e formalizados, que garante a troca de dados de forma fidedigna, segura e rápida («Just in sequence», 2018).

Importa referir ainda, que este conceito é muito diferente da produção tradicional de lotes, em que o número e o tipo de unidades produzidas é diferente do número e do tipo de unidades solicitadas pelos clientes. Os produtos são fabricados antecipadamente: Muito cedo, acumulando stocks, ou muito tarde, levando a roturas nas entregas. Neste âmbito, a produção síncrona exige a partilha constante de informações ao longo de toda a cadeia de abastecimento, e a produção (em termos de tipos e quantidades de produtos) pode ser agendada e sequenciada, com todos os processos a poderem iniciar as suas operações (Bautista & Fortuny-Santos, 2016).

2.2.3 Kanban

O *Kanban* tem um significado e uma associação a um cartão ou sinal, e constitui-se como uma ferramenta do controle do fluxo de materiais, pessoas e informação, no chão de fábrica. Fazendo parte das Metodologias *Lean*, o *Kanban* assume ser uma das ferramentas mais importantes para o funcionamento do *Pull System* (Suzaki, 2013a).

Sendo um sistema simples e visual, baseado no princípio de que nenhum posto de trabalho pode produzir sem que o seu cliente o autorize, o sistema *Kanban* “puxa” o processo de produção. E, todo processo subsequente vai retirar partes do processo precedente, ficando evidenciada a relação cliente-fornecedor que o próprio JIT congrega, sendo que o *Kanban* é utilizado para movimentar e autorizar o fluxo de materiais e informação (produção) (Metcalf, 2018).

No sistema *Kanban*, a ênfase é colocada no *output* e não no *input*, onde o fluxo de operações é comandado pela linha de montagem final (ou cliente final). A linha de montagem recebe o programa de produção e, à medida que vai consumindo as peças necessárias, vai autorizando os centros de trabalho precedentes a fabricar um novo lote de peças. Esta autorização para o fabrico de novas peças, é realizada através do “Cartão *Kanban*”, dando a indicação de que se está em presença de um sistema de produção em lotes pequenos.

Complementarmente, importa referir que cada lote de peças é armazenado em recipientes uniformizados, contendo um número definido de peças. Para cada lote mínimo dum contentor, existe um cartão *Kanban* correspondente. As peças dentro dos recipientes, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas através dos centros de trabalho, sofrendo as diversas alterações do processo, até chegarem sob a forma de peça acabada, à linha de montagem final (Courtois et al., 2007).

Cartões, contentores, carros de transporte e sinais eletrónicos, são exemplos de *Kanban* usados para sinalizar a produção. O sinal visual contém informação do que produzir, quanto, quando, onde e, qual o seu destino, podendo conter outros elementos, como fotos, códigos de barras, cores de distinção, etc. (Pinto, 2014).

2.2.4 Metodologia 5'S

Trata-se de um conjunto de práticas, que procuram a redução do “desperdício” e a melhoria do desempenho das pessoas e dos processos, através de uma abordagem simples, e que assenta na manutenção das condições ótimas do local de trabalho, associadas a uma adequada arrumação e organização. A metodologia 5'S foi desenvolvida com o intuito de melhorar os métodos de trabalho, facilitar o controlo visual e apoiar a implementação da metodologia *Lean* (Pavão, 2018). Os 5'S correspondem a cinco palavras, que em japonês, começam pela letra “S”: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke* (Ribeiro, 2018).

- *Seiri (Separar): Organizar e selecionar todos os itens necessários e segregar do espaço de trabalho tudo que não é utilizado. As ferramentas ou equipamentos de maior utilização devem estar junto da bancada de trabalho, e os de menor frequência de utilização mais afastados;*
- *Seiton (Classificar): Arrumar os objetos e as ferramentas no espaço de trabalho, identificados de forma visível, de acordo com a sua necessidade de utilização, permitindo o seu rápido acesso e a respetiva arrumação;*
- *Seiso (Limpar): Limpar, todo o espaço de qualquer sujidade mantendo visível todas as identificações existentes, devendo ser os próprios operadores responsáveis pela limpeza dos seus locais de trabalho;*
- *Seiketsu (Padronizar): Instituir procedimentos/regras documentados ou inseridos nos suportes visuais do espaço. As regras devem ser simples, claras e visuais, de modo a garantir que as atividades ocorrem sem variabilidade independentemente de quem as executa;*

- *Shitsuke (Manter): Garantir que os procedimentos/regras introduzidas são mantidas no tempo, sendo para tal necessário envolvimento e responsabilização de toda a equipa, assim como a sua verificação periódica de modo a manter a filosofia 5'S na empresa.*

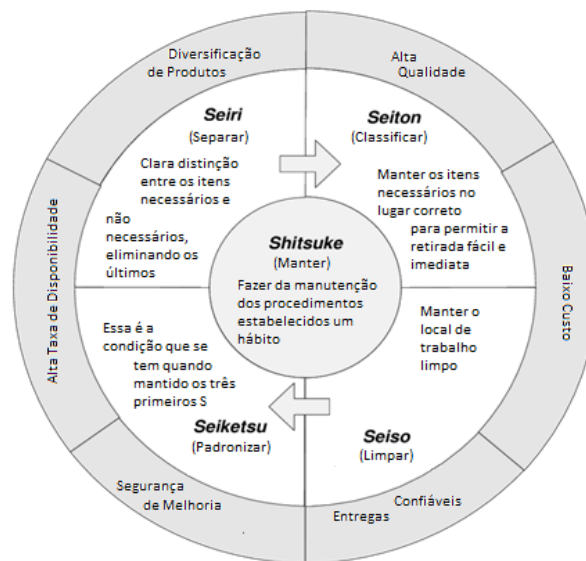


Figura 1 - 5'S na ótica de Hirano, o criador dos 5'S (Hirano, 1995)

A metodologia apresenta-se como uma prática cada vez mais comum, sendo que a adição de um sexto “S” corresponde à Segurança, e que não pode ser dissociado aos anteriores nem de qualquer atividade realizada (Pinto, 2014).

2.2.5 Gestão Visual

A Gestão Visual traduz-se numa ferramenta da metodologia *Lean* de elevada importância na indústria fabril. É uma ferramenta que deve conceber instrumentos de fácil compreensão, de modo a expor os problemas visíveis e simplificar o trabalho a executar (Simas, 2016).

Segundo Pinto (Pinto, 2014) o conceito de gestão visual visa apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. A informação visual deve ser o mais simples possível para que o operador, de forma instantânea, receba a informação necessária, sem dúvidas e hesitações. As práticas 5'S são um enorme contributo para a implementação do controlo visual.

2.2.6 Andon

Trata-se de um sistema de controlo do processo de produção utilizado para sinalizar quando algo de anormal ou fora do padrão, acontece. Através de um sistema de comunicação (visível e audível), é utilizado para alertar as pessoas para problemas ou para pedidos de intervenção imediata, permitindo a tomada de ações corretivas em tempo útil e alertar a todos, quando ocorrem situações anormais (Castro, 2016).

Este sistema permite à supervisão do “chão de fábrica”, um menor esforço na tomada de decisões e uma maior capacidade de acompanhamento da situação. Com um dispositivo de

comunicação de duas vias, o sinal “vermelho” alerta para a existência de anomalias, e quando o indicador volta a “verde”, corresponde à indicação de normalidade (Simões, 2016).

O sistema Andon, fornece uma visão completa de toda área de serviço, para que seja melhor definida a prioridade e o esforço.

Existem dois tipos de sistemas Andon:

- *Andon Manual, em que o operador aciona um interruptor de posição fixa, ou puxa uma corda para sinalizar:*
 - Necessidade de material;
 - Problemas de qualidade;
 - Refugo.
- *Andon Automático, através de um interruptor de limite e de um transportador de monitorização de partes móveis:*
 - Em que um fim de curso pode registar o número de peças e tempo de movimento que a linha possui (Tempo de Ciclo);
 - Em que o sistema Andon pode ser ativado por um sistema a prova de erro (*Error Profing*).

2.2.6.1 Estágios de Escalonamento

Uma vez conhecida a anomalia, esta é escalonada para o primeiro nível. Se não for possível a correção, então será escalonada para o próximo nível.

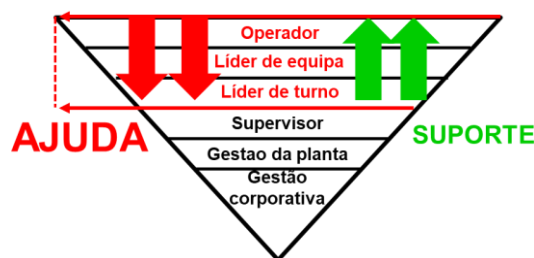


Figura 2 - Etapas de escalonamento - Nível intermédio

Quando no nível de liderança, todos os esforços estiverem esgotados na tentativa de resolver ou eliminar o problema no tempo especificado, a questão é escalonada para um nível superior, para resolução do problema e poder dar continuidade à produção.

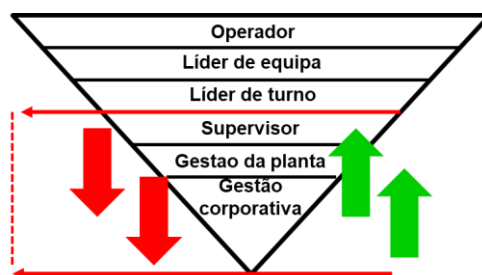


Figura 3 - Etapas de escalonamento - Nível superior

O uso apropriado do sistema Andon torna-se fundamental para destacar as anomalias, com o intuito de identificar e eliminar as causas das mesmas, e não apenas para responder aos problemas.

É por isso imperativo, efetuar uma análise frequente dos dados Andon, acionando as equipas de suporte, de modo a que se possam concentrar na identificação de medidas de melhoria e solucionar as causas que constituem a raiz dos problemas detetados.

2.2.7 Poka-Yoke

O *Poka-Yoke* é uma técnica à prova de erros, podendo ser aplicada na melhoria de produtos, serviços ou processos, em todos os tipos de organizações.

Num processo produtivo, o sistema pode ser aplicado através da utilização de sensores ou outros dispositivos, com o objetivo de detetar “erros” que possam passar pelos operadores (Mendes, 2017).

Segundo Pinto (Pinto, 2014), este sistema pode ser usado como método de prevenção e/ou como método de deteção/aviso (alarme). No método de prevenção, o sistema pode ser classificado em três tipos:

Controlo – Uma ação que autocorrige o problema (ex: corretor de erros ortográficos de um editor de texto).

Paragem (*shutdown*) – Um sistema ou equipamento, que pára o processo quando é detetado um erro ou quando as condições de erro surgem, como por exemplo, na sequência da realização de um determinado teste de controlo a um dispositivo.

Fatores humanos – Através do recurso a cores, formas, símbolos, tamanhos, sons e *checklists*, procurando-se simplificar os processos e obviar à ocorrência ou propagação de erros. Um exemplo, passa pela existência de sombras pintadas num quadro de ferramentas, onde cada uma tem o local certo para ser arrumada.

Os métodos de aviso (alarme) detetam o problema e enviam um sinal ao operador. Estes métodos apenas detetam e avisam a presença do erro ou de condições que levarão ao erro. Dado que em alguns dos casos, os sinais são ignorados pelos operadores, os métodos de deteção e aviso não são tão eficazes como os métodos de prevenção, sendo preferível a aplicação destes dirigidos à deteção e aviso.

2.2.8 Diagrama de Spaghetti

O Diagrama de Spaghetti é uma ferramenta que ilustra o fluxo de materiais ao longo de todo o processo. Este pode ser utilizado para mapear fluxo de informação e de pessoas. O diagrama, por norma, é desenhado sobre um layout, possibilitando assim a maior facilidade na identificação de movimentações e transportes desnecessários (M. Sousa, 2017).

2.2.9 Análise ABC

A análise ABC, também conhecida como regra 20/80 ou análise/princípio de Pareto, que nos diz que, para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% de causas. (Pinto, 2014)

A análise ABC é uma ferramenta simples que permite estabelecer prioridades, sendo bastante útil à gestão. O estabelecimento de prioridades é determinado através da classificação de um conjunto de itens em classes de acordo com um ou vários critérios. A posição relativa desses itens mostra que os itens da categoria A devem estar sob o controle máximo, os itens da

categoria B podem estar sob um controlo médio e os itens C podem estar sob um controle médio ou baixo (Sunil Indrasan et al., 2018).

O objetivo é identificar um pequeno número de itens que tenham um grande impacto no projeto em análise, permitindo um foco especial nesse pequeno grupo e aumentando a eficiência na gestão deste grupo de itens.

2.2.10 *Takt Time*

O *Takt Time*, corresponde por definição ao cálculo que determina o tempo de ciclo necessário que uma operação deve atingir, para corresponder à taxa de pedido do cliente, ou seja, a taxa à qual um produto acabado precisa de ser concluído, para atender a procura do cliente (Mendes, 2017).

$$\textit{Takt Time} = \text{Tempo Disponível Líquido} / \text{Procura do cliente}$$

Tempo Disponível Líquido: É o tempo planeado para a produção, calculado através da subtração do tempo de inatividade programado (almoço, pausas, tempo de limpeza, reuniões de equipa, ações de manutenção, etc.), ao tempo disponível total.

Procura do Cliente: No cálculo do *Takt Time*, surge associado ao lançamento mensal dos clientes, sendo expresso em unidades por dia.

Takt, é a palavra alemã utilizada para a “batuta” que um maestro de uma orquestra usa na definição regular do ritmo da música, e pode ser considerado como um “tempo do ritmo” mensurável, “frequência” ou “batimento cardíaco”, como no ritmo ou cadência na procura dos clientes (*All About Takt Time*, 2020).

Se o ritmo ou a procura aumentar, o *Takt Time* deverá diminuir, verificando-se o inverso, sempre que a procura diminuir. De modo a que o *Takt Time* não passe de um mero conceito, as empresas necessitam de ser flexíveis nos seus processos e na utilização de recursos (Lourenço, 2017).

A utilização do *Takt Time* é suportada nas seguintes premissas:

- *É a base de um sistema de produção Just-in-Time, ao combinar o tempo do ciclo com a taxa de procura do cliente;*
- *Orienta o projeto de tempos de ciclo padrão da estação de trabalho, tamanhos de buffer e taxas de fluxo de material;*
- *Estrutura os elementos de tempo das atividades, para tornar a produção mais confiável, consistente e previsível;*
- *Quantifica a diferença entre o estado ideal e o estado atual;*
- *Pode ser calculado para qualquer base de tempo, como flutuações sazonais na procura do cliente, evitando a superprodução;*
- *Elimina os desperdícios de uma superprodução.*

E define como fatores críticos do seu sucesso:

- *A observação direta para entender o tempo de um produto, desde o início até ao fim do processo;*
- *A compreensão completa da taxa de procura do cliente.*
- *As interrupções comuns na produção, como falta de material e tempo de inatividade do equipamento, que são tratadas através de um forte processo de melhoria contínua;*
- *A comparação dos tempos de ciclo com o Takt Time, devendo-se prestar atenção às perdas e variações no processo, incluindo a variação de tempo de ciclo, tempo de inatividade e de rendimento ou eficiência;*
- *Os processos adicionais, que devem ser executados mais rapidamente que o Takt Time, no sentido de poderem acomodar perdas. Como as perdas são minimizadas através da melhoria contínua, a diferença entre o tempo de ciclo e o Takt Time pode ser reduzido.*

2.2.11 Tempo de Ciclo

O Tempo de Ciclo, baseia-se no tempo de produção decorrido entre duas peças consecutivas, e é definido pela operação mais demorada na sequência de fabrico. Esta operação, designada por estrangulamento ou *bottleneck*, determina o ritmo do processo e define o *output* do mesmo, estabelecendo o volume de stocks intermédios. Por sua vez, o *lead time* constitui o tempo total da sequência de fabrico, pelo que não devem ser confundidos. O Tempo de Ciclo não depende do *lead time* e representa o tempo necessário para completar um ciclo (tempo do operador e tempo de máquina).

Paralelamente, o Tempo de Ciclo do Operador assume-se como o tempo total necessário para um operador completar um ciclo completo de uma operação e inclui todas as atividades, quer acrescentem ou não valor (operações manuais, colocar e retirar, caminhar, inspecionar, descarregar/carregar máquinas, e calibrar).

Já o Tempo de Ciclo da Máquina, é o tempo total para a máquina terminar um ciclo completo de trabalho, importando salientar que o tempo de ciclo de uma sequência ou linha de produção não pode ser superior ao *Takt Time*, sob pena de levar a atrasos nas entregas, ou muito inferior, de forma a não criar desperdícios no processo, baixando a utilização de recursos.

Os parâmetros expostos, significam assim, que a organização deverá ajustar permanentemente o tempo de ciclo dos processos ao *Takt Time*, no sentido de satisfazer a procura e, simultaneamente, adequar a taxa de ocupação dos recursos disponíveis.

Para sincronizar o Tempo de Ciclo com o *Takt Time*, todas as operações deverão ser niveladas, evitando-se a sobrecarga ou a existência de folgas (Lourenço, 2017).

2.3 Método MOST

Desenvolvido em 1967 por Kjell B Zandin, o método MOST é uma das mais populares técnicas indiretas de medição de tempos de trabalho.

Natural da Suécia, Kjell viveu na sua terra natal entre 1964 e 1972, onde trabalhou como consultor um pouco por todo o continente europeu. Em 1972, Kjell foi transferido para a Alemanha para manter um contato mais próximo com as indústrias da Europa central.

Foi, no entanto, em 1967, enquanto trabalhava para a Saab-Scania na Suécia, que Kjell desenvolveu a técnica MOST e suas variantes.

Kjell B. Zandin teve um impacto significativo por todo o mundo em sequência do desenvolvimento da técnica MOST, tendo sido considerado como um dos 10 engenheiros industriais mais influentes nos EUA depois da década de 50. Kjell faleceu aos 74 anos, na sua terra natal, Suécia, a 3 de maio de 2011 (KJELL ZANDIN, 2019).

MOST significa *Maynard Operation Sequence Technique* (Técnica de Sequência de Operação Maynard) e centra-se no movimento dos objetos, podendo ser aplicado em operações repetitivas e não repetitivas, em processos industriais e/ou de serviços (Zandin, 2002).

Deste modo, a técnica MOST é usada para analisar o trabalho e determinar o tempo normal de execução de uma dada operação (NT). Por sua vez, o tempo padrão (ST) é obtido pelo seguinte modo:

$$ST = NT * (1 + tolerâncias)$$

Este método é muito popular nos EUA e na Europa do Norte, pelo que em Portugal são raros os casos em que é aplicado, com exceção das multinacionais francesas, que de um modo geral usam o MOST.

De acordo (Pinto, 2019b), o movimento de objetos nos locais de trabalho tende a seguir sequências de movimentos básicos, como alcançar, agarrar, mover, posicionar... No método MOST estes movimentos são identificados e organizados numa sequência de eventos, ou seja, para mover um objeto são necessários uma sequência de movimentos padrão.

De acordo com as diferentes sequências de movimentos e aplicações, o método MOST pode ser apresentado em diferentes variantes:

MaxiMOST

BasicMOST

MiniMOST

AdminMOST (para os serviços)

MaxiMOST – Variante usada para analisar operações realizadas com menor frequência (<150/semana) e com duração de vários minutos ou horas.

BasicMOST – Variante utilizada para operações que se realizam entre 150 a 1500 vezes por semana, em que uma operação desta categoria durará entre alguns segundos e 10 minutos, sendo

o valor mais comum entre 30 segundos e 3 minutos, enquadrando-se nesta categoria a maior parte das operações industriais.

MiniMOST – Esta variante é utilizada para analisar operações com maior frequência > 1500/semana e de curta duração (< 10 segundos). Independentemente da duração, as operações (mover e alcançar) realizadas num perímetro inferior a 25 cm do operador devem usar esta variante.

Outras operações em que operador tem de se deslocar mais que dois passos, realiza movimentos do corpo (além de dobrar e levantar) e tem de movimentar cargas superiores a 5kg, deve-se optar pela variante *BasicMOST* (Pinto, 2019a).

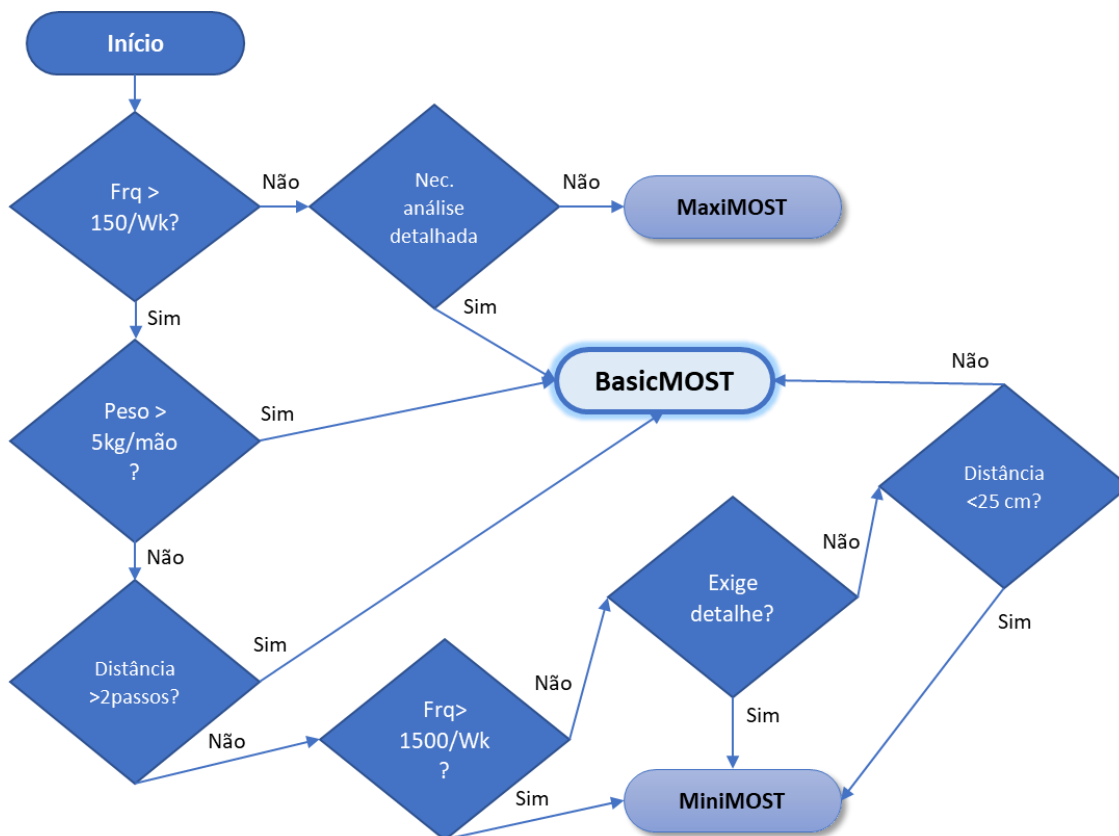


Figura 4 - Fluxograma para a seleção da variante MOST

2.3.1 Variante BasicMOST

A variante *BasicMOST* usa a agregação de movimentos (junção de movimentos básicos), designada por modelos de sequência de atividade.

Existem três modelos de sequências de atividade no *BasicMOST*, em que cada modelo consiste numa sequência padrão de ações:

- **Movimento Geral (MG):** Esta sequência é usada quando o objeto é movido livremente no espaço de um ponto para o outro (ex. apanhar algo do chão/caixa e colocar em cima da mesa);
- **Movimento Controlado (MC):** Esta sequência é usada quando o objeto a mover se mantém em contacto com a superfície (tapete ou bancada) ou estando fixo a um outro durante o movimento (ex. mover uma alavanca numa máquina);
- **Uso de Ferramenta (TU¹):** Esta sequência aplica-se ao uso de uma ferramenta manual (ex. martelo ou chave-de-fendas).

2.3.1.1 Movimento Geral (MG)

O Movimento Geral (MG) lida com a deslocação espacial de objetos sob controlo manual em rota livre (ie, movimento não controlado). Se o movimento for controlado (ex. mover em calha ou objeto fixo a outro) a sequência MG não se aplica.

O MG segue uma sequência fixa de sub-atividades, que formam a base desta sequência, que no geral traduz-se no **GET + PUT + RETURN²**.

A sequência de sub-atividades no MG está definida na seguinte forma:

REACH – Alcançar um objeto com 1 ou 2 mãos a uma dada distância com ou sem a conjugação de movimentos do corpo ou passos;

GAIN CONTROL – Ganhar controlo manual do objeto;

MOVE – Mover o objeto até um dado ponto com ou sem conjugação dos movimentos do corpo ou passos;

PLACE ou **PUT** – Colocar o objeto numa posição (temporária ou fixa);

RETURN – Voltar ao ponto inicial.

Não obstante, estas sub-atividades estão agrupadas em quatro tipos, estando representadas por quatro letras:

A – Action distance: Este parâmetro é normalmente usado para descrever movimentos horizontais de mão e pés (ex. andar);

¹ TU = Tool Use

² GET = Alcançar; PUT = Colocar/Posicionar; RETURN = Volver

B – *Body motion*: Parâmetro usualmente vertical e define movimentos e ações verticais do corpo (ex. sentar e levantar);

G – *Gain control*: Este parâmetro é usado para qualquer ação manual envolvendo dedos, mãos e pés para “ganhar controle” de um ou mais objetos;

A – *Placement*: Parâmetro usado para descrever a ação de “colocar de lado”, posicionar, orientar ou alinhar um objeto após ter sido movido para uma nova posição (ex. posicionar as peças).

No MG estes parâmetros ocorrem na seguinte sequência padrão:

| A | B | G | A | B | P | A |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------------|
| GET (alcançar) | | | PUT (colocar/posicionar) | | | RETURN |
| <i>Action distance</i> | <i>Body motion</i> | <i>Gain control</i> | <i>Action distance</i> | <i>Body motion</i> | <i>Placement</i> | <i>Action distance</i> |

Tabela 1 - Sequência de parâmetros do Movimento Geral

Os três primeiros parâmetros (ABG) representam os movimentos básicos para alcançar o objeto, os três seguintes (ABP) representam movimentos para por ou colocar o objetos numa nova localização, e o parâmetro final (A) refere-se a qualquer movimento no final da sequência, como voltar à posição inicial.

Por fim, para obtenção do tempo para realização dessa ação, é atribuído a cada parâmetro do modelo de sequência de atividades, um valor numérico sob a forma de índice, em que depende do tipo de ação, do conteúdo do movimento e das condições em que o mesmo é realizado.

Quando os valores índice são atribuídos a todos os parâmetros, o tempo da sequência é calculado através da soma dos valores índice e multiplicados por dez para obtenção do tempo total em TMU's.

A sigla TMU, é uma medida de tempo usada na maioria dos sistemas de tempo de movimentos predeterminados (ex. MOST) em substituição do tempo medido em segundos. Um TMU é definida como 0,00001 horas ou 0,036 segundos. Essas unidades menores permitem cálculos mais precisos e sem o uso de casas decimais («Predetermined motion time system», 2019).

A tabela seguinte lista os parâmetros e as possíveis circunstâncias da ação, junto com os correspondentes valores do índice.

| MÉTODO MOST - MOVIMENTO GERAL (MG) | | | | ABG-ABP-A |
|------------------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| Índice (x10) | A Distância de Ação | B Movimento do Corpo | G Ganhar Controlo | P Pôr / Colocar / Posicionar |
| 0 | < 5 cm | | | Pegar, Largar, Atirar ou Soltar |
| 1 | Dentro do alcance do operador | | Agarrar (Grasp): - Objetos leves - Objetos leves em simultâneo | Colocar Por de lado Colocar num local certo (<i>loose fit</i>) |
| 3 | Um a dois passos | Levantar ou sentar Dobrar e levantar em 50% das situações | Alcançar/obter (Get): ou: Objetos leves não simult. Recolher Objetos pesados/volumosos Interligar Escondido ou obstruído Desmontar | Posicionar Colocar escondido ou obstruído Ajustes e aplicar pressão ligeira Dupla colocação/posicionamento |
| 6 | Três a quatro passos | Dobrar e levantar | | Posicionar com cuidado/precisão Aplicar pressão elevada Posicionar escondido ou obstruído Movimentos intermédios |
| 10 | Cinco a sete passos | Sentar ou levantar c/ ajustamento | | |
| 16 | Oito a dez passos | Levantar e dobrar Dobrar e sentar Subir ou descer de algo (aprox. 1m) Passar por uma porta | | |

Tabela 2 - Lista de parâmetros, ações e valores de índice do Movimento Geral

Para a correta atribuição dos índices e respetiva indexação das sub-atividades, é vital responder a 5 questões-chave:

1. Que item (objeto, peça ou ferramenta) vai ser movido?
2. Como é que o item vai ser movido? (Se livremente, deve-se assumir o Movimento Geral)
3. O que faz o operador para apanhar o item (fase GET: A-B-G)?
4. O que faz o operador para colocar o item (fase PUT: A-B-P)?
5. O operador volta ao posto ou fica com as mãos livres (fase RETURN: A)?

Devem também ser consideradas questões sob o ponto de vista da melhoria do processo:

- A sub-atividade acrescenta valor? O que pode ser eliminado?
- Quais os índices de maior valor que podem ser eliminados ou reduzidos pela mudança de método, layout, ou outra?

A resposta às questões anteriores é determinante na aplicação do método MOST, uma vez que permite:

- Ignorar ou analisar tarefas realizadas pelo operador consideradas desnecessárias ou sem valor acrescentado;
- Dividir corretamente o processo em fases (ex: *GET-PUT-RETURN*);
- Descrever corretamente o método de trabalho em análise;
- Determinar os valores dos índices para cada parâmetro ou sub-atividade (ex: ABG-ABP-A);
- Aplicar o método MOST de forma consistente.

2.3.1.2 Movimento Controlado (MC)

O Movimento Controlado (MC) descreve o movimento manual de um objeto ao longo de um percurso controlado (não livre), em que o movimento é restringido de algum modo (ex. movimento de manivela).

Tal como o MG, o MC também segue uma sequência fixa de sub-atividades:

REACH – Alcançar o objeto (com 1 ou 2 mãos);

GAIN CONTROL – Ganhar controlo manual do objeto;

ALLOW – Permitir tempo para que um processo (máquina) ocorra;

ALIGN – Alinhar o objeto após MC ou a conclusão do tempo de processo;

RETURN – Voltar ao ponto de partida ou ao local de trabalho (posição inicial).

No MC, a sequência de sub-atividades estão agrupadas na forma **GET + MOVE + RETURN** e os parâmetros ocorrem na seguinte sequência padrão:

| A | B | G | M | X | I | A |
|------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| GET (alcançar) | | | MOVE (mover ou atuar) | | | RETURN |
| <i>Action distance</i> | <i>Body motion</i> | <i>Gain control</i> | <i>Mov. controlado</i> | <i>Tempo de processo</i> | <i>Alinhamento</i> | <i>Action distance</i> |

Tabela 3 - Sequência de parâmetros do Movimento Controlado

No MC são apenas introduzidos três parâmetros (MXI), os restantes (ABG) mantêm-se iguais ao Movimento Geral.

Este movimento (MC) ocorre sob três condições:

O objeto ou ferramenta tem movimento limitado por estar associado a outro objeto, tal como botão, alavanca, porta ou manivela;

É controlado durante o movimento em sequência do contacto com uma superfície ou outro objeto (ex. puxar a caixa ao longo de uma mesa);

O objeto tem de ser movido num percurso controlado para realizar a tarefa (ex. coser um bolso a uma camisa).

A tabela seguinte identifica para o MC os parâmetros e as possíveis circunstâncias da ação, junto com os correspondentes valores do índice.

| MÉTODO MOST - MOVIMENTO CONTROLADO (MC) | | | | | | ABG-MXI-A |
|---|--|---------------|----------------------------|---------|--------|-------------------------------------|
| Índice (x10) | M - Mover Controlado | | X - Tempo de Processamento | | | I - Alinhamento |
| | Puxar/Empurrar/Rodar | Manivela | Segundos | Minutos | Horas | |
| 1 | Menor ou igual a 30 cm Botão Interruptor Maçaneta ou Puxador | | 0,5 | 0,01 | 0,0001 | 1 ponto |
| 3 | Maior que 30 cm Resistência Selar ou des-selar Elevado controlo 2 estágios menor que 60 cm total | 1 volta | 1,5 | 0,02 | 0,0004 | 2 pontos. Menor ou igual a 10 cm |
| 6 | 2 estágios maior que 60 cm total 1 a 2 passos | 2 a 3 voltas | 2,5 | 0,04 | 0,0007 | 2 pontos. Maior que 10 cm |
| 10 | 3 a 4 estágios 3 a 5 passos | 4 a 6 voltas | 4,5 | 0,07 | 0,0012 | |
| 16 | 6 a 9 passos | 7 a 11 voltas | 7 | 0,11 | 0,0019 | Precisão |

Tabela 4 - Lista de parâmetros, ações e valores de índice do Movimento Controlado

2.3.1.3 Uso de Ferramenta (TU)

Nem todo o trabalho manual é feito diretamente com as mãos, pelo que é frequente o uso de ferramentas no trabalho, estando definida a sequência de atividades TU “*tool use*” para análise desta variável.

Nesta sequência, os parâmetros **ABG**, **ABP** e **A** são os da mesma sequência do Movimento Geral e não sofrem qualquer alteração, estando, no entanto, definidos sete parâmetros na sequência de atividades TU:

F – *fasten* (apertar): Tempo necessário para a montagem manual ou mecânica pelo uso dos dedos, mãos ou ferramenta manual (ex. chave de fendas);

L – *loosen* (desapertar): Tempo necessário para a desmontagem manual ou mecânica pelo uso dos dedos, mãos ou ferramenta manual (ex. chave de fendas);

C – *cut* (cortar): Tempo para a realização de ações envolvidas na separação, divisão ou remoção de partes de um objeto através do uso de uma ferramenta manual (ex. tesoura, faca, alicate ou X-ato);

S – *surface treat* (tratar superfícies): Tempo para a remoção de materiais não desejados (ex. partículas, aparas, pó, etc.) ou ainda a aplicação de uma qualquer substância para acabamento ou polimento de uma peça (ex. tinta, verniz ou cera);

M – *measure* (medir): Tempo para medir um dado objeto usando um equipamento padrão de medida (ex. fita métrica ou régua);

R – *record* (registar): Tempo para o registo manual de dados e/ou informação através de caneta ou marcador;

T – *think* (pensar): Este parâmetro refere-se ao movimento dos olhos e à atividade mental empregue na recolha de informação (ler) ou ainda na inspeção de um objeto incluindo (quando necessário) o seu alcance ou toque para o sentir/avaliar.

Para definição da sequencia de atividades é realizada a integração dos parâmetros TU obtendo-se a seguinte padrão.

| A | B | G | A | B | P | FLCSMRT | A | B | P | A |
|--------------------------------|---|---|--------------------------------|---|---|--------------------------|------------------------------|---|---|---------|
| Apanhar a ferramenta ou objeto | | | Colocar a ferramenta ou objeto | | | USAR A FERRAMENTA | Colocar a ferramenta de lado | | | Vol-tar |

Tabela 5 - Sequência de parâmetros TU

| Onde: | |
|-------|------------------------------|
| A | Action distance (horizontal) |
| B | Body motion (vertical) |
| G | Gain control (get) |
| P | Placement |

Tabela 6 - Descrição do parâmetros

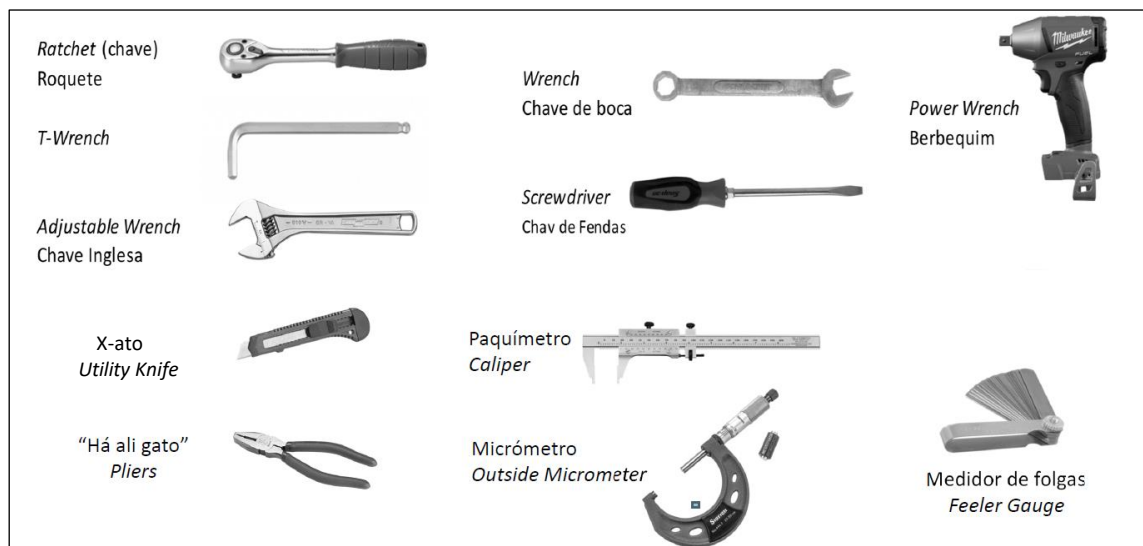


Figura 5 - Lista de ferramentas e sua designação

As tabelas de índices seguintes identificam os parâmetros TU associados a ações, combinadas com o uso de uma lista de ferramentas manuais.

| MÉTODO MOST - USO DE FERRAMENTA (TU) [F e L] | | | | | | | | | | | ABG-ABP-tool-ABP-A |
|--|--|---------------|------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------|
| Índice x10 | F – <i>fasten</i> (apertar) L – <i>loosen</i> (desapertar) | | | | | | | | | | |
| | Ação Dedos | | Ação do Pulso | | | Ação do Braço | | | | | Power Tool |
| | Volts | rotações | Apertos, Golpes | Volts (manivela) | Batidas | Rotações em Força | | Desapertos | Volts (manivela) | Ataques | Diametro da chave |
| Dedos Chave de fendas | Mão, chav fendas Ratchet, T-Wrench | Chave de boca | Chave de boca Ratchet (roquete) | Mão Martelo | Ratchet (roquete) | T-Wrench Duas mãos | Wrench, ie Chave de boca | Chave Boca ou Ratchet | Martelo | Berbequim Pwr Wrench | |
| 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | 1 | | 1 | 6 mm |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 6 | 2 | 1 | | 1 | 3 | 25 mm |
| 10 | 8 | 5 | 3 | 5 | 10 | 4 | | 2 | 2 | 5 | |
| 16 | 16 | 9 | 5 | 8 | 16 | 6 | 3 | 3 | 3 | 8 | |
| 24 | 25 | 13 | 8 | 11 | 23 | 9 | 6 | 4 | 5 | 12 | |
| 32 | 35 | 17 | 10 | 15 | 30 | 12 | 8 | 6 | 6 | 16 | |
| 42 | 47 | 23 | 13 | 20 | 39 | 15 | 11 | 8 | 8 | 21 | |
| 54 | 61 | 29 | 17 | 25 | 50 | 20 | 15 | 10 | 11 | 27 | |

Tabela 7 - Lista de parâmetros (Apertar e Desapertar), ações e valores de índice TU

| MÉTODO MOST - USO DE FERRAMENTA (TU) [C S M R T] | | | | | | | | | | | ABG-ABP-tool-ABP-A | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|---------------------|-------------|----------------------------|--|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| Índice x10 | C – <i>cut</i> (cortar) | | | S – <i>surface treat</i> (tratar superfícies) | | | M – <i>measure</i> (medir) | R – <i>record</i> (registar) | | | T – <i>think</i> (pensar) | | | |
| | Cut off | Segurar | Cortar | Fatiar | Air Clean | Brush Clean | Limpar | Medir | Escrever | | Marcar | Inspect | Leitura/Ver | |
| | Alicate (pliers) | | Tesoura | Faca | Pistola | Escova | Pano | Inst. de medir | Lapis ou Caneta | Marçador | Olhos/dedos | | | |
| Fio | | Cortes | Fatias, cortes ou tiras | 0,1 m2 | | | | | Digitos (letras ou números) | Palavras completas | Digitos (letras ou números) | Pontos | Digitos ou palavras isoladas | Texto de palavras |
| 1 | | Agarrar ou morder | 1 | | | | | | 1 | | Check mark | 1 | 1 | 3 |
| 3 | Corte fácil | | 2 | 1 | | | 0,05 m2 | | 2 | | 1 ou marcar | 3 | 3 | 8 |
| 6 | Médio | Torcer, Rodar, Fazer | 4 | | 1 Ponto ou Cavidade | 0,1 m2 | | | 4 | 1 | 2 | 5 ou sentir temperatura | 6 | 15 |
| 10 | Corte difícil | | 7 | 3 | | | 0,1 m2 | Indicador de perfil (profile gauge) | 6 | | 3 | 9 ou detetar defeitos | 12 | 24 |
| 16 | | Fixar pino | 11 | 4 | 0,3 m2 | 0,2 m2 | 0,2 m2 | Calibre de escala fixa (< 30 cm), ie parquímetro | 9 | 2 | 5 | 14 | | 38 |
| 24 | | | 15 | 6 | 0,4 m2 | 0,3 m2 | | Medidor de forlças | 13 | 3 | 7 | 19 | | 54 |
| 32 | | | 20 | 9 | 0,7 m2 | 0,5 m2 | 0,5 m2 | Fita Métrica (2m) Micrómetro de profund. | 18 | 4 | 10 | 26 | | 72 |
| 42 | | | 27 | 11 | 1 m2 | 0,7 m2 | 0,7 m2 | Micrómetro de ext. (<10 cm) | 23 | 5 | 13 | 34 | | 94 |
| 54 | | | 33 | | | | | Micrómetro de int. (<10 cm) | 29 | 7 | 16 | 42 | | 119 |

Tabela 8 - Lista de parâmetros (C, S, M, R, T), ações e valores de índice TU

Em resumo, a variante *BasicMOST* agrupa-se em três grupos, em que a sequência de atividades do Movimento Geral representa mais de 50% das situações, 1/3 das operações fabris envolvem “Movimentos Controlados” e o Uso de Ferramenta é uma combinação das duas anteriores.

| Estrutura da variante BasicMOST | | |
|--------------------------------------|--------------------|--|
| Movimento Geral | ABG-ABP-A | A - Action Distance |
| | | B - Body Motion |
| | | G - Gain Control |
| | | P - Placement |
| Movimento Controlado | ABG-MXI-A | A - Action Distance |
| | | B - Body Motion |
| | | G - Gain Control |
| | | M - Move Control |
| | | X - Process Time |
| | | I - Alignment |
| Uso de Ferramenta (<i>UseTool</i>) | ABG-ABP-tool-ABP-A | A - Action Distance |
| | | B - Body Motion |
| | | G - Gain Control |
| | | P - Placement |
| | | Espaço em branco para a Ferramenta: |
| | | F - Fasten |
| | | L - Loosen |
| S - Surface Treatment | | |
| M - Measure | | |
| R - Record | | |
| T - Think | | |

Tabela 9 - Quadro resumo da variante BasicMOST

Por último, para a correta aplicação do método MOST, além de ser necessário atender a correta indexação dos parâmetros para cada modelo de sequência de atividades (ver capítulo a seguir), é igualmente necessário realizar uma correta caracterização do processo, devendo ser atendidos os seguintes pontos:

- Conhecer e ter acesso ao fluxograma do fabrico e/ou montagem;
- Realizar a descrição das operações, sendo uma mais valia o recurso a filmagem ou fotografia;
- Identificação dos equipamentos, ferramentas e instrumentação usados;
- Identificação das instruções disponíveis no posto de trabalho e dos documentos a consultar e/ou a preencher;
- Identificação dos recursos humanos envolvidos;
- Avaliação das condições em que o trabalho é realizado (temperatura, luz, ruído, vibração, pesos, etc.).

2.3.2 Aplicação dos Parâmetros dos Modelos de Sequência de Atividades BasicMOST

A aplicação dos parâmetros agrega um conjunto de regras que necessitam de ser atendidas para a correta determinação dos índices. A adequação dos índices depende do tipo de ação e, nas condições e no modo em como esta é realizada.

Neste contexto, importa descrever os princípios associados aos parâmetros de cada modelo de sequência de atividades, para melhor compreender as ações que devem ser consideradas na determinação dos índices associados.

2.3.2.1 Indexação de Parâmetros MG

A0 – Distâncias iguais ou inferiores a 5 centímetros da mãos, pés ou pernas;

A1 – Distâncias dentro do alcance (fig. 6), sem movimentação do tronco. Caso ocorra a movimento do tronco, o parâmetro a considerar deve ser o A_3 (equivalente a 1 passo);

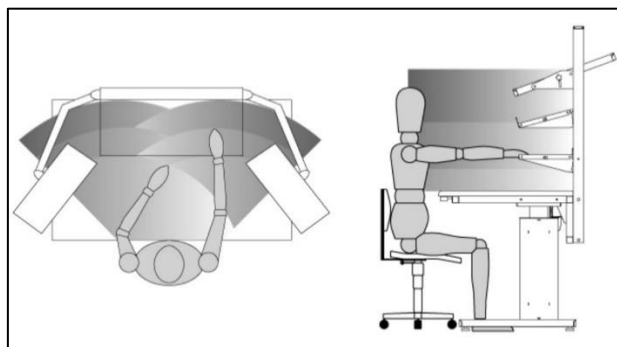


Figura 6 – Esquematisação do alcance de movimentos dos membros superiores

B3 – Levantar ou sentar (quando o corpo se encontra simplesmente sentado ou ereto sem movimentos dos pés ou das mãos);

B3 – Dobrar e levantar, 50% de ocorrências – Quando este movimento é 50% do tempo durante uma ação repetitiva (ex. tirar e colocar várias coisas de uma prateleira e colocar no chão, empilhar ou desempilhar). Se a ocorrência for $\leq 50\%$ usar B_6 ;

B6 – Da posição ereta, dobrar o tronco para alcançar algo e voltar à posição inicial;

B10 – Sentar ou levantar com ajustes – Quando são envolvidas ações das mãos e dos pés para sentar/levantar (ex. ajustar a cadeira para se levantar);

B16 – Levantar e dobrar (combinação de B_{10} com B_6) – Refere-se a uma pessoa sentada que tem de se levantar e deslocar-se a uma posição para ganhar controle de um objeto colocado abaixo do nível dos joelhos;

Nota: Mesmo que envolva passos, se este movimento combinado (levantar e dobrar) ocorrer em sequência opta-se por B_{16} . Ex. Uma colaboradora levanta-se da secretária, anda três passos e dobra-se para abrir uma gaveta e de seguida levanta-se;

B16 – Dobrar e sentar – Se “Sentar” ocorrer após a colocação do objeto e deslocação (passos), então esta deslocação deve ser tida em conta no último parâmetro A (*return*);

B16 – Subir ou descer de algo (ex. plataforma a 1 metro do chão) usando uma série de movimentos das mãos e pés. Ex. Subir para um trator ou uma mesa (manutenção);

B16 – Passar por uma porta – Consiste em deslocar-se até à porta, abrir, passar e fechar a porta e, continuar o percurso. Os passos dados até à porta e depois desta devem ser considerados no primeiro A (somando-se todos os passos);

O parâmetro B₁₆ aplica-se a todas as portas rolantes, duplas desde que não sejam automáticas (se a abertura não exigir intervenção humana, usar B₀);

Parâmetros G - Todas as movimentações manuais (principalmente mãos, dedos e pés) envolvidas na obtenção do controlo do objeto e largar/soltar o objeto após colocação/posicionamento;

G1 – Objeto leve – Todas as ações que não se enquadrem nas variantes de G₃. O controlo pode ser obtido apenas pelo toque dos dedos/mãos ou pés. Exemplos: Agarrar um martelo; Pegar numa escova entre várias; Usar ambas as mãos para pegar num livro; Pegar num punhado de lápis de uma caixa; Agarrar uma alavanca ou manivela, carregar num botão, interruptor ou pedal, entre outros;

G1 – Objeto leve (simultâneo) – Ações manuais executadas em simultâneo por diferentes partes do corpo, como com as mãos ou com os pés. Exemplos: Uma mão pega na tesoura e outra no tecido; Pegar com uma mão o martelo e com a outra o prego;

G3 – Objeto leve (não simultâneo) – Objetos apanhados/agarrados em sequência (não em simultâneo). É importante fazer a observação do operário para decidir entre G₁ e G₃;

G3 – Objeto pesado ou amontoados/volumosos;

G3 – Objeto escondido ou obstruído – Quando algum obstáculo não permite identificar/agarrar facilmente o objeto;

G3 – Desmontar – Exemplo: Retirar uma peça que se encontra encaixada noutra;

G3 – Interligar – Exemplos: Descolar a fita cola do rolo; Tirar o martelo no amontoado de coisas;

G3 – Recolher ou ganhar controlo de objetos amontoadas ou espalhados numa superfície. Exemplos: Apanhar vários pregos de uma caixa; Recolher folhas de papel de uma mesa; Tirar moedas do bolso; Apanhar uma caneta e borracha de cima da mesa;

Parâmetros P: Colocar/Posicionar (*placement*) – São ações que ocorrem na fase final da deslocação do objeto para o alinhar, orientar e/ou encaixar em outro;

P0 – Pegar ou largar – Não é definido um ponto específico (é aleatório). Exemplos: Despejar objetos num cesto; Largar a peça. Ocorre após a anterior movimentação;

P1 – Por de lado – Colocar o objeto numa localização próxima do uso. Exemplos: Pousar o lápis em cima da mesa; Colocar o livro na secretária;

P1 – Colocar num local certo (*loose fit*) – Tal como no anterior, o objeto é colocado num ponto mais específico, mas sem grandes tolerâncias. Exemplos: Colocar o lápis no afia, uma moeda no carrinho, uma anilha no parafuso;

P3 – Colocar num lugar certo (escondido ou obstruído) – Equivalente ao G₃ mas para colocar ou posicionar (ex. colocar a chave na ignição do carro);

P3 – Ajustes – Quando é necessário ações corretivas (ajustes) no objeto. Exemplos: colocar a chave na fechadura; Meter a chave de fendas na fenda; Furar uma folha A4 para arquivar; Colocar o original na fotocopiadora;

P3 – Pressão ligeira – Exemplos: Colocar a tampa no marcador; Inserir o CD no leitor; Colocar tampa na garrafa;

P3 – Dupla colocação ou posicionamento – Exemplo: Posicionar objeto com cuidado ou precisão;

P6 – Aplicar pressão – Exemplo: Colar um livro numa estante cheia de livros;

P6 – Escondido ou obstruído – Equivalente ao G₃, mas aplicando-se ao posicionamento (ex. colocar uma porca);

P6 – Movimentos intermédios – Refere-se a movimentos, a ajustes ou alinhamentos necessários para colocar o objeto. Frequente com objetos pesados e volumosos. Exemplos: Alinhar uma caixa volumosa e pesada com outras caixas ou com as marcas no chão; Colocar um veio numa caixa de velocidades;

O parâmetro **P₆** pode também ser usado no caso em que vários objetos se encontram na mão e é necessário vários movimentos dos dedos para a seleção do objeto. Exemplos: Pegar em vários pregos com a mão e selecionar apenas um para ser usado; Várias moedas na mão e colocar apenas uma moeda na máquina.

2.3.2.2 Indexação de Parâmetros MC

O mover controlado (M) refere-se a todos os movimentos manualmente guiados ou a ações de objetos num percurso controlado, em que os movimentos M mais frequentes caem na categoria Puxar/Empurrar/Rodar;

A categoria “Manivela” do “mover controlado” aplica-se ao movimento controlado especial relacionado com o uso de manivelas, rodas manuais e outros mecanismos que envolvam movimento circular.

M1 – Uma fase (≤ 30 cm) – O objeto é deslocado ao longo de um caminho controlado pelo movimento das mãos, dedos ou pés, não indo além dos 30 cm. Exemplos: Leitura de um *barcode*; Carregar num pedal; Abrir uma tampa de uma caixa; Deslocar (*pull/push*) uma embalagem num carril; Enfiar uma linha na máquina com uma alavanca;

M1 – Botão/Interruptor/Maçaneta ou Puxador – O elemento é atuado por uma pequena pressão, movendo ou rodando dedos ou mãos, punho ou pés. Exemplos: Marcar um número no

telemóvel; Ligar um interruptor de parede; Rodar a maçaneta da porta; Usar o pé para deslocar algo (ex. porta de armário); Carregar num botão para elevar/descer uma porta de armazém;

M3 – Uma fase (>30 cm) – O mesmo que M₁ mas para deslocações superiores a 30 cm. A distância limite está limitada ao alcance dos braços/pernas e tronco. Exemplos: Deslocar (*pull/push*) uma caixa de cartão numa calha de rolos; Abrir a totalidade de uma gaveta de arquivo; Retirar a vareta do óleo do motor; Passar um artigo no leitor de código de barras;

M3 – Resistência – Condições à volta do objeto/ferramenta exigem que a resistência seja vencida no decorrer do MC. Este parâmetro considera a força muscular para mover o objeto sujeito a resistência. Exemplos: Fazer uma travagem de urgência no carro; Puxar uma caixa pesada ao longo de uma mesa;

M3 – Colocar ou Retirar – Refere-se ao movimento para colocar ou retirar o objeto através da aplicação de força muscular. Pode referir-se ao “trancar” ou “destrancar” do objeto. Exemplos: Retirar a tampa do radiador do motor; Abrir a tampa da caixa de ferramentas;

M3 – Elevado controlo – Movimento que exige cuidado para manter a estabilidade ou orientação do objeto. Exige elevada concentração visual, movimentos seguros e lentos para evitar danos ou acidentes. Este parâmetro pode ser seguido de um valor de “Alinhamento (I)”. Exemplos: Rodar um botão até um dado valor de temperatura e em seguida regular para um valor exato (ex. valor decimal); Colocar uma peça frágil num forno; Deslocar com cuidado uma tábua enquanto a serra realiza o corte;

M3 – Duas fases (60 cm no total) – O objeto é movido em duas fases ou incrementos, não indo além dos 60 cm (sem controlo/cuidado exagerado). Nota, não deve ser considerado M₃ se o movimento for contínuo sem mudança abrupta de direção. Exemplos: Puxar fita adesiva e cortar; Abrir e fechar gaveta de arquivo; Colocar e retirar a linha de uma máquina com apoio de uma alavanca; Abrir e fechar pequenas caixas;

M6 – Duas fases (> 60 cm no total) – Igual ao anterior M₃ (incluindo a observação) mas para uma deslocação total > 60 cm. Exemplos: Puxar papel de embrulho/embalagem e cortar; Abrir e fechar uma porta; Abrir e fechar a tampa da fotocopiadora; Deslocar uma alavanca para cima (40 cm) e depois para a esquerda (30 cm);

M6 – Um ou dois Passos – O objeto é deslocado num percurso controlado (ex. tapete ou carrinho) requerendo ao operador um a dois passos. O tempo para iniciar o movimento já está incluído (ie, vencer a resistência inicial). Trata-se de um movimento linear sem controlo rigoroso ou cuidado no percurso;

M10 – Três a quatro fases – O objeto é deslocado em 3 a 4 direções ou incrementos sem controlo ou cuidado rigoroso. Nota: Se o movimento é contínuo e sem mudanças abruptas de direção não pode ser considerado M₁₀ (ex. Mudar da 1ª mudança para marcha-atrás numa caixa de velocidades);

M10 – Três a cinco passos – Equivalente ao M₆ (1 a 2 passos);

M16 – Seis a nove passos – Equivalente a M₆ e M₁₀ (3 a 5 passos).

2.3.2.2.1 Movimento dos Pés

O movimento dos pés poderá aparecer na sequência MC sob a forma dos parâmetros A (*action distance*), G (*gain control*) e M (*move controlled*). Na tabela seguinte estão representadas algumas atividades realizadas com os pés e os respetivos parâmetros e valores do índice.

| Atividade | Parâmetro e Valor de índice |
|--|-----------------------------|
| Pé no pedal (Sem deslocação do tronco ou corpo) | A ₁ |
| Dar um passo | A ₃ |
| Ganhar controlo do pedal | G ₁ |
| Empurrar o pedal (menor ou igual que 30 cm) | M ₁ |
| Empurrar o pedal (mais que 30 cm) | M ₃ |
| Operar o pedal com elevado controlo (ex. controlar velocidade) | M ₃ |

Tabela 10 - Indexação de atividades realizadas com os pés

Manivela

Tratam-se de movimentos de rotação de um dado objeto (manivela, rodas ou bobina), não devendo haver qualquer obstrução ao caminho circular. Os movimentos são feitos com as mãos, dedos, pulsos, antebraço ou pés (ex. pedalar) e deve ser sempre realizada mais do que meia rotação, para poder ser considerada 1 volta. Quando o movimento realizado é inferior a meia rotação, deve ser considerado o “mover controlado”.

Estas ações podem envolver esforço muscular, em especial no início para vencer a inércia da manivela, roda, pedaleira ou bobine.

Tempo de Processamento (X)

Este parâmetro (X) traduz a porção do tempo de trabalho em que o processo está sob controlo do equipamento (mecânico e/ou eletrónico) e não por ações manuais. Este parâmetro (X) destina-se a tempos de processamento curtos, com reduzidas variações e difíceis de calcular.

Exemplos:

- Tempo entre o momento de carregar no botão e a fotocópia ser realizada;
- Tempo que um portátil demora a iniciar;
- Uma puncionadora que demora 1,5 seg. para realizar o ciclo após acionada. O operador pode alterar o tempo X através do ajuste da velocidade do equipamento.

Para longos tempos de processamento (X) recomenda-se o uso da Cronometragem.

Alinhamento (I)

O parâmetro (I) compreende a realização de ações manuais, seguidas do mover controlado (M) ou após a conclusão do tempo de processamento (X) para obter alinhamento, ajuste ou orientação do objeto.

Normalmente, qualquer ajuste necessário no MC é considerado pelo parâmetro M_3 (elevado controle), contudo esse índice não é suficiente para situações de alinhamento do objeto em relação a mais que um ponto. Este tipo de alinhamento está relacionado com a concentração visual em mais que um ponto numa determinada área.

Sempre que houver lugar a alinhamento, o movimento precedente (M) é apenas usado para descrever a distância percorrida (ie, M_1 se ≤ 30 cm ou M_3 se > 30 cm).

De salientar, que o parâmetro (I) é somente aplicável ao Movimento Controlado (MC) e não ao Movimento Geral (MG). Se o movimento do objeto for livre, o ajuste é considerado através do parâmetro (P).

I1 – Alinhar a um ponto – Semelhante a P_1 , mas aplicado ao MC. Exemplos: Alinhar a folha ao canto do tabuleiro da fotocopiadora; Alinhar a “seta” do rato a um determinado icon;

I3 – Alinhar a 2 pontos que se encontram afastados ≤ 10 cm. Exige mais esforço visual que I_1 ;

I6 – Alinhar a 2 pontos (equivalente a I_3) mas para pontos afastados > 10 cm;

I16 – Precisão – Alinhamento com vários pontos. Requer precisão e cuidado.

2.3.2.3 Indexação de Parâmetros TU

O parâmetro (P) que precede o uso da ferramenta (... ABP *tool* ...) é usado para indicar o posicionamento da ferramenta (*tool*) antes da ação ou uso desta. Os valores do índice de P devem seguir as orientações do Movimento Geral, contudo no caso de F (*fasten*) e L (*loosen*) recomendado que a aplicação seja realizada conforme descrito na tabela seguinte:

| POSICIONAMENTO DE FERRAMENTA F (<i>fasten</i>) e L (<i>loosen</i>) | |
|---|---|
| FERRAMENTA | VALOR DO ÍNDICE |
| Martelo | P₀ (P ₁ se for para colocar o martelo num determinado ponto antes de bater) |
| Mãos ou dedos | P₁ (P ₃ se for para colocar seguido de aperto; ex. colocar porca para aperto) |
| Alicates | P₁ (P ₃ se for para colocar a ferramenta de corte num dado ponto ou realizar uma dada distância de corte) |
| Tesouras | |
| Faca | |
| Tratamento de Superfícies | P₁ |
| Instrumento de medida | |
| Objeto de escrita | |
| Chave de fendas | P₃ |
| Roquete | |
| Chave T | |
| Chave de boca | |
| Berbequim | |
| Chave Inglesa | P₆ (O valor de P ₆ inclui o ajuste das garras à chave; Usar P ₃ se a “boca” da chave já estiver posicionada) |

Tabela 11 - Indexação dos parâmetros F e L

Ocasionalmente as operações de aperto (F) ou de desaperto (L) podem envolver repetições (ex. apertar vários parafusos). Nestes casos usa-se uma convenção especial, que se traduz na adição de um “A” entre P e L ou F (ou qualquer outro parâmetro de ferramenta: C, S, M, R e T). Este “A” considera a *action distance* entre os objetos e toda a sequência de aperto ou desaperto (F ou L) ficará descrita numa só sequência de TU.

Por outro lado, muitas operações de aperto/desaperto combinam várias ações (ex. dedos/pulsos e chaves). Por exemplo, no aperto, os dedos tendem a ser os primeiros a entrar em ação e só depois a chave (pulso) para o aperto final.

Embora, os dedos possam ser também usados para manipular a chave de fendas nos apertos iniciais, considera-se que é igual ao aperto com apenas os dedos, mesmo estando-se a recorrer ao usando uma chave de fendas.

Este princípio aplica-se também no casos de desaperto. Primeiro a chave (dedos e pulso) e depois apenas os dedos.

Corte – *Cut* (C)

No que diz respeito ao uso de Tesouras, a colocação (P) é geralmente P₁. No entanto, para usos que exijam o posicionamento preciso da ferramenta, terá que se aplicar P₃.

Para Faca ou X-ato a colocação é geralmente P₁ ou P₃ se preciso ou exato. Os valores referem-se a cortes contínuos e sem levantar a mão.

Medir – *Measure* (M)

M10 – Indicador de perfil – Para a medição de ângulos, raios ou níveis. Um nível é um exemplo de M₁₀;

M16 – Calibre de escala fixa – Usado para medir distâncias lineares (ex. régua, fita). Esquadro, transferidor (ângulos) e paquímetro são também exemplos de M16;

M24 – Medidor ou apalpador de folgas;

M32 – Fita métrica < 2 metros ou micrómetro de profundidade < 10 cm;

M54 – Micrómetros – Para medidas inferiores ou iguais a 10 cm.

Registo – *Record* (R)

Ações manuais de registo feitas através de um marcador, lápis ou caneta, podendo ser realizadas de duas formas: Escrever ou Marcar

Escrever é o exercício normal de registo (com lápis ou caneta). Exemplos: Registo de dados e de tempos; Preencher formulários, comentários e observações.

Marcar é realizado através de marcadores, giz ou marcadores metálicos (punções). Exemplos: Colocar um visto (R1); Sublinhar (R3) ou escrever dígitos em embalagens/folhas.

Pensar – *Think* (T)

Pensar refere-se à percepção visual (leitura) e ao alcance e sentir (apalpar) o objeto para o avaliar/inspecionar. Normalmente, a “leitura/ler” e a “inspeção” ocorre em simultâneo com outras atividades do trabalho não afetando o tempo total da operação.

Deve-se por isso ter atenção especial a estes casos, pois fazem parte do conteúdo do trabalho, mas não do tempo total (ex. operações de autocontrolo).

2.4 Metodologia VSM (*Value Stream Mapping*)

O VSM é uma ferramenta visual usada para entender e comunicar todas as etapas que ocorrem desde a obtenção do pedido até à entrega do produto ou serviço ao cliente final, e permite trabalhar a partir da perspectiva da visão global dos processos, não se limitando apenas a processos individuais ou na otimização das partes (Rohani & Zahraee, 2015).

O VSM agrega o valor e os fluxos de informação ao longo da produção, sendo uma ótima ferramenta na análise e implementação da filosofia *Lean*. Isso também é caracterizado, por agregar valor ao produto ou serviço exigido pelo cliente. Destaca-se ainda, a importância desta ferramenta na identificação de todos os desperdícios e possíveis melhorias no processo de produção (E. Sousa et al., 2018).

O desenvolvimento do VSM deve levar em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações, e ajuda bastante na visualização da situação atual e na construção da situação futura. É também uma ferramenta que se concentra com as questões relacionadas com a redução de tempos (lead times) dos processos. Em algumas aplicações do VSM, o *lead time* poderá ser o único aspeto neste tipo de ferramenta, dada a necessidade na sua redução. Além dos aspetos associados ao tempo, o VSM procura chamar a atenção para o custo dos processos, considerando-os nos processos de análise e de tomada de decisão.

Objetivamente e de uma forma prática o VSM procura:

- *Observar além de eventos ou resultados;*
- *Resolver várias visualizações que estão bem, mas incompletas;*
- *Identificar as lacunas entre a realidade atual e o estado ideal;*
- *Simplificar os caminhos de fluxo que ocorrem no sistema ou processo;*
- *Estabelecer um alto acordo sobre o que será melhorado e como será melhorado;*
- *Procurar atividades suscetíveis de melhoria;*
- *Identificar e compreender as lacunas no processo, em vez de saltar para uma solução;*
- *Observar e documentar as atividades, conexões e fluxos;*
- *Os participantes criam o mapa como um grupo e não o delegam. Desenvolver um entendimento comum é mais importante do que construir o mapa.*

O VSM é um processo prático para criar uma representação gráfica dos fluxos de processo, material e informação dentro de um fluxo de valor, devendo ser seguidos os seguintes passos para o desenvolvimento do VSM:

- *Selecionar uma família de produtos;*
- *Compreender os pedidos do cliente, combinando o ritmo de montagem com o ritmo dos pedidos e estabelecendo a taxa de montagem com base na taxa de pedido;*
- *Mapear o fluxo dos processos;*
- *Mapear o fluxo de materiais;*
- *Mapear o fluxo de informação;*

- *Calcular o tempo total de ciclo do produto.*

A representação gráfica do VSM é realizada através da aplicação de um conjunto de símbolos que representam o processo, materiais, recursos e o fluxo de informação, conforme descrito nas tabelas seguintes.

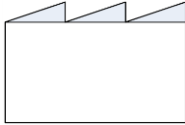
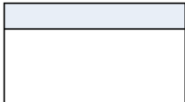

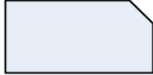

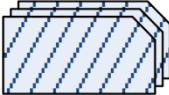

| SÍMBOLOS DE PROCESSO VSM | | |
|---|--------------------------|--|
| Símbolo | Nome | Descrição |
|  | Cliente / Forneecedor | Este ícone representa fontes externas. Ele representa o fornecedor quando colocado no canto superior esquerdo e o cliente quando colocado no canto superior direito. |
|  | Controlo da produção | Este ícone é uma caixa de processo; uma área onde o valor pode ser adicionado a um produto. O nome do processo ou atividade é listado na barra superior e o nome do departamento ou função na área central. É uma operação de processo ou departamento partilhado. Inclui estimativas do número de operadores necessários para o fluxo de valor. |
|  | Tabela de dados | Esta caixa de dados é colocada sob outros ícones que possuem informações necessárias para analisar o sistema. Geralmente, ele inclui o tempo de ciclo (tempo de processamento, <i>lead time</i>), o tempo de mudança e outras informações de processamento. |
|  | Produção Kanban | Sinal visual que representa um acionador de produção de um número específico de partes. |
|  | Lote Kanban | Indica o processamento de lote. |
|  | Retirada de lotes Kanban | Este é um cartão ou dispositivo que instrui um manipulador ou operador a retirar itens via processamento de lote de um supermercado. |
|  | Retirada Kanban | Este é um cartão ou dispositivo que instrui um manipulador ou operador a retirar itens de um supermercado. |

Tabela 12 - Descrição da simbologia VSM associada aos processos




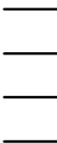

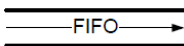


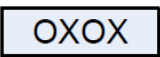

| SÍMBOLOS DE MATERIAIS, RECURSOS E INFORMAÇÃO VSM | | |
|---|----------------------|--|
| Símbolo | Nome | Descrição |
|  | <i>Pull</i> físico | Retirada de materiais de um supermercado. |
|  | Camião de expedição | Representa as remessas usando o transporte externo de um fornecedor. Pode ser indicada a frequência de envio. |
|  | Inventário | Representa fila de material de produtos que não estão a ser processados. Representa o armazenamento de matérias-primas e produtos acabados. O período de tempo pode ser listado abaixo do ícone. |
|  | Supermercado | Este é um inventário de "supermercado" que contém alguns inventários disponíveis para os clientes a jusante, permitindo-lhes selecionar o que precisam. O próximo processo ou cliente é retirado desse inventário. |
|  | Seta <i>Push</i> | Este ícone representa um impulso de informações ou materiais de um processo para outro. Um processo produz algo, independentemente das necessidades a jusante. |
|  | Linha FIFO | Representa a sequência do fluxo – <i>First In, First Out</i> . |
|  | Operador | O símbolo representa um trabalhador. É adicionado a uma caixa de processo para indicar que um trabalhador conclui algumas ou todas as tarefas do processo. |
|  | Múltiplos Operadores | Este símbolo e número representa o número de trabalhadores envolvidos. A percentagem de tempo para executar o processo específico pode ser indicada entre parênteses à direita do número de trabalhadores. |
|  | Carga Nivelada | Este ícone agrupa os <i>kanbans</i> para o nível do mix ou volume. |
|  | Informação Manual | Esta seta indica o fluxo manual de informações. |

Tabela 13 - Descrição da simbologia VSM associada aos materiais, recursos e informação



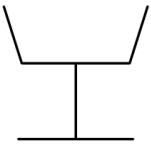


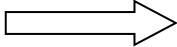
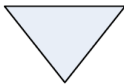

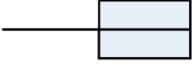
| SÍMBOLOS DE MATERIAIS, RECURSOS E INFORMAÇÃO VSM | | |
|---|---|--|
| Símbolo | Nome | Descrição |
|  | Informação Eletrónica | Esta seta indica o fluxo eletrónico de informações. |
|  | Ver Agendamento | Óculos representam recolha de informações visual. Também pode indicar o agendamento informal. |
|  | Posto <i>Kanban</i> | Representa a localização do sinal de recolha <i>kanban</i> . |
|  | Seta <i>Pull</i> | Indica que um cliente ou processo puxa de um processo anterior. |
|  | <i>Buffer</i> / Stock de Segurança | Este é um stock de inventário reservado para circunstâncias específicas. |
|  | Expedição ou Seta de Movimento de Materiais | Isso representa o fluxo de material ou produto do fornecedor para o processo ou do processo para o cliente. Fornecedor para processar fluxos de cima para baixo; processo para os fluxos de clientes de baixo para cima. |
|  | Sinal <i>Kanban</i> | Este ícone é usado para alertar quando os níveis de stock no supermercado entre dois processos caem para um ponto mínimo. |
|  | Segmento <i>Timeline</i> | Um segmento da linha do tempo mostra tempos de valor agregado e tempos sem valor agregado. Os tempos de valor agregado são tempos de processamento de ciclo e tempos sem valor agregado são tempos de espera. |
|  | <i>Timeline</i> Total | Isso representa o final de uma linha do tempo. Inclui totais para o tempo com valor agregado e sem valor agregado. |

Tabela 14 - Descrição da simbologia VSM associada aos materiais, recursos e informação (continuação)

3 Caso em Estudo

O objetivo deste trabalho centra-se no estudo e desenvolvimento de soluções que traduzam uma melhoria na eficiência das operações relacionadas com o abastecimento das linhas de produção, uma vez tratar-se uma das áreas que a organização considera como fundamental desenvolver e aprimorar.

Para tal, foi desenvolvido e aplicado o método MOST, considerada uma ferramenta fundamental para o estudo de tempos e parametrização das atividades que suportam o abastecimento das matérias-primas às linhas de produção.

Paralelamente, foi também considerado fundamental por parte da organização a construção de um VSM, dado se tratar de uma ferramenta essencial para o mapeamento do estado atual. Além do mais, permite também a validação dos dados existentes, a identificação de desperdícios e o mapeamento de processos e de cadeias de valor, conforme já referido e, a ser aprofundado no final deste capítulo.

Por questões de confidencialidade, foi solicitado a não divulgação da denominação da empresa envolvida na elaboração desta Dissertação, pelo que não será tomada qualquer referência ao nome da organização, tipologia do produto fabricado ou descrição dos componentes ou materiais que compõem o produto.

Não obstante, serão realizadas, de forma genérica, as necessárias contextualizações para melhor enquadramento e perceção da atividade, bem como do tipo de operações desenvolvidas na unidade industrial onde este trabalho-projeto teve lugar.

3.1 Contextualização da empresa

Trata-se de grupo empresarial que pertence ao sector Automóvel, assumindo-se como líder global na tecnologia automóvel e possui a nível mundial, uma rede de infra-estruturas interligadas, que asseguram todo o processo de fabrico e de montagem dos vários materiais que compõem o produto final.

Esta fábrica dedica-se à montagem e fornecimento de componentes, diretamente ao cliente, estando classificada como fábrica JIT.

Parte integrante da rede de infra-estruturas, a unidade em estudo assume uma posição estratégica para o grupo a nível nacional, dado garantir o fornecimento de uma das principais companhias de montagem do grupo automóvel a nível nacional, sendo fornecedor exclusivo de uma tipologia de componente que equipa os automóveis produzidos nas instalações do cliente.

As instalações contemplam uma zona de armazém, que inclui cais de cargas e descargas, linhas de produção, uma oficina de manutenção, uma sala para a realização de ensaios de qualidade e uma zona de expedição. Como áreas de suporte, as instalações albergam escritórios para os serviços administrativos, salas de reuniões e salas de formação, uma área para refeições, posto médico e uma sala para os serviços de limpeza. Há ainda uma área no chão de fábrica, designada como zona dos indicadores, onde são realizadas as reuniões diárias de início de turno e onde são afixados e atualizados diariamente os indicadores de cada um dos departamentos da fábrica (Produção, Qualidade, Melhoria Contínua, Manutenção e Engenharia, Logística e de Ambiente e Segurança).

3.2 Processo produtivo

A fabrica dedica-se à produção e entrega de um determinado componente para montagem nas viaturas produzidas no cliente. Estes componentes são produzidos individualmente e depois agrupados em kits.

O produto final, aqui designado por “componente”, é na sua essência constituído por três grupos de matérias-primas. Neste contexto, serão descritos através de índices alfabéticos e numéricos, conforme o identificado no seguinte esquema:

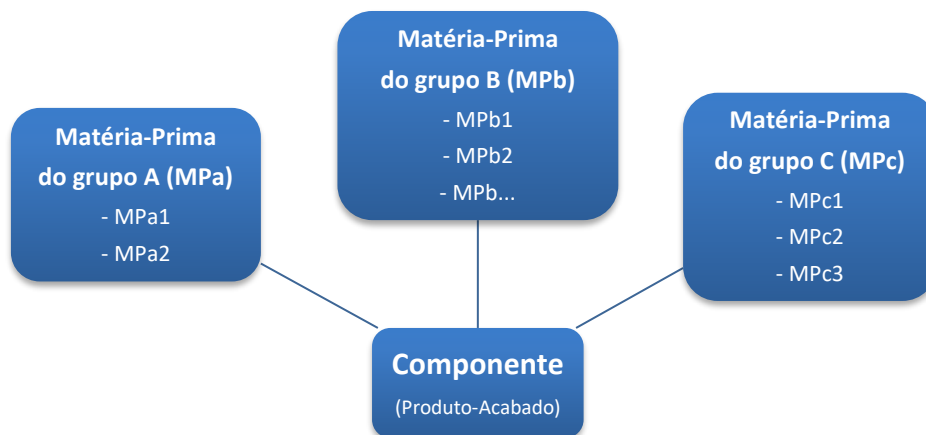


Figura 7 - Descrição esquemática dos grupos de Matérias-Primas e do Produto-Acabado

3.2.1 Orçamento e aprovisionamento de matérias-primas

A definição do orçamento para aprovisionamento é realizado com base numa previsão de vendas para o ano seguinte para um determinado mix ou vendas por referência, o qual é negociado junto do cliente.

Em fase posterior e com base numa previsão de vendas não fixa, é realizado o planeamento do aprovisionamento de matérias-primas, permitindo aos fornecedores planear a produção e respetivo fornecimento da matéria-prima a longo prazo. Para o curto prazo, os fornecedores têm acesso a uma visão fixa de poucas semanas, possibilitando o planeamento mais próximo da data de entrega das matérias-primas.

No que diz respeito à gestão da produção, esta é realizada tendo por base uma visão fixa a poucos dias, em que se sabe o que vai ser efetivamente produzido e entregue, mas sem estar definida a sequência de produção. Essa só é obtida no momento em que é recebida a ordem de produção por parte do cliente.

3.2.2 Estado de fluxo de encomendas

As encomendas são enviadas por mensagem EDI com um determinado tempo de síncrono, tempo esse que é contabilizado desde do momento em que emitida a ordem de produção até ao momento em que os componentes devem estar disponíveis em bordo de linha, para

montagem nas viaturas produzidas pelo cliente. A ordem de encomenda é dada pelo cliente no momento em que a viatura sai de uma operação intermédia da linha de fabrico, dando assim início à contagem do tempo em que os componentes para essa viatura devem ser produzidos e entregues ao cliente.

3.2.3 *Funcionamento do sistema de receção de ordens de encomenda*

Como anteriormente identificado, as ordens de encomenda são enviadas via mensagem EDI, e cada encomenda representa um kit de componentes para uma dada viatura produzida pelo cliente. Essa mensagem é recebida e lida pelo software de gestão do sistema produtivo, o que além de partilhar essa mensagem com o sistema SAP, para gestão de stocks do material a consumir, também gere as várias etapas do processo relacionadas com a ordem de encomenda, quer no início do processo de produção, quer nos vários postos em que o produto é fabricado, até atingir a fase de libertação do produto-acabado para expedição.

Na primeira fase, em que o recebe a mensagem EDI, este gera a ordem de produção para uma determinada referência de componente, comunicando a ordem de produção para três áreas distintas da fabrica:

- *Picking de Matéria-Prima do grupo A (MPa);*
- *Picking de Matéria-Prima do grupo B (MPb);*
- *Linha(s) de produção.*

3.2.4 *Abastecimento das linhas de produção*

3.2.4.1 Abastecimento de Matéria-Prima do grupo A (MPa)

Picking de Matérias-Primas do grupo A (*MPa*), é feito com recurso a um sistema denominado por "*Pick-to-voice*". Este sistema, como o próprio nome indica, comunica ao operador por via áudio as referências que devem ser recolhidas das estantes de armazém, no seguimento da ordem de produção transmitida para o SAP.

O software de gestão de produção gera as ordens e transmite-as ao SAP, por sua vez, o SAP explode a lista de matérias-primas daquele componente, reservando-as para consumo. No caso do picking de *MPa*, o SAP informa o sistema "*Pick-to-voice*" que matéria-prima é que têm que ser recolhida e reorganiza o material por ordem sequencial, de acordo com a disposição do material em armazém. Deste modo, o operador recolhe as matérias-primas de modo sequencial, conforme as indicações recebidas pelo sistema "*Pick-to-voice*" para a ordem de produção enviada, evitando desse modo a realização de movimentos desnecessários por parte do operador.

Após a realização do picking das matérias-primas (*MPa1* e *MPa2*), o material é encaminhado para os postos que antecedem as linhas de produção, onde os operadores aplicam um sistema *poka-yoke*, através da leitura deste material, verificando se *MPa1* e *MPa2* correspondem com o pedido da ordem de produção.

Após a realização do processo de união de *MPa1* e *MPa2*, o produto intermédio proveniente desta 1ª operação, é abastecido como produto semi-acabado à linha de produção na mesma sequência das ordens de produção. O semi-acabado é disposto em carros de abastecimento às linhas, sendo transportados através do comboio logístico, dos postos iniciais para o bordo de linha.

3.2.4.2 Abastecimento de Matéria-Prima do grupo B (MPb)

Há semelhança do picking das Matérias-Primas do grupo A (*MPa*), o picking das Matérias-Primas do grupo B (*MPb*) é realizado na mesma sequência em que são recebidas as ordens de produção. O picking de *MPb* é realizado das paletes provenientes do armazém para carros de abastecimento às linhas, permitindo o aprovisionamento de 6 conjuntos de *MPb*, sendo posteriormente encaminhado para o bordo de linha pelo mesmo operador que realiza o picking de *MPb*.

3.2.4.3 Abastecimento de Matéria-Prima do grupo C (MPc)

O picking de Matéria-Prima do grupo C (*MPc*), é realizado através do sistema de requisição via scanner, para posterior abastecimento do bordo de linha. O bordo de linha está identificado por referência, com níveis máximos e mínimos, pelo que o operador verifica visualmente quais as referências que atingiram o stock mínimo definido. Quando tal se verifica, o operador procede à requisição do material via leitura de scanner, gerando deste modo uma lista de picking, composta pelos materiais em stock mínimo.

Finalizado o processo de leitura e requisição, o operador dirige-se às estantes de materiais *MPc* em armazém e procede à recolha dos materiais selecionados na lista de picking gerada anteriormente, efetuando as transferências do armazém para a produção, de acordo com a respetiva localização em bordo de linha.

3.2.5 Linhas de produção

Na fábrica estão definidas duas linhas de produção distintas, designadas como linha 1 e linha 2. A linha de produção principal é a linha 1 e associada a esta linha está a produção dos componentes de maior consumo, e por sua vez, a linha 2, dedica-se à produção dos componentes de mais baixo consumo por parte do cliente.

Relativamente às ordens de produção, estas são recebidas com a mesma sequência das ordens recebidas nas zonas de picking e é gerada através da emissão de uma etiqueta no primeiro posto de cada uma das linhas de produção. Recebendo a ordem, o operador efetua com scanner a leitura da etiqueta, associando a ordem de produção à paleta da linha, aparecendo no ecrã o componente que tem de produzir e a instrução operativa de montagem gerada pelo software de produção.

O operador efetua as operações no posto e o componente avança para o posto seguinte. A linha está parametrizada com um determinado *takt time*, pelo que terminando esse tempo e no caso de não existir nenhuma operação de segurança por fazer, a paleta é libertada para o posto seguinte.

O componente avança de posto em posto, após a realização das operações de cada posto e respetiva libertação da palete com o componente. O último posto da linha é o posto de inspeção de qualidade, onde são verificados diversos pontos e são dados como conformes ou não conformes. Se está conforme, entra na zona de sequência, se está não conforme, tem de ir ao posto de *re-work*, onde o componente é retrabalhado, novamente inspecionado para validação e libertado para a zona de sequência.

Na linha existem operações de auto-controlo, que poderão estar associadas a operações chave ou operações relacionadas com a segurança do produto, como por exemplo, operações relacionadas com apertos de aparafusamentos considerados críticos. Estas operações de auto-controlo estão sempre associados a sistemas *poka-yoke*, que não permitem a libertação do produto para o posto seguinte, caso não se verifiquem as condições de referência parametrizadas para uma da operação chave ou de segurança. Pode ainda estar associado a essas operações um determinado número de tentativas, em que a partir do momento em que é atingido o número de tentativas máximo, o sistema envia obrigatoriamente o produto semi-acabado para a ilha de reparação, para *re-work* e respetiva validação.

O software de gestão da produção tem uma receita associada a cada componente, em que informa que materiais têm que ser colocados em cada posto. Estas operações são solicitadas pelo sistema e encontram-se balanceadas por posto, de modo a respeitar o *takt time* definido. O sistema também informa e controla os materiais que devem ser colocados por operação, através do sistema *poka-yoke* designado como "*pick-to-light*", de modo a não ocorrer troca de materiais. Cada localização de abastecimento de matérias-primas (*MPC*) em bordo de linha possui um sinal luminoso, sensível ao movimento, que é acionado sempre que o operador recolhe um dado material. Com base numa determinada ordem de colocação de *MPC*, o sistema reconhece o movimento de recolha do material realizado pelo operador, dando como concluída essa recolha, avançando para a operação seguinte.

No final, quando o semi-acabado é inspecionado e dado como conforme, o sistema faz o consumo das Matérias-Primas que foram utilizados no semi-acabado e que estão inseridas nas lista de materiais da *receita*, deixando de existir os respetivos materiais em stock e passando a produto intermédio. Este produto intermédio é um componente individual terminado, que vai entrar na sequência do pulmão de entrega. O sistema está parametrizado, para que não seja possível a colocação de componentes individuais pela sequência errada.

À entrada do pulmão, os componentes são sujeitos a uma operação união de componentes, dando origem a um determinado kit de componentes para entrega. Trata-se de um sistema *poka-yoke*, que garante que não é realizada trocas de conjunto de componentes em função com o definido na ordem de encomenda. A operação é composta por uma leitura de cada componente, de modo a confirmar que um dado componente ou semi-acabado é par do outro, sendo impressa uma etiqueta para o conjunto de dois componentes, perfazendo deste modo um conjunto.

Depois dos componentes entrarem no pulmão pela sequência determinada, o sistema gere como os componentes devem ser recolhidos à saída do pulmão para expedição.

À saída de cada pulmão, o sistema desbloqueia a linha associada aos componentes a expedir, com base na sequência definida pela ordem de encomenda e também informa o operador quais

os componentes que devem ser retirados através da informação que aparece no ecrã do posto de trabalho, transferindo-os do pulmão para o carro de transporte de componentes.

Após a transferência dos componentes associados a uma dada viatura, o operador imprime a etiqueta de embalagem e coloca no conjunto de componentes associado a uma dada viatura do cliente. A partir desse momento, o material deixa de estar no stock e passa a estar no stock de consignação do cliente, pronto para ser faturado.

3.3 Alterações ao abastecimento das linhas de produção

No essencial, e como já referenciado anteriormente, o abastecimento das linhas de produção divide-se em três grupos:

1. Abastecimento de Matéria-Prima do grupo A (*MPa*)
2. Abastecimento de Matéria-Prima do grupo B (*MPb*)
3. Abastecimento de Matéria-Prima do grupo C (*MPC*)

Para cada uma das áreas, o tipo de abordagem será particularizado, considerando a aplicação de diferentes tipologias de ferramentas *Lean*, de acordo com o objetivo específico pretendido para cada uma das áreas e, condições que as caracteriza.

Não obstante, o foco será dado na aplicação da método MOST, a ser desenvolvido nas operações resultantes das alterações realizadas no abastecimento das Matérias-Primas do grupo B (*MPb*).

Os trabalhos desenvolvidos em cada uma das áreas foram inseridos em projetos de melhoria continua, com a participação ativa de diversos elementos da organização, das diferentes áreas e departamentos, de modo a estabelecer a existência de equipas multidisciplinares, fomentando o comprometimento no processo de melhoria continua da organização.

3.3.1 *Abastecimento de Matéria-Prima do grupo A (MPa)*

No que respeita ao abastecimento de Matérias-Primas do grupo A (*MPa*), a alteração realizada baseou-se na reformulação da posição e do modo em como é realizado o picking destas matérias-primas, em concreto, *MPa1* e *MPa2*.

Antes da alteração, cada grupo de matérias-primas encontrava-se disposto em zonas distintas do armazém, levando a que fossem necessários dois operadores para a realização desta operação, ie, um operador para o picking de *MPa1* e um segundo operador para o picking de *MPa2*.

Ao de mais, a existência de dois operadores significava a necessidade de circulação simultânea de duas máquinas de picking, e a existência de duas máquinas de etiquetas para a emissão de ordens de picking. Significava também a realização de mais movimentos em operações de picking, mas também nas operações de reposição ao picking de paletes de *MPa1* e *MPa2*, representando um aumento no risco de segurança associado os frequentes movimentos simultâneos de máquinas e pessoas.

Para melhor compreender o modo em como as matérias-primas se encontravam distribuídas e como o picking era realizado, na figura seguinte encontra-se esquematizado o local de armazenamento das matérias-primas, circuitos de circulação das máquinas de picking e dos carros de picking de abastecimento aos postos de trabalho.

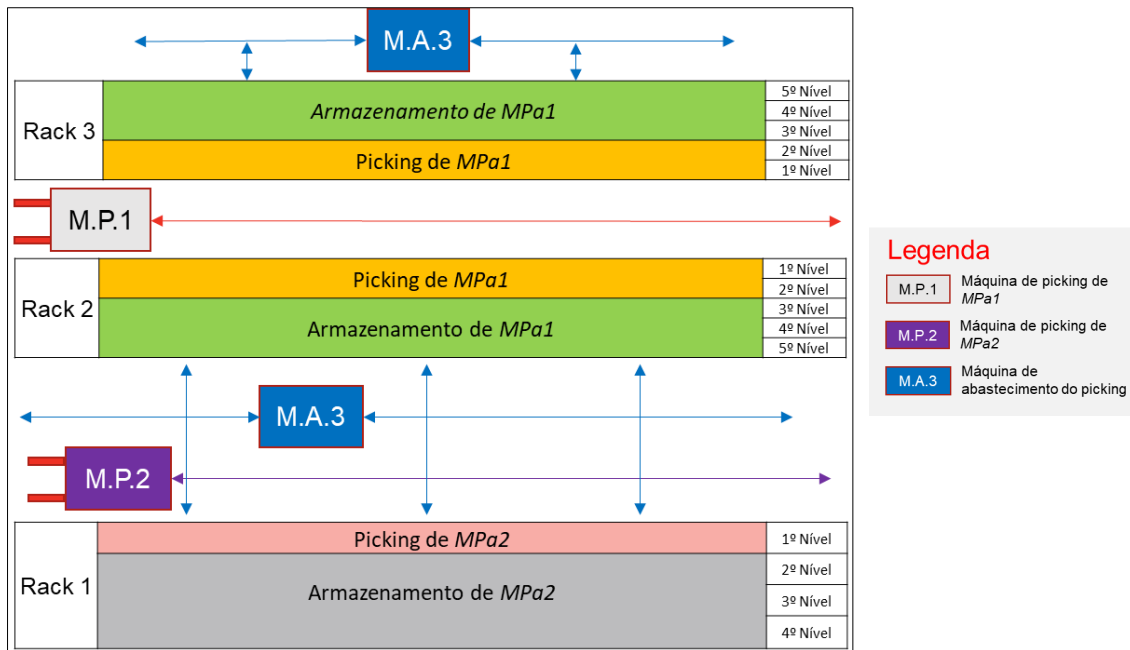


Figura 8 - Representação esquemática do local de armazenamento e de picking (antes alterações)

Para observação do movimento de pessoas e de fluxo de matérias, foi elaborado um diagrama de Spaghetti através da monitorização do movimento dos operadores durante 1 hora.

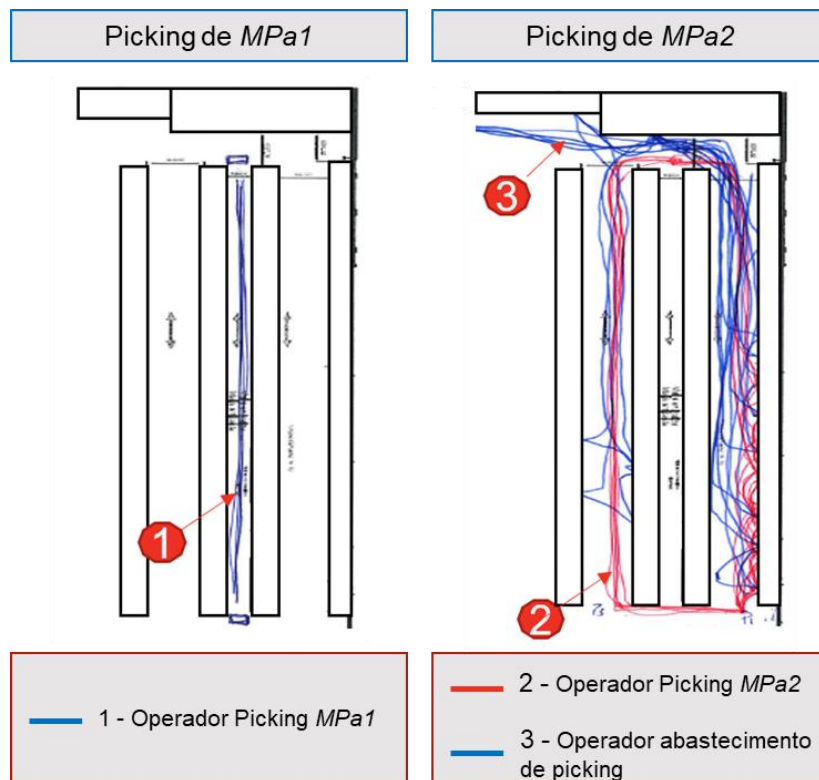


Figura 9 - Diagrama Spaghetti de movimentos de pessoas e de fluxos de materiais

Deste modo, foi possível identificar as distâncias percorridas por cada um dos operadores e os pontos de passagem entre pessoas e máquinas.

O objetivo da alteração passaria então por concentrar a realização da atividade de picking de *MPa1* e *MPa2* na mesma área/corredor, permitindo deste modo a realização da atividade de picking apenas por um operador.

Para um processo de picking mais eficiente, foi necessário proceder à análise de consumo de matérias-primas baseado na procura, tendo-se procedido a uma análise ABC, por forma a permitir uma correta organização da disposição de *MPa1* e *MPa2*, diminuindo distâncias percorridas e os respetivos tempos de ciclo.

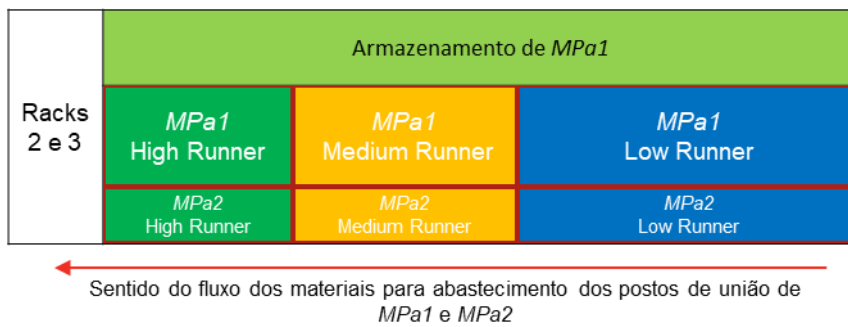


Figura 10 - Esquema da redistribuição das Matérias-primas para diminuição do tempo de ciclo da atividade de picking

Em detrimento das alterações realizadas, foi medido o tempo de ciclo e comparado com o *takt time* médio, tendo-se obtido os seguintes resultados:

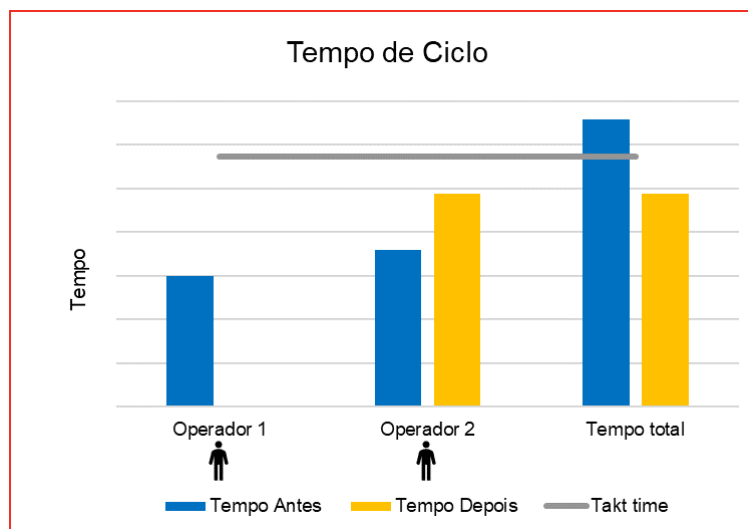


Figura 11 - Gráfico comparativo dos tempos de ciclo com o *takt time* médio (antes e depois das alterações)

Antes das alterações, verificava-se o tempo de ciclo superior ao *takt time*, pelo que após as alterações, um só operador consegue um tempo de ciclo abaixo do *takt time* médio registado.

Na figura seguinte, apresenta-se o layout do área do picking de *MPa1* e *MPa2* após as respetivas alterações.

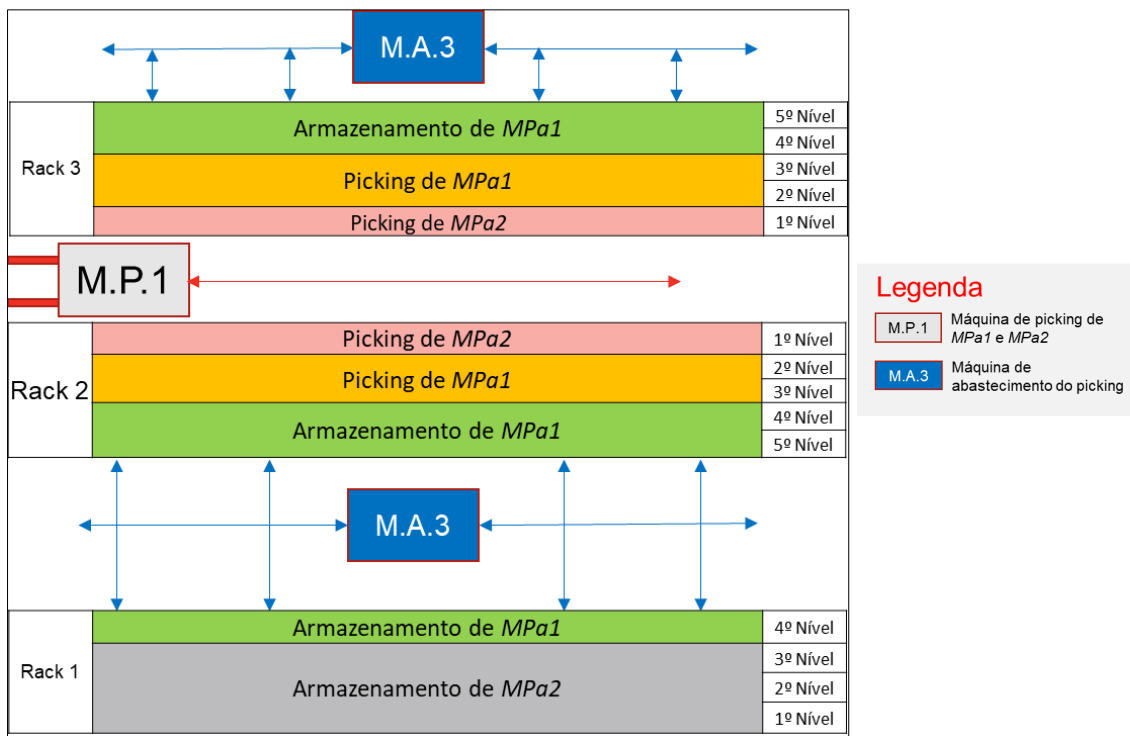


Figura 12 - Representação esquemática do local de armazenamento e de picking (depois alterações)

Em resumo, as alterações realizadas no picking de *MPa1* e *MPa2* resultaram nas seguintes melhorias:

- Redução de 1 operador para a realização do picking;
- Redução de uma máquina de picking;
- Redução do tempo de ciclo para abaixo do takt time médio;
- Redução de uma máquina de etiquetas de ordens de produção;
- Eliminação de cruzamento de máquinas entre as racks 1 e 2.

3.3.2 Abastecimento de Matéria-Prima do grupo B (*MPb*)

Nesta área, o processo de abastecimento das Matérias-Primas do grupo B (*MPb*) é feito diretamente nas linhas de produção, e no caso particular em estudo, o abastecimento é realizado à principal linha de produção da unidade, designada por linha de produção 1, dedicada à montagem dos componentes de maior consumo por parte do cliente.

Como referido anteriormente, o picking de *MPb* é realizado na mesma sequência da receção das ordens de produção. As *MPb*, na sua generalidade, são transferidas dos contentores provenientes do armazém para os carros de abastecimento, sendo posteriormente encaminhados para o bordo de linha da produção pelo colaborador da logística que realiza o picking, ficando localizada junto ao primeiro posto da linha de produção.

Cabe posteriormente ao operador do posto da linha de produção retirar as *MPb* dos carros para consumo, de acordo com a sequência com que foram colocadas, coincidindo assim com a sequência em que as ordens de produção são emitidas.

Não obstante, uma parte das matérias-primas *MPb*, designadas como *MPb1*, a operação de picking não é realizada pelo colaborador da logística, uma vez que são enviadas diretamente do armazém para o bordo de linha, sendo o picking realizado pelo operador do posto, diretamente para a linha de produção.

O projeto de alteração teve como objetivo a reformulação da atividade de picking de *MPb*, realizada pelo colaborador da logística, de modo a diminuir tempos de ciclo, distâncias percorridas e na melhoria no processo de transferência das *MPb* para a linha de produção.

Na figura seguinte, encontra-se representado o layout da zona de armazenamento das *MPb* em armazém, a zona de espera para a operação de picking e o bordo da linha 1, na fase antes alteração.

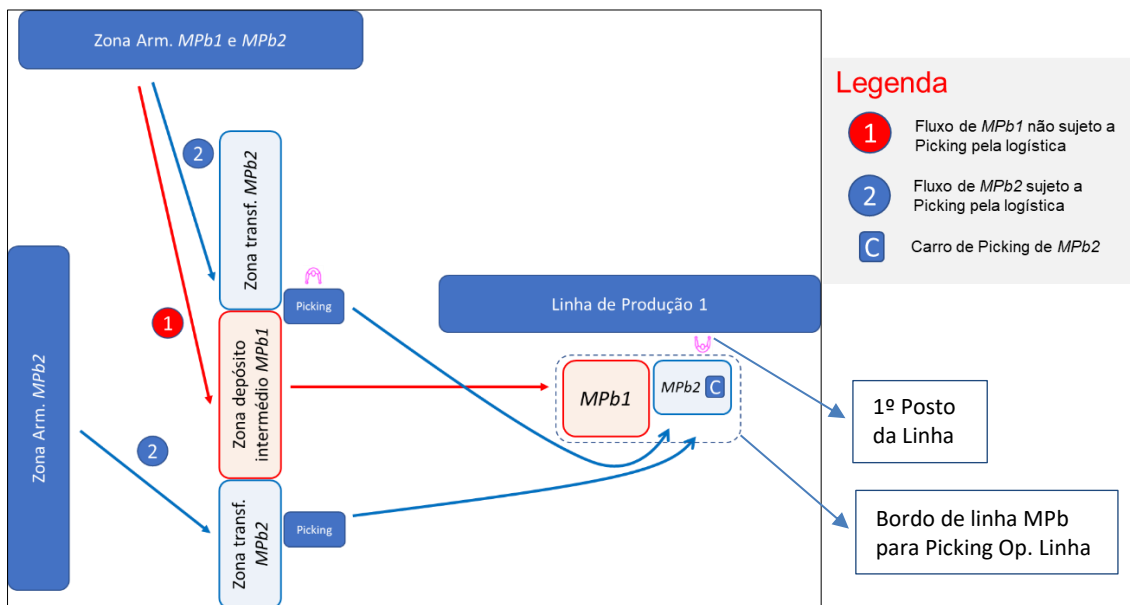


Figura 13 - Representação do fluxo de movimentos de contentores e de picking (antes alterações)

Nas imagens a seguir é possível ver a disposição das *MPb* em bordo de linha e um exemplo dos carros utilizados no picking de *MPb1*.

Tendo por base os objetivos propostos, procedeu-se ao início do estudo de alteração do layout, tendo sido considerado o espaço disponível e a taxa de consumo de *MPb* baseada na procura, de modo a permitir uma correta organização da disposição das *MPb*, diminuindo distâncias percorridas e os respetivos tempos de ciclo. Este princípio irá também permitir o aumento da capacidade de trabalho do operador da logística, por forma a poder-lo enquadrar em outras atividades relacionadas com o abastecimento de *MPc* (ver sub-capítulo seguinte).

Com base no resultado obtido da análise de consumo de *MPb*, procedeu-se à disposição dos contentores de *MPb* e suprimida a utilização dos carros de picking, substituídos por um suporte de picking de *MPb*. Este suporte tem como função a disponibilização das *MPb* de forma sequencial ao operador da linha, permitindo uma poupança de espaço e uma melhoria nos aspetos relacionados com a ergonomia.

A representação do fluxo de materiais, localização dos contentores de *MPb* e de picking estão representadas no seguinte layout:

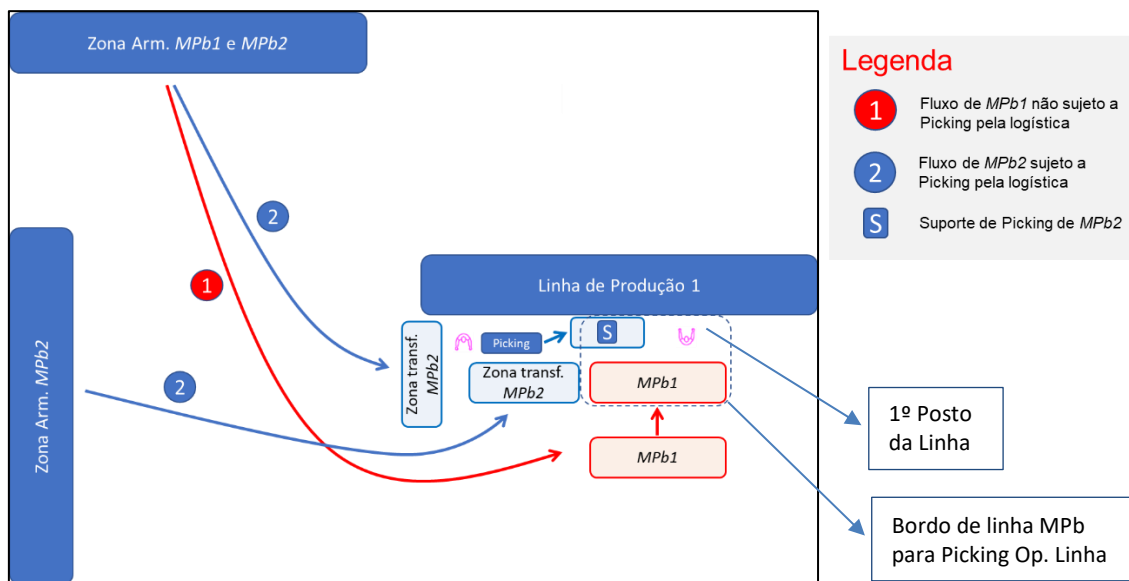


Figura 14 – Representação do fluxo de movimentos de contentores e de picking (depois alterações)

3.3.2.1 Aplicação do Método MOST

Delineada a disposição dos contentores das *MPb*, foram definidas a sequência de tarefas que o operador da logística tem que executar para a atividade de picking, de modo a permitir a aplicação do método MOST. A variante usada foi a *BasicMOST* e a aplicação deste método tem como objetivo a parametrização dos tempos de execução e respetiva padronização de toda a atividade, tendo sido realizada com recurso ao método de filmagem.

A aplicação do método MOST foi realizada através do preenchimento sequencial de todas as tarefas associadas ao operador da logística que realiza o picking de *MPb* e aplicado a cada referência consumida de *MPb*, incluindo as operações de troca de contentores.

Um dos objetivos pela aplicação do método às atividades realizadas pelo operador afeto ao picking de *MPb*, passa também por compreender e identificar a taxa de ocupação real do operador às atividades afetas.

Foram assim caracterizadas no total 11 tipologias de operações e englobadas 16 referências de *MPb*, tendo sido parametrizadas em média 17 tarefas por operação.

Por cada tarefa foi enquadrada uma a duas sequências de movimento MOST, tendo sido o mais frequente o Movimento Geral (MG) e a seguir o Movimento Controlado (MC). O Uso de Ferramenta (TU) foi das sequências de movimento MOST menos aplicada.

Capítulo 3 - Caso de Estudo

| | | Método MOST (Variante BasicMOST) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------|--|-----|---------|--------------|----------|------|------|
| ÁREA DE PRODUÇÃO: Picking MPb - MPb2_7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERAÇÃO: Picking de MPb2_7 para o suporte e substituição de contendor vazio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | Tarefa | Descrição Detalhada | SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BRK | FRQ (P) | SIMO | FREQ (T) | TMU | SEGS |
| | | | A | B | G | M | X | I | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | OPERAÇÃO DE PICKING | Aprovisionar pistola e verificar referência pedida | T 6 A 0 B 0 P 0 A 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 480 | 17.3 |
| 2 | Deslocar-se até ao contendor da referência solicitada | Deslocar-se até ao contendor da referência (MPb2_7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 360 | 13.0 |
| 3 | Fazer leitura da etiqueta do contendor | Fazer duas leituras seguidas da etiqueta do contendor para confirmação da referência e coloca a pistola no còdte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 180 | 6.5 |
| 4 | Pegar na MPb2 | Pegar na MPb2 (MPb2_7), deslocar-se até ao suporte e puxar o suporte para a posição de bloqueio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 1860 | 67.0 |
| 5 | Colocar MPb2 no suporte | Colocar MPb2 no suporte e empurrar suporte para a frente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 300 | 10.8 |
| 6 | SUBSTITUIÇÃO DO CONTENDOR VAZIO | Deslocar-se até ao contendor vazio (MPb2_7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2.2 |
| 7 | Puxar contendor vazio para trás | Puxar contendor vazio do BDL para trás | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 170 | 6.1 |
| 8 | Retirar etiqueta do contendor vazio | Pegar na chap de identificação do contendor e colocá-la de lado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 70 | 2.5 |
| 9 | Desmontar contendor vazio | Pegar nas laterais do contendor, puxá-las para cima, dobrar as laterais e colocá-las por dentro da base do contendor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 150 | 5.4 |
| 10 | Aprovisionar stacker | Deslocar-se do contendor (MPb2_7) até à zona de repouso do stacker e pegar no stacker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 3.6 |
| 11 | Deslocar-se até ao armazém | Deslocar-se até ao armazém junto à rack da referência pretendida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 970 | 34.9 |
| 12 | Descer contendor cheio das racks | Descer contendor cheio da rack | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 | 2 | 0 | 1 | 340 | 12.2 |
| 13 | Fazer movimento com a pistola para transferência de stocks | Pegar na pistola e fazer movimento do contendor para stock da produção | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5.0 |
| 14 | Levar contendor cheio até ao BDL | Levar contendor cheio até ao BDL e colocá-lo na posição vazia (MPb2_7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1230 | 44.3 |
| 15 | Retirar tampa do contendor cheio e colocá-la no contendor vazio | Pegar na tampa do contendor cheio e colocá-la no contendor vazio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 120 | 4.3 |
| 16 | Colocar etiqueta no contendor cheio | Pegar na etiqueta de identificação do contendor e colocá-la no contendor cheio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 70 | 2.5 |
| 17 | Pegar no contendor vazio com o stacker | Pegar no contendor vazio com o stacker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 170 | 6.1 |
| 18 | Levar contendor vazio até à pilha de contenedores vazios | Transportar contendor vazio (MPb2_7) e colocá-lo na pilha dos vazios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 300 | 10.8 |
| 19 | Colocar stacker na zona de repouso | Conduzir stacker até à zona de repouso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5.0 |
| 20 | Voltar à posição inicial | Voltar para a zona do picking | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2.2 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.0 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.0 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.0 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.0 |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total Tempo Padrão (ST) | | | | 285,3 | | | |

Tabela 15 – Exemplo de parametrização e cálculo de tempos da operação de picking a uma das referências MPb2

Após a parametrização de todas as operações, procedeu-se à distribuição das tarefas de acordo com a produção prevista do mix de componentes. Deste modo, foi possível a obtenção do efetivo grau de ocupação do trabalhador durante toda a jornada de trabalho.

Os tempos obtidos pela aplicação direta do método, traduzem-se no tempo normal de execução (NT), pelo será necessário o cálculo do tempo padrão (ST), sendo necessário adicionar um grau de tolerância, conseguida através da aplicação da seguinte formula para cálculo do tempo pa-drão:

$$ST = NT * (1 + tolerâncias)$$

Para o cálculo do tempo padrão, a tolerância utilizada foi de 9%, valor defendido pela entidade REFA.

A REFA é uma associação alemã para o estudo do trabalho, organização empresarial e qualificação profissional com mais de 13.000 membros (individuais ou empresas), sediada em Darmstadt.

Esta mesma organização criou uma metodologia designada por “metodologia REFA” que incorpora um conjunto de ferramentas e métodos baseados no conhecimento científico. Os métodos

chave destinam-se à otimização de processos de trabalho de forma padronizada, assim como, à determinação e avaliação de dados empresariais. A aplicação dos métodos e das ferramentas segundo a metodologia REFA torna possível a análise geral e sistemática dos processos de trabalho, por forma a permitir a análise e otimização de toda a cadeia de valores da organização («REFA», 2019).

Na tabela a seguir apresentam-se os tempos totais de execução por operação, adaptados à previsão do mix de componentes a produzir.

| Calculo da Taxa de Ocupação do Operador Picking MPb | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|-------------------------------------|-----------|------------------|----------|----------|
| Ref Int | Matéria-Prima do grupo B (MPb) | | | | | | | | | | | | | | | Consumo Médio por Turno de trabalho (7h25m) | | | | | |
| | MPb1 | | | | | MPb2 | | | | | | | | | | Qtd | % | Tempo (s) | Tempo (hh:mm:ss) | | |
| | MPb1_1 | MPb1_2 | MPb1_3 | MPb1_4 | MPb1_5 | MPb1_6 | MPb2_1 | MPb2_2 | MPb2_3 | MPb2_4 | MPb2_5 | MPb2_6 | MPb2_7 | MPb2_8 | MPb2_9 | | | | | MPb2_10 | |
| Peças por contentor | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 12 | 18 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| comp_1 | | 33,55 | | | | | | | | | | 42,25 | | | | | | 41 | 11,23% | 3108 | 00:51:47 |
| comp_2 | | | | | | | | | | | 31,73 | | | | | | | 8 | 2,19% | 254 | 00:04:13 |
| comp_3 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 45,19 | | | 10 | 2,74% | 787 | 00:13:07 |
| comp_4 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 46,17 | | 7 | 1,92% | 558 | 00:09:18 |
| comp_5 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 45,19 | | | 10 | 2,74% | 787 | 00:13:07 |
| comp_6 | | | | | | | | | 24,95 | | | | | | | | | 20 | 5,48% | 499 | 00:08:19 |
| comp_7 | | | | | | | | | | 24,61 | | | | | | | | 12 | 3,29% | 295 | 00:04:55 |
| comp_8 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 46,17 | | 11 | 3,01% | 877 | 00:14:36 |
| comp_9 | | | | | | | | 30,94 | | | | | | | | | | 54 | 14,79% | 1671 | 00:27:50 |
| comp_10 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 45,19 | | | 18 | 4,93% | 1417 | 00:23:37 |
| comp_11 | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 47,55 | | | 23 | 6,30% | 1865 | 00:31:05 |
| comp_12 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 46,17 | 4 | 1,10% | 319 | 00:05:18 |
| comp_13 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 47,55 | | | 10 | 2,74% | 811 | 00:13:30 |
| comp_14 | | | | | | | | | 24,95 | | | | | | | | | 12 | 3,29% | 299 | 00:04:59 |
| comp_15 | 33,55 | | | | | | | | 41,14 | | | | | | | | | 52 | 14,25% | 3884 | 01:04:43 |
| comp_16 | 33,55 | | | | | | | | 41,14 | | | | | | | | | 49 | 13,42% | 3660 | 01:00:59 |
| comp_17 | | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | 46,17 | | 3 | 0,82% | 239 | 00:03:59 |
| comp_18 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | 46,17 | 3 | 0,82% | 239 | 00:03:59 |
| comp_19 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 45,19 | | | 9 | 2,47% | 709 | 00:11:48 |
| comp_20 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 46,17 | 2 | 0,55% | 159 | 00:02:39 |
| comp_21 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 46,17 | 2 | 0,55% | 159 | 00:02:39 |
| comp_22 | | | | | | | | | | | 31,73 | | | | | | | 5 | 1,37% | 159 | 00:02:38 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 365 | 100,00% | 22756 | 06:19:16 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Taxa de Ocupação do Operador | | 85% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Tempo Disponível | | 01:05:44 | | |

Tabela 16 - Cálculo da taxa de ocupação do operador de picking após aplicação do método MOST a todas as referências MPb

Com base nos tempos apresentados, verifica-se uma taxa de ocupação do operador de 85 % (aprox. 6h20m), sendo deste modo possível enquadrar 15 % (cerca de 1h5m) a outras tarefas associadas ao processo de abastecimento da linha.

3.3.3 Abastecimento de Matéria-Prima do grupo C (MPc)

O abastecimento de Matérias-Primas do grupo C (MPc) é assegurado pelo operador da logística que se encontra afeto ao comboio logístico, que para além desta função acumula também as seguintes atividades:

- Transporte dos semi-acabados provenientes dos postos de trabalho que antecedem o abastecimento das linhas 1 e 2;
- Recolha e depósito dos resíduos gerados nas linhas de produção (Cartão e Plástico);
- Recolha das caixas de MPc vazias, de tara não perdida, para depósito na zona de vazios, para posterior devolução ao fornecedor.

A realização da atividade de abastecimento de MPc tem por base a verificação visual das referências de MPc que se encontram identificadas em bordo de linha, sem estar definida a periodicidade com que essa verificação é realizada, sendo feita durante as passagens do operador da logística junto ao bordo de linha.

Por outro lado, as quantidades mínimas e máximas de caixas que cada referência pode levar encontram-se definidas, mas com base nas dimensões das caixas e na capacidade das prateleiras e respetiva posição, podendo significar a existência de stocks excessivos.

Verifica-se portanto dois pontos suscetíveis de melhoria:

- Definição de níveis mínimos e máximos com base na procura e no *Lead Time*;
- Programar abastecimentos dos materiais *MPC* à linha.

Para a parametrização dos níveis de caixas em bordo de linha recorreu-se à previsão da procura para um mês, com a aplicação da formula de cálculo *Kanban* para determinação do número mínimo de caixas.

A formula *Kanban* expressa-se da seguinte forma:

$$K = \frac{(Taxa\ de\ consumo\ X\ Lead\ Time) + Stock\ de\ segurança}{Capacidade\ da\ caixa}$$



Em que o *Lead Time* assume o valor de 90 min. e o stock de segurança para o consumo de 1 hora.



A definição de nível máximo será baseado no consumo a 8 horas (por turno) ou em ciclos de abastecimento de 24 horas para as referências com consumos inferiores a uma caixa por turno.

| Referência | Descrição | Cód. Estante | Cód. Posição | Cód. Prateleira | Cód. Localização | VALOR MIN CXs (Cálculo Kanban) | VALOR MÁX CXs (Procura a 8h/24h) | Qtd peças por caixa | Consumo máx diário (Peças) | Consumo max diário (Caixas) | PDLT (LEAD TIME = 90 min) | Stock Segurança (Consumo para uma hora) | Consumo 480min. 8h (Peças) | Consumo 480min. 8h (caixas) |
|------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|----------------------------|-----------------------------|
| 100001 | MPC_1 | A | -01 | -02 | A-01-02 | 1 | 2 | 54 | 72 | 2 | 5 | 3 | 24 | 0,44 |
| 100002 | MPC_2 | A | -02 | -02 | A-02-02 | 1 | 3 | 300 | 1908 | 7 | 120 | 80 | 636 | 2,12 |
| 100003 | MPC_3 | A | -03 | -02 | A-03-02 | 1 | 3 | 400 | 1042 | 3 | 66 | 44 | 348 | 0,87 |
| 100004 | MPC_4 | B | -01 | -01 | B-01-01 | 1 | 3 | 30 | 66 | 3 | 5 | 3 | 22 | 0,73 |
| 100005 | MPC_5 | B | -01 | -02 | B-01-02 | 1 | 3 | 35 | 72 | 3 | 5 | 3 | 24 | 0,69 |
| 100006 | MPC_6 | B | -01 | -03 | B-01-03 | 1 | 1 | 10000 | 553 | 1 | 35 | 24 | 185 | 0,02 |
| 100007 | MPC_7 | B | -02 | -01 | B-02-01 | 1 | 2 | 15 | 29 | 2 | 2 | 2 | 10 | 0,67 |
| 100008 | MPC_8 | B | -02 | -02 | B-02-02 | 1 | 2 | 36 | 66 | 2 | 5 | 3 | 22 | 0,61 |
| 100009 | MPC_9 | B | -02 | -03 | B-02-03 | 1 | 2 | 400 | 553 | 2 | 35 | 24 | 185 | 0,46 |
| 100010 | MPC_10 | B | -03 | -01 | B-03-01 | 1 | 1 | 15 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0,20 |
| 100011 | MPC_11 | B | -03 | -02 | B-03-02 | 2 | 5 | 36 | 444 | 13 | 28 | 19 | 148 | 4,11 |
| 100012 | MPC_12 | B | -03 | -03 | B-03-03 | 1 | 1 | 400 | 321 | 1 | 21 | 14 | 107 | 0,27 |

Tabela 17 - Cálculo *Kanban* para abastecimento ao BDL

Esta informação, em formato de etiqueta (Fig. 15), além de estar disponível na zona de abastecimento, será também afixada na zona de consumo, de modo ao operador de linha poder desencadear a ordem de abastecimento, quando uma determinada referência atinge o stock mínimo. Neste caso em particular, a informação será dada em número de caixas, mas também em número de peças.

| MPc_1 | | Minimo |
|---|---|--------|
| A-01-02 | 100001 | 1 |
| | | Máximo |
|  |  | 2 |

| MPc_2 | | Minimo |
|---|---|--------|
| A-02-02 | 100002 | 1 |
| | | Máximo |
|  |  | 3 |



| MPc_3 | | Minimo |
|---|---|--------|
| A-03-02 | 100003 | 1 |
| | | Máximo |
|  |  | 3 |

Figura 15 - Exemplo de etiquetas com informação do stock mínimo e máximo de cada uma das referências MPc em BDL

Será igualmente desenvolvido um quadro de produção *Kanban*, com o objetivo de informar o operador responsável pela reposição de *MPc*, sobre os materiais que atingiram o stock mínimo e com necessidade de reposição.

O quadro *kanban* será representado pelo layout das linhas, com a identificação dos módulos das prateleiras que compõem o bordo de linha. Será igualmente equipado com sinalização luminosa, a ser ativado pelos colaboradores da linha de produção sempre que uma determinada referência atinja o stock mínimo.

A sinalização luminosa será baseada nas luzes *Vermelha* e *Verde*, em que a luz Verde indica “sem necessidade de abastecimento” e a luz Vermelha indica “com necessidade de abastecimento”.

Além do quadro *Kanban*, deverão ser também instaladas luzes em cada módulo do bordo de linha e em cada um dos lados do módulo do bordo de linha, uma para o operador da linha e outra para operador que abastece *MPc*.

O quadro *kanban* será direcionado para a zona de abastecimento de *MPb*, de modo a informar o operador que realiza o abastecimento *MPb* sobre a necessidade de abastecimento de uma dada referência, passando a ser da responsabilidade deste operador o abastecimento das referências de *MPc* que se encontram em vias de rutura. Esta nova função irá permitir o aumento da taxa de ocupação deste operador, possibilitando a alocação de outras atividades ao operador do comboio logístico.

3.4 Construção e desenvolvimento do VSM

A construção do VSM contou com a participação ativa do departamento da logística e da direção industrial, fundamentais para a identificação dos parâmetros considerados na elaboração do VSM.

Objetivamente, e no âmbito aqui proposto, pretende-se que o VSM assente numa visão geral do fluxo de informação entre cliente e fornecedores, na caracterização dos fornecedores principais que fornecem cada uma das tipologias de matérias-primas (*MPa*, *MPb* e *MPc*), e o fluxo de atividades desde da receção da matéria-prima até à entrega do produto final no cliente, caracterizados pelos ciclo de tempo de cada uma das etapas representadas.

De notar, que por questões de confidencialidade, todos os dados apresentados no VSM foram propositadamente alterados ou substituídos por siglas meramente representativas.

Uma vez escolhidos os itens e os seus respetivos fornecedores, iniciou-se o mapeamento do estado atual dos fluxos de material e informações partilhadas entre cliente e fornecedor.

Procedeu-se à introdução do tipo de informação transmitida entre cliente e fornecedor, assim como todo o processo de entrega e consumo dos matérias-primas. Foram identificadas distâncias e tempos de transportes de entrega das matérias-primas e do produto final, processos de armazenamento e de produção, além dos tempos despendidos em cada atividade e pessoas envolvidas.

Foram utilizados diagramas de fluxo simples e diagramas de fluxo de processo para complementar o mapeamento do VSM.

Como resultado, obteve-se um VSM que permite observar na sua generalidade, todo fluxo do processo, de materiais e de informação desde da fase de aprovisionamento até à fase da entrega do produto-final.

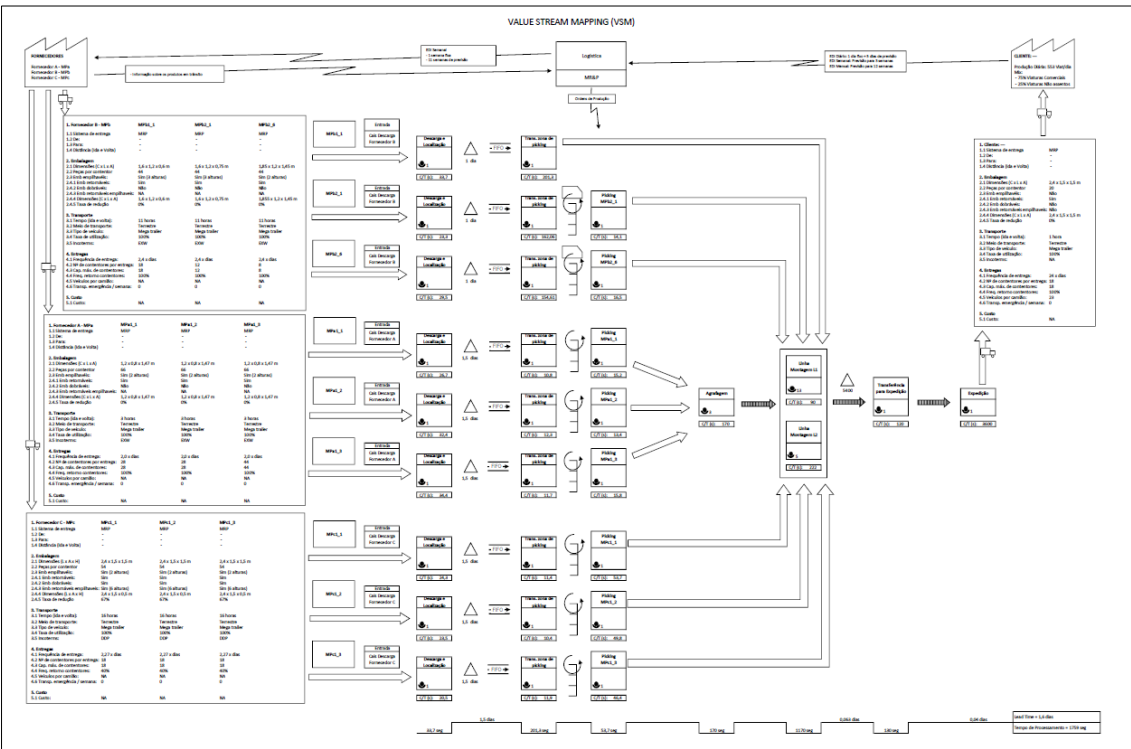


Figura 16 - VSM (Value Stream Mapping) desenvolvido para a organização

4 Conclusões e Reflexões

O presente capítulo compreende uma síntese das principais conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento deste projeto, sendo avaliado criticamente o trabalho realizado e o cumprimento de objetivos inicialmente estabelecidos. Neste âmbito, serão descritas e projetadas propostas de trabalho futuro, tendo por foco a implementação de aspetos determinantes para uma desejada melhoria contínua.

Resultante de uma exaustiva pesquisa bibliográfica, foi concretizado o enquadramento das ferramentas que sustentam a filosofia *Lean Manufacturing*, integradas no conceito do *Just-in-Sequence*, cada vez mais presente na indústria automóvel. Particularizou-se o uso do método MOST na parametrização de tempos e operações em resultado das alterações realizadas.

Foi também desenvolvido um Mapeamento de Fluxo de Valor “VSM” assente numa visão geral do fluxo de informação entre cliente e fornecedores, na caracterização dos principais fornecedores de cada tipologia de matérias-primas fornecidas, e no fluxo de atividades, desde da receção da matéria-prima até à entrega do produto final no cliente.

Os principais contributos do trabalho desenvolvido assentou na aplicação do método MOST, para parametrização de tempos e operações, e nas alterações realizadas ao sistema de abastecimento das linhas de produção, em que para cada uma das áreas, o tipo de abordagem foi particularizado, por forma a considerar a aplicação de diferentes tipologias de ferramentas *Lean*, consoante o objetivo específico pretendido para cada um dos sistemas de abastecimento em análise.

As propostas de melhorias foram inseridas em projetos de melhoria continua e, desenvolvidas e implementadas com o envolvimento de diversos elementos da organização das diferentes áreas e departamentos, de modo a estabelecer a existência de equipas multidisciplinares.

Com as propostas implementadas foi possível obter os seguintes resultados para cada uma das áreas de abastecimento abaixo enumeradas:

1. Abastecimento de Matéria-Prima do grupo A (*MPa*)

Nesta área de abastecimento foi possível obter um ganho nas distâncias percorridas, na diminuição de movimentos simultâneos entre pessoas e máquinas e, nos respectivos tempos de ciclo de picking, verificando-se um tempo de ciclo abaixo do *takt time* médio registado. Conseguiu-se igualmente uma redução dos recursos humanos e materiais utilizados na operação de picking.

2. Abastecimento de Matéria-Prima do grupo B (*MPb*)

No abastecimento das matérias-primas dos grupo B, obteve-se uma diminuição de tempos de ciclo, diminuição das distâncias percorridas e melhoria no processo de transferência das matérias-primas para a linha de produção.

Com a aplicação do método MOST, conseguiu-se a parametrização dos tempos de execução e respetiva padronização de toda a atividade de picking, verificando-se uma taxa de ocupação do operador de 85 %, sendo deste modo possível enquadrar 15 % do tempo disponível do operador a outras tarefas associadas ao processo de abastecimento das matérias-primas do grupo C.

Por fim, foi possível estabelecer um novo método de abastecimento das matérias-primas do grupo C, através da aplicação da fórmula de cálculo Kanban, para parametrização dos níveis de caixas mínimo e máximo em bordo de linha, baseando-se numa previsão de procura média.

Foi adicionalmente proposta a instalação de um quadro kanban, com a representação do layout das linhas e dos módulos das prateleiras que compõem o bordo de linha, estando este quadro equipado com sinalização luminosa, de modo a poder ser ativada pelos operadores da linha de produção sempre que uma determinada referência atinja o stock mínimo. Este novo método de abastecimento proposto para as matérias-primas do grupo C irá permitir o aumento da taxa de ocupação do operador de picking das matérias-primas do grupo B.

4.1 Perspetivas de Desenvolvimento Futuro

Como a própria filosofia do *Lean Manufacturing* defende, devem-se procurar sempre os aspetos suscetíveis de melhoria, suportados num processo contínuo de aprendizagem, na busca da otimização e da melhoria contínua.

Neste contexto, o método MOST ao constituir-se como uma das ferramentas que obedece a este princípio, dado procurar uma necessária e adequada padronização, projeta a importância do detalhe ao nível das tarefas e dos movimentos desenvolvidos, tirando proveito da simplicidade da aplicação sobre a complexidade deste sector industrial, que sendo desenvolvido num sistema sequenciado JIS, deverá ser objeto de elevado controlo e padronização, já que toda e qualquer alteração ou desvio poderá acarretar grandes transtornos para o cliente.

Assim, e de forma gradual, deve-se procurar desenvolver a aplicação do método MOST às restantes operações desenvolvidas na unidade industrial, começando pelas linhas de produção, e posteriormente, nas restantes áreas de suporte à produção. Deste modo, será possível um maior controlo e padronização de todos os processos, e a eliminação de tudo o que é considerado desperdício e que não adiciona valor acrescentado à atividade ou ao produto desenvolvido, tendo sempre presente a valorização do fator humano e a busca pela excelência.

Acresce ainda a implementação do sistema proposto para o abastecimento das matérias-primas do grupo C. Estando o conceito proposto já aprovado pela organização, prevê-se a sua implementação ainda no decorrer do primeiro semestre do ano.

Por último, cumpre ter como objetivo, a manutenção, o desenvolvimento e a atualização do VSM apresentado, uma vez tratar-se de uma ferramenta que permite uma visão global dos processos, em paralelo com a identificação de desperdícios e de atividades suscetíveis de melhorias. Tal referência, é alicerçada no facto de numa tomada de decisão e no desenvolvimento de futuros projetos de melhoria, se poder assumir como uma excepcional ferramenta de análise e de suporte.

Referências

- All About Takt Time*. (2020). http://www.strategosinc.com/takt_time.htm
- Bautista, J., & Fortuny-Santos, J. (2016). *IMPROVING “JUST-IN-TIME, JUST-IN-SEQUENCE” DELIVERY IN FIRST-TIER SUPPLIERS*.
- Castro, J. C. M. de B. e. (2016). *Sistema Andon*. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/88136>
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da produção* (5ª). LI-DEL.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. CRC Press.
- Joiner, B. L., Joiner, B. L., Deming, W. E., Reynard, S., & Ando, Y. (1994). *Fourth Generation Management: The New Business Consciousness*. McGraw Hill Professional.
- Just in sequence. (2018). Em *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Just_in_sequence&oldid=858843716
- KJELL ZANDIN*. (2019). <https://www.legacy.com/obituaries/postgazette/obituary.aspx?n=kjell-b-zandin&pid=151432425>
- Lourenço, J. F. P. (2017). *Aplicação de Ferramentas Lean: Melhoria do Processo de Montagem de uma Linha*. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/82936>
- Mendes, C. S. S. (2017). *Metodologias do sistema de produção Toyota para takt time's longos* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/22867>
- Metcalfe, G. (2018). *Kanban: Visualize Work and Maximize Efficiency: Beyond the Basics*. Independently Published.
- Morgan, G. (1983). *Beyond Method: Strategies for Social Research*. SAGE.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- P. Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Vol. 48). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Pavão, G. K. B. (2018). *Optimização de layout e aplicação de metodologia 5S em empresa metalomecânica*. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/14295>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean—A filosofia das organizações vencedoras* (6ª Edição). Lidel.
- Pinto, J. P. (2019a). *Estudo de trabalho: Estudo dos métodos e medição do tempo para a melhoria da produtividade e humanização do trabalho*. Euedito.

- Pinto, J. P. (2019b, Dezembro). *O Método MOST*.
- Predetermined motion time system. (2019). Em *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Predetermined_motion_time_system&oldid=930394227
- REFA. (2019). Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=REFA&oldid=56269671>
- Ribeiro, F. M. (2018). *Melhoria no processo de conformação de tubos na indústria automóvel*. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/11914>
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). *Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915000037>
- Rundle, R. (2019). *Deming Cycle Pdca—Plan Do Check ACT Journal in Daily Life Toyota Way*. Independently Published.
- Santos, M. J. C. dos. (2018). *Aplicação de uma metodologia Lean ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar* [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/9580>
- Simas, A. (2016). *Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização*. FCT-UNL.
- Simões, D. F. G. (2016). *A melhoria contínua aplicada à gestão de processos logísticos: Gestamp Aveiro*. <http://revistas.ua.pt/index.php/rual2/article/view/4252>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Sousa, M. (2017). *Estudo e desenvolvimento de ações de melhoria numa indústria cerâmica*. Universidade de Aveiro.
- Sunil Indrasan, Y., Rajput, V., & Chaware, K. (2018). *ABC Analysis: A Literature Review*. 5(5).
- Suzaki, K. (2013). *Lean—Gestão no Chão de Fabrica*. LeanOp Press.
- Ventura, T. M. S. (2015). *Logística interna: Melhoria do processo de abastecimento a uma linha de montagem numa empresa de alta variedade – baixo volume* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/16524>
- W. Edwards Deming. (2019). Em *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=W._Edwards_Deming&oldid=932255960
- Zandin, K. B. (2002). *MOST Work Measurement Systems (3ª)*. CRC Press.

ANEXOS

Anexo 1

Aplicação Método MOST

Parametrização e Cálculo de Tempos Picking MPb

Método MOST (Variante BasicMOST)

| PRODUCTIONAREA: Picking MPb - MPb2_3 | | | | | | | BRK | FRQ (P) | SIM O | FREQ (T) | TMU | SEGS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------|----|---|---|-----|---------|-------|----------|-----|------|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|--------------|---|---|---|----|-----|------|---|---|---|----|-----|------|------|----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| OPERATION: Picking de MPb2_3 para o suporte e substituição de contentor vazio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | Tarefas | Descrição Detalhada | SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | OPERAÇÃO DE PICKING Aprovisionar pistola e verificar referência pedida | Pegar na pistola, olhar para o ecrã e verificar referência pedida | A | B | G | A | B | P | A | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 12 | 960 | 34,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Deslocar-se até ao contentor da referência solicitada | Deslocar-se até ao contentor da referência (MPb2_3) | A | 6 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 12 | 720 | 25,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Fazer leitura da etiqueta do contentor | Fazer duas leituras seguidas da etiqueta do contentor para confirmação da referência e coloca a pistola no coldre | A | 1 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 12 | 360 | 13,0 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pegar na armadura | Pegar na armadura (MPb2_3), deslocar-se até ao suporte | A | 1 | B | 6 | G | 3 | A | 10 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 12 | 2400 | 86,4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | Colocar armadura no suporte | (MPb2_3) Retirar caixa do retorno, colocá-la no suporte e colocar armadura dentro da caixa | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 0 | 12 | 720 | 25,9 | | | | | | | | |
| 6 | SUBSTITUIÇÃO DO CONTENTOR VAZIO Aprovisionar stacker | Deslocar-se até à zona de repouso do stacker e pegar no stacker | A | 6 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2,2 | | | | | | | | |
| 7 | Retirar contentor vazio | Retirar contentor vazio do BDL e coloca-lo na zona de vazios | A | 42 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 620 | 22,3 | | | | | | | |
| 8 | Deslocar-se até ao armazém | Deslocar-se até ao armazém junto à rack da referência pretendida | A | 42 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 420 | 15,1 | | | | | | | |
| 9 | Descer contentor cheio das racks | Descer contentor cheio da rack | A | 0 | B | 0 | G | 1 | A | 6 | B | 0 | P | 6 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 | 2 | 0 | 1 | 340 | 12,2 | | | | | | |
| 10 | Fazer movimento com a pistola para transferência de stocks da produção | Pegar na pistola e fazer movimento do contentor para stock da produção | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5,0 | | | | | | |
| 11 | Levar contentor cheio para o BDL | Levar contentor cheio até ao BDL para reposição de contentor | A | 3 | B | 0 | G | 1 | A | 6 | B | 0 | P | 3 | A | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 690 | 24,8 | | | | | |
| 12 | Colocar stacker na zona de repouso | Conduzir stacker até à zona de repouso | A | 6 | B | 0 | G | 0 | A | 6 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5,0 | | | | | |
| 13 | Voltar à posição inicial | Voltar para a zona do picking | A | 6 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2,2 | | | | | |
| 14 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | | | | |
| 15 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | | | |
| 16 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | | |
| 17 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | | |
| 18 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | |
| 19 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | | |
| 20 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | |
| 21 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | |
| 22 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 | |
| 23 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 24 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 25 | | | A | 1 | B | 0 | G | 1 | A | 1 | B | 0 | P | 1 | A | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| Total Tempo Padrão (ST) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 299,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Método MOST (Variante BasicMOST)

| ÁREA DE PRODUÇÃO: Picking MPb - MPb2_10 | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|-----|---------|-------|----------|------|--------------|
| OPERAÇÃO: Picking de MPb2_10 para o suporte e substituição de conteúdo vazio | | | | | | | | | |
| Nº | Tarefa | Descrição Detalhada | SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES | BRK | FRQ (P) | SIM O | FREQ (T) | TMU | SEGS |
| 1 | OPERAÇÃO DE PICKING Aprovisionar pistola e verificar referência pedida | Pegar na pistola, olhar para o ecrã e verificar referência pedida | A B G A B P A A B G M X T A A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 6 | 480 | 17,3 |
| 2 | Deslocar-se até ao contentor da referência solicitada | Deslocar-se até ao contentor da referência (MPb2_10) | A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 6 | 360 | 13,0 |
| 3 | Fazer leitura da etiqueta do contentor | Fazer duas leituras seguidas da etiqueta do contentor para confirmação da referência e coloca a pistola no coudre | A 0 B 0 G 0 A 24 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 6 | 180 | 6,5 |
| 4 | Pegar na MPb2 | Pegar na MPb2 (MPb2_10), deslocar-se até ao suporte e puxar o suporte para a posição de bloqueio | A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 6 | 1860 | 67,0 |
| 5 | Colocar MPb2 no suporte | Colocar MPb2 no suporte e empurrar suporte para a frente | A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 3 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 6 | 300 | 10,8 |
| 6 | SUBSTITUIÇÃO DO CONTEÚDO VAZIO Deslocar-se até ao contentor vazio | Deslocar-se até ao contentor vazio (MPb2_10) | A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2,2 |
| 7 | Puxar contentor vazio para trás | Puxar contentor vazio do BDL para trás | A 1 B 0 G 3 M 6 X 6 1 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 170 | 6,1 |
| 8 | Retirar etiqueta do contentor vazio | Pegar na chapa de identificação do contentor e colocá-la do lado | A 1 B 0 G 3 M 6 X 6 1 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 70 | 2,5 |
| 9 | Desmontar contentor vazio | Pegar nas laterais do contentor, puxá-las para cima, dobrar as laterais e colocá-las por dentro da base do contentor | A 1 B 0 G 3 M 6 X 6 1 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 150 | 5,4 |
| 10 | Aprovisionar stacker | Deslocar-se do contentor (MPb2_10) até à zona de repouso do stacker e pegar no stacker | A 3 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 1,1 |
| 11 | Deslocar-se até ao armazém | Deslocar-se até ao armazém junto à rack da referência pretendida | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 970 | 34,9 |
| 12 | Descer contentor cheio das racks | Descer contentor cheio da rack | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 13 | 2 | 0 | 1 | 340 | 12,2 |
| 13 | Fazer movimento com a pistola para transferência de stocks | Pegar na pistola e fazer movimento do contentor para stock da produção | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5,0 |
| 14 | Levar contentor cheio até ao BDL | Levar contentor cheio até ao BDL e colocá-lo na posição vazia (MPb2_10) | A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 10 A 0 B 0 P 0 A 0 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 1160 | 41,8 |
| 15 | Retirar tampa do contentor cheio e colocá-la no contentor vazio | Pegar na tampa do contentor cheio e colocá-la no contentor vazio | A 3 B 0 G 1 A 3 B 3 P 1 A 1 A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 120 | 4,3 |
| 16 | Colocar etiqueta no contentor cheio | Pegar na etiqueta de identificação do contentor e colocá-la no contentor cheio | A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 70 | 2,5 |
| 17 | Pegar no contentor vazio com o stacker | Pegar no contentor vazio com o stacker | A 3 B 0 G 1 M 6 X 3 1 3 A 1 A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 170 | 6,1 |
| 18 | Levar contentor vazio até à pilha de contentores vazios | Transportar contentor vazio (MPb2_10) e colocá-lo na pilha dos vazios | A 3 B 0 G 0 M 10 X 3 1 3 A 1 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 230 | 8,3 |
| 19 | Colocar stacker na zona de repouso | Conduzir stacker até à zona de repouso | A 6 B 0 G 0 M 6 X 0 1 1 A 1 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 140 | 5,0 |
| 20 | Voltar à posição inicial | Voltar para a zona do picking | A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 A 0 A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 2,2 |
| 21 | | | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 22 | | | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 23 | | | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 24 | | | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G A B P A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| 25 | | | A 1 B 0 G 0 A 96 B 0 P 0 A 0 A 3 B 0 G 1 A 1 B 0 P 1 A 1 A B G M X T A | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,0 |
| Total Tempo Padrão (ST) | | | | | | | | | 277,0 |

Calculo da Taxa de Ocupação do Operador Picking MPb

| Ref int | | Matéria-Prima do grupo B (MPb) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Consumo Médio por Turno de trabalho (7h25m) | | | | | |
|---------------------|-------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|------------------|----------|----------|
| | | MPb1 | | | | | | | | | | | MPb2 | | | | | | | | | | | Qtd | % | Tempo (s) | Tempo (hh:mm:ss) | | |
| | | MPb1_1 | MPb1_2 | MPb1_3 | MPb1_4 | MPb1_5 | MPb1_6 | MPb2_1 | MPb2_2 | MPb2_3 | MPb2_4 | MPb2_5 | MPb2_6 | MPb2_7 | MPb2_8 | MPb2_9 | MPb2_10 | | | | | | | | | | | | |
| Peças por contendor | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 12 | 18 | 18 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 41 | 11,23% | 3108 | 00:51:47 | |
| comp_1 | | 33,55 | | | | | | | | | | | | 42,25 | | | | | | | | | | | | 8 | 2,19% | 254 | 00:04:13 |
| comp_2 | | | | | | | | | | | | 31,73 | | | | | | | | | | | | | | 10 | 2,74% | 787 | 00:13:07 |
| comp_3 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 1,92% | 558 | 00:09:18 |
| comp_4 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | 46,17 | | | | | | | | | | | 10 | 2,74% | 787 | 00:13:07 |
| comp_5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | 5,48% | 499 | 00:08:19 |
| comp_6 | | | | | | | | | 24,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | 3,29% | 295 | 00:04:55 |
| comp_7 | | | | | | | | | | 24,61 | | | | | | | | | | | | | | | | 11 | 3,01% | 877 | 00:14:36 |
| comp_8 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | 46,17 | | | | | | | | | | | 54 | 14,79% | 1671 | 00:27:50 |
| comp_9 | | | | | | | | 30,94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 4,93% | 1417 | 00:23:37 |
| comp_10 | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 | 6,30% | 1865 | 00:31:05 |
| comp_11 | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 1,10% | 319 | 00:05:18 |
| comp_12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 2,74% | 811 | 00:13:30 |
| comp_13 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | 3,29% | 299 | 00:04:59 |
| comp_14 | | | | | | | | | 24,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | 52 | 14,25% | 3884 | 01:04:43 |
| comp_15 | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49 | 13,42% | 3660 | 01:00:59 |
| comp_16 | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0,82% | 239 | 00:03:59 |
| comp_17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0,82% | 239 | 00:03:59 |
| comp_18 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2,47% | 709 | 00:11:48 |
| comp_19 | | | | | 33,55 | | | | | | | | | | 46,17 | | | | | | | | | | | 2 | 0,55% | 159 | 00:02:39 |
| comp_20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 0,55% | 159 | 00:02:39 |
| comp_21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 1,37% | 159 | 00:02:38 |
| comp_22 | | | | | | | | | | | | 31,73 | | | | | | | | | | | | | | 365 | 100,00% | 22756 | 06:19:16 |
| | | Taxa de Ocupação do Operador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 85% | | | | | |
| | | Tempo Disponível | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 01:05:44 | | | | | |

Anexo 2

Cálculo Kanban

Abastecimento Bordo Linha MPc

| Referência | Descrição | Cód. Estante | Cód. Posição | Cód. Prateleira | Cód. Localização | VALOR MIN CXs (Cálculo Kanban) | VALOR MÁX CXs (Procura a 8h/24h) | Qtd peças por caixa | Consumo máx diário (Peças) | Consumo max diário (Caixas) | PDLT (LEAD TIME= 90 min) | Stock Segurança (Consumo para uma hora) | Consumo 480min_8h (Peças) | Consumo 480min_8h (caixas) |
|------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| 100001 | MPC_1 | A | -01 | -02 | A-01-02 | 1 | 2 | 54 | 72 | 2 | 5 | 3 | 24 | 0,44 |
| 100002 | MPC_2 | A | -02 | -02 | A-02-02 | 1 | 3 | 300 | 1908 | 7 | 120 | 80 | 636 | 2,12 |
| 100003 | MPC_3 | A | -03 | -02 | A-03-02 | 1 | 3 | 400 | 1042 | 3 | 66 | 44 | 348 | 0,87 |
| 100004 | MPC_4 | B | -01 | -01 | B-01-01 | 1 | 3 | 30 | 66 | 3 | 5 | 3 | 22 | 0,73 |
| 100005 | MPC_5 | B | -01 | -02 | B-01-02 | 1 | 3 | 35 | 72 | 3 | 5 | 3 | 24 | 0,69 |
| 100006 | MPC_6 | B | -01 | -03 | B-01-03 | 1 | 1 | 10000 | 553 | 1 | 35 | 24 | 185 | 0,02 |
| 100007 | MPC_7 | B | -02 | -01 | B-02-01 | 1 | 2 | 15 | 29 | 2 | 2 | 2 | 10 | 0,67 |
| 100008 | MPC_8 | B | -02 | -02 | B-02-02 | 1 | 2 | 36 | 66 | 2 | 5 | 3 | 22 | 0,61 |
| 100009 | MPC_9 | B | -02 | -03 | B-02-03 | 1 | 2 | 400 | 553 | 2 | 35 | 24 | 185 | 0,46 |
| 100010 | MPC_10 | B | -03 | -01 | B-03-01 | 1 | 1 | 15 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0,20 |
| 100011 | MPC_11 | B | -03 | -02 | B-03-02 | 2 | 5 | 36 | 444 | 13 | 28 | 19 | 148 | 4,11 |
| 100012 | MPC_12 | B | -03 | -03 | B-03-03 | 1 | 1 | 400 | 321 | 1 | 21 | 14 | 107 | 0,27 |
| 100013 | MPC_13 | B | -04 | -01 | B-04-01 | 1 | 2 | 15 | 30 | 2 | 2 | 2 | 10 | 0,67 |
| 100014 | MPC_14 | B | -04 | -02 | B-04-02 | 1 | 2 | 60 | 209 | 4 | 14 | 9 | 70 | 1,17 |
| 100015 | MPC_15 | B | -04 | -03 | B-04-03 | 1 | 3 | 150 | 321 | 3 | 21 | 14 | 107 | 0,71 |
| 100016 | MPC_16 | B | -05 | -01 | B-05-01 | 1 | 1 | 50 | 26 | 1 | 2 | 2 | 9 | 0,18 |
| 100017 | MPC_17 | B | -05 | -02 | B-05-02 | 1 | 3 | 40 | 104 | 3 | 7 | 5 | 35 | 0,88 |
| 100018 | MPC_18 | B | -06 | -01 | B-06-01 | 1 | 1 | 15 | 11 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0,27 |
| 100019 | MPC_19 | B | -06 | -02 | B-06-02 | 1 | 2 | 40 | 140 | 4 | 9 | 6 | 47 | 1,18 |
| 100020 | MPC_20 | B | -06 | -03 | B-06-03 | 1 | 1 | 15 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,13 |
| 100021 | MPC_21 | B | -07 | -01 | B-07-01 | 1 | 1 | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,07 |
| 100022 | MPC_22 | B | -08 | -01 | B-08-01 | 1 | 1 | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,07 |
| 100023 | MPC_23 | C | -01 | -01 | C-01-01 | 1 | 3 | 39 | 321 | 9 | 21 | 14 | 107 | 2,74 |
| 100024 | MPC_24 | C | -01 | -02 | C-01-02 | 2 | 4 | 30 | 321 | 11 | 21 | 14 | 107 | 3,57 |
| 100025 | MPC_25 | C | -02 | -01 | C-02-01 | 1 | 2 | 18 | 66 | 4 | 5 | 3 | 22 | 1,22 |
| 100026 | MPC_26 | C | -02 | -02 | C-02-02 | 1 | 2 | 60 | 264 | 5 | 17 | 11 | 88 | 1,47 |
| 100027 | MPC_27 | C | -02 | -03 | C-02-03 | 1 | 1 | 4800 | 604 | 1 | 38 | 26 | 202 | 0,04 |
| 100028 | MPC_28 | C | -03 | -01 | C-03-01 | 1 | 2 | 18 | 29 | 2 | 2 | 2 | 10 | 0,56 |
| 100029 | MPC_29 | C | -03 | -02 | C-03-02 | 1 | 1 | 150 | 72 | 1 | 5 | 3 | 24 | 0,16 |
| 100030 | MPC_30 | C | -03 | -03 | C-03-03 | 1 | 2 | 3000 | 4187 | 2 | 262 | 175 | 1396 | 0,47 |
| 100031 | MPC_31 | C | -04 | -02 | C-04-02 | 1 | 1 | 280 | 62 | 1 | 4 | 3 | 21 | 0,08 |
| 100032 | MPC_32 | C | -04 | -03 | C-04-03 | 1 | 1 | 240 | 177 | 1 | 12 | 8 | 59 | 0,25 |
| 100033 | MPC_33 | C | -05 | -02 | C-05-02 | 1 | 2 | 35 | 43 | 2 | 3 | 2 | 15 | 0,43 |
| 100034 | MPC_34 | C | -05 | -03 | C-05-03 | 1 | 1 | 5000 | 177 | 1 | 12 | 8 | 59 | 0,01 |
| 100035 | MPC_35 | C | -06 | -02 | C-06-02 | 1 | 2 | 42 | 177 | 5 | 12 | 8 | 59 | 1,40 |
| 100036 | MPC_36 | C | -07 | -02 | C-07-02 | 1 | 2 | 42 | 177 | 5 | 12 | 8 | 59 | 1,40 |
| 100037 | MPC_37 | D | -01 | -01 | D-01-01 | 1 | 2 | 9 | 12 | 2 | 1 | 1 | 4 | 0,44 |
| 100038 | MPC_38 | D | -01 | -02 | D-01-02 | 1 | 2 | 60 | 202 | 4 | 13 | 9 | 68 | 1,13 |
| 100039 | MPC_39 | D | -01 | -03 | D-01-03 | 1 | 1 | 3500 | 600 | 1 | 38 | 25 | 200 | 0,06 |
| 100040 | MPC_40 | D | -02 | -01 | D-02-01 | 1 | 3 | 10 | 72 | 8 | 5 | 3 | 24 | 2,40 |
| 100041 | MPC_41 | D | -02 | -02 | D-02-02 | 1 | 2 | 56 | 72 | 2 | 5 | 3 | 24 | 0,43 |
| 100042 | MPC_42 | D | -02 | -03 | D-02-03 | 1 | 2 | 3000 | 4187 | 2 | 262 | 175 | 1396 | 0,47 |
| 100043 | MPC_43 | D | -03 | -02 | D-03-02 | 1 | 3 | 20 | 150 | 8 | 10 | 7 | 50 | 2,50 |
| 100044 | MPC_44 | D | -04 | -02 | D-04-02 | 1 | 3 | 20 | 129 | 7 | 9 | 6 | 43 | 2,15 |
| 100045 | MPC_45 | D | -04 | -03 | D-04-03 | 1 | 1 | 600 | 72 | 1 | 5 | 3 | 24 | 0,04 |
| 100046 | MPC_46 | D | -05 | -03 | D-05-03 | 1 | 1 | 78 | 72 | 1 | 5 | 3 | 24 | 0,31 |
| 100047 | MPC_47 | E | -01 | -01 | E-01-01 | 1 | 2 | 9 | 42 | 5 | 3 | 2 | 14 | 1,56 |
| 100048 | MPC_48 | E | -01 | -02 | E-01-02 | 1 | 2 | 306 | 354 | 2 | 23 | 15 | 118 | 0,39 |
| 100049 | MPC_49 | E | -01 | -03 | E-01-03 | 1 | 2 | 150 | 177 | 2 | 12 | 8 | 59 | 0,39 |
| 100050 | MPC_50 | E | -01 | -03 | E-01-03 | 3 | 9 | 7 | 177 | 26 | 12 | 8 | 59 | 8,43 |
| 100051 | MPC_51 | E | -02 | -01 | E-02-01 | 2 | 6 | 9 | 137 | 16 | 9 | 6 | 46 | 5,11 |
| 100052 | MPC_52 | E | -02 | -02 | E-02-02 | 1 | 2 | 306 | 354 | 2 | 23 | 15 | 118 | 0,39 |
| 100053 | MPC_53 | E | -02 | -03 | E-02-03 | 1 | 2 | 84 | 477 | 6 | 30 | 20 | 159 | 1,89 |
| 100054 | MPC_54 | E | -02 | -03 | E-02-03 | 3 | 9 | 7 | 177 | 26 | 12 | 8 | 59 | 8,43 |
| 100055 | MPC_55 | E | -03 | -01 | E-03-01 | 2 | 6 | 18 | 306 | 17 | 20 | 13 | 102 | 5,67 |
| 100056 | MPC_56 | E | -03 | -02 | E-03-02 | 1 | 2 | 150 | 521 | 4 | 33 | 22 | 174 | 1,16 |
| 100057 | MPC_57 | E | -03 | -03 | E-03-03 | 1 | 3 | 300 | 1908 | 7 | 120 | 80 | 636 | 2,12 |
| 100058 | MPC_58 | E | -03 | -03 | E-03-03 | 1 | 2 | 150 | 177 | 2 | 12 | 8 | 59 | 0,39 |
| 100059 | MPC_59 | E | -04 | -01 | E-04-01 | 1 | 2 | 18 | 72 | 4 | 5 | 3 | 24 | 1,33 |
| 100060 | MPC_60 | E | -04 | -02 | E-04-02 | 1 | 2 | 150 | 521 | 4 | 33 | 22 | 174 | 1,16 |
| 100061 | MPC_61 | E | -04 | -03 | E-04-03 | 1 | 1 | 280 | 62 | 1 | 4 | 3 | 21 | 0,08 |
| 100062 | MPC_62 | E | -04 | -03 | E-04-03 | 1 | 3 | 300 | 1908 | 7 | 120 | 80 | 636 | 2,12 |
| 100063 | MPC_63 | E | -05 | -01 | E-05-01 | 1 | 2 | 18 | 32 | 2 | 2 | 2 | 11 | 0,61 |
| 100064 | MPC_64 | E | -05 | -02 | E-05-02 | 5 | 14 | 4 | 158 | 40 | 10 | 7 | 53 | 13,25 |
| 100065 | MPC_65 | E | -05 | -02 | E-05-02 | 1 | 2 | 84 | 477 | 6 | 30 | 20 | 159 | 1,89 |
| 100066 | MPC_66 | E | -05 | -03 | E-05-03 | 1 | 1 | 280 | 62 | 1 | 4 | 3 | 21 | 0,08 |
| 100067 | MPC_67 | E | -06 | -02 | E-06-02 | 1 | 2 | 8 | 42 | 6 | 3 | 2 | 14 | 1,75 |
| 100068 | MPC_68 | F | -01 | -02 | F-01-02 | 2 | 4 | 19 | 177 | 10 | 12 | 8 | 59 | 3,11 |
| 100069 | MPC_69 | F | -01 | -02 | F-01-02 | 1 | 2 | 8 | 42 | 6 | 3 | 2 | 14 | 1,75 |
| 100070 | MPC_70 | F | -01 | -03 | F-01-03 | 2 | 4 | 19 | 177 | 10 | 12 | 8 | 59 | 3,11 |
| 100071 | MPC_71 | F | -02 | -02 | F-02-02 | 3 | 9 | 7 | 177 | 26 | 12 | 8 | 59 | 8,43 |
| 100072 | MPC_72 | F | -02 | -02 | F-02-02 | 1 | 2 | 34 | 144 | 5 | 9 | 6 | 48 | 1,41 |
| 100073 | MPC_73 | F | -02 | -03 | F-02-03 | 2 | 4 | 19 | 177 | 10 | 12 | 8 | 59 | 3,11 |
| 100074 | MPC_74 | F | -03 | -01 | F-03-01 | 1 | 1 | 3500 | 296 | 1 | 19 | 13 | 99 | 0,03 |
| 100075 | MPC_75 | F | -03 | -02 | F-03-02 | 1 | 2 | 34 | 144 | 5 | 9 | 6 | 48 | 1,41 |
| 100076 | MPC_76 | F | -03 | -02 | F-03-02 | 1 | 2 | 12 | 72 | 6 | 5 | 3 | 24 | 2,00 |
| 100077 | MPC_77 | F | -03 | -03 | F-03-03 | 1 | 1 | 7000 | 745 | 1 | 47 | 32 | 249 | 0,04 |
| 100078 | MPC_78 | F | -04 | -01 | F-04-01 | 1 | 2 | 3000 | 4187 | 2 | 262 | 175 | 1396 | 0,47 |
| 100079 | MPC_79 | F | -04 | -02 | F-04-02 | 1 | 2 | 12 | 72 | 6 | 5 | 3 | 24 | 2,00 |

| Referência | Descrição | Cód. Estante | Cód. Posição | Cód. Prateleira | Cód. Localização | VALOR MIN CXs (Cálculo Kanban) | VALOR MÁX CXs (Procura a 8h/24h) | Qty peças por caixa | Consumo máx diário (Peças) | Consumo max diário (Caixas) | PDLT (LEAD TIME = 90 min) | Stock Segurança (Consumo para uma hora) | Consumo 480min_8h (Peças) | Consumo 480min_8h (caixas) |
|------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| 100080 | MPC_80 | F | -04 | -02 | F-04-02 | 1 | 2 | 12 | 72 | 6 | 5 | 3 | 24 | 2,00 |
| 100081 | MPC_81 | F | -04 | -03 | F-04-03 | 2 | 4 | 12 | 142 | 12 | 9 | 6 | 48 | 4,00 |
| 100082 | MPC_82 | F | -05 | -02 | F-05-02 | 1 | 2 | 12 | 72 | 6 | 5 | 3 | 24 | 2,00 |
| 100083 | MPC_83 | F | -05 | -02 | F-05-02 | 2 | 4 | 34 | 333 | 10 | 21 | 14 | 111 | 3,26 |
| 100084 | MPC_84 | F | -05 | -03 | F-05-03 | 1 | 2 | 12 | 72 | 6 | 5 | 3 | 24 | 2,00 |
| 100085 | MPC_85 | F | -06 | -02 | F-06-02 | 2 | 4 | 34 | 333 | 10 | 21 | 14 | 111 | 3,26 |
| 100086 | MPC_86 | F | -06 | -02 | F-06-02 | 5 | 14 | 4 | 158 | 40 | 10 | 7 | 53 | 13,25 |
| 100087 | MPC_87 | F | -06 | -03 | F-06-03 | 1 | 2 | 250 | 271 | 2 | 17 | 12 | 91 | 0,36 |
| 100088 | MPC_88 | F | -07 | -02 | F-07-02 | 2 | 4 | 32 | 321 | 11 | 21 | 14 | 107 | 3,34 |

Anexo 3

Value Stream Mapping (VSM)

