Pull System para clientes internos na Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda.

Pedro Miguel Vaqueiro Carrazedo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Leitão

Orientador na Faurecia Sistemas Escape Portugal: Eng. Sérgio Nogueira

FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2013-07-03

Aos meus pais

Minha irmã

Marta

Resumo

A atual situação económica em que vivemos reflete-se de forma bastante negativa na indústria do setor automóvel e consequentemente nas empresas a ele ligado. Com o objetivo de superar esse aspeto negativo e garantir a competitividade junto de mercados emergentes e com custos controlados, é necessária a adoção de uma política de melhoria contínua, focalizada na satisfação do cliente ao mesmo tempo que se procura uma redução de custos, mantendo a qualidade dos produtos e aumentando a produtividade. Este projeto surge assim associado à necessidade de eliminar desperdícios e aumentar a taxa de serviço, melhorando todo o processo produtivo com vista a torná-lo mais flexível.

Com a implementação do *pull system* aliado ao método de produção *kanban*, foi possível obter fluxos mais simples, reduzir a quantidade de *WIP*, *stocks* e os custos a ele associados.

A principal dificuldade na sua implementação ocorreu devido à sua dimensão, resistência à mudança da parte dos colaboradores e elevada variabilidade da procura. Para isso foi necessário proceder ao nivelamento dos pedidos de modo a ter a produção alinhada com a expetativa de entrega ao cliente, e a adoção de medidas adicionais para envolver e demonstrar aos colaboradores as vantagens existentes neste tipo de sistema.

Pull System for internal customers

Abstract

The current economic situation in which we live is reflected rather negatively in auto industry and consequently in companies connected to it. In order to overcome this negative aspect and ensure competitiveness in emerging low cost markets, it is necessary to adopt a policy of continuous improvement, focused on customer satisfaction and at the same time seeking to reducing costs while maintaining quality and increasing productivity. This project arises connected with the need to eliminate waste and improve the service rate, refining the entire production process in order to make it more flexible.

With the implementation of Pull System and the Kanban method, it was possible to make the flow more noticeable and simple as well as reduce the amount of WIP, stocks and the costs associated with them.

The main difficulty in implementation was due to the size of the factory, employee resistance to change and the high variability in demand. Having been necessary for it to leveling the production process and keep it in line with the expectation of delivery to the client and the adoption of other measures in order to involve employees and demonstrate the advantages of this type of system.

Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que estiveram envolvidas na realização deste projeto, principalmente ao orientador da empresa, Eng.º Sérgio Pepe Nogueira, pelo apoio, conhecimentos e confiança depositada, ao Eng.º Carlos Mesquita pelo companheirismo e sugestões facultadas e a toda a equipa de produção da Faurecia Sistemas de Escape Portugal por ter tornado este estágio numa experiência excecional.

Ao Prof. Armando Leitão, orientador da FEUP, pela orientação e conselhos concedidos ao longo da sua realização.

A toda a minha família e amigos, em especial aos meus Pais, Irmã e Marta, por estarem sempre presentes e me apoiarem na conclusão de uma etapa fundamental da minha vida

Índice de Conteúdos

Siglas

- CR → *Critical Ratio*
- D Date → *Earliest Due Date first*.
- DLE → *Direct labor efficiency*
- FCFS → *First-come, first-served*.
- FECT → *Faurecia Emissions Control Technologies* - Tecnologias de Controlo de Emissões Faurecia
- FES → *Faurecia Excellence System* – Sistema de Excelência da Faurecia
- GAP → Grupo Autónomo de Produção
- LCFS → *Last come, first served*
- MIFA → *Materials and Information Flow Analysis*
- MIFD → *Materials and Information Flow Diagram*
- MTO → *Make-to-order* – Feito por encomenda
- PDP → Plano diretor de produção
- PIC → Plano industrial e comercial
- PIK → *Production internal kanban*
- Pull System → Fluxo Puxado
- Push System → Fluxo Empurrado
- R&D → Pesquisa e Desenvolvimento
- SAP → *Systems, Applications, Products*.
- SOT → *Shortest operating time*.
- SMED → *Single Minute Exchange Die*
- S.W. → *Standardized Work* – Trabalho Standard
- Top 5 → Reunião antes de iniciar produção com duração de 5min.
- TPA → Zona de preparação de camiões
- TPS → *Toyota Production System*
- TRS → Taxa de Rendimento Sintético
- UAP → Unidade Autónoma de Produção
- WIP → *Work-In-Process* – Trabalho em curso
- WK → *Withdrawal kanban*

Índice de Figuras

Índice de Tabelas (opcional)

1 Introdução

Esta dissertação insere-se na conclusão do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e tem como finalidade a descrição de um estágio curricular realizado na empresa Faurecia Sistemas de Escape Portugal Lda., situada em Bragança.

O estágio teve a duração de 4 meses, tendo demonstrado ser essencial e enriquecedor pela forma como proporcionou o contacto com o mundo profissional e a aplicação de conhecimentos obtidos ao longo do percurso académico em situações reais.

1.1 A Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda.

A Faurecia Sistemas de Escape Portugal, pertence a um conjunto de fábricas do grupo Faurecia situadas em Portugal, que tem como finalidade produzir componentes para o setor automóvel.

Tendo a sua origem em França em 1997 após várias aquisições de outras empresas, o grupo Faurecia é atualmente um dos principais fornecedores de equipamentos automóvel do mundo, estando presentes em mais de 34 países e empregando mais de 94000 pessoas.

Dividem as suas principais atividades por diferentes secções:

- Exteriores automóveis;
  - Para-choques, sistemas de arrefecimento do motor, painéis exteriores.
- Sistemas Interiores;
  - Painéis de instrumentos, portas e isolamento acústico.
- Assentos automóveis;
  - Bancos, estruturas e mecanismos de ajustamento.
- Tecnologias de controlo de emissões de escape;
  - Sistemas de recuperação de calor, filtros de partículas, catalisadores e panelas de escape.

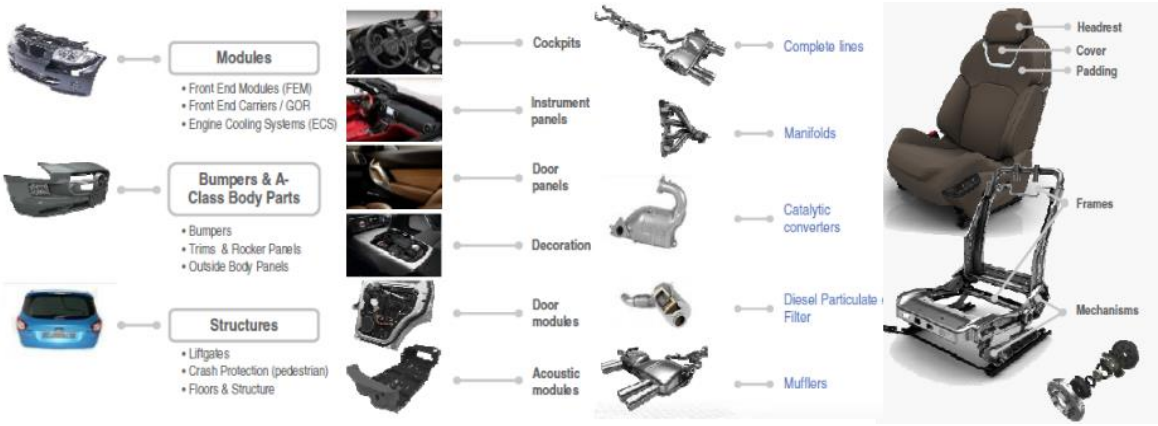


Figura 1.1 – Equipamentos produzidos pelos diferentes setores da Faurecia

O grupo representa atualmente mais de 17 mil milhões de euros anuais em vendas entre os diferentes setores, sendo o de Tecnologias de Controlo de Emissões (FECT) um dos principais.

Fundada em 2001, a Faurecia Sistemas de Escape Portugal tem vindo a dar provas do seu valor com um crescimento considerável e ao atingir recentemente um patamar de excelência, relativamente aos padrões internos do grupo, na produção de componentes de controlo de emissões,

Aliado ao padrão de excelência, encontra-se um departamento no qual decorreu o estágio especialmente criado pela Faurecia, *Faurecia Excellence System* (FES), que representa a estratégia do grupo para o futuro e que visa alcançar a excelência em termos de Qualidade, Custos e Entregas. Este assenta em princípios e práticas universais reconhecidos e com provas dadas no âmbito da gestão bem como numa política de melhoria contínua, através de análise e desenvolvimento de melhores práticas. Insere-se em todas as atividades da empresa, desde os centros de R&D às vendas, passando pela produção e todas as funções de suporte, tendo em especial atenção o envolvimento dos colaboradores e parcerias com os fornecedores.

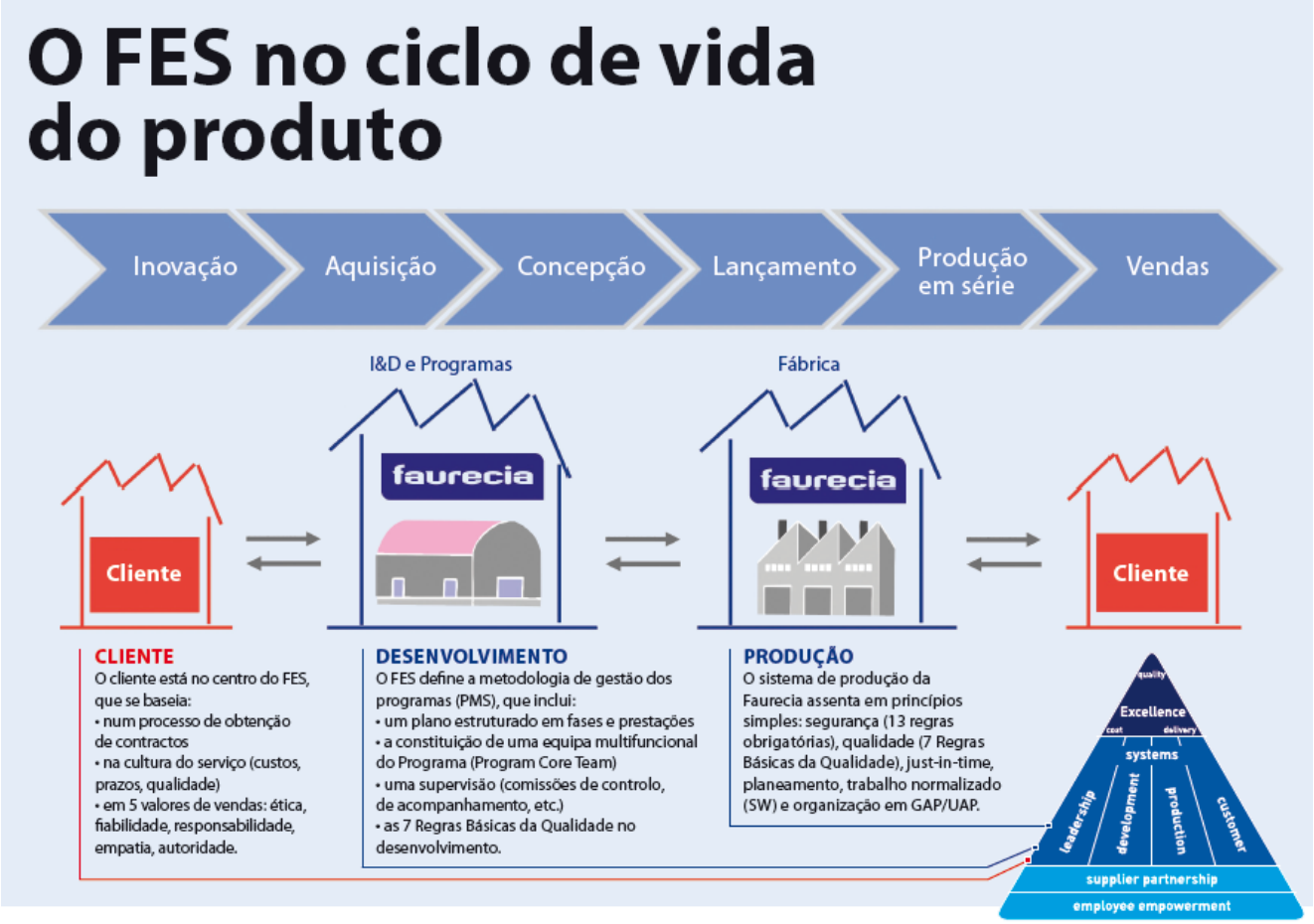


Figura 1.2 - *FES* no ciclo do produto (*Zoom Faurecia 2012*)

Importa assim identificar as diferentes áreas da fábrica na produção de escapes para automóveis, sendo que estas estão divididas em duas partes, a "parte quente" ou *Hot End* e a "parte fria" que é constituída pela parte intermédia, *Middle End*, e a parte final do escape, *Cold End*.

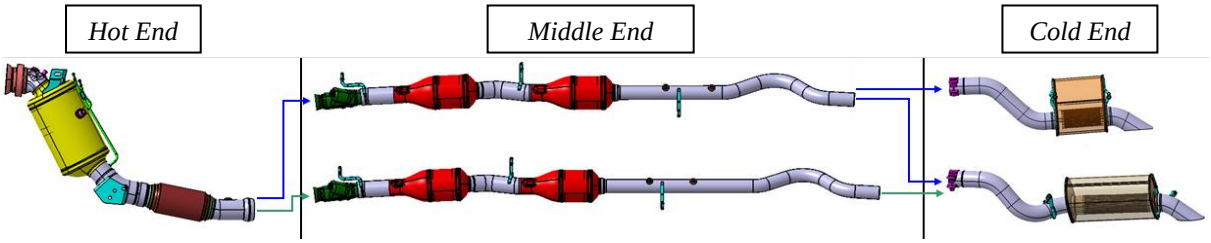


Figura 1.3 - Parte quente e fria de um escape (*Faurecia*)

A parte quente do escape tem como principal função o tratamento dos gases de escape, sendo constituído por conversores catalíticos, coletores de escape e por vezes catalisadores com filtros de partículas integrados.

Figura 1.4 - Catalisador e filtro partículas integrado

A parte intermédia e fria do escape tem como principal função impedir/reduzir as partículas dos gases de escape e diminuir o ruído do automóvel, é constituída por filtros de partículas, tubagens de ligação intermédias e de saída, e por panelas de escape ou silenciadores.

Figura 1.5 - Silenciador e tubo de saída

Figura 1.6 - Tubagem intermédia escape

1.2 O projeto *Pull System* para Clientes Internos na Faurecia Sistemas de Escape

Apesar da crise financeira que atualmente abrange o mercado automóvel e consequentemente as indústrias a ele ligado, esta trata-se de uma empresa em considerável crescimento e com a chegada constante de novos projetos.

Este crescimento veio salientar as dificuldades existentes na gestão de componentes nos diferentes fluxos internos da fábrica bem como nas linhas de produção, tendo-se revelado numa taxa de serviço baixa e com algumas falhas ao nível de entregas, especialmente nas linhas de montagem final da fábrica em que o plano de produção não era respeitado por falta de componentes e não existia um sistema implementado para nivelar a produção, tendo por vezes de ser feitos transportes especiais para não falhar entregas.

Tratando-se de um dos principiais requisitos do grupo, o projeto *Pull System* ou fluxo puxado para clientes internos na Faurecia Sistemas de Escape Portugal surge assim associado ao departamento de excelência da Faurecia (*FES*), pois é este o responsável por desenvolver e implementar sistemas de melhoria no "chão da fábrica", através da educação e formação dos colaboradores, realização de *workshops*, auditorias e seguimento de indicadores físicos, como qualidade, custos, entregas e pessoas.

No final deste projeto, espera-se aumentar a taxa de serviço e reduzir os incumprimentos dos pedidos a clientes internos, obtendo fluxos mais simples e melhorados, através da implementação do quadro de nivelamento e de *kanban* nas linhas de produção.

1.3 Método seguido no projeto

Inicialmente foi facultada uma visão geral empresa e mercado em que está inserida, foi realizada também uma integração para dar a conhecer a mesma, os valores e os objetivos do grupo Faurecia.

Uma vez que o *pull system* faz parte dos requisitos do grupo, numa primeira fase do projeto foi dada informação e formação sobre o mesmo, em que foi apresentada a situação inicial e identificados os pontos mais críticos, bem como definidos os objetivos e o respetivo cronograma.

Era realizado diariamente o *Plant Tour* do departamento *FES* para verificar a execução de algumas ações e respetivo preenchimento das folhas de seguimento, como a execução de manutenção preventiva e o registo das mudanças de referência, indicadores seguidos diariamente no departamento. Durante a execução deste, eram também realizadas auditorias aos sistemas kanban implementados para verificar o seu correto funcionamento.

Conjuntamente com a realização de ações de formação sobre o tema *pull system/kanban*, nas quais me foi dada a oportunidade de integrar a equipa de formação, foi também requerida a participação em outros *Workshops*, entre eles o *FES Game*, *MIFA/MIFD* e de trabalho *standard* (SW), o que me permitiu mais tarde a execução de documentos essenciais para a realização de algumas tarefas.

Após definidos os métodos e sua respetiva aplicação no terreno (em que foi incluída formação aos colaboradores), foram efetuadas revisões a todas as ações tomadas e ajustadas quando necessário, tendo sempre em mente que se trata de um ciclo de melhoria contínua.

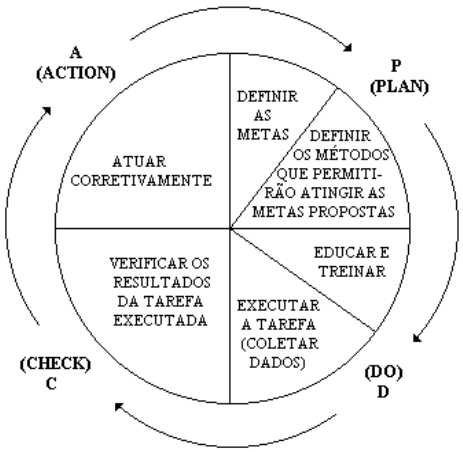


Figura 1.7 - Ciclo PDCA, Ishikawa, K.

1.4 Temas abordados e sua organização no presente relatório

Ao longo deste projeto foram abordados vários temas essenciais para a sua realização, devido duração do mesmo e visto ser um projeto de melhoria continua que exige um envolvimento e acompanhamento específico, foram incluídos neste relatório apenas os aspetos mais importantes.

Neste primeiro capítulo é feita uma breve descrição da empresa, do departamento onde decorreu o estágio e do projeto proposto.

Nos capítulos seguintes são abordados os conceitos teóricos, onde se identificam as áreas relevantes em que assenta o projeto e as alternativas existentes, assim como as suas vantagens e inconvenientes.

Seguidamente ao longo deste relatório são apresentadas a situação atual da área afeta ao projeto, onde são identificados os problemas existentes, a solução pela qual se optou, respetiva aplicação no terreno e conclusões finais.

2 Estado da Arte

Com a diminuição das barreiras alfandegárias consequente globalização de empresas e sua inserção em novos ambientes e mercados, ocorreu um incremento de competitividade em que se tem procurado cada vez mais a redução de desperdícios e a produção de componentes em sistemas mais eficientes.

"Um sistema de produção eficiente deve ser capaz de produzir apenas os componentes necessários, nas quantidades necessárias, no momento certo e a um preço competitivo." [1]

A obtenção destes sistemas é baseada numa filosofia *Lean*, em que no fundo o que se procura é a eliminação dos desperdícios na produção através da aplicação de várias ferramentas, figura 2.1.

Estes desperdícios foram identificados pelo fundador do *Toyota Production System* (TPS), Taiichi Ohno, nos quais são apresentados os mais importantes, os 7 *Muda*:

1. Sobreprodução;
2. Inventários (stocks);
3. Operações desnecessárias;
4. Movimentos inúteis;
5. Produção de defeitos;
6. Esperas;
7. Transporte;

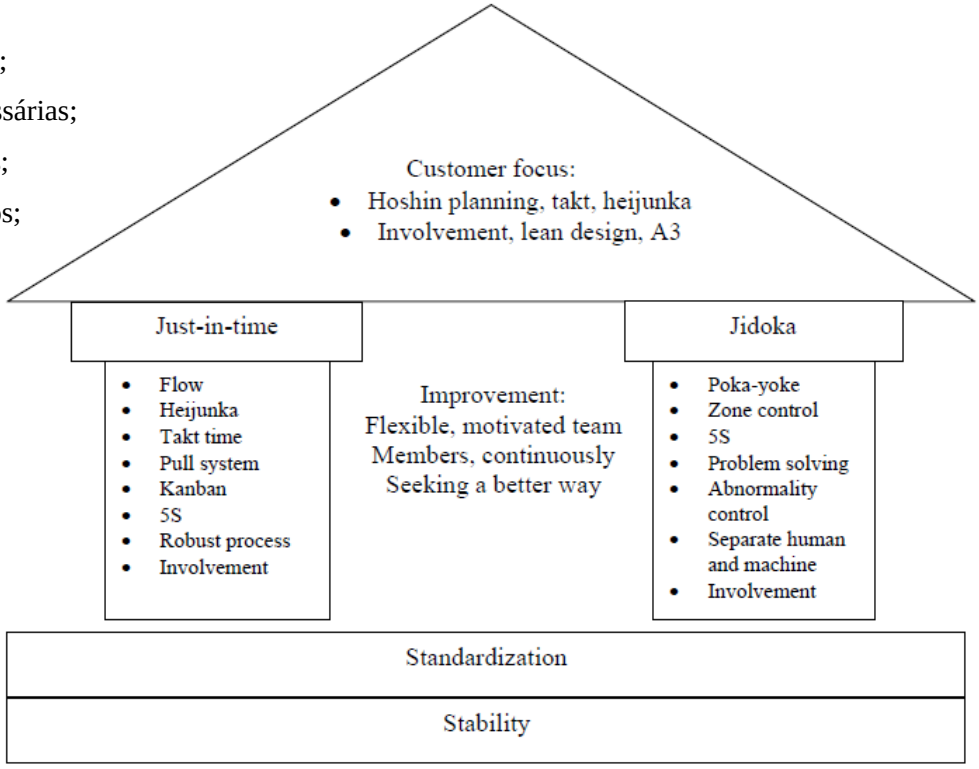


Figura 2.1 - *House of LEAN* [3]

De todos os apresentados o pior é a sobreprodução, pois engloba os aspetos negativos dos restantes e é provocado por uma má política de gestão.

Com base no projeto, foi realizada uma revisão literária mais aprofundada sobre o tema *Pull System*, em que se comparou com alternativas existentes e onde foram analisadas as suas vantagens e desvantagens bem como os princípios que fazem parte integrante do mesmo.

Importa assim definir alguns conceitos base para compreender melhor este tipo de sistemas e o processo produtivo em si.

Lead Time

O prazo de entrega, ou *lead time* como conhecido internamente na empresa, pode ser definido como um intervalo de tempo decorrido entre o início de uma atividade e o seu término, ou seja, o tempo que o material demora a percorrer toda a cadeia de valor, desde o momento de entrada até à sua saída do inventário. É assim um dos conceitos mais importantes na área da produção, pois deve ser levado em consideração em todas as etapas pelas quais um componente passa, produtivas ou não, e está associado ao custo de cada uma delas.

Takt Time (TT)

Pode ser definido como o intervalo de tempo a que o cliente pede peças, ou seja, o ritmo de produção necessário para satisfazer a procura. Em que se considera que o tempo disponível é igual ao tempo de abertura de produção menos os tempos de paragens programadas, como intervalos, *Top5* e limpezas (5's), sobre o número de peças pedidas.

$$TT = \frac{Tempo\ disponivel\ de\ produção - Paragens\ programadas}{Nº\ peças\ pedidas\ pelo\ cliente}$$

É a partir deste valor que se definem os objetivos a alcançar nos postos de trabalho, com vista a que o tempo de ciclo (TC) das peças seja sempre inferior a este, conseguindo assim responder às variações de pedidos dos clientes.

Tempo de Ciclo (TC)

É definido como o tempo que transcorre desde o início até ao fim de todas as tarefas a realizar num determinado posto de trabalho. É assim um fator limitante para o takt time, pois este é determinado pelo *bottleneck*, e não em função do tempo disponível e procura diária. Todas as etapas produtivas requerem o menor tempo de ciclo possível para que se possa atingir uma redução do *lead time*. Por vezes este é dado pelo tempo de ciclo máquina, em que é o processo produtivo automatizado que define o tempo de ciclo do posto.

Bottleneck

Na cadeia de valor o *bottleneck* é definido como o processo produtivo com o tempo de ciclo mais longo. Uma vez que a sua capacidade produtiva é reduzida, limita o fluxo de produção de todo o processo, o que pode ser entendido como um estrangulamento e é facilmente identificado quando comparado com o *Takt Time*.

Taxa de Rendimento Sintético (TRS)

O papel da TRS é determinar a taxa de utilização de um equipamento, principalmente dos capacitários, ou seja, de equipamentos multiusos concebidos para trabalhar com carga máxima (ex. prensas, dobradoras).

$$TRS = \frac{Nº\ de\ peças\ boas \times Tempo\ de\ Ciclo}{Tempo\ de\ abertura}$$

2.1 *Push System*

Pode-se definir como sendo uma alternativa ao *pull system*, pois trata-se de um sistema de produção gerido de forma diferente.

"Trabalhos que entram no sistema são alinhados no primeiro processo solicitado. A sua prioridade é agendada de acordo com a regra de sequenciamento selecionada. Após a conclusão de um processo, o trabalho prossegue para o processo seguinte designado na sua rota. Quando todos os processos são concluídos, os trabalhos saem do sistema." [5]

Neste tipo de sistemas a produção é feita de acordo com as regras de sequenciamento de trabalho (ex. *FCFS, SOT, CR, LCFS, D Date* ou ordem aleatória) e estas podem ser definidas com base na previsão da procura a partir de um histórico dos pedidos dos clientes, sendo esta uma das suas principais características, pois todo o processo produtivo se baseia no que poderá acontecer, não sabendo ao certo qual vai ser a procura real, gerando grandes quantidades de *stock* e *WIP*.

"Um sistema Push é um sistema onde o fluxo de informação ocorre no mesmo sentido que o fluxo dos materiais." [6]

Num sistema *push*, a informação circula no mesmo sentido dos materiais, não conseguindo assim obter um limite no *WIP* e tendo a sua produção controlada por fatores externos, previsões ou pedidos dos clientes. Os lotes de produção são normalmente maiores que o necessário, de modo a obter uma taxa de utilização de equipamentos elevada e devido aos tempos de mudança de referência poderem ser longos, o que resulta numa menor capacidade de resposta de entrega e numa possível obsolescência dos componentes se for modificada alguma característica.

Este é um sistema habitualmente associado ao MRP (*materials requirements planning*) e ao seu sucessor MRP II (*manufacturing resources planning*), estes são ambos *softwares* lógicos de cálculo que convertem a previsão da procura de produto final em necessidades de componentes. Baseados num histórico de produção e partindo do conhecimento de todos os componentes de um produto e seus tempos de obtenção, calculam as quantidades e os tempos de aquisição de cada um, para que estejam disponíveis para a sua produção quando forem solicitados. Pode assim dizer-se que com MRP o agendamento é feito "para trás" desde os produtos para os materiais.

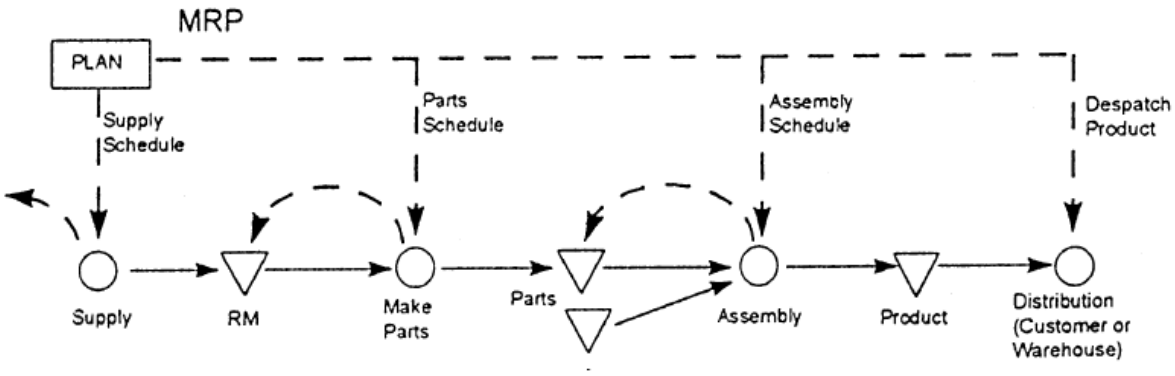


Figura 2.2 - *Push System* com *MRP* [6]

Embora com a ajuda destes programas este tipo de sistemas seja mais eficiente, também possuem algumas limitações:

- Nem sempre geram planos viáveis devido à sua suposição de capacidade de produção infinita e esses não são detetados até ser demasiado tarde.
- Utiliza um *lead time* fixo para fazer o planeamento sem considerar a capacidade produtiva, o que acrescenta variações de produção no *shop floor* e leva a tempos de entrega mais longos, excesso de inventários e consequentemente a um baixo grau de satisfação dos clientes.

2.2 *Pull System*

Sendo parte integrante de um dos pilares da *"House of Lean"*, figura 2.1, o processo de produção p*ull* baseia-se na eliminação de desperdícios com vista a tornar os sistemas mais eficientes.

"Um sistema Pull é um sistema em que o fluxo de informação ocorre no sentido contrário ao fluxo dos materiais." [6]

O conceito é o de ter a produção de cada componente ou produto final alinhado com a expectativa de entrega ao cliente, produzindo apenas o essencial eliminando desperdícios. O fluxo de informação circula na direção oposta do fluxo de materiais, ou seja, é a necessidade do cliente que nos transmite ordem de produção para o último posto, e toda a informação é transmitida a partir deste para o posto mais a montante da linha.

Dentro do sistema de produção *pull* podemos encontrar vários tipos: [7]

- **De Reabastecimento** – Em que se resume à existência em cada etapa de um *stock* ou "supermercado" com determinadas dimensões e capacidade. O objetivo deste sistema é manter o supermercado sempre abastecido para que quando uma determinada quantidade é retirada, deva ser dada ordem para reabastecer o mesmo componente com a quantidade necessária para manter o mesmo nível. Este sistema inicia-se no último processo de produção e quando é colocada uma encomenda por parte do cliente.

- **Sequencial** – É um sistema viável quando o número de peças em *stock* é excessivo. Baseia-se num sistema *make-to-order* (produz apenas por encomenda), tendo a vantagem de se obter uma grande redução de *WIP*, pois não existem *stocks* intermédios, o que implica que para uma etapa produzir, a anterior tenha de já ter produzido, funcionando de forma sequencial. Para que este sistema funcione é indispensável a existência de um *lead time* reduzido, e de uma estrutura forte e organizada.
- **Misto** – Como o nome indica, baseia-se numa mistura dos anteriores. Para ser aplicável é necessário proceder à distinção dos artigos através do Princípio de Pareto, dividindo os artigos em "A", "B" e "C", conforme a sua quantidade ou necessidade, criando um sistema mais complexo.

Este tipo de sistemas permite assim obter uma maior flexibilidade de produção, pois ao ter os nossos processos desenhados para produzir apenas o essencial, toda a estrutura se torna mais "leve" e em cada um dos processos em caso de ocorrência de problemas, a identificação do mesmo torna-se mais percetível, pois é visível o levantamento de problemas camuflados pelos *stocks* elevados, como defeitos de produção, uma má organização, qualidade, elevados tempos de mudança de ferramentas e avarias.

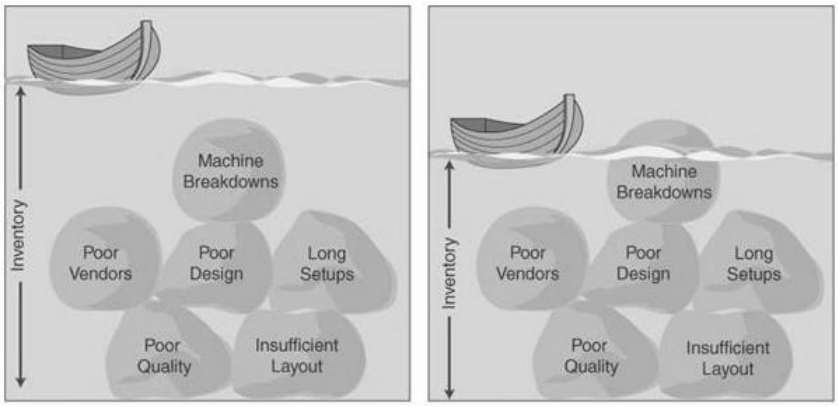


Figura 2.3 - Problemas ocultos devido ao excesso de inventário

Uma vez que a movimentação do material deve ser baseada na procura interna do sistema, um dos métodos que pode ser utilizado, e que está fortemente ligado ao p*ull system*, é a utilização do sistema *kanban* em cada um dos ciclos de produção existentes.

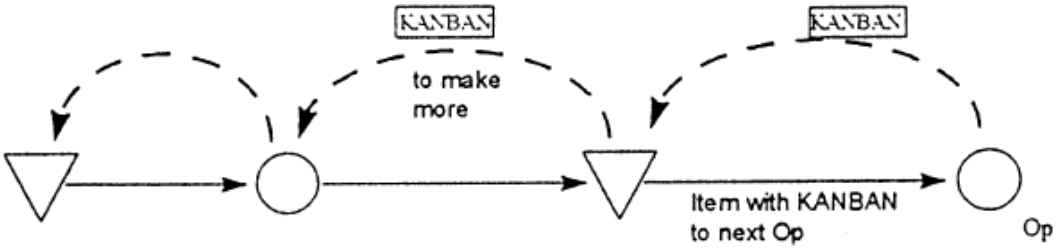


Figura 2.4 - Fluxo de material e de informação em *Pull System* [6]

Kanban

Originalmente criado e desenvolvido por Taiichi Ohno na *Toyota* é considerado um sistema de informação visual que controla a movimentação e produção de peças, nas quantidades certas e no momento certo, em todas as fases da produção, ou seja, serve para mostrar a necessidade de produção ou de aprovisionamento de peças/componentes, para o fim da linha ou para o posto seguinte, determinando e reduzindo assim o *WIP* em todo o processo produtivo.

Sendo considerada a palavra japonesa para cartão, placa ou registo visível, existem dois tipos de etiqueta *kanban*, as de produção (*PIK*) e as de levantamento ou recolha (*WK*), em que cada etiqueta corresponde só e apenas a uma unidade de contenção. (ex. Caixa, contentor, estrutura)

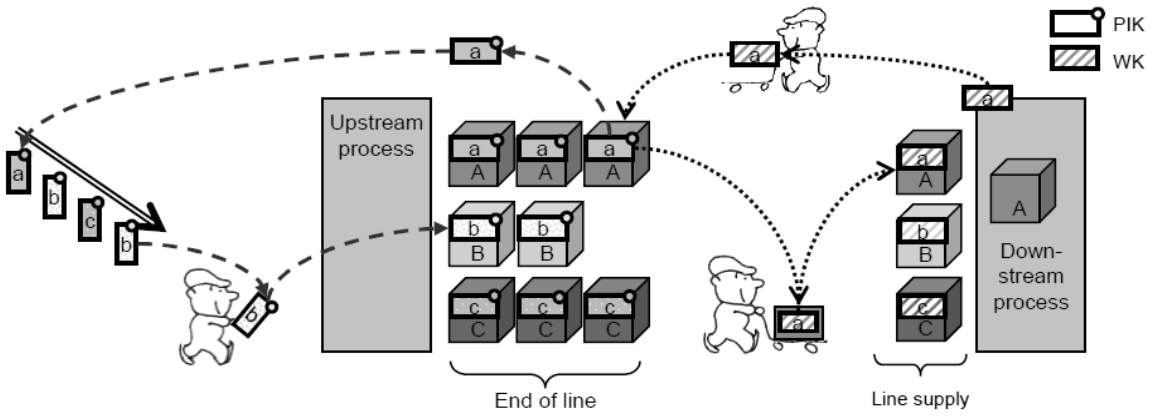


Figura 2.5 - Funcionamento do sistema *Kanban* em *Pull System* [10]

De forma a utilizar o sistema Kanban com sucesso devem-se seguir algumas regras:

- Nenhuma peça defeituosa pode passar para o próximo processo, pois existe risco de interromper a linha.
- O número de peças em cada unidade de contenção tem de ser igual ao número de peças definidas na etiqueta *kanban*, de forma a manter o *lead time* controlado.
- O processo de levantamento deve ser feito só mediante a existência de uma etiqueta de levantamento (*WK*), nas quantidades certas e no horário correto do produto solicitado.
- A quantidade a produzir deve corresponder sempre à quantidade retirada pelo processo seguinte, não sendo permitida a produção sem uma etiqueta específica (*PIK*).
- O nº de etiquetas *kanban* deve ser reduzido, pois como este reflete o nível de *stock*, é essencial proceder à sua redução conforme o processo é conseguido.
- *Kanbans* devem ser usados para adaptar pequenas flutuações de procura, em que até 10% não deve ser necessário alterar o seu circuito, mas para flutuações superiores deve ser reconsiderado o número em circulação.

Quando o sistema *kanban* é usado corretamente nunca ocorre sobreprodução, um dos principais desperdícios de produção, trazendo assim benefícios à empresa, entre os quais:

- Possibilita a detetar atempadamente irregularidades nos processos de produção.
- Reduz o *WIP* e a quantidade de produtos em *stock*.
- Os colaboradores sabem sempre o que é necessário produzir e em que quantidade, não sendo preciso atribuir diariamente um trabalho, pois eles podem realizá-lo quando e onde este for requerido.
- Elimina informação intermédia desnecessária, como papeis e folhas de produção, diminuindo a possibilidade de ocorrência de erros ou troca de informação.

Sendo que um dos conceitos mais importantes em sistema de produção *Lean* é a divisão em lotes de produção, o *Kanban* é um sistema simples e fiável que permite gerir o grande número de ordens que esta divisão gera. Para que a produção em lotes seja respeitada e ocorra a sua correta utilização, a mensagem passada à produção deve ser nivelada e criado um *stock* em todas as linhas, com vista a evitar os efeitos negativos dos tempos de mudança de ferramentas e diferentes tempos de ciclo de componentes.

O nivelamento da produção é assim muito importante para evitar a ocorrência de um fenómeno conhecido como efeito chicote (*bullwhip effect*), que é definido como sendo a distorção da procura ao longo da cadeia de abastecimento, figura 2.6 na qual os pedidos para o fornecedor têm variância diferente da variância das vendas para o cliente e a mais pequena modificação no pedido do cliente, faz com que ocorra uma variação ao longo da cadeia que vai aumentando até chegar ao fornecedor.

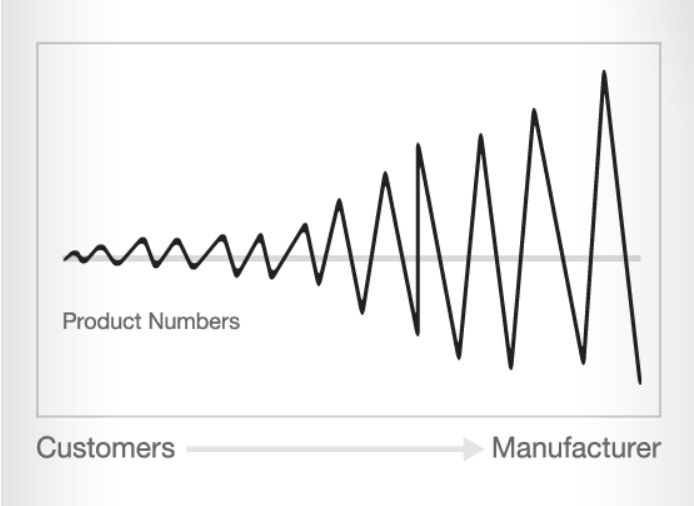


Figura 2.6 - Propagação do Efeito Chicote

Para a evitar a ocorrência deste efeito, é feito o nivelamento da procura de produto final através da utilização de ferramentas como o Plano Industrial e Comercial (PIC) e o Plano Diretor de Produção (PDP), em que o primeiro nos concede uma perceção "macro" dos pedidos nivelados, com uma visão de 6 a 12meses, e o segundo garante uma visão mais próxima da realidade com pedidos firmes dos clientes até 5 semanas.

Este último permite satisfazer as necessidades do cliente, manter o *takt time* e o nível de trabalho (mão-de-obra necessária) definido anteriormente no PIC, fazendo o nivelamento dos pedidos possibilita construir uma imagem de quadro de nivelamento que nos vai fornecer um plano de produção. Este consiste em repetir o mesmo plano (em volume e combinação de produtos) tanto tempo quanto possível, de modo a fornecer uma carga de trabalho estável para as operações de produção e abastecimento. A utilização destas ferramentas é também importante para reduzir o efeito chicote para toda a cadeia de fornecedores, pois também estes recebem os pedidos das encomendas de forma nivelada.

A aplicação de todas estas ferramentas em conjunto, *Kanban* e processos de nivelamento, aliada à mudança rápida de ferramentas (*SMED*), permite ao *pull system* uma produção mais flexível e reativa, que possibilita a produção de componentes em lotes mais pequenos, tirando daí as vantagens inerentes:

1. Redução de *stocks*:
    a. Os lotes mais pequenos ficam menos tempo no armazém;
    b. São necessários menos componentes em armazém;
    c. O produto intermédio é consumido mais rapidamente;
2. Redução de custos ligados aos s*tocks*:
    a. Superfície
    b. Manutenção
    c. Transporte
    d. Custos de gestão
3. Identificar problemas mais rapidamente:
    a. Levantamento de problemas camuflados pelos elevados *stocks*.
    b. Os defeitos de produção podem ser detetados mais cedo.
    c. Má organização
    d. Avarias.

SMED

O *SMED* ou *Single Minute Exchange of Die*, é uma metodologia desenvolvida por *Shigeo Shingo* no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e tem como principal objetivo a redução do tempo de mudança de referências ou *setups*, tornando possível a redução de *stocks* de máquinas ou linhas de produção através da preparação prévia dos dispositivos sem a necessidade de parar o equipamento, eliminação das tarefas que não agregam valor ao *setup* (ex. movimentação e transporte) e organização das tarefas essenciais.

Como referido pelo próprio autor, [8]:

"O SMED é uma ferramenta muito importante para a redução do tempo de setup, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina".

O tempo de mudança de referência pode ser definido como o tempo passado entre a última boa peça produzida e a primeira peça boa da referência seguinte, em que os objetivos de tempos de mudança de referência são:

- Para os meios pesados capacitários, produzir em cada equipa de 8 horas, todas as referências consumidas pelo cliente (objetivo, tempo inferior a 10 min.).
- Para as linhas de montagem, produzir em lotes cada vez mais pequenos, o limite será a peça (produção em sequência) (objetivo, tempo inferior a 2 min.).

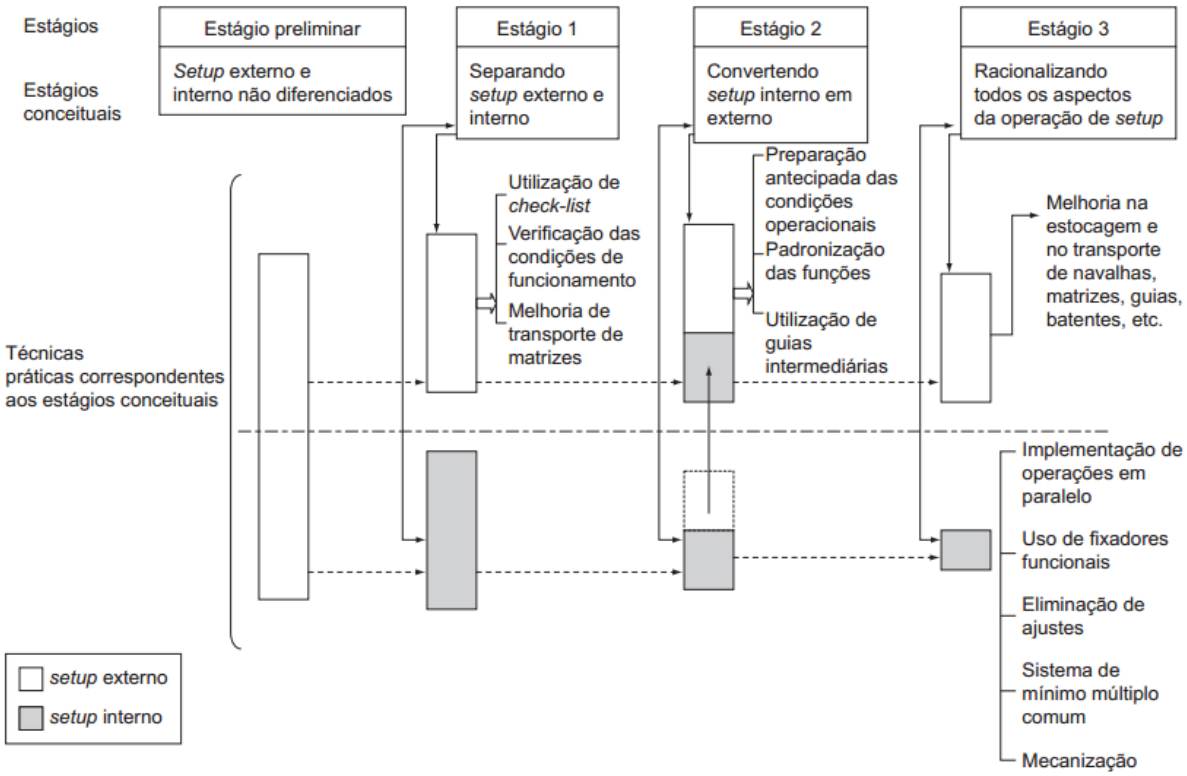


Figura 2.7 - Seguimento e aplicação da metodologia SMED [8]

De forma a atingir esses objetivos, o método pode ser dividido e analisado em várias partes, fig. 2.7.

1. Observar o procedimento de mudança de referência e enumerar todas as operações e tempos despendidos em cada uma delas;
2. Classificar as várias operações efetuadas entre internas e externas;
    - Operações internas são aquelas que implicam a imobilização do equipamento.
    - Operações externas são aquelas que podem ser realizadas com o equipamento em produção.
3. Converter as operações internas em externas;
4. Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações, internas e externas, e criar procedimentos rigorosos de modo a reduzir falhas na realização das mudanças;

Após a realização de todas estas etapas, deve-se voltar ao início do processo e repetir todo este procedimento mantendo uma política de melhoria contínua.

Esta é uma metodologia importante com vista a redução do tamanho de lotes, pois com a redução do tempo de mudança de referência, é possível produzir diferentes produtos em menores quantidades, reduzindo *stocks* e mantendo as taxas de rendimento das máquinas, figura 2.8, o que se traduz numa maior capacidade de resposta a eventuais problemas que possam surgir, como a variabilidade da procura.

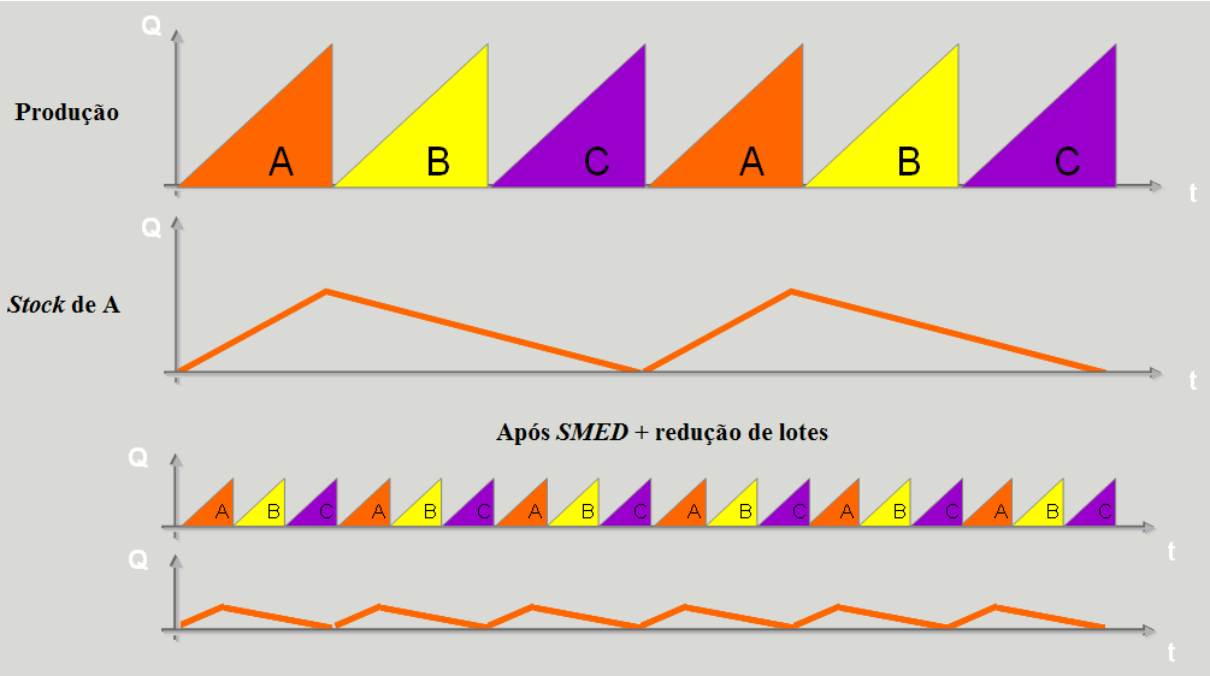


Figura 2.8 - Produção de pequenos lotes após aplicar metodologia SMED [10]

2.3 *Pull vs Push System*

Dentro do âmbito do projeto procurou-se comparar estes dois sistemas, com vista a tentar perceber as suas vantagens e inconvenientes tendo em consideração a realidade em que a empresa está inserida e as suas necessidades de produção, mas uma vez que o sistema de produção *pull* faz parte dos requisitos do grupo Faurecia, vamos analisar as suas vantagens face aos sistemas *push*.

Figura 2.9 - *Push* e *Pull System* (*Faurecia*)

As vantagens do sistema *Pull* em relação ao *Push:*

- Nos sistemas *pull* o *WIP* é diretamente observável e menos congestionado, permitindo manter um maior controlo sobre o mesmo e baixo *stock*;
- O sistema *pull* é mais eficiente que um sistema *push*, pois consegue obter maior número de peças produzidas num determinado período com menor quantidade de *WIP*;
- Em sistemas *pull* o fluxo de componentes é executado de forma constante, mantendo a carga de trabalho nivelada entre processos.
- As linhas de produção são mais estáveis, pois não ocorrem picos de produção devido ao plano de produção se encontrar nivelado, permitindo assim uma possível redução de mão-de-obra e dos custos associados.
- O fluxo de informação entre cliente/fornecedor é mais dinâmico e ocorre no sentido contrário ao fluxo de materiais.

3 Problema de fluxos e entregas a clientes internos

No início deste projeto verificavam-se, como já foi referido, algumas dificuldades na gestão de componentes nos diferentes fluxos internos da fábrica.

Estas revelavam-se numa taxa de serviço baixa e com algumas falhas ao nível de entregas, especialmente nas linhas de montagem final em que o plano de produção não era respeitado por falta de componentes provenientes de linhas adjacentes e o sistema utilizado para nivelar a produção era pouco eficiente, pois o *Pulled Flow/Pull System*, princípio de produção adotado pelo grupo Faurecia, encontra-se ainda em fase de implementação e aperfeiçoamento, sendo principalmente nessa área que incide o projeto.

Figura 3.1 –*Layout atual* Faurecia FECT Bragança

Como principais problemas existentes, devido à dimensão da fábrica, figura 3.1, e à duração do estágio, foi dado maior destaque a áreas consideradas críticas, entre as quais:

3.1 Inexistência de *Pull System* na nave da "parte fria"

Na nave da "parte fria" da fábrica que se distingue das demais devido à dimensão dos seus produtos e ao tipo de operações que aí são realizadas, não existe *pull system* implementado e as falhas de produção ocorrem de forma sucessiva devido à falta de componentes provenientes da linha de corte *Laser*.

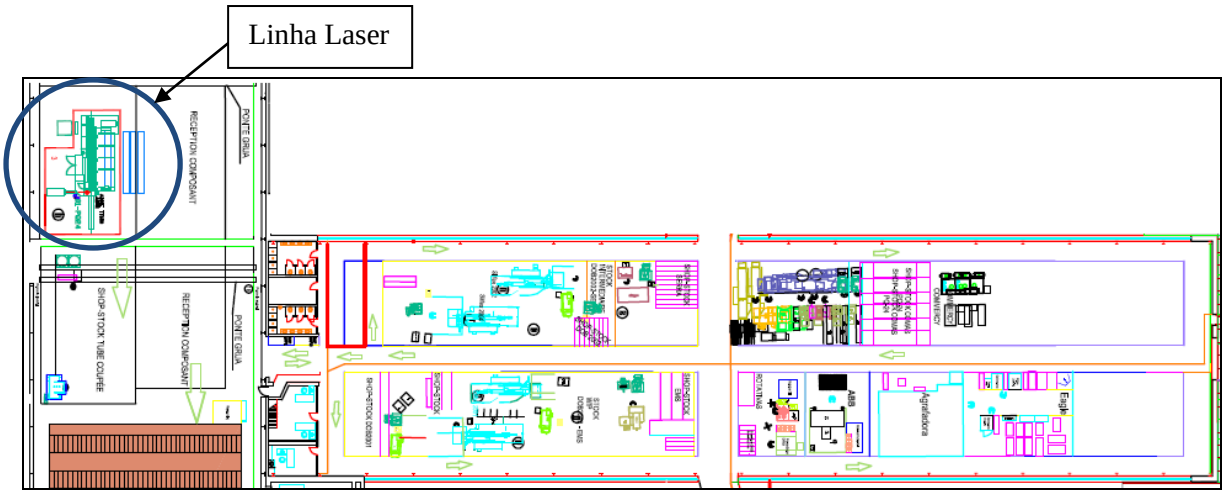


Figura 3.2 - *Layout* "parte fria" FECT Bragança

Figura 3.3 - Alguns dos componentes da parte fria

3.2 Dificuldades no abastecimento de componentes

As linhas de montagem final *DV6€5* (Linha 1 e Linha 2), que tratam de duas das linhas com maior número de pedidos na fábrica, elevado número de operadores e grande impacto na eficiência de mão-de-obra direta (DLE), apresentam algumas dificuldades de abastecimento de linhas que lhe fornecem componentes, entre elas as linhas *Jammes*, *Canning DV6€5* e *Prensa Elétrica*, como se pode verificar no MIFD em anexo B.

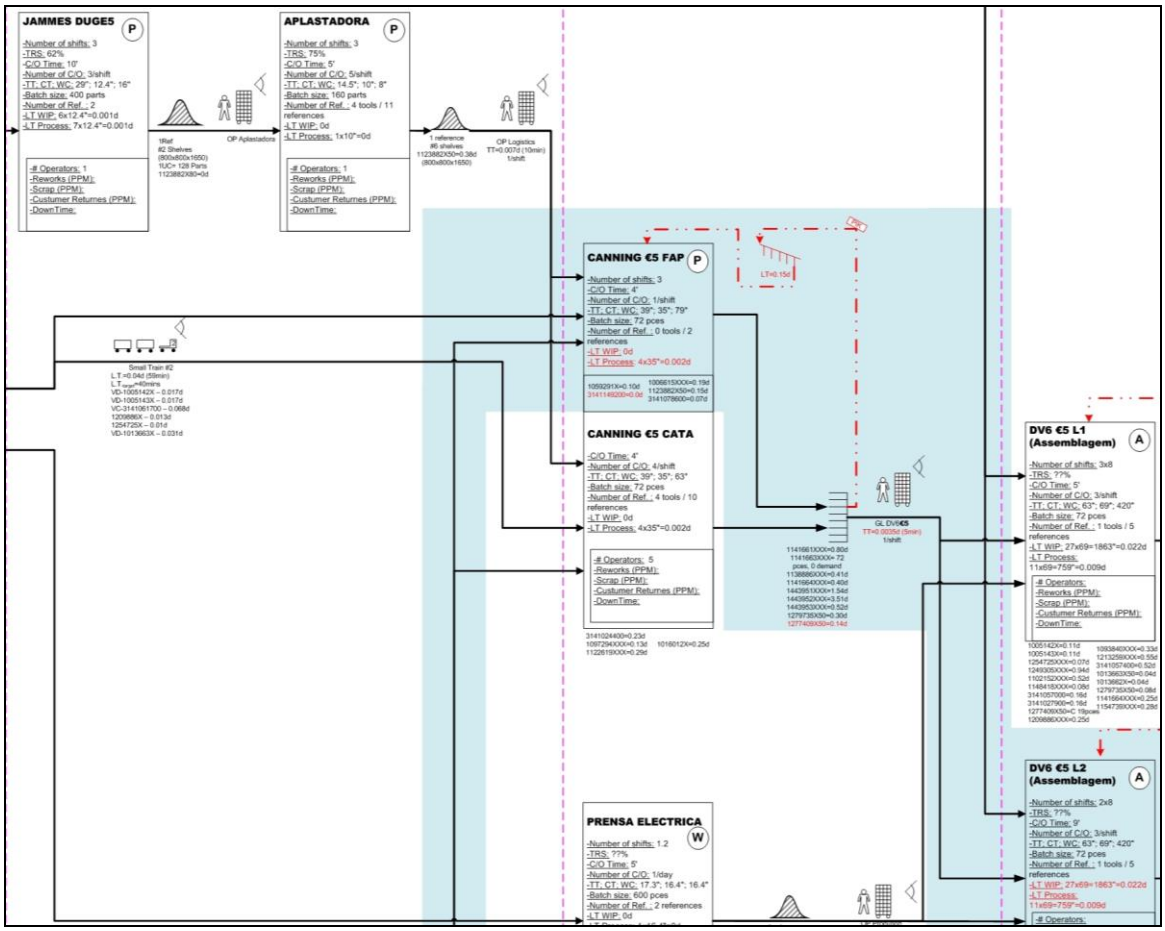


Figura 3.4 - Pormenor *MIFD* DV6€5

Este problema deve-se à inexistência de um sistema de controlo de produção nas linhas que fornecem componentes e aos longos circuitos e meios de transporte utilizados, em que estes são executados por operadores das linhas de produção e com meios de transporte que não são designados para o efeito, figura 3.5.

Figura 3.5 - Carro de mão utilizado para transporte de material

3.3 Revisão dos circuitos kanban

Algumas das linhas em que já tinha sido implementado o sistema *pull system/kanban* mostravam necessidade de revisão do cálculo do circuito *kanban*, principalmente na linha X62, que devido ao aumento dos pedidos de algumas referências, dimensão reduzida do *shop-stock*, tamanho considerável dos produtos e aos elevados tempos de mudança de referência, exigiu uma análise detalhada do problema de modo a eliminar falhas de produção existentes.

Figura 3.6 – *Shop-stock* com peças produzidas da linha X62 e conformador atual.

Além dos problemas acima representados, aos quais vai ser feita uma abordagem mais detalhada, era seguida diariamente uma política de melhoria contínua em que se procurava identificar e resolver eventuais problemas existentes na fábrica.

Aliada a todas estas situações existe ainda a componente humana, que sendo a mais importante, é também aquela que apresenta mais relutância em adotar este tipo de sistema pois tenta sempre resistir à mudança, sendo necessárias medidas adicionais para sensibilizar e formar os colaboradores para a utilização correta deste método de produção.

4 Metodologia e Soluções Aplicadas

Uma vez que se trata de uma empresa multinacional e com elevados padrões de excelência exigidos pela mesma, o método de abordagem encontra-se já definido e padronizado, de forma a ser aplicado igualmente em todas as fábricas.

4.1 Método de abordagem

De forma a manter um plano de produção estável capaz de absorver flutuações e não falhar entregas, é necessária a implementação de um sistema em fluxo puxado, *pull system*, com a utilização do método *kanban* que permita ter a produção de acordo com as quantidades requeridas pelo cliente.

Para que este tipo de sistemas funcione, é necessária a existência de vários elementos, e a sistematização entre eles, figura 4.1.

- *Kanban*
- Quadro de nivelamento
- TPA (Totem + Imagem do Quadro de nivelamento)
- *Shop-Stock/Pool Stock*
- Conformador de Lotes
- Lançador

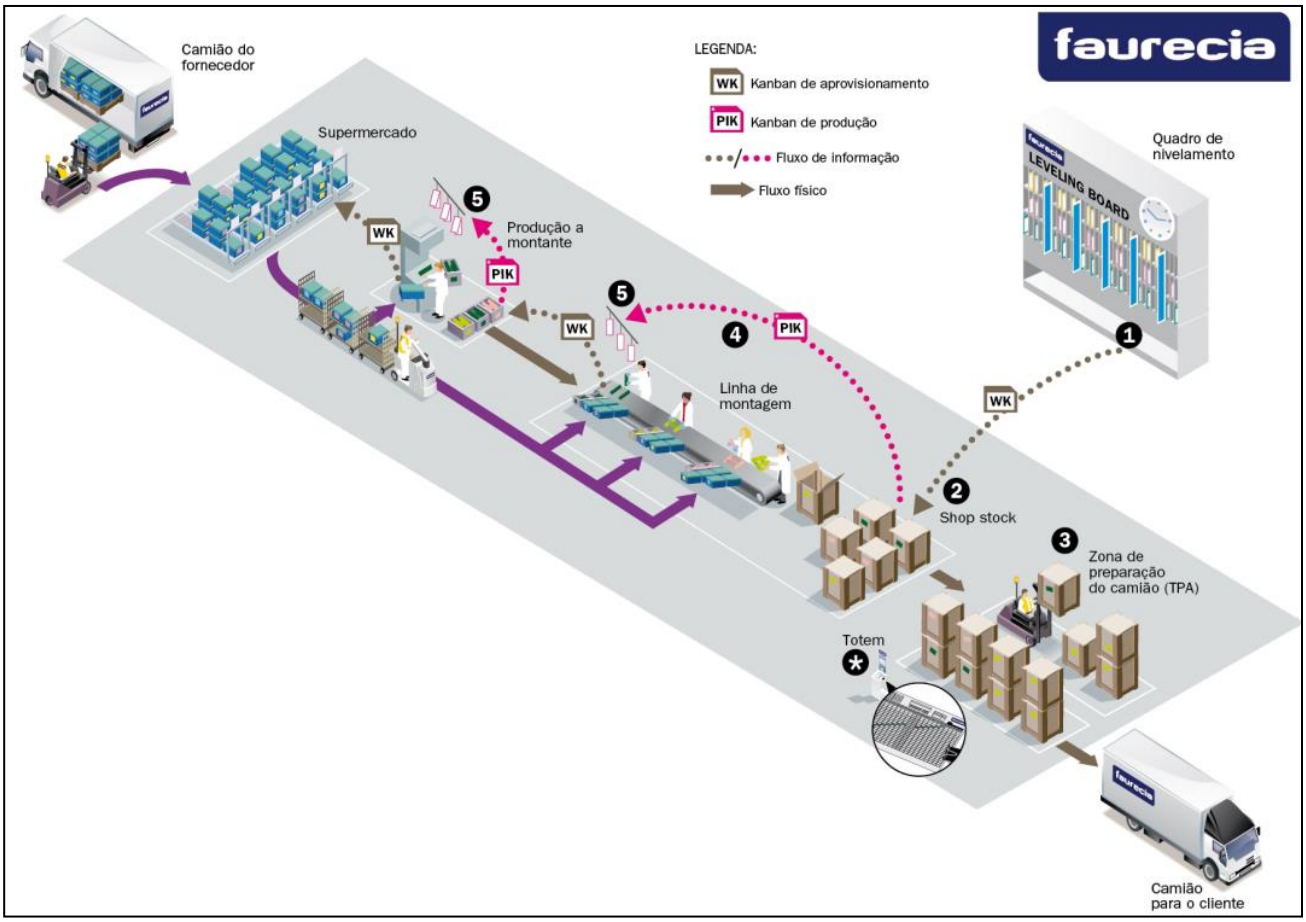


Figura 4.1 – Fluxo de informação *pull system* Faurecia (Zoom Faurecia 2012)

TPA (Truck Preparation Area)

Trata-se de uma zona de preparação de cargas para os camiões geralmente situada ao fundo de cada "nave" de produção, onde existe uma área delimitada para a constituição das cargas e uma estrutura designada por *Totem*, onde é possível visualizar o cliente a que se destina e uma imagem do quadro de nivelamento com as quantidades e diferentes referências necessárias.

Figura 4.2 - Zona de preparação de camiões

Quadro de nivelamento

É utilizado como uma ferramenta visual que permite nivelar os pedidos feitos à produção. Os pedidos são feitos em curtos intervalos de tempo (ex. a cada 15minutos), no qual a produção recebe a informação de quais os produtos necessários e as respetivas quantidades. Assim, permite à logística organizar a constituição das cargas e à produção o cumprimento do PDP.

Possibilita ainda ao responsável de recolha de logística saber quais as referências que são necessárias e onde as tem de recolher, *shop-stock* ou *pool stock*, uma vez que é organizado por destino de cliente e nivelado em volume e combinação de vários produtos, permite visualizar o início e fim de preparação de cada camião.

Figura 4.3 - Quadro de nivelamento

Shop-Stock e Pool Stock

Shop-Stock

O *Shop-Stock* é geralmente colocado ao pé da linha de produção e onde o cliente pode encontrar todas as referências que aí são produzidas. É utilizado para abastecer os clientes externos com produtos acabados ou clientes internos com componentes necessários. Estes podem ser verticais como o da figura 4.4, ou horizontais, em contentor ou caixas.

Figura 4.4 - *Shop-Stock* vertical

A sua principal função é absorver pequenas anomalias que possam ocorrer na produção, como mudanças de referência, diferentes tempos de ciclo ou avarias. Assegura que todas as referências tenham locais dedicados e corretamente identificados, onde as de maior cadência (*High Runners*) devem estar sempre disponíveis e as de menor cadência (*Low Runners*) devem ser feitas por encomenda ou MTO (*Make-to-order*). Funciona segundo o princípio FIFO e é responsável pela ligação entre a produção e a logística, pois através das ordens fornecidas pelo quadro de nivelamento, a produção é obrigada a repor os componentes que a logística retira. Todos os *shop-stock* devem assim estar ligados a um circuito *kanban* de forma a minimizar o *stock* total.

Pool Stock

É considerado o *stock* da logística, uma vez que este serve apenas para absorver as variações entre o PDP e os pedidos firmes dos clientes. É monitorizado por um quadro de seguimento (*Pool Box*) e identificado por referência com um *kanban* específico. Neste cada etiqueta corresponde a uma unidade de contenção, de forma que quando não existem etiquetas no quadro significa que o Pool Stock está cheio. Como ocorre nos *shop-stock*, cada referência tem um lugar específico e bem identificado.

Figura 4.5 - *Pool Box* e *Pool Stock*

Conformador

O conformador de lotes possibilita a constituição de lotes de produção com vista a rentabilizar os tempos de mudança de referência, pois ao agrupar várias etiquetas *kanban* do mesmo produto elimina a necessidade de mudar múltiplas vezes de referência, para que, como definido pela Faurecia, o tempo de produção seja normalmente 10 vezes superior ao tempo de mudança de referência. Estes possuem a identificação de todas as referências que são produzidas na linha e as respetivas quantidades por lote, em que cada espaço existente no conformador corresponde a uma etiqueta *kanban* de produção.

Figura 4.6 - Conformador de lotes

Kanban

Uma vez que se trata de um sistema de informação visual cuja função é mostrar necessidades de produção ou movimentação de componentes, é necessária a existência de dois tipos de etiquetas *kanban* em circulação:

Kanban de Produção

Etiquetas que contêm a fotografia e referência do componente a ser produzido, referência do cliente, nome da linha de produção, quantidade a ser produzida e forma de acondicionamento. São destinados apenas à produção, e devem ser sempre encontrados numa unidade de contenção como forma de identificador, num lançador ou conformador de lotes.

Figura 4.7 - Etiqueta Kanban de produção

Estas podem ser lançadas individualmente quando não existe tempo de mudança de referência na linha de produção, o que permite trabalhar "à peça", ou em lotes, em casos em que exista tempo de mudança de referência e seja necessária a constituição de um lote composto por várias etiquetas da mesma referência.

Kanban de Levantamento

São etiquetas destinadas à logística, referem-se ao levantamento de material e estão designados para ser utilizados no quadro de nivelamento, estas contêm a referência do componente, nome da linha na qual vai ser feito o levantamento, quantidade e forma de acondicionamento. Podem ser de tipos diferentes conforme o destino requerido:

- **W**: em que o destino de levantamento é diretamente da linha de produção para a TPA.

Figura 4.8 – Levantamento para TPA.

- **WP:** em que o levantamento é feito da linha para o *Pool Stock*.

Figura 4.9 - Levantamento para Pool Stock

- **PW:** Levantamento é feito do *Pool Stock* para a *TPA*.

Figura 4.10 - Levantamento do Pool para TPA.

Lançador

Estrutura que faz a ligação entre a logística e a produção, pois quando a logística retira componentes do *shop-stock* e constituiu um lote de etiquetas de produção, este é agrupado e colocado no lançador da linha, de modo a transmitir à produção quais as referências necessárias para repor as que foram retiradas. Funciona segundo a regra FIFO e a sua ordem não pode ser alterada. Permite também verificar qual a situação da produção através do estado representado no lançador (avanço produção/amarelo, normal/verde e atraso de produção/vermelho).

Figura 4.11 - Lançador de etiquetas *Kanban*

Todos estes elementos em conjunto formam o sistema de produção utilizado pela Faurecia, que pode ser dividido internamente em duas partes:

1. A primeira diz respeito ao fornecimento de componentes de linha secundárias (subconjuntos) a linhas de montagem final, em que todo esse processo deve ser feito pela logística de forma a responder às necessidades internas das mesmas para o cumprimento do PDP, figura 4.12.

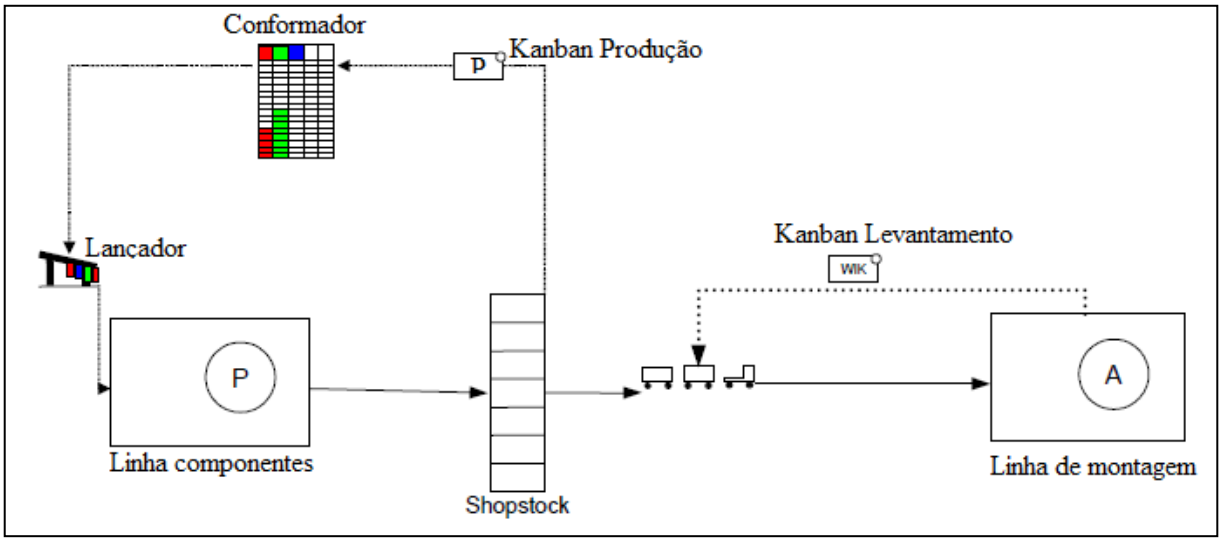


Figura 4.12 - Linha de componentes fornece linha de montagem final internamente [10]

2. A segunda é relativa ao levantamento das linhas de montagem final dos produtos que se destinam ao cliente. Este é também executado pela logística com o objetivo de cumprir o plano fornecido pelo quadro de nivelamento, figura 4.13.

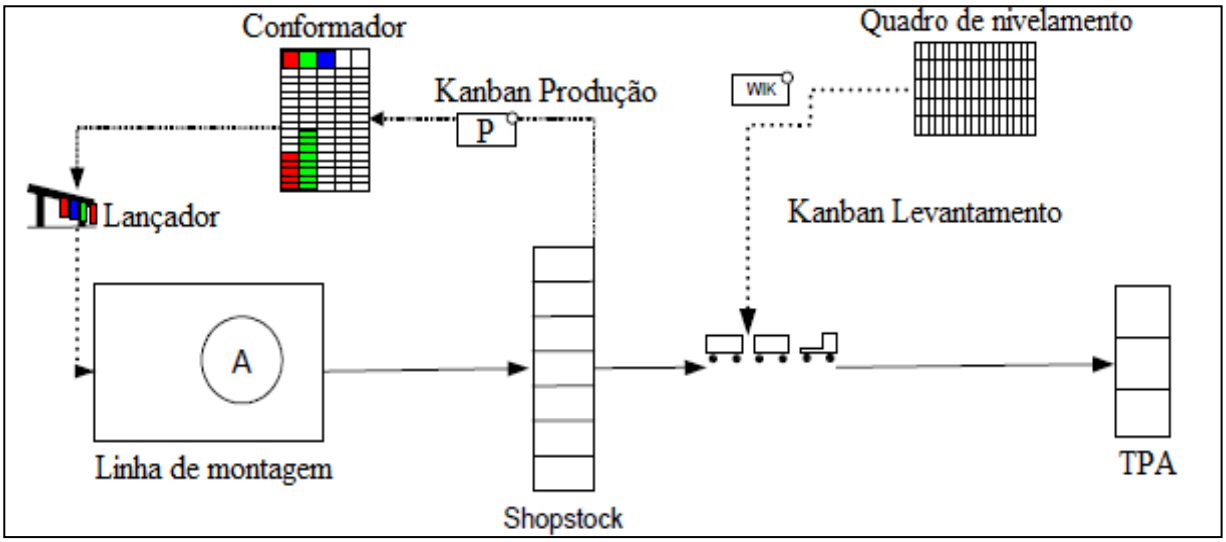


Figura 4.13 - Levantamento de produto final [10]

Este sistema depende assim da relação entre produção e logística, pois esta assegura a movimentação de todos os componentes nos vários fluxos existentes no chão da fábrica, como os fluxos entre linhas internas que funcionam segundo o princípio cliente/fornecedor, em que a produção de uma linha é entregue como matéria-prima para a seguinte, e fluxos de produtos finais, que asseguram o levantamento e movimentação das quantidades necessárias para constituir as cargas a enviar para o cliente.

Existe portanto necessidade de efetuar o cálculo dos circuitos *kanban* e respetivos lotes de produção, para minimizar os *stocks* e manter os processos controlados.

Cálculo de circuito Kanban

O cálculo de circuito *kanban* é assim executado mantendo sempre em consideração que, o número de etiquetas *kanban* em circuito deve ser igual:

+ Tempo necessário para constituir um lote
+ Quantidade necessária para cobrir possíveis paragens /avarias
+ Cobrir o levantamento de um lote consumido pelo cliente
+ Absorver diferentes horários de funcionamento entre cliente/fornecedor
+ Necessidade de um *Buffer*

Tempo necessário para constituir um lote

Este é igual ao intervalo de tempo que demora a repor um lote retirado do *shop-stock*, que pode ser entendido como a soma de três tempos:

+ O tempo necessário para formar um lote de produção no conformador
+ O tempo máximo de espera no lançador em condições de produção normal
+ O tempo necessário para produzir a primeira unidade de contenção, onde se encontra inserido o tempo necessário para a mudança de referência, caso exista.

Quantidade necessária para cobrir possíveis paragens/avarias

As etiquetas existentes em *stock* devem ser suficientes para cobrir as possíveis paragens que a linha de produção possa ter, como paragens programadas, avarias ou problemas de qualidade. Este parâmetro depende mais de uma decisão de gestão, em que geralmente se define que 1h de produção seja suficiente para tal.

Cobrir o levantamento de um lote consumido pelo cliente

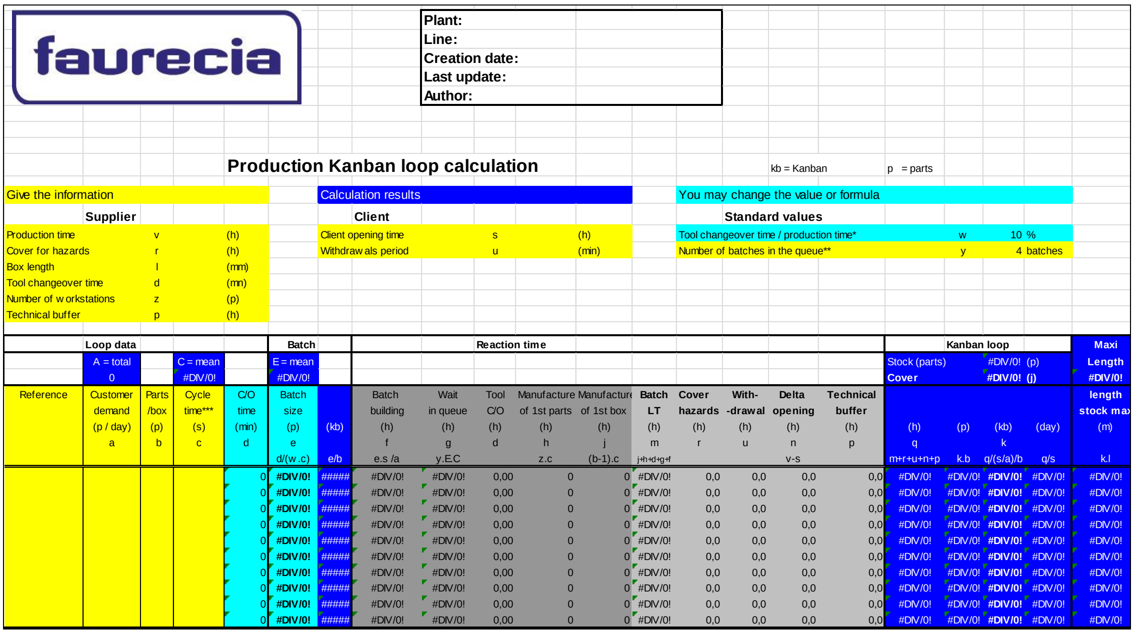
Uma vez que o cliente faz levantamentos de produtos com uma determinada frequência, a quantidade de etiquetas de produção em circulação deve ser suficiente para conseguir cobrir os pedidos feitos pelo cliente.

Absorver diferentes horários de funcionamento entre cliente/fornecedor

Este deve ter em conta a diferença de horários de funcionamento entre o cliente e o fornecedor, de modo a que se estes forem diferentes pode ser necessária a formação de *stock* adicional para assegurar o fornecimento de componentes. Por exemplo, quando uma linha funciona dois turnos de 8h e o seu cliente funciona três turnos de 8h, é necessário adicionar *stock* suficiente à sua produção para que o seu cliente não pare por falta de componentes.

Necessidade de um Buffer

A necessidade de um *buffer*, definido como um stock intermédio de componentes, pode revelar-se em casos específicos em que seja necessário um compasso de espera entre processos consecutivos, ou permitir o correto funcionamento do sistema em caso de avarias. Desta forma deve ser incluído em circuito um número de etiquetas suficientes para cobrir o aumento do *lead time* causado por este.



Plant:
Line:
Creation date:
Last update:
Author:

Production Kanban loop calculation

kb = Kanban
p = parts

Give the information

Supplier

Production time	v	(h)
Cover for hazards	r	(h)
Box length	l	(mm)
Tool changeover time	d	(mn)
Number of w orkstations	z	(p)
Technical buffer	p	(h)

Calculation results

Client

Client opening time	s	(h)
Withdraw als period	u	(min)

You may change the value or formula

Standard values

Tool changeover time / production time*	w	10	%
Number of batches in the queue**	y	4	batches

	Loop data				**Batch**		**Reaction time**										**Kanban loop**				**Maxi**
	A = total 0		C = mean #DIV/0!		E = mean #DIV/0!												Stock (parts) **Cover**		#DIV/0! (p) **#DIV/0! (j)**		**Length** **#DIV/0!**
Reference	Customer demand (p / day) a	Parts /box (p) b	Cycle time*** (s) c	C/O time (min) d	Batch size (p) e d/(w.c)	(kb) e/b	Batch building (h) f e.s /a	Wait in queue (h) g y.E.C	Tool C/O (h) d	Manufacture of 1st parts (h) h z.c	Manufacture of 1st box (h) j (b-1).c	**Batch LT** (h) m j+h+d+g+f	**Cover hazards** (h) r	**With- -drawal** (h) u	**Delta opening** (h) n v-s	**Technical buffer** (h) p	(h) q m+r+u+n+p	(p) k.b	(kb) k q/(s/a)/b	(day) q/s	**length stock max** (m) k.l
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!
				0	**#DIV/0!**	#####	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0	0	#DIV/0!	0,0	0,0	0,0	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	**#DIV/0!**	#DIV/0!	#DIV/0!

Figura 4.14 - Folha de cálculo circuito *kanban* de produção (*FAU-F-PSG-5042/EN*)

Pode assim dizer-se que o número de etiquetas de um circuito *Kanban* depende essencialmente dos fatores acima descritos, procedendo-se então ao cálculo do mesmo através de uma folha de cálculo em formato *standard* fornecida pela empresa, figura 4.14. Com o preenchimento dos campos em aberto, (referência, pedido médio diário, quantidades por unidade de contenção, tempos de ciclo, tempos de mudança de referência e horário de funcionamento das linhas e seus clientes), é possível obter o número de etiquetas necessárias para cada referência e assim dimensionar o seu *shop-stock*. Contudo, uma vez que cada linha é única e diferente das restantes, deve sempre proceder-se a uma análise individual com o objetivo de identificar eventuais problemas ou incompatibilidades com os resultados obtidos, podendo existir casos particulares em que os pressupostos adotados não são os mais corretos.

Em alguns casos, uma única ferramenta ou molde pode ser utilizada para produzir várias referências, sendo assim é preferível agrupar os lotes de produção dessas referências de forma que sejam lançadas uma a seguir à outra, reduzindo a taxa de não-TRS devido às mudanças de ferramentas.

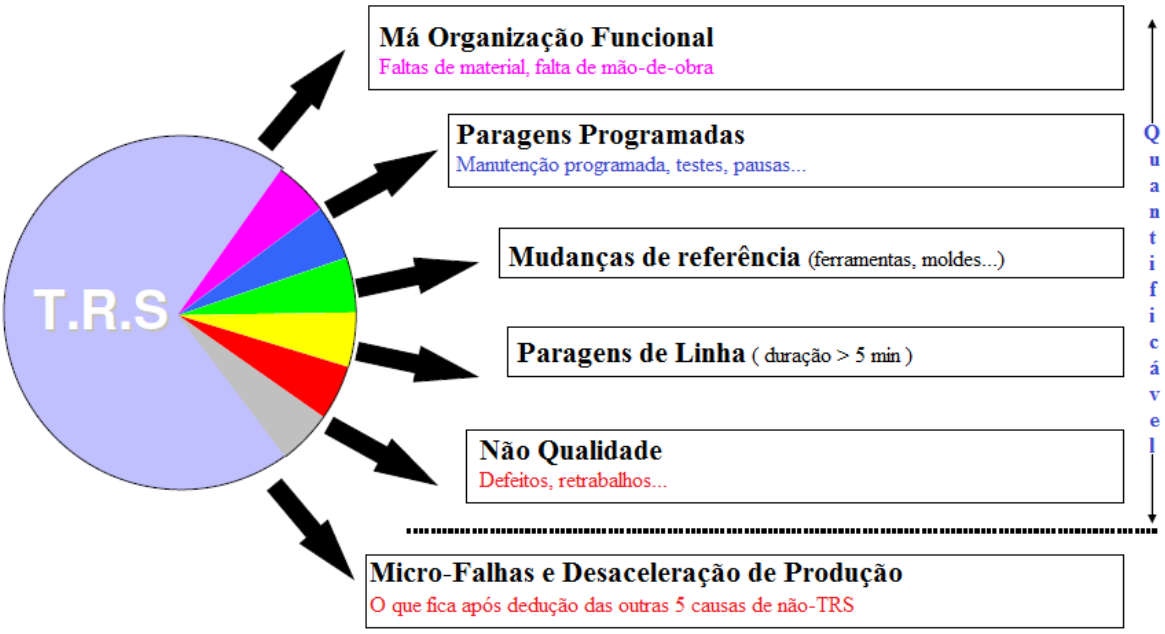


Figura 4.15 - Diferentes tipos de não-TRS [10]

Pode também verificar-se que por vezes o tamanho do circuito *kanban* inicial calculado não seja o mais indicado, podendo estar sobre ou subdimensionado em relação às necessidades reais. Para a evitar a ocorrência de problemas de maior, no início da implantação de um sistema *kanban*, este deve ser acompanhado de perto em conjunto com o supervisor responsável pela linha de produção, evitando assim possíveis falhas de produção. Para assegurar a eficiência do sistema e evitar desvios significativos de produção, é importante modificar o tamanho do circuito cada vez que ocorre uma variação considerável na procura do cliente, devendo ser feita a revisão do mesmo periodicamente, bem como a realização de auditorias ao *kanban*, para verificar o seu correto funcionamento.

Pode assim obter-se um bom funcionamento em *pull system*, se forem respeitados todos os elementos que o constituem e se este assentar numa boa relação de comunicação com clientes e fornecedores.

Pull System na Faurecia Sistemas de Escape

O sistema *pull* implementado funciona utilizando todos os elementos anteriormente descritos, em que para dar início a todo este processo é feita uma reunião semanal em que são obtidos e validados os valores corretos de PDP baseados no PIC seguindo os passos demonstrados na figura 4.16.

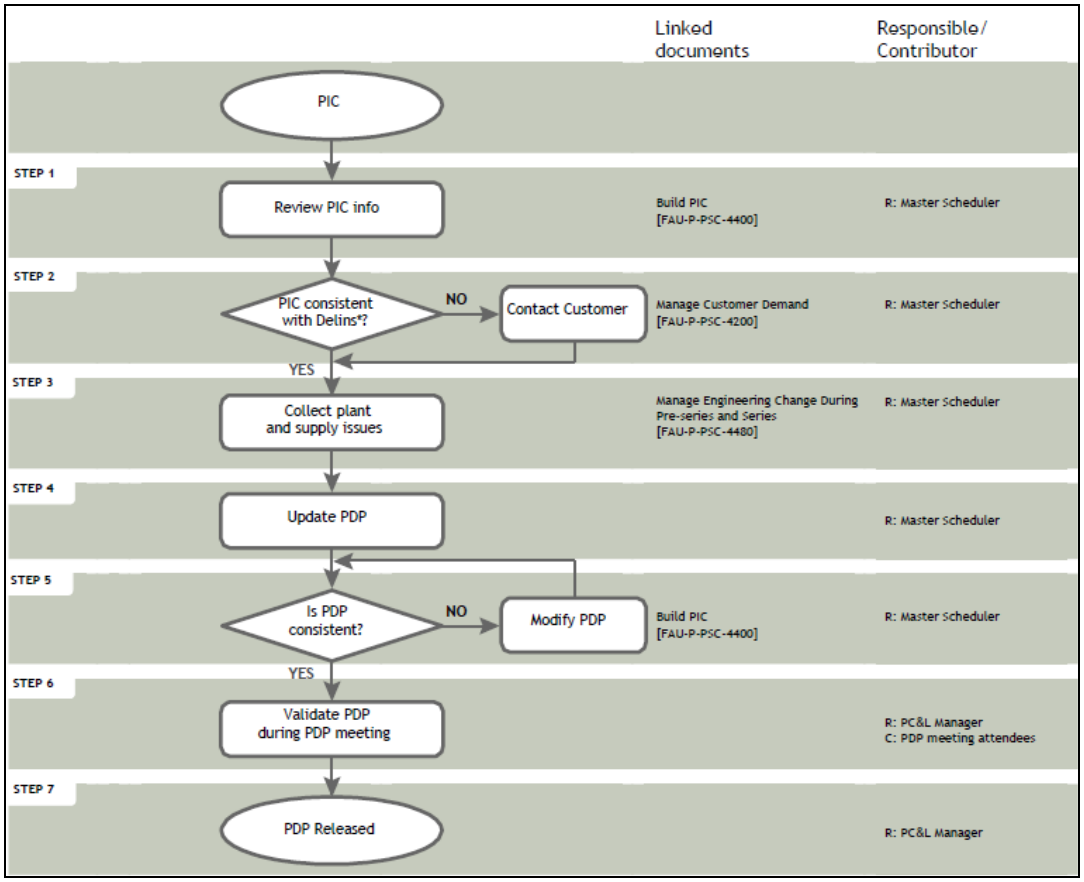


Figura 4.16 – Passos efetuados para validação do PDP [10]

Após a obtenção destes valores é preenchido o ficheiro de PDP referente a cada linha de produção com as quantidades requeridas de cada produto, que utilizado em conjunto com o *MRP* permite obter e planificar as quantidades de materiais que vão ser necessárias para produção, fazendo com que o fluxo de informação passe do cliente para o fornecedor.

Figura 4.17 - Direção da informação

Depois de obtidos os pedidos firmes dos clientes, é possível proceder ao nivelamento da produção e obter uma imagem de quadro de nivelamento. Esta imagem permite assim colocar as etiquetas de levantamento utilizadas pela logística no quadro de forma nivelada e de acordo com as quantidades necessárias para realizar as cargas requeridas pelo cliente.

Neste é também possível visualizar o início de preparação e saída de cada camião, mantendo-se todo o processo controlado no tempo através de uma guia, que permite uma melhor visualização das etiquetas que é necessário levantar e, caso existam, das que se encontram em atraso.

Figura 4.18 - Pormenor do quadro de nivelamento

Após todo este processo, o funcionamento em *pull* é feito de forma padronizada, em que as linhas seguem as ordens de produção dadas pelos lançadores e todo o fluxo é iniciado a partir do quadro de nivelamento.

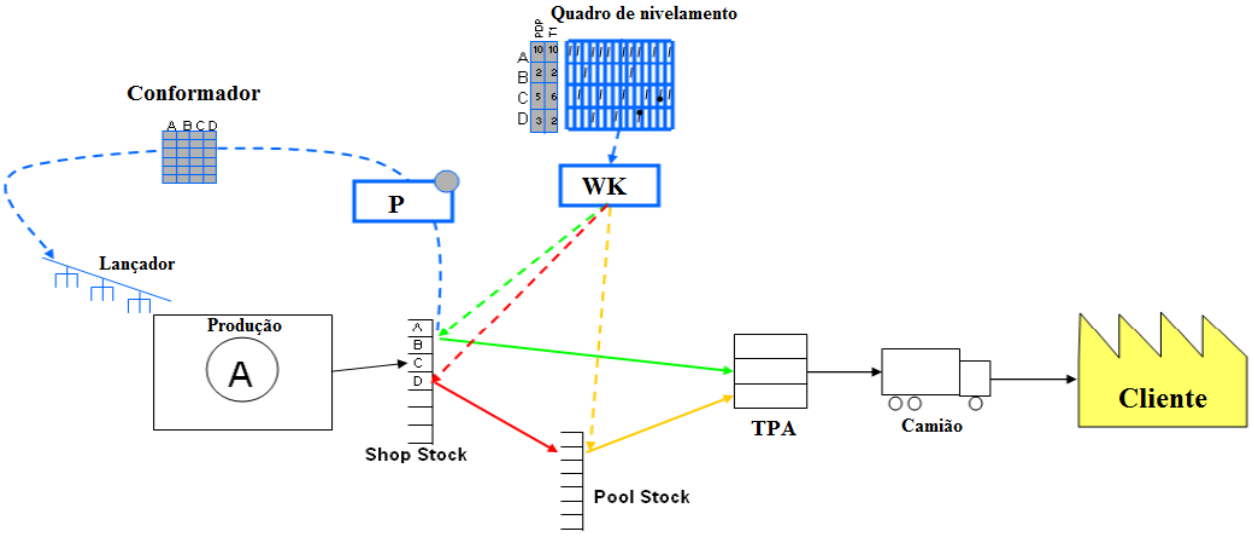


Figura 4.19 – Funcionamento em *Pull System* [10]

4.2 Soluções aplicadas

Algumas das soluções aplicadas nas áreas em que este projeto se focalizou, encontram-se ainda em fase de implementação e exigem um acompanhamento diário de forma a otimizar as decisões tomadas para a sua resolução.

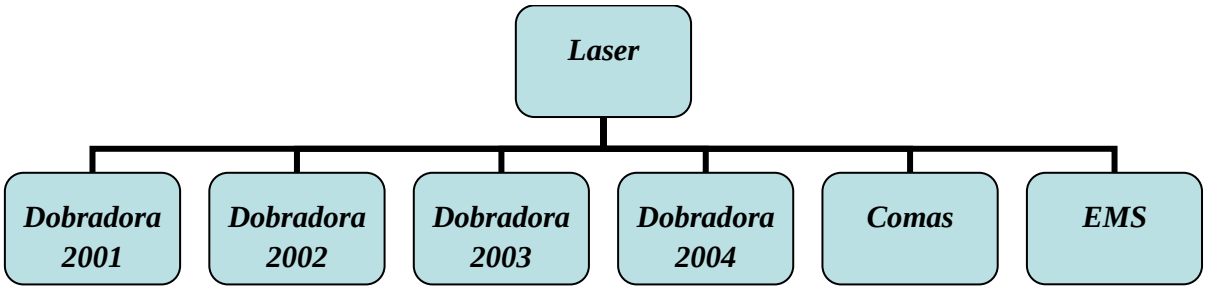
Implementação de kanban na parte fria

Na nave da fábrica dedicada aos componentes que constituem a parte fria do sistema de escape e na qual não existia qualquer tipo de sistema de produção baseado em *pull system*, seguiu-se e aplicou-se o método de abordagem anteriormente descrito. Foi uma fase do projeto muito demorada, pois devido à quantidade de linhas que constituem esta unidade, foi exigida uma análise pormenorizada da mesma para melhor compreensão dos fluxos internos, e possibilitar a implementação do sistema *kanban*.

Uma vez que as linhas existentes nesta nave dependem praticamente todas do fornecimento de componentes provenientes da linha *Laser*, optou-se por descrever aqui o cálculo e dimensionamento do circuito kanban da mesma, sendo esta linha considerada um ponto-chave na implementação do *pull system* em toda a parte fria.

Linha Laser

Diagrama 1 - Linhas Diretamente dependentes da linha *Laser*



Um dos principais entraves encontrados no início do dimensionamento do circuito kanban deveu-se ao facto de não existir uma lista atualizada de referências produzidas nesta linha, o que levava à ocorrência de falhas de produção, pois os pedidos eram feitos verbalmente pelos líderes de equipa das linhas que recebiam os componentes, baseados em folhas de produção fornecidas semanalmente, e dos quais não existia um registo adequado. Tudo isto conduziu ao levantamento das referências produzidas nesta linha baseado nos pedidos das linhas que consumiam os seus produtos, utilizando para isso a ferramenta SAP em conjunto com os ficheiros PDP das mesmas.

Após esta pesquisa, constatou-se que o número de referências produzidas era demasiado elevado para estar disponível em s*hop-stock*, o que levou à sua diferenciação entre *High* e *Low Runners*, de forma que apenas as de alta cadência (*High Runners*) ficassem sempre disponíveis em *shop-stock*, remetendo as restantes como referências *make-to-order*.

Tabela 1 - Referências de alta cadência produzidas na *Laser*, pedidos diários (CMD) e quantidades de unidade de contenção (U.C.)

Referência	CMD	U. C.
3140 3042 50	200	200
3140 1945 50	144	122
3140 3043 50	168	122
133 2925 X50	530	34
3130 6087 50	758	24
3140 1455 50	314	23
3140 7263 50	160	33
3140 7751 50	50	200
3140 8147 50	310	34
118 6349 3XX	90	200
118 6357 3XX	10	200
118 6375 3XX	400	200
118 6603 3XX	50	200
3130 2683 50	280	15
3130 1868 50	500	40
111 8738 5XX	60	22
3130 5914 50	640	20
3130 5469 50	200	200
3130 5467 50	95	18
106 1772 5XX	240	200
107 7377 5XX	200	16
107 7464 5XX	170	20
18L 1873 500	288	200
134 1736 X50	288	21
3130 5475 50	96	38
106 1773 5XX	240	46
3140 8230 50	60	60

Referência	CMD	U. C.
18G 5055 800	250	50
18L 0091 500	90	28
18G 5100 800	100	20
3140 1754 00	60	15
3140 7157 50	30	100
110 0084 X50	290	20
3140 2146 50	300	50
3140 2684 50	150	50
18L 1164 500	560	200
3130 5915 50	750	150
149 7385 XXX	450	150
181 9151 000	60	24
182 3072 800	50	50
107 7466 5XX	448	20
119 1675 5XX	300	20
113 4084 XXX	1200	60
100 4783 4XX	430	100
18G 3956 800	30	25
3130 1810 50	500	60
3140 8657 50	180	40
3130 6092 00	280	120
3140 8655 50	180	80

Procedeu-se então ao preenchimento da folha de cálculo para obter os lotes de produção bem como o número total de etiquetas em circulação. Para isso foi necessário obter os tempos de ciclo de cada uma das referências, definir quantidades por cada unidade de contenção, pedidos diários do cliente e tempos de mudança de referência. (instrução de trabalho para utilização da folha de cálculo em anexo D).

Uma vez que nesta linha o tempo de mudança de referência é próximo de 1 minuto, não vai influenciar na limitação das etiquetas de produção que constituem um lote, ficando essa a cargo do elevado número de referências que aqui existem e do tamanho considerável dos tubos de matéria-prima. Para tal é necessária a constituição prévia destas referências em *shop-stock* de modo a conseguir produzir segundo a ordem em que estas são lançadas, sem impactar as linhas que dependem dos seus componentes.

Após a realização deste processo e a respetiva obtenção de dados (em anexo C), foi necessária a execução das etiquetas kanban, de um conformador e respetivo lançador. Foi igualmente necessário proceder à identificação de todas as unidades já existentes em *shop-stock*, de forma a iniciar todo o processo quando fossem retiradas unidades do mesmo.

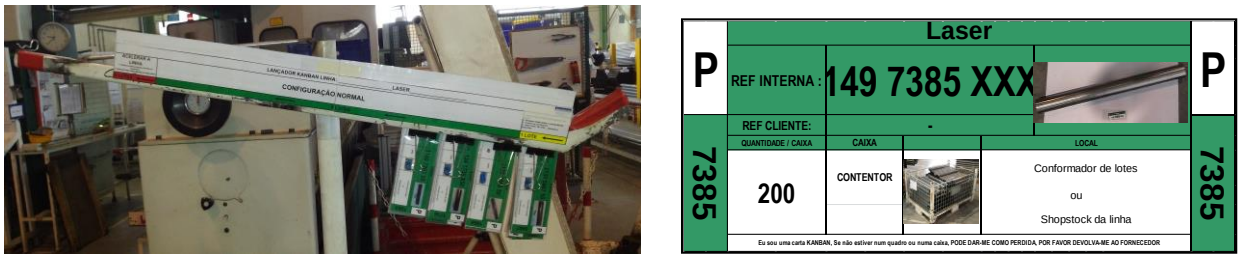


Figura 4.20 - Lançador *kanban* e exemplo de uma etiqueta de produção criada.

Figura 4.21 - Conformador adaptado e identificação de caixas no shop-stock

Este processo foi assim repetido em todas as linhas constituintes desta nave, tabela 2, de modo a conseguir implementar e funcionar em *pull system*.

Tabela 2 - Implementação de Kanban nas linhas

Linhas	*PULL / KANBAN*
Finais	
LINHA COMAS (PQ24)	OK
LINHA COMMERCY	OK
LINHA ROTATIVAS	OK
DOBRADORAS S2001	OK
DOBRADORAS S2002	OK
DOBRADORAS S2003	OK
DOBRADORAS S2004	OK
Componentes	
LINHA LASER	OK

Embora se tenha tratado de um processo trabalhoso, de forma a conseguir obter os frutos do mesmo foi necessária a adoção de outras medidas, pois como em todos os processos de mudança surgiram dúvidas por parte dos colaboradores, não eram respeitadas as ordens de lançamento, bem como as quantidades a produzir.

De modo a evitar estas situações foram executados *workshops* sobre o tema *Pull System/Kanban* para dar formação aos colaboradores. Estes tinham como principal objetivo demonstrar o seu correto funcionamento, vantagens inerentes, identificar todos os elementos e qual a sua função.

Melhoria no abastecimento de componentes

Como se pode verificar no diagrama de informação de fluxo de materiais (MIFD) das linhas 1 e 2 *DV6€5* em anexo B, a dependência de materiais provenientes de linhas de produção anteriores, também chamadas subconjuntos, torna-se evidente. Sendo crítica a estabilização da produção e a definição dos fluxos internos com o intuito de eliminar as falhas de entregas de subconjuntos.

Este processo passou assim pela implementação do sistema kanban nas linhas de fornecimento de componentes com o objetivo de controlar a produção, assegurando a existência dos mesmos em *shop-stock* quando fossem solicitados pela linha de montagem final.

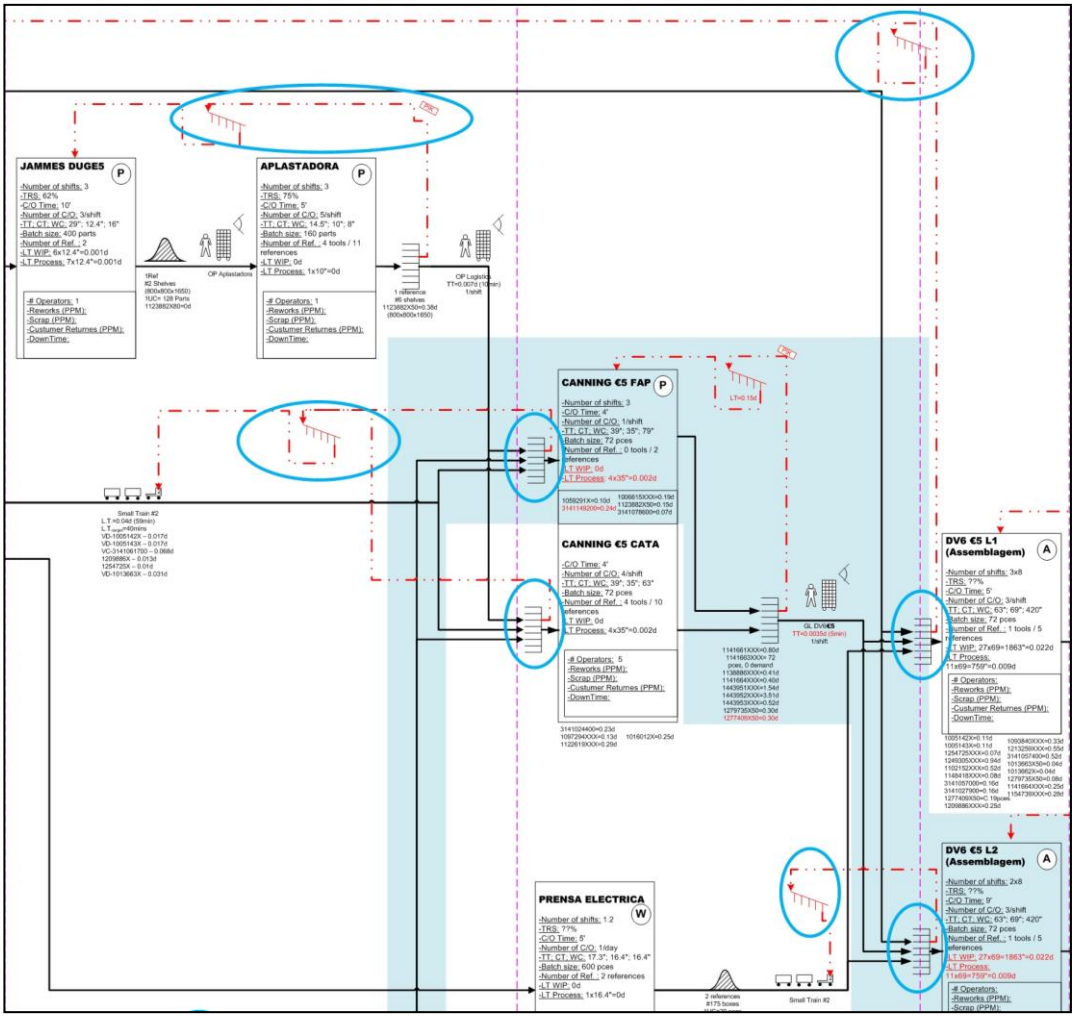


Figura 4.22 - Objetivo a atingir MIFD linhas DV6€5

O processo efetuado foi o mesmo que o descrito anteriormente, tendo em especial atenção para as quantidades definidas por etiqueta *kanban* na linha *Canning DV6€5*, pois como fornece diretamente as linhas finais, procurou-se que cada estrutura produzida nesta linha acondiciona-se apenas 72 componentes, correspondendo às quantidades produzidas por cada lote nas linhas finais, 18 etiquetas com 4 peças cada.

Tabela 3 - Base de dados DV6€5 L1-L2

BASE DE DADOS KANBAN					
Linha:	DV6€5 L1 - L2			Data:	22-02-2013
UAP:	1				
Referência	Pedido do cliente (p/dia)	Peças/contentor (p)	Peças/kanban (p)	Tamanho do lote (kb)	Tamanho do circuito (kb)
12795852XX	305	4	4	18	40
12795882XX	25	4	4	18	20
12795682XX	69	4	4	18	23
13941022XX	701	4	4	18	69
12772902XX	378	4	4	18	46
12772922XX	91	4	4	18	25
12772912XX	18	4	4	18	19
13940862XX	64	4	4	18	23
13940882XX	45	4	4	18	21

Este requisito embora não permita ocupar completamente a estrutura que acondiciona os componentes e aproveitar o espaço disponível, permite em contrapartida uma melhor ergonomia no seu transporte, devido ao peso considerável dos componentes, e uma diminuição do custo associado a cada lote de produção, pois tratando-se de cerâmicas (monólitos) e filtros de partículas o valor de cada estrutura é muito elevado.

Tabela 4 - Base de dados Canning DV6€5

BASE DE DADOS KANBAN					
Linha:	CANNING DV6€5			Data:	23-04-2013
UAP:	1				
Referência	Pedido do cliente (p/dia)	Peças/contentor (p)	Peças/kanban (p)	Tamanho do lote (kb)	Tamanho do circuito (kb)
K632	378	72	72	1	3
K633	18	72	72	1	1
K634	91	72	72	1	2
K638	374	72	72	1	3
K639	25	72	72	1	1
K683	64	72	72	1	1
K684	45	72	72	1	1
K685	701	72	72	1	4
F026N	770	72	72	1	4
F026I	926	72	72	1	5

Uma vez que o lote de produção é de apenas uma etiqueta, não existiu necessidade de se criar um conformador, pois quando uma estrutura é consumida pela linha final, a sua etiqueta é colocada diretamente no lançador.

Figura 4.23 - Estrutura de filtros (esquerda) e de cerâmicas (direita), 72unidades cada

Na linha *Jammes* onde é produzido o tubo usado no *Canning DV6€5*, em que primeiro é dobrada e soldada uma chapa e posteriormente aplastada de forma a não ficar com o cordão de soldadura palpável. Os lotes calculados tiveram também em consideração as quantidades utilizadas nas linhas finais e *Canning*, mas como se tratam apenas de tubos vazios, neste caso foram escolhidas 144unidades por cada estrutura de produção, pois não existem condicionantes como o peso ou elevados custos associados, mas sim o aproveitamento do espaço disponível em *shop-stock*.

Figura 4.24 - Conformador *Jammes DV6-X95* e *shop-stock* com estruturas identificadas.

No caso da *Prensa Elétrica*, não foram tidas em consideração as quantidades finais produzidas, mas sim a quantidade máxima que seria possível transportar em cada unidade de contenção (neste caso caixa).

Figura 4.25 - Conformador Prensa Elétrica e respetivo *shop-stock*

Para ser possível eliminar os deficientes fluxos de transporte dos componentes, estes passaram a ser feitos inteiramente pela logística, manualmente no caso das estruturas do Canning e por comboio de reabastecimento no caso da Prensa Elétrica. As rotas de circulação dos comboios de reabastecimento foram também modificadas para evitar falhas de abastecimento de componentes às linhas.

Figura 4.26 - Comboio de reabastecimento

Revisão dos circuitos kanban

Apesar de já se ter implementado o sistema de produção em fluxo puxado em algumas linhas de fábrica aquando do início deste projeto, a sua execução de modo correto torna-se mais difícil quando já existem algumas restrições à partida, como no caso da linha X62 em que as dimensões e formato do *shop-stock* já haviam sido impostos no início do projeto sendo constituído por 20 filas com 6 ganchos cada uma, podendo acondicionar no máximo 240 peças.

Este veio a revelar-se um problema quando se implementou o sistema *kanban* visto que o espaço disponível não era suficiente para a produção de todas as referências e respeitar os princípios deste, tendo-se agravado ainda mais com o aumento dos pedidos diários, surgindo assim a necessidade de reformular os circuitos que haviam sido definidos.

Tabela 5 - Base de dados *Kanban* da linha X62 antiga

BASE DE DADOS KANBAN					
Linha: X62				Data:	08-01-2013
UAP: 2					
Referência	Pedido do cliente (p/dia)	Peças/contentor (p)	Peças/kanban (p)	Tamanho do lote (kb)	Tamanho do circuito (kb)
€4T 114 5577 2XX	67	16	2	32	32
€4P 114 5578 2XX	10	16	2	8	8
€5T 118 6509 2XX	42	16	2	16	16
€5T 143 4159 2XX	154	16	2	16	32
€5T 143 4155 2XX	64	16	2	21	21
€5P 143 4140 2XX	50	14	2	21	21
€5T 142 5943 2XX	6	16	2	8	8

Aliada a esta situação surge também a variação dos tempos de mudança de ferramenta entre as várias referências, que devido a ser necessária a mudança de moldes, são bastante elevados, o que aumenta a dificuldade de uma correta implementação.

Para proceder ao cálculo do novo circuito *kanban* foi necessário calcular o tempo de mudança de referência com base numa média ponderada, em que o este tem por base a percentagem que cada um dos seus volumes representa na produção diária tendo para isso dividido as referências em famílias, de tração (€4T e €5T) e de propulsão (€4P e €5P).

São adicionadas as quantidades de cada família de produção e calculado o seu peso em termos de volume total, posteriormente é multiplicada essa percentagem pelo tempo de mudança de ferramenta entre famílias e obtida a média de tempo gasto neste processo, neste caso, cerca de 17minutos e 36s.

Tabela 6 - Cálculo da média ponderada to tempo de mudança de referência.

Mudança referencia					
De:	Para:	Tempo	Volume	%	minutos
€ 4T	€ 4P	20	72	7,03%	1,41
€ 5T	€ 5P	20	464	45,3%	9,06
€ 4T	€ 5T	15	432	42,2%	6,33
€ 5P	€ 4P	15	56	5,47%	0,82
		Total	1024	Média	17,6

Após da obtenção deste valor, procedeu-se então ao cálculo do circuito, baseado no ficheiro anteriormente referido, no qual se verificou que o circuito obtido era também demasiado elevado para se conseguir acondicionar no *shop-stock* existente.

Para com o objetivo de solucionar este problema optou-se assim por uma abordagem alternativa, em que se procedeu à constituição de lotes de produção por famílias, baseados nas quantidades das unidades de contenção do cliente, para assim minimizar as mudanças de referência e obter espaço suficiente para todas no *shop-stock*.

Tabela 7 - Quantidades por unidade de contenção (contentor)

Referência	Quantidade por U.C.
€4T 114 5577 2XX	16
€5T 118 6509 2XX	16
€4P 114 5578 2XX	16
€5T 114 5943 2XX	16
€5T 114 415 52XX	16
€5P 143 4140 2XX	14
€5T 143 4159 2XX	16

Mesmo assim, apenas foi possível obter uma solução viável adicionando algumas restrições:

- A referência de menor cadência (*Low Runner*) *€4P 114 5578 2XX* apenas poderia ser lançada em conjunto com a referência *€5P 143 4140 2XX*, produzindo totalmente o seu pedido semanal e ser retirada posteriormente pela logística para o *Pool Stock* libertando espaço para outras referências.
- As restantes referências apenas podem ser lançadas em famílias, ou seja, 2 lotes de €5T, ou um de €5T e outro de €4T, diminuindo assim as mudanças de referência.

Tabela 8 - Nova base de dados obtida após restrições impostas

BASE DE DADOS KANBAN					
Linha: X62				Data:	28-05-2013
UAP: 2					
Referência	Pedido do cliente (p/dia)	Peças/contentor (p)	Peças/kanban (p)	Tamanho do lote (kb)	Tamanho do circuito (kb)
€4T 114 5577 2XX	64	2	2	16	18
€5T 118 6509 2XX	48	2	2	16	18
€4P 114 5578 2XX	8	2	2	18	18
€5T 114 5943 2XX	16	2	2	8	12
€5t 114 415 52XX	64	2	2	16	18
€5P 143 4140 2XX	48	2	2	14	18
€5T 143 4159 2XX	288	2	2	36	36

Obteve-se assim uma esquematização do *shop-stock* proposto para solucionar este problema, figura 4.27, encontrando-se atualmente em fase de validação pelo responsável *UAP* da linha.

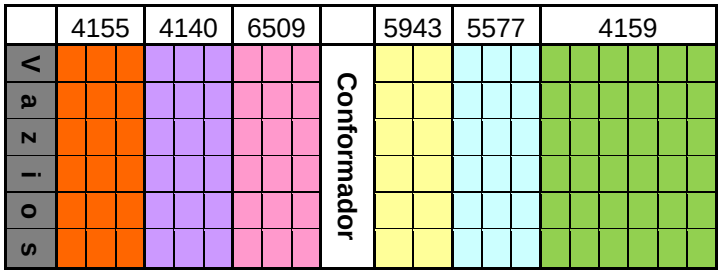


Figura 4.27 – Esquematização do shop-stock da linha X62 e disposição das referências

Aliada a esta proposta, foi também programado e agendado um *workshop SMED* dedicado a esta linha, para trabalhar nos tempos de mudança de ferramenta e consequentemente diminuir os tamanhos dos lotes e reduzir *stocks*, dando formação aos colaboradores deste *GAP* em como proceder a esta tarefa, pois as mudanças de moldes e afinações dos mesmos são feitas apenas pelo *GAP Leader*, sem organização prévia e com falta de meios adequados.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Findo o tempo disponível para realização deste estágio em ambiente empresarial, pode referir-se a importância do mesmo na forma como possibilitou a aplicação prática de conhecimentos adquiridos ao longo do período de formação, bem como no relacionamento interpessoal que proporcionou, o qual se revelou de alguma complexidade na forma de abordagem aos colaboradores, demonstrando a necessidade de uma relação de respeito e empatia.

Com implementação do *pull system* juntamente como método *kanban* em todas as linhas da fábrica, foram dados passos significativos para alcançar a meta definida pela empresa, encurtando o caminho para a otimização de todo o seu sistema produtivo e tornando-a mais competitiva.

Em relação ao correto exercício do sistema implementado foram notadas algumas dificuldades, devido ao número de referências existentes e à variabilidade dos pedidos dos clientes. Para o seu funcionamento é necessário nivelar os pedidos de produtos finais e utilizar corretamente o quadro de nivelamento, com vista a evitar variações excessivas de produção e elevadas quantidades de *stock* e *WIP*. Este foi conseguido através da interligação dos vários circuitos *kanban* executados, possibilitando a chegada de informação correta ao processo "mais distante", sem aumentar a sua variabilidade.

Importa também salientar a contribuição da metodologia *SMED* na redução do tamanho de lotes de produção, *stocks* e custos associados, tornando todo o sistema mais flexível e aumentando a sua produtividade, através da diminuição do tempo de mudança de referência.

Na parte fria da fábrica, a implementação do *pull system* através do método *kanban* foi bastante demorada, devido ao número de linhas que a constituem e à relutância dos colaboradores dessa área em adotar o novo sistema de produção. Para ultrapassar essa dificuldade, foi necessária a adoção de medidas adicionais, como a execução de ações formativas, (*workshops*).

Uma vez que o sistema implementado ainda se encontra em fase de aprimoramento, através da realização de auditorias e revisões dos circuitos, não foi possível ainda quantificar os seus resultados, esperando-se no entanto que se venha a traduzir num melhor funcionamento de todo o sistema de produção.

Como perspetivas de trabalho futuro, é requerido um acompanhamento de todos os sistemas implementados de modo a mantê-los atualizados e assegurar a sua continuidade, e também proposta a análise e execução de um sistema *kanban* de abastecimento referente aos fornecedores.

Referências

[1] Spearman, L. M., Woodruff, L. D. and Hopp, J. W. CONWIP: A pull alternative to

Kanban", International Journal of Production Research, 1990, 28 (5) 879-894

[2] Yue Huang, M.S., Comparative Study On *Kanban*, *CONWip* and Hybrid Systems, University of Texas at San Antonio College of Engineering, Department of Mechanical Engineering, August 2011

[3] Pascal, D., Lean Production Simplified, Productivity Press, 2007

[4] Chase, J., Aquilano, Operations management for competitive advantage. M. G. Hill**:** 765.7, 2004

[5] Lee, A comparative study of push and pull production systems, International Journal of Operations and Production Management 9 (4) (1989) 5-18.

[6] Bonney M.C., Are push and pull systems really so different, International Journal of Production Economics 59 (1999) 53-64

[7] Smalley, A. *Creating Level Pull.* Ma. USA: The Lean Enterprise Institute, 2004

[8] Shingo, S. Sistema de Troca Rápida de Ferramentas. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000

[9] Hopp, J. W. and Spearman, L. M. Factory Physics. Singapore: Mc Graw Hill, 2008

[10] Documentação interna do grupo Faurecia, em http://intranet.faurecia.com/

- Build PIC FAU-P-PSC-4400 V3
- Build PDP FAU-P-PSC-4420 V3
- How to Fill a Sequencer FAU-S-PSG-5052-EN
- Kanban basic principles FAU-S-PSG-5023-EN-2
- Pull System Guideline-FAU-I-PSG-4650-EN
- Sizing kanban loops and shopstock FAU-S-PSG-5024-EN-2
- TRS Factory Effciency Rate FAU-S-PSG-5004-EN-3
- Supply chain MIFA FAU-S-PS-2001-EN- 4

ANEXO A: Ficheiro PDP e Imagem do Quadro de Nivelamento

Ficheiro PDP

faurecia Fábrica Bragança	PDP Plan directeur de production	DV6€5 L1 Familia de produto
Data 31-05-13	Validação Produção	Validação PC&L

Calendário		Mês/Semana	21 Semana Actual	22 Próxima Semana	23	24	25	26	Mês + 1	Mês + 2
Nº de dias de produção			3	5,66	5	5	5	5	25	25
Produção	Nº de peças por dia									
Nº de referências	12	PIC								
Nº de referências a alisar	6	Aderência PDP/PIC								
PDP	Pcs/UC	Nb of cards	590	**581**	560	570	567	568	0	0
12795852XXA	24	3	**55**	**52**	45	50	50	50		
12795852XXP	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
12795852XXM	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
12795852XXV	24	1	**24**	**24**	24	32	32	30		
13941072XXP	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
13941072XXA	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
13941072XXM	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
13941072XXV	24	11	**256**	**260**	258	258	255	258		
13941022XXG	24	5	**112**	**110**	108	105	105	105		
13941022XXV	24	3	**55**	**55**	50	50	50	50		
13941162XXP	24	0	**0**	**0**	0	0	0	0		
13941162XXA	24	4	**88**	**80**	75	75	75	75		

Comentários

Comentários

Imagem do Quadro de Nivelamento

Leveling Board - S22 - DV6€5 L1

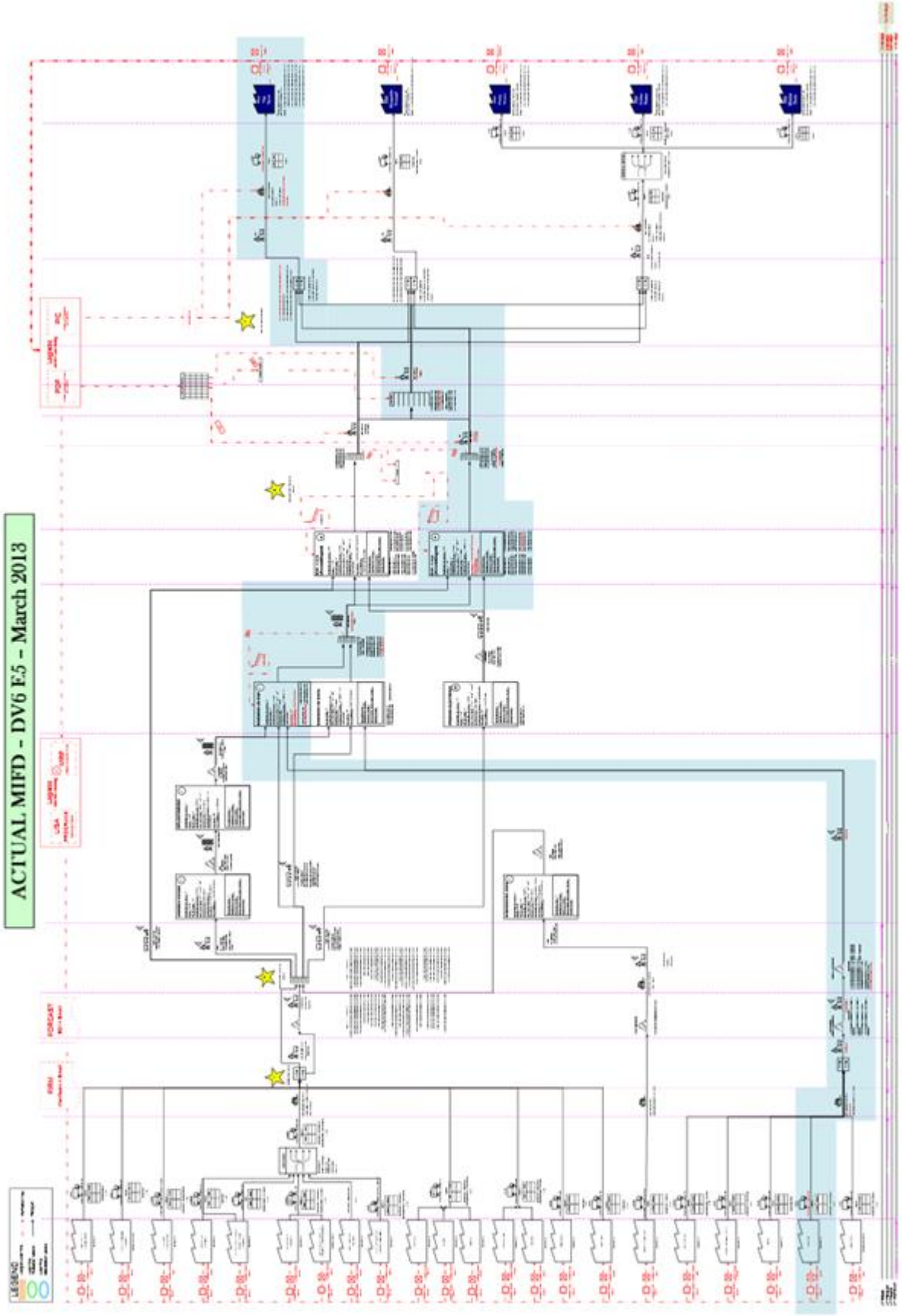
1: Shop Stock->TPA pw:Pool Stock->TPA wp:Shop Stock->Pool Stock

SEGUNDA		1 0:00	2 0:15	3 0:30	4 0:45	5 1:00	6 1:15	7 1:30	8 1:45	9 2:00	10 2:15	11 2:30	12 2:45	13 3:00	14 3:15	15 3:30	16 3:45	17 4:00	18 4:15	19 4:30	20 4:45	21 5:00	22 5:15	23 5:30	24 5:45	25 6:00	26 6:15	27 6:30	28 6:45	29 7:00	30 7:15	31 7:30	32 7:45
12795852XXA	0	x												x	x															x			
12795852XXP	0	x												x	x															x			
12795852XXM	0	x												x	x															x			
12795852XXV	3	x							1					x	x				1							1				x			
13941072XXP	1	x												x	x					1										x			
13941072XXA	0	x												x	x															x			
13941072XXM	0	x												x	x															x			
13941072XXV	2	x											1	x	x															x	1		
13941022XXG	7	x		1			1				1			x	x	1					1			1				1		x			
13941022XXV	7	x	1		1			1						x	x		1					1			1					x			1
13941162XXP	0	x												x	x															x			
13941162XXA	1	x										1		x	x															x			

SEGUNDA		33 8:00	34 8:15	35 8:30	36 8:45	37 9:00	38 9:15	39 9:30	40 9:45	41 10:00	42 10:15	43 10:30	44 10:45	45 11:00	46 11:15	47 11:30	48 11:45	49 12:00	50 12:15	51 12:30	52 12:45	53 13:00	54 13:15	55 13:30	56 13:45	57 14:00	58 14:15	59 14:30	60 14:45	61 15:00	62 15:15	63 15:30	64 15:45
12795852XXA	0					x														x	x										x	x	
12795852XXP	0					x														x	x										x	x	
12795852XXM	0					x														x	x										x	x	
12795852XXV	3			1		x						1								x	x		1								x	x	
13941072XXP	2					x		1												x	x						1				x	x	
13941072XXA	0					x														x	x										x	x	
13941072XXM	0					x														x	x										x	x	
13941072XXV	2					x								1						x	x										x	x	1
13941022XXG	7	1				x	1			1			1					1		x	x	1							1		x	x	
13941022XXV	7		1			x			1		1					1			1	x	x				1					1	x	x	
13941162XXP	0					x														x	x										x	x	
13941162XXA	0					x														x	x										x	x	

SEGUNDA		65 16:00	66 16:15	67 16:30	68 16:45	69 17:00	70 17:15	71 17:30	72 17:45	73 18:00	74 18:15	75 18:30	76 18:45	77 19:00	78 19:15	79 19:30	80 19:45	81 20:00	82 20:15	83 20:30	84 20:45	85 21:00	86 21:15	87 21:30	88 21:45	89 22:00	90 22:15	91 22:30	92 22:45	93 23:00	94 23:15	95 23:30	96 23:45
12795852XXA	0							x										x	x														x
12795852XXP	0							x										x	x														x
12795852XXM	0							x										x	x														x
12795852XXV	4		1					x					1					x	x						1							1	x
13941072XXP	2							x						1				x	x												1		x
13941072XXA	0							x										x	x														x
13941072XXM	1							x										x	x											1			x
13941072XXV	2							x							1			x	x										1				x
13941022XXG	7	1					1	x		1		1						x	x	1			1					1					x
13941022XXV	7				1			x	1		1						1	x	x		1					1	1						x
13941162XXP	0							x										x	x														x
13941162XXA	0							x										x	x														x

ANEXO B: *MIFD* linha DV6€5



ANEXO C: Folhas de cálculo circuito *kanban*

Folha de cálculo circuito Kanban Laser

faurecia

Plant:	Bragança
Line:	LASER
Creation date:	20.09.2011
Last update:	03-04-2013
Author:	Pedro Carrazedo

Production Kanban loop calculation

kb = Kanban p = parts

Give the information				Calculation results				You may change the value or formula			
	Supplier				**Client**				**Standard values**		
Production time	v	21	(h)	Client opening time	s	21	(h)	Tool changeover time / production time*	w	10	%
Cover for hazards	r	1	(h)	Withdrawals period	u	30	(min)	Number of batches in the queue**	y	4	batches
Box length	l		(mm)								
Tool changeover time	d	2	(mm)								
Number of workstations	z	1	(p)								
Technical buffer	p	0	(h)								

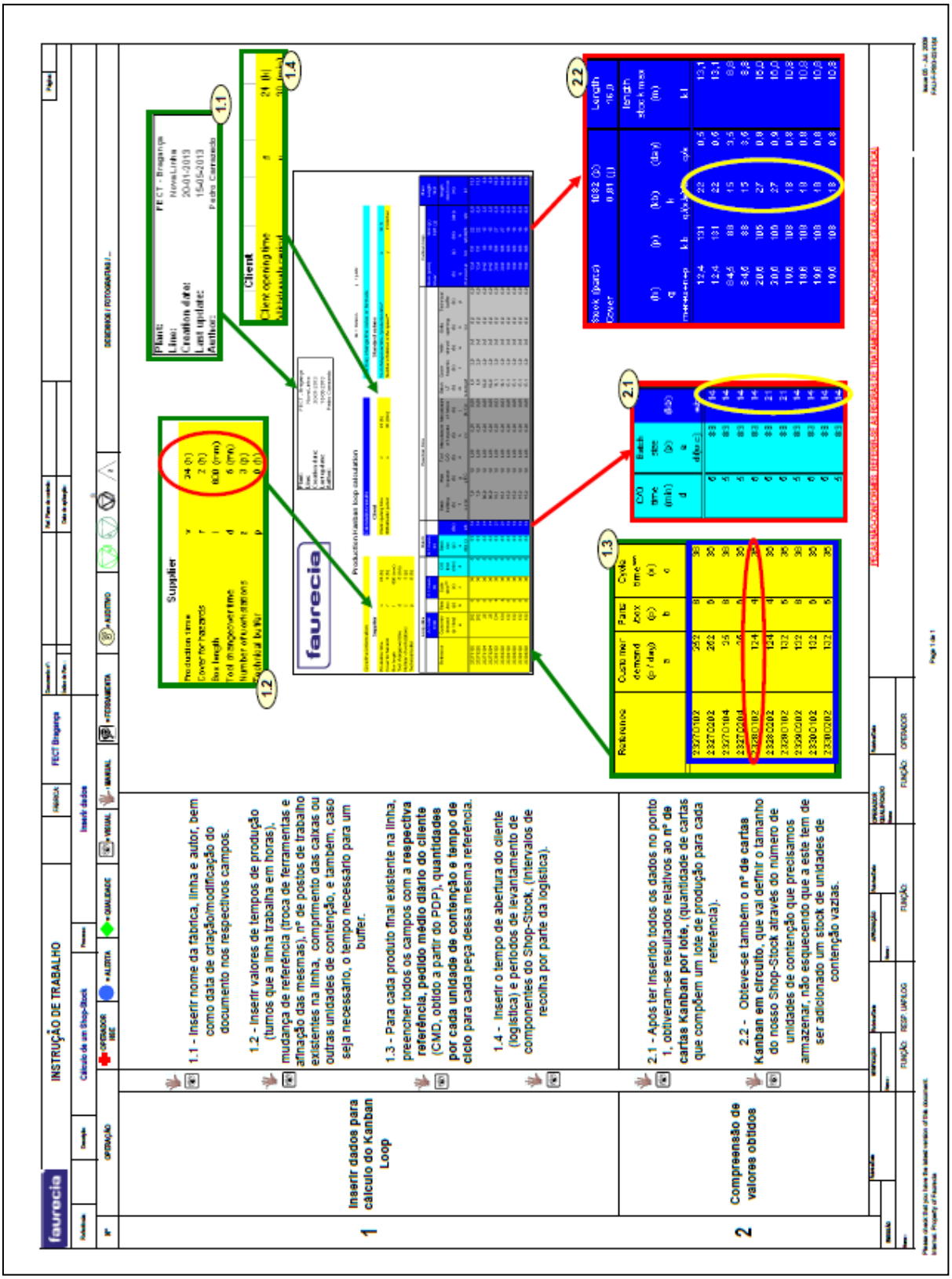
	Loop data				Batch		Reaction time										Kanban loop				Maxi
	A = total 17700		C = mean 7		E = mean 331												Stock (parts)		11424 (p)		Length 0,0
																	Cover		0,65 (j)		
Reference	Customer demand (p / day) a	Parts /box (p) b	Cycle time*** (s) c	C/O time (min) d	size (p) e d/(w.c)	(kb) e/b	Batch building (h) f e.s /a	Wait in queue (h) g y.E.C	Tool C/O (h) d	Manufacture of 1st parts (h) h z.c	Manufacture of 1st box (h) j (b-1).c	Batch LT (h) m j+h+d+g+f	Cover hazards (h) r	With-drawal (h) u	Delta opening (h) n v-s	Technical buffer (h) p	(h) q m+r+u+n+p	(p) k.b	(kb) k q/(s/a)/b	(day) q/s	length stock max (m) k.l
3140 3042 50	600	200	6,6	2	600	3	21,0	2,9	0,03	0,0018333	0,3648333	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	737	4	1,2	0,0
3140 1945 50	144	122	12,6	2	144	1	21,0	2,9	0,03	0,0035	0,4235	24,4	1,0	0,5	0,0	0,0	25,9	244	2	1,2	0,0
3140 3043 50	320	122	12,6	2	320	3	21,0	2,9	0,03	0,0035	0,4235	24,4	1,0	0,5	0,0	0,0	25,9	394	3	1,2	0,0
133 2925 X50	480	34	7,8	2	480	14	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,0715	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	583	17	1,2	0,0
3130 6087 50	748	24	6	2	748	31	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0383333	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	908	38	1,2	0,0
3140 1455 50	315	23	7,8	2	154	7	10,3	2,9	0,03	0,0021667	0,0476667	13,2	1,0	0,5	0,0	0,0	14,7	221	10	0,7	0,0
3140 7263 50	210	33	7,8	2	210	6	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,0693333	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	255	8	1,2	0,0
3140 2344 50	200	32	7,8	2	200	6	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,0671667	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	243	8	1,2	0,0
3140 7751 50	580	200	12	2	580	3	21,0	2,9	0,03	0,0033333	0,6633333	24,6	1,0	0,5	0,0	0,0	26,1	721	4	1,2	0,0
3140 8147 50	288	34	7,8	2	288	8	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,0715	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	350	10	1,2	0,0
118 6349 3XX	375	200	6	2	375	2	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,3316667	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	460	2	1,2	0,0
118 6357 3XX	300	200	6	2	200	1	14,0	2,9	0,03	0,0016667	0,3316667	17,3	1,0	0,5	0,0	0,0	18,8	400	2	0,9	0,0
118 6375 3XX	375	200	6	2	375	2	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,3316667	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	460	2	1,2	0,0
118 6603 3XX	300	200	6	2	300	2	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,3316667	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	400	2	1,2	0,0
3130 2683 50	384	15	6	2	200	13	10,9	2,9	0,03	0,0016667	0,0233333	13,9	1,0	0,5	0,0	0,0	15,4	282	19	0,7	0,0
3130 1868 50	714	40	6	2	714	18	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,065	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	867	22	1,2	0,0
111 8738 5XX	360	22	6	2	200	9	11,7	2,9	0,03	0,0016667	0,035	14,6	1,0	0,5	0,0	0,0	16,1	277	13	0,8	0,0
3130 5914 50	640	20	6	2	640	32	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0316667	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	776	39	1,2	0,0
3130 5469 50	300	200	6,6	2	300	2	21,0	2,9	0,03	0,0018333	0,3648333	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	400	2	1,2	0,0
3130 5467 50	208	18	6	2	208	12	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0283333	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	252	14	1,2	0,0
106 1772 5XX	300	200	6,6	2	300	2	21,0	2,9	0,03	0,0018333	0,3648333	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	400	2	1,2	0,0
107 7377 5XX	460	16	6	2	450	28	20,5	2,9	0,03	0,0016667	0,025	23,5	1,0	0,5	0,0	0,0	25,0	548	34	1,2	0,0
107 7464 5XX	440	20	6	2	450	23	21,5	2,9	0,03	0,0016667	0,0316667	24,5	1,0	0,5	0,0	0,0	26,0	544	27	1,2	0,0
18L 1873 500	576	200	6,6	2	200	1	7,3	2,9	0,03	0,0018333	0,3648333	10,6	1,0	0,5	0,0	0,0	12,1	400	2	0,6	0,0
134 1736 X50	240	21	6	2	250	12	21,9	2,9	0,03	0,0016667	0,0333333	24,8	1,0	0,5	0,0	0,0	26,3	301	14	1,3	0,0
3130 5475 50	480	38	6	2	300	8	13,1	2,9	0,03	0,0016667	0,0616667	16,1	1,0	0,5	0,0	0,0	17,6	403	11	0,8	0,0
106 1773 5XX	432	46	6	2	200	4	9,7	2,9	0,03	0,0016667	0,075	12,7	1,0	0,5	0,0	0,0	14,2	293	6	0,7	0,0
3140 8230 50	560	60	6	2	300	5	11,3	2,9	0,03	0,0016667	0,0983333	14,3	1,0	0,5	0,0	0,0	15,8	421	7	0,8	0,0
18G 5055 800	250	50	6	2	200	4	16,8	2,9	0,03	0,0016667	0,0816667	19,8	1,0	0,5	0,0	0,0	21,3	254	5	1,0	0,0
18L 0091 500	224	28	6	2	200	7	18,8	2,9	0,03	0,0016667	0,045	21,7	1,0	0,5	0,0	0,0	23,2	248	9	1,1	0,0
18G 5100 800	100	20	6	2	200	10	42,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0316667	45,0	1,0	0,5	0,0	0,0	46,5	221	11	2,2	0,0
3140 1754 00	75	15	6	2	200	13	56,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0233333	59,0	1,0	0,5	0,0	0,0	60,5	216	14	2,9	0,0
18G 6036 800	150	50	6	2	200	4	28,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0816667	31,0	1,0	0,5	0,0	0,0	32,5	232	5	1,5	0,0
3140 7157 50	200	100	6	2	200	2	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,165	24,1	1,0	0,5	0,0	0,0	25,6	244	2	1,2	0,0
110 0084 X50	228	20	12	2	200	10	18,4	2,9	0,03	0,0033333	0,0633333	21,4	1,0	0,5	0,0	0,0	22,9	249	12	1,1	0,0
3140 2146 50	400	50	6	2	400	8	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0816667	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	486	10	1,2	0,0
3140 2684 50	400	50	6	2	400	8	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0816667	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	486	10	1,2	0,0
18L 1164 500	460	200	7,8	2	400	2	18,3	2,9	0,03	0,0021667	0,4311667	21,6	1,0	0,5	0,0	0,0	23,1	507	3	1,1	0,0
3130 5915 50	750	150	7,8	2	750	5	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,3228333	24,3	1,0	0,5	0,0	0,0	25,8	920	6	1,2	0,0
149 7385 XXX	400	150	6,6	2	300	2	15,8	2,9	0,03	0,0018333	0,2731667	19,0	1,0	0,5	0,0	0,0	20,5	390	3	1,0	0,0
181 9151 000	264	24	7,8	2	264	11	21,0	2,9	0,03	0,0021667	0,0498333	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	320	13	1,2	0,0
182 3072 800	200	50	6	2	200	4	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,0816667	24,0	1,0	0,5	0,0	0,0	25,5	243	5	1,2	0,0
107 7466 5XX	448	20	12	2	250	13	11,7	2,9	0,03	0,0033333	0,0633333	14,7	1,0	0,5	0,0	0,0	16,2	346	17	0,8	0,0
119 1675 5XX	224	20	12	2	200	10	18,8	2,9	0,03	0,0033333	0,0633333	21,8	1,0	0,5	0,0	0,0	23,3	248	12	1,1	0,0
113 4084 XXX	1060	60	6	2	600	10	11,9	2,9	0,03	0,0016667	0,0983333	14,9	1,0	0,5	0,0	0,0	16,4	829	14	0,8	0,0
100 4783 4XX	500	100	6	2	500	5	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,165	24,1	1,0	0,5	0,0	0,0	25,6	610	6	1,2	0,0
18G 3956 800	38	25	7,2	2	200	8	110,5	2,9	0,03	0,002	0,048	113,5	1,0	0,5	0,0	0,0	115,0	208	8	5,5	0,0
3130 1810 50	600	60	6	2	500	8	17,5	2,9	0,03	0,0016667	0,0983333	20,5	1,0	0,5	0,0	0,0	22,0	630	10	1,0	0,0
3140 8657 50	180	40	6	2	200	5	23,3	2,9	0,03	0,0016667	0,065	26,3	1,0	0,5	0,0	0,0	27,8	239	6	1,3	0,0
3130 6092 00	300	120	6	2	300	3	21,0	2,9	0,03	0,0016667	0,1983333	24,1	1,0	0,5	0,0	0,0	25,6	366	3	1,2	0,0
3140 8655 50	180	80	6	2	200	3	23,3	2,9	0,03	0,0016667	0,1316667	26,4	1,0	0,5	0,0	0,0	27,9	239	3	1,3	0,0

Base de dados Laser

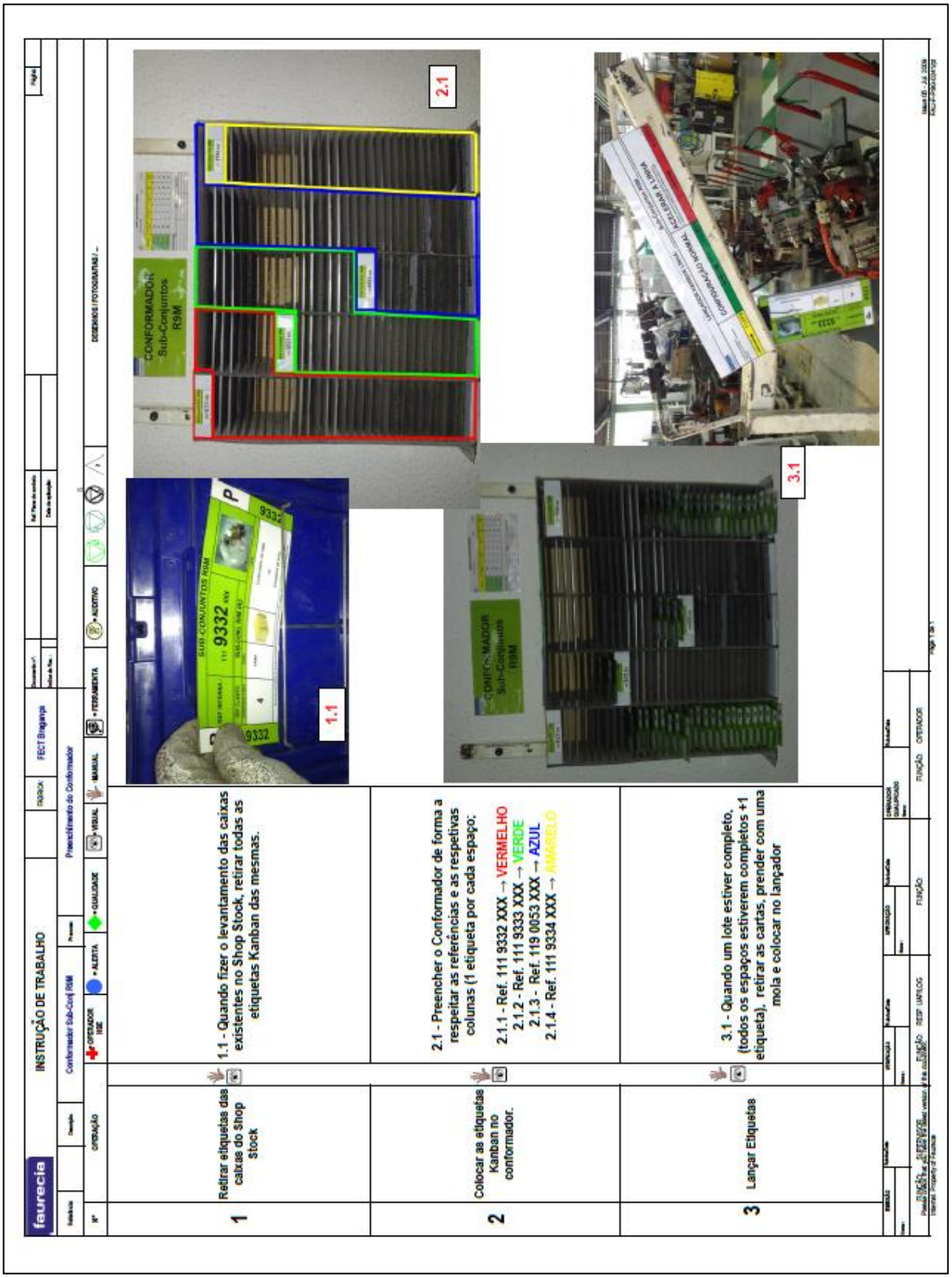
Referência	Pedido do cliente (p/dia)	Peças/contentor (p)	Peças/kanban (p)	Tamanho do lote (kb)	Tamanho do circuito (kb)
3140 **3042** 50	200	200	200	**3**	**4**
3140 **1945** 50	144	122	122	**1**	**2**
3140 **3043** 50	168	122	122	**3**	**3**
133 **2925** X50	530	34	34	**14**	**17**
3130 **6087** 50	758	24	24	**31**	**38**
3140 **1455** 50	314	23	23	**7**	**10**
3140 **7263** 50	160	33	33	**6**	**8**
3140 **7751** 50	50	200	200	**6**	**8**
3140 **8147** 50	310	34	34	**3**	**4**
118 **6349** 3XX	90	200	200	**8**	**10**
118 **6357** 3XX	10	200	200	**2**	**2**
118 **6375** 3XX	400	200	200	**1**	**2**
118 **6603** 3XX	50	200	200	**2**	**2**
3130 **2683** 50	280	15	15	**2**	**2**
3130 **1868** 50	500	40	40	**13**	**19**
111 **8738** 5XX	60	22	22	**18**	**22**
3130 **5914** 50	640	20	20	**9**	**13**
3130 **5469** 50	200	200	200	**32**	**39**
3130 **5467** 50	95	18	18	**2**	**2**
106 **1772** 5XX	240	200	200	**12**	**14**
107 **7377** 5XX	200	16	16	**2**	**2**
107 **7464** 5XX	170	20	20	**28**	**34**
18L **1873** 500	288	200	200	**23**	**27**
134 **1736** X50	288	21	21	**1**	**2**
3130 **5475** 50	96	38	38	**12**	**14**
106 **1773** 5XX	240	46	46	**8**	**11**
3140 **8230** 50	60	60	60	**4**	**6**
18G **5055** 800	250	50	50	**5**	**7**
18L **0091** 500	90	28	28	**4**	**5**
18G **5100** 800	100	20	20	**7**	**9**
3140 **1754** 00	60	15	15	**10**	**11**
3140 **7157** 50	30	100	100	**13**	**14**
110 **0084** X50	290	20	20	**4**	**5**
3140 **2146** 50	300	50	50	**2**	**2**
3140 **2684** 50	150	50	50	**10**	**12**
18L **1164** 500	560	200	200	**8**	**10**
3130 **5915** 50	750	150	150	**8**	**10**
149 **7385** XXX	450	150	150	**2**	**3**
181 **9151** 000	60	24	24	**5**	**6**
182 **3072** 800	50	50	50	**2**	**3**
107 **7466** 5XX	448	20	20	**11**	**13**
119 **1675** 5XX	300	20	20	**4**	**5**
113 **4084** XXX	1200	60	60	**13**	**17**
100 **4783** 4XX	430	100	100	**10**	**12**
18G **3956** 800	30	25	25	**10**	**14**
3130 **1810** 50	500	60	60	**5**	**6**
3140 **8657** 50	180	40	40	**8**	**8**
3130 **6092** 00	280	120	120	**8**	**10**
3140 **8655** 50	180	80	80	**5**	**6**

ANEXO D: Instruções de trabalho

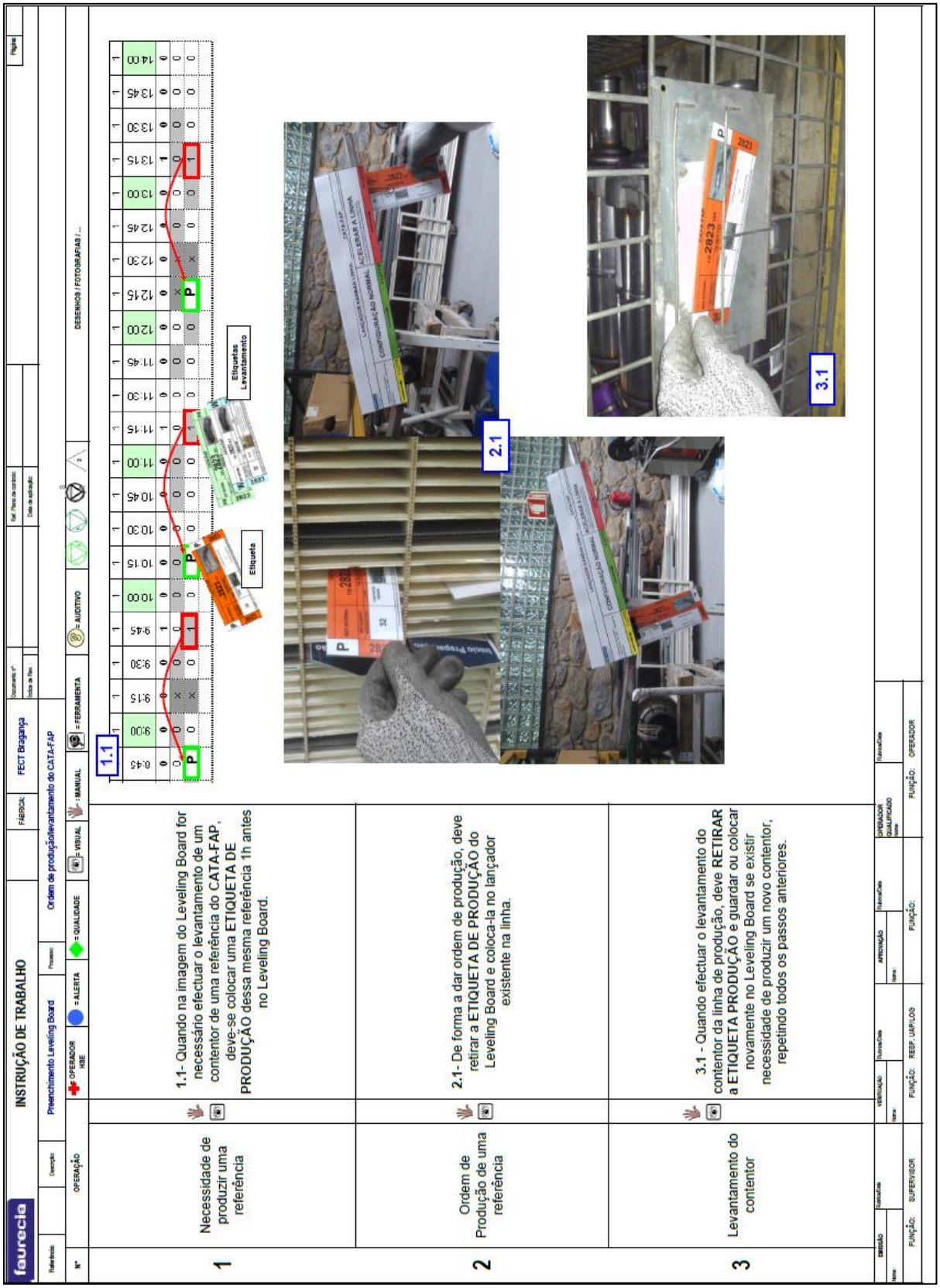
Cálculo de circuito Kanban



Preenchimento de um conformador



Lançamento etiquetas CATA-FAP



ANEXO E: Auditoria *Kanban*

Folha de auditorias Kanban

faurecia
»Emission Control Technologies - Bragança Plant

FICHA DE AUDITORIA KANBAN
PRODUÇÃO

Auditor :		**GAP :**						
Pessoa presente:		**Data:**						
Critérios		**Standard**	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	
	CIRCUITO KANBAN							
			OK/NOK	OK/NOK	OK/NOK	OK/NOK	OK/NOK	Acções
1	Existe uma base de dados Kanban, está em bom estado, está actualizada							
2	**Os tamanhos de lote SÃO respeitados** Quantos lotes não são respeitados?	0						
3	**Número de Kanban no circuito está correcto** Quantas referências não tem número de Kanban correctos?	0						
4	**Não há contentor sem etiqueta Kanban no Shop-Stock** Quantos contentores existem sem etiquetas no Shop-Stock?	0						
	ARRUMAR							
5	**Contentores estão arrumados no bom lugar (vazios incluídos) - CADA REF. NO SEU SÍTIO** Quantas referências mal arrumadas encontrou?	0						
6	**Os contentores na linha são os contentores que tem que ser utilizados** Quantos contentores não conforme encontrou?	0						
		Resultado						Escrever o resulto sobre na folha BASE DE DADOS KANBAN da linha

AS ACÇÕES TEM QUE SER REALIZADAS IMEDIATAMENTE PARA UM BOM FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Escrever nos comentários qual foi e quantas vezes viu o problema (por exemplo se faltam duas etiquetas Kanban no circuito deve escrever 2 e a respectiva referência)

Comentários:

ANEXO F: Medição de tempos de ciclo

Folha de medição de tempos de ciclo

faurecia

MEDIÇÃO TEMPO CICLO

PRODUTO: N° OPERADOR: LINHA:
PROCESSO: ANALIZADO POR:
DATA: HORA: NOME DE OPERADOR:

N°	OPERAÇÕES ELEMENTARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom.	Min	Max	V %
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
	PM:																								
TEMPO CICLO(TC)																						→	1 ╳ →	3	
TC SEM ESPERA																						→ ╳	2	╳	

OBSERVAÇÕES		d	
a		e	
b		f	
c		g	

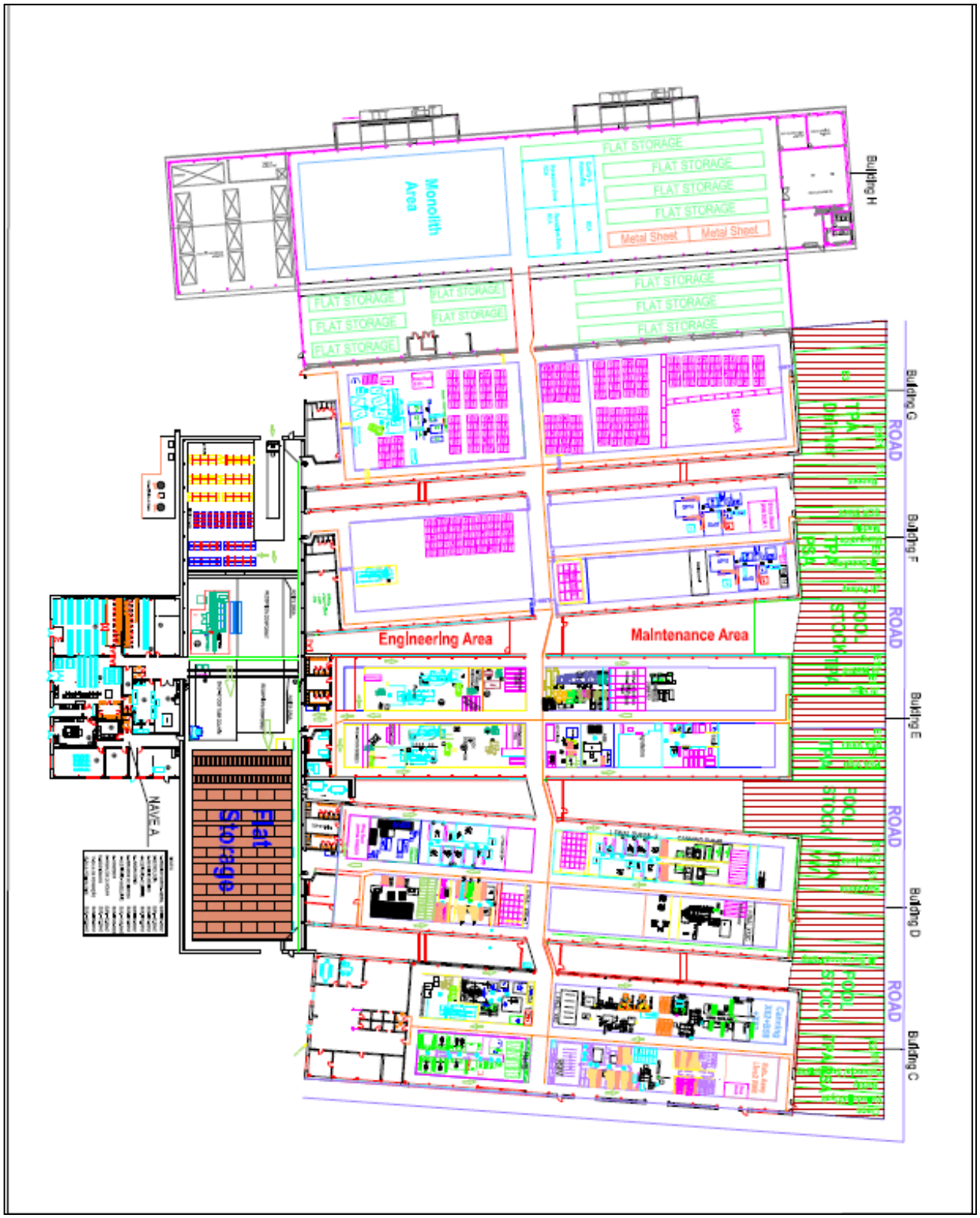
PM: Ponto de Medição Dados para diagrama tempo ciclo: ^{1}- Media de Tempo Ciclo sem problema; ^{2}- Tempo mín. de 20 ciclos sem problema e sem espera; ^{3}- Tempo max. de 20 ciclos sem problema Variabilidad (%): V = ((M-m)/m) x 100

Tarefas periódicas (Frequenciais)

Nº	Operações	Tempo	Nº de peças	Tempo por peça	Nº	Operações	Tempo	Nº de peças	Tempo por peça				

ANEXO G: *Layout*

Layout atual 2013



Layout previsto 2015

ANEXO H: Página Newsletter Abril 2013 Faurecia

FES

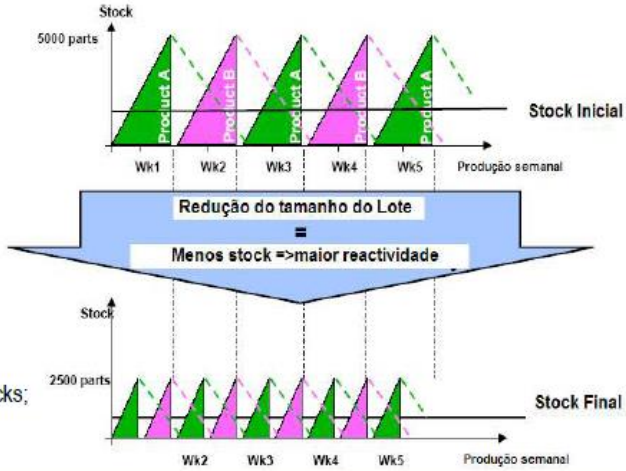
S M E D

O SMED (Single Minute Exchange of Die) é uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e tem como principal objectivo a redução do tempo de mudança de referências (setup) de máquinas ou de linhas de produção, através da preparação prévia dos dispositivos sem a necessidade de parar o equipamento (setup externo), eliminação das tarefas que não agregam valor ao setup (como movimentação e transporte), e organização das tarefas essenciais.

Aliada à redução sistemática dos tempos de mudança de referência, encontra-se o Kanban, que consiste na produção de pequenos lotes e consequentemente na realização de um maior número de mudanças de referência.

Produzir pequenos lotes permite:

- Reduzir stocks:
  - o Lotes mais pequenos ficam menos tempo no armazém;
  - o São necessários menos componentes no armazém;
  - o O produto intermédio é consumido mais rapidamente;
- Reduzir custos ligados as stocks:
  - o Superfície;
  - o Manutenção;
  - o Transporte;
  - o Custos de gestão;
- Identificar problemas:
  - o Levantamento de problemas camuflados pelos elevados stocks;
  - o Defeitos de produção podem ser detectados mais cedo;
  - o Avarias inaceitáveis num sistema de stocks limitados.



Em suma, o SMED é uma ferramenta muito importante, pois permite uma redução de stock e uma maior reactividade face aos pedidos do cliente, através da uma preparação/organização da mudança de referência e da optimização de operações a organizar.

Auditoria FES

Nos passados dias 17 e 18 de Abril decorreu a auditoria FES em Bragança. A cotação atingida foi de 62%, o que nos permitiu atingir o ranking A. Como podemos ver na lista abaixo, em relação às fábricas de escapes (Emission Control Technology) posicionamo-nos em segundo lugar assim como os nossos colegas da fábrica de Vigo (Espanha) e atrás da fábrica de Wuhan na China:

Posição	BG	Fábrica	País	SCORE (%)	Rank	DATA
1	ECT	Wuhan 1 (FTES Tongda)	China	69%	A	Fevereiro 12
2	ECT	Vigo	Espanha	62%	A	Novembro 12
2	ECT	Braganca	Portugal	62%	A	Abril 13
3	ECT	Orcoyen (Pamplona)	Espanha	60%	A	Janeiro 13
3	ECT	Bakov	Rep.Checa	60%	A	Abril 13
5	ECT	Yantai	China	58%	B	Novembro 12
5	ECT	Mlada Boleslav	Rep.Checa	58%	B	Abril 13
6	ECT	Messei	França	56%	B	Julho 12
6	ECT	Qing Dao	China	56%	B	Novembro 12
7	ECT	Pisek	Rep.Checa	55%	B	Março 13
8	ECT	Beaulieu	França	53%	B	Maio 12
9	ECT	Louisville	E.U.A.	52%	B	Fevereiro 11
9	ECT	Anting	China	52%	B	Setembro 12
10	ECT	Hermosillo	México	51%	B	Junho 12

Pedro Carrazedo:
Estagiário do Sistema de Excelência da Faurecia

09 | Abril 2013 | Boletim Informativo

Technical perfection, automotive passion | faurecia