



José Marques Pedreira

Implementação do novo modelo
DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250
na linha de produção (SOP

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Marques Pedreira

Implementação do novo modelo
DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250
na linha de produção (SOP)

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor António A. Caetano Monteiro
Professor João Pedro Mendonça A. Silva

Dezembro de 2012

DECLARAÇÃO

Nome
José Marques Pedreira

Endereço eletrónico: a44258@alunos.uminho.pt Telefone: 258514237/ 963086940

Número do Bilhete de Identidade: 12060615

Título dissertação /tese

Implementação do novo modelo DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250

na linha de produção (SOP). _____

Orientador(es):

Professor António A. Caetano Monteiro e Professor João Pedro Mendonça A. Silva

Ano de conclusão: 2012

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 12/12/2012

Assinatura:



Agradecimentos

Realizar um trabalho com esta envergadura é sempre um desafio, contudo não pode ser encarado apenas com o mérito de uma pessoa mas sim de uma equipa.

Neste sentido gostaria de agradecer ao grupo SAME DEUTZ-FAHR pela oportunidade, disponibilidade e confiança do cargo que estive a exercer na fábrica de Lauingen assim como aos seus funcionários pelo apoio prestado.

Aos meus orientadores de Portugal, o Professor António A. Caetano Monteiro ao Professor João Pedro Mendonça A. Silva e aos meus orientadores da Alemanha Kai Saifner e Sílvia Oblinger pelo apoio, disponibilidade e pelas sugestões dadas.

Aos meus familiares por todo o apoio dedicação e suporte, em especial a minha namorada, minha mãe, meu pai e à minha avó.

Aos meus amigos e aos colegas de trabalho em especial a Tobias Mueller, pelo apoio, ajuda e trabalho em equipa.

Ao gabinete de relações internacionais da Universidade do Minho pelo apoio em especial Dr.^a Regina Vale e a Carina Oliveira.

Por fim a Universidade do Minho e ao grupo SAME DEUTZ-FAHR pela bolsa de estudo, subsídio de alojamento e subsídio alimentação.

Resumo

O presente trabalho foi realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na Universidade do Minho e desenvolvido na SAME DEUTZ-FAHR Deutschland GmbH em Lauingen Donau desde 07-03-2012 a 31-10-2012. A SAME DEUTZ-FAHR Deutschland GmbH desenvolveu os novos modelos com motorização Tier 4i que cumprem as normas de emissões Euro 4 e implementou esses modelos na linha de produção mas teve a necessidade de assegurar o desenvolvimento e eficiência do processo. Este projeto teve como tema “Implementação do novo modelo DEUTZ-FAHR Agtron TTV 7250 na linha de produção (SOP)” e o objetivo é de servir como suporte no momento de implementação e modificação de uma linha de produção e do processo de lançamento, facultando o know-how sobre o início da produção (SOP - start of production) e as práticas a adotar de uma forma simples e eficiente.

Abstract

The present work was realised under the scope of this Integrated Master Degree in Mechanical Engineer at the University of Minho and developed at the SAME DEUTZ-FAHR Deutschland GmbH at Lauingen Donau during a period that started in March and ended in October 2012. SAME DEUTZ-FAHR Deutschland GmbH started a project to develop their new models with Euro 4 engines in conformity with the Euro 4 standard for emissions regulation in Europe, implemented those models in their production line but found the need to ensure its capability and efficiency. The work presented was designated by "Implementation of the new model DEUTZ-FAHR Agroton TTV 7250 on the production line (SOP)".

The main goal of this work is to support the implementation and modification of a production line and the startup process, providing the way and know-how regarding the start of production (SOP) and the simplest and most efficient practices to adopt.

Índice

1. Introdução	13
2. Enquadramento teórico	15
2.1 Lean Manufacturing	15
2.1.1 História do Lean Manufacturing	15
2.1.2 Objetivos do Lean Manufacturing	17
2.1.3 <i>Lean Manufacturing</i> - Tipos de Desperdícios	17
2.2 O Diagrama TPS House.....	19
2.3 SAME DEUTZ-FAHR Production System e HPGR	20
2.3.1 SAME DEUTZ-FAHR Production System	20
2.3.2 Just In Time	21
2.3.3 e-Kanban	21
2.4 Cinco S.....	22
2.5 Total Productive Maintenance (TPM)	23
2.6 Continuous Improvement Process	24
2.7 Organização dos processos de trabalho	25
2.8 Ciclo de vida de um produto e Time-to-Market.....	26
2.8.1 Ciclo de vida de um produto	26
2.8.2 Time To Market.....	27
2.8.3 First in first out	27
2.9 Layout e Ramp-ut	28
2.9.1 Layout.	28
2.9.1.1 Importância do Layout	28
2.9.1.2 Tipos de Layout	29
2.9.1.3 Motivos para alteração do Layout.....	31
2.9.1.4 Indicadores de desempenho de um Layout	32
2.9.2 Ramp-up.....	33
2.9.2.1 Definição do Ramp-up	33
2.9.2.2 Aprendizagem durante o Ramp-Up.	34
3. Apresentação da Empresa e do Projeto.....	36
3.1 História da Empresa.....	36
3.2 Apresentação da empresa.....	37
3.2.1 Grupo SAME DEUTZ-FAHR.....	37
3.2.2 Divisão de Lauingen	39
3.2.3 Apresentação do Departamento.....	42
3.3 Apresentação do Projeto	42
3.4 Desenvolvimento de Protótipo	46
3.4.1 Redução Catalítica Seletiva.....	47
3.5 Montagem do Protótipo	49
3.6 Fornecedores	54
4. Caso de estudo.....	56
4.1 Layout	56
4.1.1 Definição do Layout da Fábrica	56
4.1.2 Definição do Layout da Linha	58
4.1.3 Definição do Layout das Células	60
4.2 Aplicação de Lean Manufacturing em layouts.....	61
4.2.1 Aplicação de Lean Manufacturing.....	61
4.2.2 Tempo requerido pelo cliente	63
4.2.3 Tempo de ciclo objetivo.....	64
4.2.4 Cálculo do número mínimo de operários	66
4.2.5 Rotatividade dos operários	68

4.3 Fase Pré Ramp-Up na Fábrica.....	68
4.3.1 Infraestruturas.....	68
4.3.2 Testes de Capabilidade do Processo nas Instalações da Fábrica.....	69
4.3.3 Formação de Operários.....	69
4.3.5 Especificações Técnicas dos Equipamentos.....	70
4.3.6 Instalação de Equipamentos.....	73
4.4 Ramp-Up na Fábrica.....	75
4.4.1 Início / Evolução do Ramp-Up.....	75
4.4.2 Balanceamento da Linha.....	76
4.4.3 Análise do Ramp-Up.....	78
4.4.4 Melhoria Contínua durante o Ramp-Up.....	79
4.5 Síntese do Planeamento da Implementação e Lançamento da Linha.....	80
5. Conclusão.....	82

Lista de siglas e acrónimos

- CEP** - Controlo Estatístico do Processo
- CIP** - Continuous Improvement Process (Processo de melhoria contínua)
- CTT** - Customer Takt Time (Tempo requerido pelo cliente)
- EPB** – Electric Park Brake (Travão de mão elétrico)
- FIFO** - First in First Out (O primeiro a entrar é o primeiro a sair)
- FMS** - Flexible Manufacturing Systems (Sistema flexível de manufatura)
- GPS** - Global Positioning System (Sistema de posicionamento Global)
- GT** - Group Technologies (Tecnologias de grupo)
- JIT** - Just in Time (No momento exato)
- LED** - Light Emission Diode - Diodo emissor de luz
- OEE** - Overall Equipment Effectiveness (Índice global de eficácia dos equipamentos)
- PTO** - Power Take Off (Tomada de força)
- R&D** - Research and Development (Investigação e desenvolvimento)
- SAME** - Società Accomandita Motori Endotermici
- SCR** - Selective Catalytic Reduction (Redução catalítica seletiva)
- SDF** - SAME DEUTZ-FAHR
- SDFPS** - SAME DEUTZ-FAHR Production System (Sistema de produção SAME DEUTZ-FAHR)
- SLH** - SAME LAMBORGHINI HÜRLIMANN
- SOP** - Start of Production (Início da produção)
- TCT** - Taget Cycle Time (Tempo de ciclo objetivo)
- TPM** - Total Productive Maintenance (Manutenção preventiva total)
- TTM** - Time-to-Market (Tempo de comercialização)
- WIP** - Work-in-process (Trabalho em curso de fabrico)
- TPS** - Toyota Production System (Sistema de produção Toyota)

Lista de palavras-chave traduzidas

Checklit - Lista de verificação

Feedback - Parecer

ISOBUS - Norma ISO 11783. Protocolo universal para comunicação eletrônica entre implementos, tratores e computadores.

Joystick – Manete de controlo

Layout- Arranjo Físico

Lead time - É o período entre o início de uma atividade, produtiva, e o seu fim.

Lean Manufacturing- Produção otimizada

Lean Thinking - Pensamento magro

Maxyvision cabina – Novo modelo de cabinas SDF com maior visibilidade para o operador.

NOx - Número de Oxidação

People and Partners - Pessoas e Parceiros

Philosophy - Filosofia

Picking - Recolha

Powertrain - Trem de força composto por Eixo traseiro, Transmissão, Motor e Eixo dianteiro.

Problem Solving - Resolução de Problemas

Process - Processo

Ramp-up - Início da produção

Índice de figuras

Figura 1 - Linha de montagem criada por Henry Ford (reproduzido de Ford, 1913)	16	
Figura 2 - Diagrama TPS House (adaptado de Ohno, 1988)	19	
Figura 3 - HPGR SAME DEUTZ-FAHR.....	22	
Figura 4 - Localização das fábricas SAME DEUTZ-FAHR	37	
Figura 5 - Grupo SAME DEUTZ-FAHR	39	
Figura 6 - KÖDEL & BÖHM GmbH Lauingen 1960.....	40	
Figura 7 - Entrada da fábrica SAME DEUTZ-FAHR em Lauingen 2010.....	41	
Figura 8 - Montagem do Trator.....	43	
Figura 9 - Pintura da cabina (reproduzido de deutz-fahr.com, 2012)	44	
Figura 10 - Montagem da cabina.....	44	
Figura 11 - Modelos produzidos em Lauingen	45	
Figura 12 - Esquema ilustrativo do SCR-System.....	48	
Figura 13 - Plataforma do volante.....	50	
Figura 14 - Interior da Cabina MaxiVision	50	
Figura 15 - Apoio do braço com Command Control.....	50	
Figura 16 - Motor DEUTZ TCD6.....	51	
Figura 17 - Transmissão ZF modelo S-Matic	51	
Figura 18 - Eixo Carraro Drivotech CA20.45.....	52	
Figura 19 - Depósito de combustível e depósito do AdBlue.	52	
Figura 20 - Escape + SCR.....	53	
Figura 21 - DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250.....	53	
Figura 22 - Layout da produção	Figura 23 - Layout da produção.....	57
Figura 24 - Layout das estações de pré-montagem dos sistemas de refrigeração.....	59	
Figura 25 - Layout das células de montagem do sistema pneumático da suspensão da cabina.	59	
Figura 26 - Células de montagem das bombas hidráulicas.	60	
Figura 27 - Esquema de análise do projeto do layout após pensamento Lean.	63	
Figura 28 - Os três fatores do OEE	66	
Figura 29 - Atlas Copco Pulsor C	71	
Figura 30 - Cavalete traseiro	72	
Figura 31 - Cavalete dianteiro.....	72	
Figura 32 - Posto de montagem dos guarda-lamas.....	73	
Figura 33 - Área de picking das três linhas de montagem.....	73	
Figura 34 - Configuração do braço.....	74	
Figura 35 - Suporte de fixação do pilar	74	

Índice de tabelas

Tabela 1 - Volume de negócios em 2010	38
Tabela 2 - Vendas por produto em 2010	38
Tabela 3 - Modelos produzidos em Lauingen 2011/2012	41
Tabela 4 - Legenda	49
Tabela 5 - Cálculo do Takt Time	64
Tabela 6 - Tempo de ciclo objetivo para a produção diária de 28 e 32 tratores	66
Tabela 7 - Cálculo do número mínimo de operários para a produção diária de 28 e 32 tratores.	67
Tabela 8 - Número de trabalhadores por setor	67
Tabela 9 - Especificações do braço articulado Atlas Copco 1000Nm	70
Tabela 10 - Especificações da aparafusadora Atlas Copco modelo EPP15 C250 HR20	71
Tabela 11 - Especificações do braço articulado Atlas Copco 1000 Nm	74

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Ciclo de vida de um produto (Fonte: Portillo, 2007).....	26
Gráfico 2 - Relação entre variedade e volume consoante o tipo de Layout (adaptado de Slack et al. 1997).....	31
Gráfico 3 - Volume de negócios por marca do grupo SDF em 2010.....	39
Gráfico 4 - Comparação entre pedido do cliente e tempo de ciclo alvo.....	65
Gráfico 5 - Evolução da Produção	76
Gráfico 6 - Balanceamento da linha de montagem do powertrain.....	77
Gráfico 7 - Balanceamento da linha de montagem da cabina.....	77
Gráfico 8 - Balanceamento da linha de montagem final	78

1. Introdução

O grupo SAME DEUTZ-FAHR ao longo dos anos tem-se caracterizado por ser um dos principais produtores mundiais de tratores e ceifeiras pois é pioneiro em tecnologia nos seus produtos, mas cada vez mais se intensifica a preocupação das empresas em serem competitivas dentro do ambiente onde estão inseridas, para que nele possam permanecer por um longo período. Este facto tornou-se notável depois globalização em que os mercados não têm fronteiras e as mudanças tecnológicas são intensas e rápidas.

Com a constante mudança nos mercados, as empresas que pretendem manter a competitividade, devem estar preparadas para se adaptar às suas diferentes solicitações, melhorando constantemente os processos e procurando formas de reduzir os desperdícios existentes.

Este projeto tem como tema “Implementação do novo modelo DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250 na linha de produção (SOP¹)”, e o seu principal objetivo é servir como suporte à implementação de uma linha de produção, facultando as melhores práticas a adotar de uma forma simples e eficiente.

Seguiu-se uma lista de fundamentos que quando aplicados corretamente permitem obter vantagens significativas, aplicadas numa linha de montagem já existente. Hoje em dia pode-se obter grande ajuda da robótica nas linhas de produção mas a robótica em demasia poderá provocar falta de flexibilidade, algo para o qual as empresas atualmente têm de estar preparadas, o que exige que se procure um nível adequado de automação.

Um foco de desperdício é a disposição dos equipamentos (layout). Foram estudados os vários tipos de layouts e os aspetos relacionados com o funcionamento das linhas de produção. As várias teorias de produção existentes ao longo do tempo também foram estudadas, e houve uma elevada preocupação com a redução/eliminação dos desperdícios, seguindo a teoria Lean Manufacturing [2].

O Lean Manufacturing tem como base o fluxo do operador, material e informação. Esta teoria permite grandes vantagens para processos de montagem, tais como pequenas deslocações dos operários sem acrescentar valor para o produto, posicionamento das máquinas automáticas fora da linha de montagem, e criação de um Layout mais eficiente. Existem também vantagens ergonómicas, relacionadas com os movimentos de rotação dos operários, com trabalho standard e eliminação do trabalho estático.

No presente trabalho, foi analisado e aplicado o estudo de alteração da linha de montagem de uma fábrica de tratores do grupo SDF em Lauingen na zona da Baviera Alemanha, podendo ser

¹ SOP - Start of Production (Início da produção)

aplicado a outras companhias do mesmo setor. Foram feitos vários estudos de modo a otimizar o Layout, tendo sido obtidos resultados que comprovam a eficácia da Lean Manufacturing.

2. Enquadramento teórico

2.1 Lean Manufacturing

2.1.1 História do Lean Manufacturing

A Quando Henry Ford criou a linha de produção, foi uma verdadeira revolução para a época. Todos os conceitos e a conceção utilizada por Henry Ford foram bem implementados na sua fábrica, os operários tinham fácil acesso as ferramentas e cada um fazia uma única tarefa. Com isso, conseguiu aumentar drasticamente a produtividade da linha de produção, o que fez que este modelo fosse seguido durante muitos anos [1]. Já naquela época, Henry Ford no seu livro “Today and Tomorrow” falava sobre algo que veio-se a conhecer mais tarde como Just In Time ou simplesmente JIT [1]. Afirmou que “o stock é um desperdício” e também apresentou um conjunto de técnicas e métodos com o objetivo de eliminar o desperdício em todos os aspetos da produção, definindo como desperdício “toda a atividade que não contribui como o objetivo principal da empresa que é ganhar dinheiro”. Após a Segunda Grande Guerra, o Japão pretendia ser uma potência mundial, necessitava de uma economia forte e de oferecer produtos de alta qualidade e com preços iguais ou inferiores aos dos seus concorrentes [3].

Em meados de 1950, os diretores e engenheiros da Toyota Motors fizeram uma visita de doze semanas à fábrica da Ford, com o objetivo de descobrir e estudar métodos para poder aplicar os conceitos na sua pequena indústria no Japão. No fim da visita, não ficaram muito impressionados e repararam que nada tinha mudado desde o início, pois depararam-se com algumas falhas, como o grande desgaste sofrido pelos equipamentos e máquinas que produziam em grandes quantidades e as grandes acumulações de material, causadas pelas inúmeras interrupções entre as várias etapas.

A Ford estava mais preocupada na produção massiva do que na qualidade. Ao voltarem para o Japão, Taiichi Ohno e os seus engenheiros, tiveram que pensar numa forma de implementar os conceitos das linhas Ford na Toyota. A Ford produzia uma grande quantidade, mas apenas de um único modelo “T” enquanto na Toyota era necessário produzir pequenas quantidades de diferentes modelos [4].

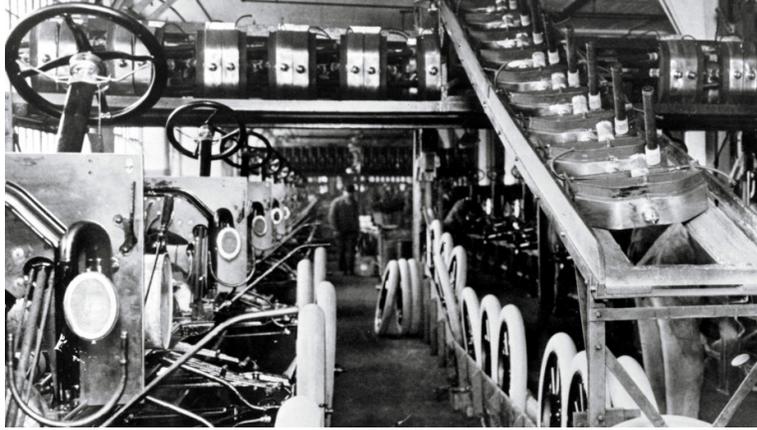


Figura 1 - Linha de montagem criada por Henry Ford (reproduzido de Ford, 1913)

Assim a Toyota desenvolveu o Toyota Production System também conhecido por Lean Manufacturing, Taiichi Ohno tinha um grande conhecimento de áreas de manufatura, tinha engenheiros dedicados, gerentes e trabalhadores que poderiam dar tudo pelo sucesso da organização e após muitos estudos, Ohno implementou na sua fábrica da Toyota, novos conceitos como JIT - Jidoka, Kaizen e Heijunka.

Estes novos métodos em sintonia com as pessoas no centro de todo este sistema, motivaram, lideraram, treinaram e inculcaram uma cultura de melhoria contínua em todos os processos, que levou ao sucesso do Lean Manufacturing. A Toyota criou o modelo dos quatro P:

Philosophy: Metas e objetivos a longo prazo.

Process: Sistema Pull para evitar desperdícios, fluxo contínuo de processos, testes de qualidade e melhoria contínua.

People and Partners: Líderes que realmente vivam a filosofia Lean, desenvolver, desafiar os colaboradores e fornecedores.

Problem Solving: Aprendizagem e melhoria contínua, para tomar as melhores decisões e com a rapidez exigida.

2.1.2 Objetivos do Lean Manufacturing

A implementação de um sistema Lean Manufacturing pretende estabelecer um método produtivo que foque como base os pedidos dos clientes, deseje alcançar ou manter uma vantagem competitiva no mercado, que tenha em consideração os custos mínimos e que elimine todo o tipo de desperdícios. O Lean Manufacturing abrange várias áreas distintas, desde a gestão dos materiais, qualidade, produção, desenvolvimento do produto, organização e gestão dos recursos humanos.

A implementação desta filosofia permite um sistema produtivo que opere com base nos objetivos dos clientes, redução dos stocks, ao mínimo custo e sem interrupções. Trata-se de criar uma dinâmica própria de melhoria em que a adaptação é indispensável [3].

Os principais objetivos do Lean Manufacturing são:

- Flexibilização da empresa;
- Produção dos produtos necessários;
- Produção com a qualidade desejada;
- Menor Lead Time na conceção de novos produtos e na produção;
- Melhoria no atendimento ao cliente;
- Menor perda (maior valor acrescentado ao produto);
- Maior retorno de investimento;
- Redução de stocks, produtos acabados e matérias-primas;
- Redução dos custos de fabrico;
- Redução no custo e no tempo de transporte dos produtos entre o fornecedor e o cliente.
- Eliminação dos desperdícios;
- Envolvimento das pessoas nos processos.

2.1.3 *Lean Manufacturing* - Tipos de Desperdícios

O Lean Manufacturing é produzir cada vez mais com menos recursos humanos, menos tempo gasto, menos custos, de uma forma eficiente e satisfatória mas para o conseguir segue-se os cinco princípios: Definição de Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Sistema Pull e Perfeição [3].

“Atuamos desde o momento em que o cliente faz o pedido até ao momento em que recebemos o pagamento. Estamos a reduzir o tempo e a eliminar os desperdícios e as atividades que não agregam valor” [4].

Na cultura Lean a primeira a coisa a ser feita é identificar o que está a mais no processo, o que não acrescenta valor, eliminando de seguida essas atividades ou desperdícios. Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdícios [4].

1.º - Sobreprodução: Consiste em produzir excessivamente ou cedo demais, tendo como resultado um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de stock. Assim, produzir mais que o necessário, mais rápido que o necessário e antes que o necessário, acarreta as seguintes consequências: consumo desnecessário de matérias-primas; ocupação dos meios de armazenamento; ocupação dos meios de transporte e stock elevado.

2.º - Espera: Longos períodos em que os operários não produzem devido a aspetos aos quais são alheios, peças e informação, resultando também num fluxo pobre bem como em longos lead times. O tempo é um recurso limitado e não recuperável. As principais causas de espera são: avarias dos equipamentos; mudanças de ferramentas; atrasos ou falta de materiais; ineficiência do Layout; interrupção da sequência de operações e estrangulamento na produção.

3.º - Transporte excessivo: Movimento excessivo de componentes, informação ou peças, tendo como resultado um dispêndio de tempo e energia. A ineficiência do Layout é responsável por transportes excessivos, que resultam em movimentação de materiais mais que o necessário. Os materiais devem fluir de uma etapa do processo para a seguinte o mais rápido possível, sem interrupções e sem armazenamento intermédio.

4.º - Processos Inadequados: Utilização do equipamento e ferramenta errada, sistemas ou procedimentos desadequados. O processamento em excesso é tão prejudicial como o sub-processamento. São esforços que consomem tempo, matéria-prima, energia, ferramentas que não acrescentam valor a um produto ou serviço. Têm como principais causas: instruções de trabalho pouco claras; requisitos dos clientes não definidos e especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.

5.º - Inventário desnecessário: Necessidade de armazenamento, ocupação de espaço e mão-de-obra. Qualquer material ou produto em quantidade superior ao necessário para o processo ou para o cliente é desperdício. Apresenta como consequências: utilização excessiva de recursos de movimentação; ocupação dos meios de armazenamento; produtos fora de gama; problemas de qualidade.

6.º - Movimentação desnecessária: Desorganização do ambiente de trabalho. Os movimentos efetuados que não acrescentam valor ao produto são considerados desperdício. As causas para as movimentações desnecessárias são: falta de organização de trabalho; disposição incorreta dos equipamentos e práticas de trabalho incorretas.

7.º - Produtos Defeituosos: Problemas de qualidade do produto, os quais acarretam vários contratempos. São sempre o resultado de problemas internos de qualidade. O melhoramento da qualidade tem um impacto positivo. A baixa qualidade provoca: produtos rejeitados; retrabalho; custos elevados e clientes insatisfeitos.

Pode-se conseguir melhorar o funcionamento de um equipamento ou atividade, no entanto o resultado final não acrescenta valor nem ao processo, nem ao produto, logo estas atividades devem ser eliminadas e as que realmente agregam valor devem ser melhoradas.

2.2 O Diagrama TPS House

A Toyota difundiu o TPS House pelas suas fábricas, sem nunca o ter documentado, o que trouxe alguns benefícios. Os líderes e colaboradores estavam numa constante aprendizagem, descobrindo novos métodos e técnicas e acrescentando-os ao sistema implementado. Estas boas práticas espalharam-se rapidamente por todas as empresas e até pelos fornecedores, o que lhes garantia produtos de qualidade e a baixo custo.

Taiichi Ohno (1988) decidiu então, fazer uma representação gráfica do TPS sob a forma de uma casa com elevado grau simbólico que fazia transparecer o sistema Lean Manufacturing, Ohno fez um diagrama em forma de casa, Figura 2, pois uma casa tem uma estrutura bem definida, em que cada parte desempenha uma função específica, quer de suporte, de estabilidade ou de segurança.

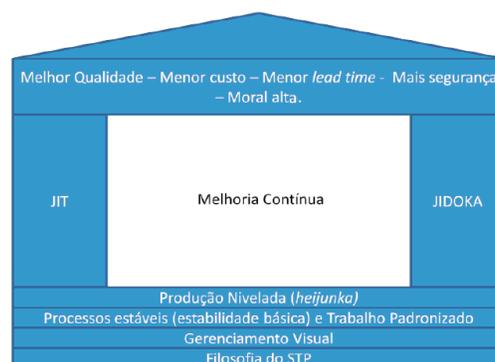


Figura 2 - Diagrama TPS House (adaptado de Ohno, 1988)

Todos os elementos da casa têm extrema importância, mas o comportamento desses elementos como um todo é que faz a consistência e a estabilidade do sistema. No teto estão representados os objetivos gerais que definem o TPS, elevada qualidade, baixos custos e lead-times mais curtos. Depois há dois pilares de suporte, o Just-in-Time, uma das ferramentas principais do Lean Manufacturing, e o Jidoka, que transmite qualidade, ao nunca deixar passar o defeito para a próxima fase do processo. No centro estão as pessoas, onde está incutida a filosofia Lean, pois são elas que são treinadas e orientadas para resolver os vários problemas que vão aparecendo. Na base estão simbolizadas algumas técnicas essenciais para suporte do sistema que visam a standardização, como Kaizen, processos de melhoria contínua, e Heijunka, que visa nivelar a produção. Por fim, nas fundações da casa está a estabilidade, fundamental na aplicação desta filosofia.

2.3 SAME DEUTZ-FAHR Production System e HPGR

2.3.1 SAME DEUTZ-FAHR Production System

O grupo SDF com o decorrer do tempo foi desenvolvendo o seu sistema produtivo o SAME DEUTZ-FAHR Production System (SDFPS) onde a qualidade do produto está presente logo no seu desenvolvimento, na escolha de materiais a partir de equipas multidisciplinares. De acordo com o princípio da engenharia simultânea todos os departamentos do grupo SAME DEUTZ-FAHR - Pesquisa, Desenvolvimento, Vendas, Produção e Compras, trabalham em conjunto desde o início. Todo o processo produtivo está sujeito a um controlo permanente de alto nível de qualidade, projetado para monitorizar continuamente os padrões de qualidade desde a receção das peças até ao controlo final.

A gestão do fluxo da produção é organizada com base em equipas compostas de dez a quinze operários, e cada membro do grupo tem que ser capaz de fazer o trabalho de qualquer um dos outros, os fluxos de trabalho são intercambiáveis, sendo mais flexível [5].

Produção just-in-time eficaz, normas de controlo de alta qualidade, operários qualificados e motivados são as principais características da produção SAME DEUTZ-FAHR.

A otimização contínua dos processos de produção e fluxos de trabalho com as variações na procura garantem uma resposta com flexibilidade e sem perda de qualidade. Nos últimos anos foram feitos investimentos significativos na fábrica de Lauingen que rondam os cinco milhões de euros e se destinam ao desenvolvimento, e melhoria da qualidade.

Um dos objetivos principais do projeto foi a aplicação de " Lean Manufacturing ", baseado numa abordagem de melhoria contínua. A partir de uma sólida formação em Engenharia Mecânica

e Industrial, realizou-se uma revisão completa dos processos de fabrico e Layout da fábrica com o objetivo de eliminar todos os resíduos dos processos que não adicionem diretamente valor ao produto, através de uma análise rigorosa dos factos e dados para determinar a raiz de todas as fraquezas.

"Devemos analisar constantemente o que fazemos e como fazemos para garantir a qualidade dos produtos e melhores preços para os nossos clientes", Kai Seifner [5].

2.3.2 Just In Time

O just-in-time (JIT) foi desenvolvido no Japão, na fábrica Toyota Motor Company, por Taiichi Ohno. A sua aplicação passou a ser popular nos anos 70 e tem como base a ideia de eliminar totalmente o desperdício, tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto, ou seja, tudo o que não seja produção é considerado perda, porque só aumenta o custo do produto. Pode-se dizer que se está a usar a técnica ou sistema just-in-time, quando se produz algo sem desperdício de matéria-prima, quando se solicita e utiliza itens necessários à produção na quantidade e no momento exato em que são necessários, quando se fabrica nas quantidades exatas solicitadas pelos clientes, quando se evita o desperdício de tempo dos operários, grandes movimentos de material, produção defeituosa que necessita de manutenção, e grandes stocks de produtos acabados [1].

A técnica just-in-time, cuja tradução significa, “no momento exato”, consiste em produzir só o que é necessário e quando for necessário. Deve-se produzir aquilo que se vende, na quantidade pedida e no momento e na qualidade indicadas pelos clientes.

2.3.3 e-Kanban

O sistema Kanban foi desenvolvido na década de sessenta pelos engenheiros da Toyota Motors, e é concebido sobre o conceito de just-in-time onde tudo deve ser produzido, transportado e comprado no momento exato. Os registos devem ser preenchidos em cartões manualmente e em cada etapa da produção.

O objetivo do sistema e-Kanban é fornecer a possibilidade de utilizar o Kanban de maneira informatizada, pois é uma maneira rápida, fácil e segura de gerir e controlar a linha de produção e o stock. A grande diferença deste sistema é que o controlo não acontece apenas no armazém ou no stock, mas em todas as etapas do processo de fabrico e permite o controlo de maior número de peças. Os cartões serão impressos pelo sistema e podem ser fixados nas caixas das peças, permitindo controlar o uso de materiais e fazer o rastreamento do produto ao longo da linha de produção e dentro do stock. Além disso é mais fácil e mais rápido para integrar fornecedores externos no sistema [6].

O grupo SAME DEUTZ-FAHR tem o seu próprio programa HPGR (Figura 3) para a linha de produção, através dele é possível gerir a quantidade, reposição, armazenamento e controlo do uso. Estas funções necessitam observar critérios de racionalização, acondicionamento, localização, padronização, indicadores, documentação e armazenamento de informação.

Em tempo real pode-se ver os modelos e marcas que estão a ser produzidos na linha de montagem das diferentes fábricas, como a referência de todos os componentes e o número do pedido ao fornecedor desse componente para mais tarde o serviço pós-venda poder fazer a reposição da mesma em garantia.

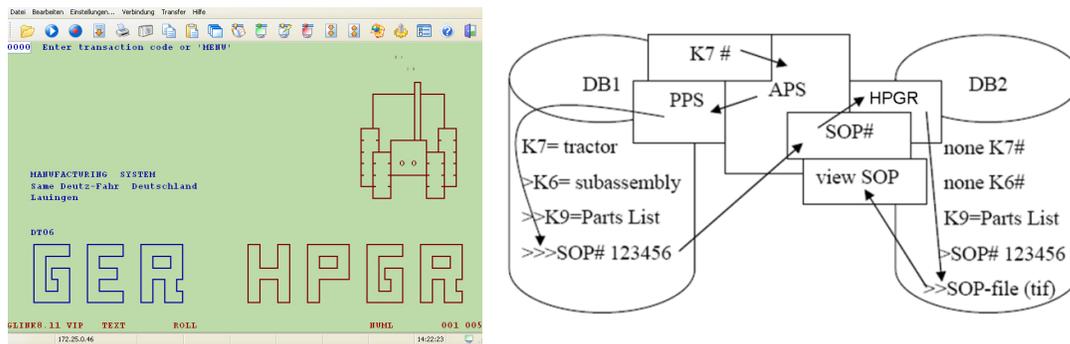


Figura 3 - HPGR SAME DEUTZ-FAHR.

Também é possível controlar as peças em stock, saber a sua localização em armazém (nas diferentes fábricas ou em transito) e quantidades.

2.4 Cinco S

Criado no Japão após a Segunda Guerra Mundial com o objetivo de auxiliar na reconstrução e reestruturação do país que necessitava reorganizar a indústria e melhorar a produção devido à elevada competitividade. É uma ferramenta que auxilia na implantação da qualidade, organização do ambiente de trabalho e otimização dos processos nas empresas, muito utilizada na área da qualidade. Tem como principal objetivo organizar os postos de trabalho, de forma a aumentar a produtividade do trabalho e diminuir os desperdícios associados aos processos do negócio. Pelas suas características e objetivos, constitui um dos primeiros passos para uma empresa implantar um processo de gestão total da qualidade. Tem como objetivo combater eventuais perdas e desperdícios na empresa, visa educar a população e o pessoal envolvido diretamente com o método de manter a qualidade desejada na produção [7].

Os cinco conceitos são:

- 1.º S - SEIRI – Senso de organização: separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.
- 2.º S - SEITON – Senso de Identificação: identificar e organizar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente.
- 3.º S - SEISO – Senso de limpeza: manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujidade.
- 4.º S - SEIKETSU - SENSO DE SAÚDE E HIGIENE: manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e higiene.
- 5.º S - SHITSUKE – Senso de autodisciplina: fazer da metodologia, um hábito, transformando os Cinco s num modo de vida".

Algumas vantagens dos cinco S (SDF² Lauingen):

- Obter um ambiente limpo, agradável, prático e seguro;
- Evitar que o colaborador perca tempo à procura de ferramentas;
- Diminuir a ocupação excessiva de espaço;
- Melhorar as condições de trabalho e poupar os equipamentos;
- Diminuir os riscos de acidentes de trabalho.

2.5 Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM)³ é o método para resolver problemas de confiabilidade e de rendimento. É uma melhoria contínua dos equipamentos de produção mediante o envolvimento concreto e quotidiano de todos os envolvidos no processo de fabrico. É uma ferramenta para gerir e deve ser utilizada para aumentar a disponibilidade dos equipamentos e a sua vida útil, reduzindo todo tipo de desperdícios no setor produtivo. As tarefas e as atividades na fase de continuidade do TPM cabem às equipas da produção e aos responsáveis da manutenção internos ou externos nas funções em linha. O TPM tem quatro objetivos principais que formam os quatro pilares de suporte:

² SDF - SAME DEUTZ-FAHR

³ TPM - Total Productive Maintenance (Manutenção preventiva total)

- **Eliminação dos principais problemas:** no sentido de evitar os desperdícios e de promover o contínuo aperfeiçoamento, colocar os operários em condições de analisar sistematicamente as falhas que surgirem e de identificar as suas causas e eliminá-las de forma permanente.
- **Manutenção autônoma:** no sentido de capacitar os operários da produção, para fazer a distinção entre normalidade e anormalidade no equipamento, tomar providências rápidas e corretas contra anomalias, manter sob controlo as condições ideais de operação.
- **Manutenção planeada:** no sentido de aumentar a eficiência global do equipamento, através de medidas permanentes de manutenção, os equipamentos e as instalações serão mantidos tão “perfeitos” que não haverá mais interrupções não planeadas e a vida útil desses equipamentos e instalações será substancialmente prolongada.
- **Planeamento de novos equipamentos:** Significa que a possibilidade de manutenção, a acessibilidade e a facilidade de operação dos equipamentos e instalações, serão consideradas já na fase de planeamento e aquisição.

2.6 Continuous Improvement Process

O processo de melhoria contínua é um fator fundamental para que a SAME DEUTZ-FAHR seja uma empresa de sucesso a nível mundial. Em 2007 o grupo SDF reestruturou um pacote de medidas significativas na montagem do powertrain⁴, na montagem da cabina e na montagem final, que aumentaram a produtividade e a qualidade. Todas as divisões estão envolvidas no processo de aperfeiçoamento contínuo, com base no princípio 'Kaizen', em que a melhoria da eficiência da produção é a chave para o fluxo de mercadorias no interior da fábrica.

Com a aprovação deste novo modelo para a fábrica, todas as medidas individuais foram organizadas de acordo com um plano geral que visa transformar a fábrica num centro de tratores de alto desempenho. Houve grande preocupação em querer inovar e estar sempre na vanguarda da tecnologia, faz que o grupo SDF aposte na investigação e desenvolvimento (R&D)⁵ e na melhoria contínua de todos os processos relacionados com a produção. Essa melhoria tanto pode ser feita dentro das próprias instalações como nos fornecedores.

⁴ Powertrain - Trem de força composto por Eixo traseiro, Transmissão, Motor e Eixo dianteiro.

⁵ R&D - Research and Development (Investigação e desenvolvimento)

O Continuous Improvement Process (CIP)⁶ é um processo que envolve todos os departamentos e todas as operações da empresa, que utiliza diversas atividades kaizen de melhoria contínua para a obtenção da qualidade máxima, eliminação de desperdícios em todos os processos tornando-os mais simples, transparentes e flexíveis.

O CIP baseia-se em seis princípios:

- O processo de melhoria contínua é um processo sem fim em busca da “perfeição”;
- Visa a satisfação total dos clientes internos e externos;
- A qualidade do trabalho depende de cada um;
- As causas dos defeitos devem ser eliminadas de forma rápida e permanente;
- Todos os colaboradores devem participar no processo de melhoria continua;
- O trabalho do processo de melhoria contínua deve ser em equipa e deve existir o reconhecimento da capacidade e do êxito.

2.7 Organização dos processos de trabalho

Atualmente as empresas estão orientadas para uma maior flexibilidade na tentativa de eliminar desperdícios de tempo. Com uma maior capacidade dos operários em se adaptarem aos novos processos, tem havido grandes mudanças no ritmo do processo produtivo e na distribuição das tarefas que deram origem a grandes mudanças ao nível dos processos de trabalho, novos métodos e técnicas que foram acrescentados aos mais antigos métodos utilizados, “Tayloristas” e “Fordistas”.

Uma maior fiscalização e exigência a nível da qualidade dos produtos tem levado a que a melhoria contínua se intensifique, a uma padronização de processos e à obtenção de certificados de qualidade, que requerem readaptações na execução das tarefas [2].

O trabalho em equipa tem sido um fator fundamental para o sucesso da atividade industrial, em que os operários desempenham várias tarefas em vários postos de trabalho, fazendo que uma linha de montagem tenha uma grande flexibilidade e haja menos tempo morto. O trabalho em grupo requer uma grande comunicação e partilha entre as pessoas que constituem esse grupo.

⁶ CIP - Continuous Improvement Process (Processo de melhoria contínua)
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2.8 Ciclo de vida de um produto e Time-to-Market

2.8.1 Ciclo de vida de um produto

Todos os produtos atravessam um ciclo de vida, que normalmente é descrito desde que o produto entra no mercado. O ciclo de vida do produto descreve as fases que um novo produto atravessa, do início ao fim e está associado a cinco fases [8]:

- **Introdução;**
- **Crescimento;**
- **Maturidade;**
- **Saturação;**
- **Declínio.**

A curva do ciclo de vida de um produto exprime geralmente a evolução das suas vendas, sendo a curva do lucro diferente. A venda total do produto varia em cada uma das cinco fases. Cresce lentamente durante a introdução, aumenta ou estabiliza na fase de maturidade e cai na fase de declínio. Note-se que nem todos os produtos atravessam realmente estas fases do ciclo de vendas. Um produto que tenha grandes vendas desde o início pode saltar a fase de introdução, caracterizada por vendas baixas; ou pode passar diretamente da introdução à maturidade; ou reverter a fase de maturidade a outro período de crescimento rápido; ou pode passar de uma fase de declínio para um novo crescimento de vendas.

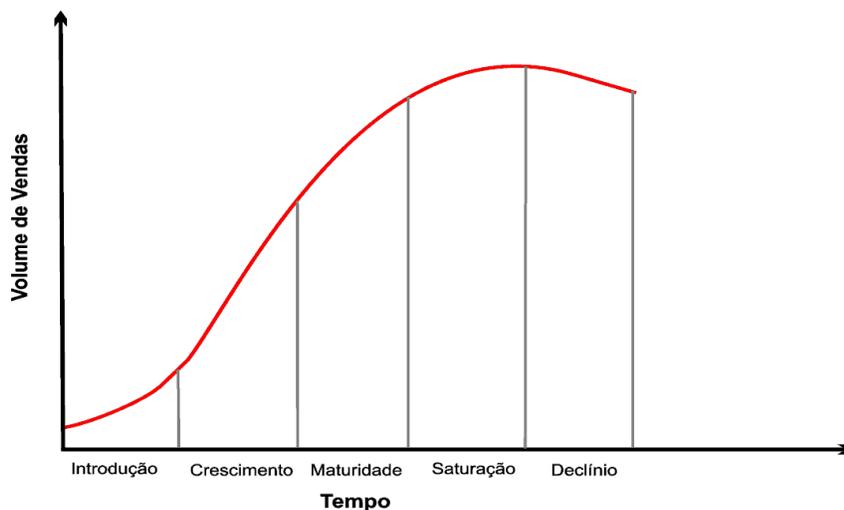


Gráfico 1 - Ciclo de vida de um produto (Fonte: Portillo, 2007)

Pode-se acrescentar o momento que surge na fase preliminar à vida do segmento, o sexto momento: o do Desenvolvimento do produto, que antecederia a fase de Introdução [8].

Neste “novo” ciclo de vida de um produto vai-se fazer uma breve introdução à fase desenvolvimento do produto, denominada Time-to-Market (TTM)⁷ para depois se poder incidir numa das fases mais decisivas do TTM, o Ramp-Up, ou seja, o início da produção do produto.

2.8.2 Time To Market

O TTM é o tempo que demora a colocar um novo produto no mercado, ou seja, desde o momento que se processa a ideia e a conceção do produto a desenvolver até estar disponível para o consumidor final.

Um TTM reduzido constitui uma vantagem competitiva sobre os concorrentes e significa uma redução no tempo e nos custos de chegada do novo produto. Essa redução traduz-se numa maior eficiência no desenvolvimento do produto, permitindo que o produto em causa possa ter um ciclo de vida mais pequeno, o que é uma grande vantagem competitiva. Para que se consiga encurtar esta fase de desenvolvimento do produto, é necessário um planeamento metódico e cuidado, onde é necessário ter em mente o objetivo real do produto, estruturar as suas características, conhecer bem o seu público-alvo, para que a sua entrada no mercado seja feita da melhor maneira e sem qualquer adversidade.

2.8.3 First in first out

Segundo o método FIFO⁸, cuja designação deriva das iniciais da expressão anglo-saxónica "first in first out" (o primeiro a entrar é o primeiro a sair), as primeiras existências a entrar em armazém são também as primeiras a sair, pelo que as existências remanescentes ficam sempre sujeitas aos preços mais recentes. Assim sendo, a utilização deste método em períodos de inflação elevada pode provocar uma sobreavaliação dos resultados, na medida em que as saídas são valorizadas a preços inferiores aos das existências. Em contrapartida, a utilização deste método em épocas de deflação tem o efeito inverso, resultando numa possível subavaliação dos resultados, na medida em que as saídas são valorizadas a preços superiores.

A utilização deste método traduz-se na construção de fichas de armazém onde são registadas, para cada artigo, as quantidades, preço e valor das entradas, saídas e existências em armazém.

⁷ TTM - Time-to-Market (Tempo de comercialização)

⁸ FIFO - First in First Out (O primeiro a entrar é o primeiro a sair)

2.9 Layout e Ramp-ut

2.9.1 Layout.

2.9.1.1 Importância do Layout

A empresa que pretende ter o processo produtivo otimizado, para garantir a qualidade máxima em todos os processos, terá que projetar o Layout de modo a facilmente se adaptar às diferentes condições garantindo sempre o máximo rendimento. A redução dos custos do excesso de movimentação é um dos objetivos do estudo da melhor alternativa para o Layout, de acordo com Canen e Williamon "a melhor movimentação de material é não movimentar" [9].

De modo a obter um Layout mais eficiente, este terá de ser efetuado após definidos os equipamentos e as quantidades a fabricar, deve-se ter também em conta fatores como corredores de abastecimento e condições de trabalho dos operários (higiene e segurança). É necessário ter em conta todos os fatores (os materiais, a maquinaria, o Homem, o movimento, a espera, o serviço, a construção e a mudança), pois estes fatores podem influenciar negativamente o planeamento do Layout [10].

Existem vários motivos que tornam importantes as decisões sobre a configuração do Layout, estando algumas delas descritas abaixo [11]:

- O Layout afeta a capacidade da instalação e a produtividade das operações. Uma mudança adequada no Layout pode muitas vezes aumentar a produção, usando os mesmos recursos, devido à otimização do fluxo de pessoas e/ou materiais.
- Mudanças de Layout podem implicar elevados custos, dependendo estes do setor da fábrica afetado e das alterações físicas necessárias.

Ao projetar um Layout é necessário ter em conta vários fatores que o influenciam, sendo eles [10]:

Material – As quantidades e as operações necessárias.

Maquinaria – O equipamento produtivo e as ferramentas de trabalho.

Homem – A supervisão, o apoio e o trabalho direto.

Movimento – O transporte entre os vários departamentos, as operações de armazenamento e inspeções.

Espera – Os stocks temporários e permanentes, bem como os atrasos.

Serviço – A manutenção, a inspeção, a programação e expedição.

Construção – A distribuição do equipamento.

Mudança – A versatilidade, a flexibilidade e a expansibilidade.

2.9.1.2 Tipos de Layout

A existência de diferentes processos leva à necessidade de diferentes Layouts. Existem vários tipos, estando cada um deles adequado a determinadas características, quantidades, diversidade e movimentação dos materiais dentro da fábrica [12]. Serão abordados os vários tipos de Layouts, sendo feita uma breve abordagem a cada um deles.

- **Layout posicional**

Neste tipo de layout os recursos transformados não se movem entre eles, quem sofre o processamento fica parado, enquanto o equipamento, a maquinaria, as instalações e as pessoas movem-se para o local do processamento na medida do necessário. É utilizado quando os produtos são volumosos e são fabricados em quantidades reduzidas, como no caso da indústria naval, aeronáutica e na construção civil [10].

- **Layout por processo ou funcional**

São agrupadas todas as operações em que o processo de produção é semelhante na mesma área, independentemente do produto processado [12]. É utilizado quando os produtos não são volumosos [10]. Permite melhorar a utilização das máquinas e maior flexibilidade em alocar equipamentos e operários, tem como limitações a dificuldade no controlo da produção, requer maior competência nas tarefas exigidas. Em contrapartida da flexibilidade obtém-se volumes modestos de produção, a custos unitários elevados em comparação com o Layout linear.

- **Layout em linha**

Neste tipo de layout a disposição física está voltada para o produto, e as instalações são organizadas de acordo com a sequência de operações. Normalmente a planta inteira é projetada

exclusivamente para o fabrico de um tipo de produto, e são necessários equipamentos especializados agrupados numa linha contínua [14]. Os custos e riscos dos equipamentos e ferramentas especializadas são altos, pois precisam de ser utilizados por longos períodos de tempo de forma que o investimento possa ser amortizado. Mudanças desejadas no perfil do produto devem ser evitadas ou atrasadas, pois os equipamentos não são flexíveis. Normalmente os produtos são movimentados através de dispositivos como esteiras e correias, que são ajustadas para operar na velocidade mais rápida possível [18]. Neste tipo de layout as atividades de planeamento e divisão de tarefas são centralizadas no responsável pela linha ou zona. A possibilidade de qualificação dos trabalhadores é limitada, devido à grande divisão de tarefas e à transferência das habilidades de produção dos operadores para as máquinas [16].

O layout em linha possui a melhor configuração para a produção contínua e repetitiva, onde a estratégia da empresa está focada na produção em massa. Os equipamentos estão dispostos de acordo com a sequência de operações. Os postos de trabalho e equipamentos estão fixos, enquanto o produto que está a ser produzido percorre um caminho previamente determinado dentro do processo [12]. Podem ser destacadas algumas vantagens e desvantagens deste tipo de Layout [5]:

Vantagens – Fácil controlo da produção; simplicidade e lógica tendo como resultado um fluxo direto.

Desvantagens – A avaria de um único equipamento provoca a paragem total da linha; o tempo de trabalho do posto mais lento marca a cadência de saída dos produtos.

• **Layout em célula**

Células de manufatura são grupos dedicados que produzem uma família de componentes ou produtos similares. As células contêm diferentes tipos de equipamentos, que são necessários para realizar todas as operações de manufatura. Neste tipo de layout os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados de alguma forma. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças [15]. Os agrupamentos são baseados de acordo com a função dos equipamentos, similaridade de geometria dos produtos, ou de ambos [17]. Nas células de manufatura os produtos gastam menos tempo para atravessar os processos, o trabalhador é melhor utilizado, as peças são menos manuseadas, o tempo de programação das máquinas e o stock em processo são menores. Por trabalharem com famílias de peças com características fabris similares as trocas rápidas de ferramentas permitem agilidade na mudança de um componente para outro. Flexibilidade é a característica chave deste sistema, pois podem reagir rapidamente a

mudanças na demanda, no projeto, ou na troca de produtos [18]. Podem ser destacadas algumas vantagens e desvantagens deste tipo de Layout [13]:

Vantagens – Maior utilização das máquinas; facilidade de movimentação de materiais e ferramentas, devido à distância reduzida entre os equipamentos e postos de trabalho.

Desvantagens – Necessidade de sincronização no fabrico de diferentes componentes em células diferentes; os operadores necessitam de maior habilidade nas operações.

Os quatro tipos de Layouts foram comparados, com base na variedade e volume de produção, conforme ilustrado no Gráfico 2. A partir do gráfico permite de uma forma simples verificar qual o Layout que melhor se enquadra no tipo de produção pretendida [19].

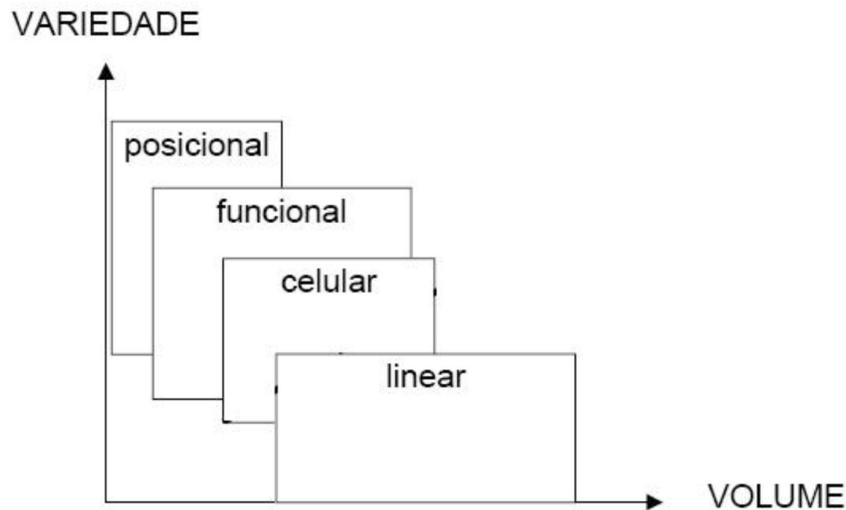


Gráfico 2 - Relação entre variedade e volume consoante o tipo de Layout (adaptado de Slack et al. 1997)

Através do Gráfico 2, facilmente se verifica, quando o volume de produção é elevado a melhor opção é o Layout linear.

2.9.1.3 Motivos para alteração do Layout

A excessiva variedade de produtos e a constante subida e descida da procura de produtos é um aspeto a ter em conta quando projetamos o layout, fazendo com que este seja flexível, adaptando-se facilmente às diferentes quantidades e aos vários modelos de produtos. Por vezes o layout existente pode não ser o mais eficaz e assim, devem ser questionados os seguintes itens para verificar se existe necessidade ou não de alterações [20]:

Variações de procura

- O produto está atualizado?
- A produção atual satisfaz as estimativas de vendas?
- O Layout está ajustado às quantidades produzidas?

Vários produtos em fabrico

- O Layout é o adequado para os vários produtos fabricados?
- O produto de maior procura é o que tem o Layout mais otimizado?

Condições de trabalho

- As dimensões dos postos de trabalho são as adequadas?
- As distâncias mínimas de segurança estão garantidas?
- Os equipamentos estão providos de sistemas de segurança?
- Acontecem muitos acidentes de trabalho?
- As condições de iluminação, ventilação e temperatura são satisfatórias?
- Pode o ruído ser isolado?

Manuseamento excessivo

- Os materiais percorrem grandes distâncias?
- O produto não é colocado diretamente no local para posterior montagem?

O Layout é um problema inevitável em todas as empresas e as decisões relativas ao posicionamento das máquinas e equipamentos recebem elevada atenção na produção e nas operações de gestão.

2.9.1.4 Indicadores de desempenho de um Layout

O objetivo destes indicadores é avaliar o desempenho de modo a gerir a sua performance para que determinados objetivos sejam atingidos principalmente no que diz respeito aos custos e para identificar de forma rápida eficiências no processo produtivo. Os indicadores de desempenho de um layout estão divididos em três grupos [21]:

Indicadores de custo

Os indicadores de custo são indicadores de desempenho que estão relacionados diretamente com a produção. Estes indicadores são: lead time, work in process, capacidade de produção, flexibilidade da produção, indicadores de qualidade, taxa de utilização de máquinas e operários [22].

Indicadores de flexibilidade

Quanto aos indicadores de flexibilidade, a expansão da área produção depende da relação área ocupada versus área total e da relação entre o número total de unidades de planeamento, que no caso de um layout em linha são os postos de trabalho, versus o número de unidades de planeamento que necessitam ser deslocadas em caso de um re-layout ou ampliação. Estes dois fatores indicam, de forma bastante simplificada, a flexibilidade de um layout [23].

Indicadores de ambiente

Os indicadores de ambiente influenciam a capacidade produtiva de maneira indireta. Por não influenciar diretamente os indicadores operacionais é o que os torna difíceis de identificar.

São os indicadores menos utilizados pelas empresas. Estes indicadores são: indicadores de acidentes, acesso para a manutenção, conforto e ergonomia nas operações, comunicação entre operários e aspetos relacionados com a comunidade externa [24].

2.9.2 Ramp-up

2.9.2.1 Definição do Ramp-up

É a fase de lançamento da produção do novo produto, normalmente o ramp-up é precedido do lançamento de uma nova linha produtiva ou então de alterações numa linha anterior, o que vai fazer com que surjam problemas do mais variado tipo [25]. Para reduzir estes problemas, todas as fases anteriores ao ramp-up têm de ser detalhadamente acompanhadas e analisadas, para que quando chegue o momento de iniciar a produção a margem de erro seja menor. Na fase que precede o ramp-up, há várias coisas a ter em conta, desde definições do layout, otimização das infraestruturas, aquisição e acompanhamento da evolução dos equipamentos no fornecedor, testes de capacidade dos equipamentos, quer no fornecedor quer na fábrica, preparação de toda a documentação técnica necessária e preparação da implementação da nova linha na fábrica.

2.9.2.2 Aprendizagem durante o Ramp-Up.

Os elevados custos de desenvolvimento e os rápidos ciclos de vida criam pressão nas empresas para reduzir não só o tempo de desenvolvimento do produto (time to market), mas também o tempo para atingir a plena utilização da capacidade (time to volume).

O período entre a conclusão do desenvolvimento do produto e a plena utilização da capacidade produtiva é então denominado de ramp-up. Durante esse tempo, se o novo processo de produção é mal compreendido, faz com que os rendimentos e as taxas de produção sejam baixas. A análise das interações entre a utilização da capacidade, a produtividade e a melhoria no processo (aprendizagem) é muito importante. Durante o ramp-up existe uma aprendizagem através da experiência de novos processos, o que cria um trade-off entre as experiências e a produção.

Altos preços praticados durante o ramp-up aumentam o custo de oportunidade da aprendizagem, assim a aprendizagem à priori é mais importante que a aprendizagem à posteriori. É importante avaliar este trade-off entre o custo de oportunidade da capacidade a curto prazo e o valor a longo prazo da aprendizagem. Também é fundamental avaliar o dilema entre a velocidade de produção e produtividade/qualidade, onde taxas de produção mais rápidas conduzem a mais defeitos.

O processo de início de produção é muito complicado, máquinas avariam, a aprendizagem dos operários é lenta e são necessárias operações especiais para correção de erros do produto e do processo. Com o tempo a capacidade produtiva, a aprendizagem sobre o processo de produção e equipamentos, vai crescer gradualmente até chegar aos patamares esperados.

Os processos de aprendizagem incluem ajustamento e alterações no processo de fabrico, modificação de ferramentas e equipamentos, com vista a reduzir os defeitos e tempos de inatividade, e desenvolvimento de métodos mais rápidos e eficientes com vista a uma melhoria contínua [26].

O ramp-up também pode não ser bem-sucedido, tanto em termos técnicos como financeiros, por vezes as fábricas são incapazes de aumentar a produtividade até ao nível do equilíbrio, ou demoram tanto tempo que o produto não gera receita suficiente para pagar os seus custos fixos. Os rendimentos são uma importante variável durante o ramp-up porque têm um grande efeito sobre a economia do processo e porque rendimentos baixos refletem falhas na compreensão do processo e estão ligados ao conhecimento e aprendizagem.

A aprendizagem pode ocorrer em ciclos, onde um fim de um ciclo corresponde ao ponto de partida para o próximo ciclo. Cada ciclo pode ser visto como a transferência de alguns “resíduos” do sistema de produção, podendo esses “resíduos” ser defeitos, causando perdas de rendimento e de

tempo, causando uma produção mais lenta ou também podem ser excessos no inventário. A partir daqui pode-se formar um quadro muito geral com diferentes formas e processos de melhoria [27].

A variabilidade nos processos produtivos nesta fase do ramp-up causa esperas do material em determinados pontos da linha de produção, o que leva a um alongamento dos tempos de ciclo. Durante o ramp-up existem variadas fontes de variabilidade, nos equipamentos, processos tecnológicos, produto e pessoas. Para fazer frente a estas adversidades que vão surgindo, os engenheiros têm de conhecer melhor o produto e melhorar os processos produtivos, ao mesmo tempo que os equipamentos são instalados e as pessoas formadas. Tudo isto vai ter um grande impacto no fluxo de material e nos tempos de ciclo, que se irá refletir mais tarde no sucesso ou insucesso do ramp-up.

3. Apresentação da Empresa e do Projeto

3.1 História da Empresa

A história da DEUTZ-FAHR está intimamente ligada ao nome de Nicolaus August Otto que em 1864 fundou a fábrica de motores N.A. Otto & Cie em Colônia que mais tarde passou a Klöckner-Humboldt-Deutz AG (KHD). Otto também inventou um pouco mais tarde o primeiro motor de combustão interna de quatro tempos. Um marco da história foi o início da produção em série de tratores com motor diesel no ano 1927, e em 1936 a produção em série de tratores pequenos [28].

Já a história da SAME⁹ está intimamente ligada os irmãos Cassani, Francesco e Eugénio Cassani os fundadores da SAME – Società Accomandita Motori Endotermici em Treviglio (Bergamo). No ano de 1942 em plena Segunda Guerra Mundial, estes trabalhavam em condições extremamente difíceis, debatendo-se entre a falta de matérias-primas e a utilização de processos produtivos inadequados. A origem desta “grande história Italiana” remonta aos anos 20, quando os irmãos Cassani desenvolvem o projeto do primeiro motor a diesel aplicado a um trator, conseguindo, em 1927 apresentar uma máquina absolutamente inovadora, muito mais funcional em relação aos modelos tradicionais, o primeiro trator agrícola do mundo acionado por um motor a diesel. No mesmo período, nasce a SPICA (Società Pompe Iniezione Cassani) para a construção de bombas de injeção para motores diesel que obtém um sucesso notável. É no final da guerra que os irmãos Cassani encontram definitivamente o seu caminho no setor dos tratores agrícolas; começam pelo fabrico de uma motogadanhadeira de três rodas, com volante e selim reversíveis, em 1947 fabricam o mini trator Universal de 10 cv que em 1948 foi premiado com uma medalha de ouro pela academia de agricultura de Turim, onde são notados os primeiros contributos da SAME para a mecanização agrícola italiana do pós-guerra. Em 1951, Cassani, convicto defensor da refrigeração a ar, projeta novos motores modulares, e, em 1952 realiza o seu sonho, o primeiro trator com quatro rodas motrizes. Mais uma inovação a nível mundial. O “DA25” e logo a seguir, o “DA30” difundem no mercado a tração dupla SAME. Dá-se início uma grande diversificação de potências o bi-cilindro “DA25”, logo a seguir o “Super Cassani” de três cilindros e o “Sametto” de um cilindro dão origem a uma vasta família de tratores de pomar.

Para fazer frente às crescentes exigências, em 1956, em tempo recorde, é construída a nova fábrica SAME. A nova estrutura racional e funcional desenvolve-se numa área coberta de 80000 m², que inclui uma única e imensa oficina com 250 m² com as três linhas (motores, pintura e montagem dos tratores) totalmente equipadas. Em 1957, a produção chega aos 3000 tratores e a

⁹SAME - Società Accomandita Motori Endotermici
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

partir daí, segue-se uma série de modelos que fizeram a história agrícola da Europa, com grandes inovações e técnicas de sucesso. Em 1961, nasce o “Puledro” e o “Samecar”, o trator que trabalha a terra e transporta os frutos e em 1965, aparece o “Centauro”, o “Leone70” e o “Minitauro55”, máquinas que tornam a marca SAME conhecida e apreciada em todo o mundo. Em 1972 é o ano do “Drago” com motor de 6 cilindros em linha de 100 cv, e em 1973 é o ano do “Panther” com motor de 5 cilindros. Começam a ser adotadas as bombas de injeção imersas, que se tornam numa característica dos motores SAME, como também a direção assistida e a caixa de velocidades sincronizada.

E assim chega-se ao “Laser” e ao “Explorer”, com a inovadora caixa de velocidades de 3 eixos, cujo sucesso ajuda a SAME a enfrentar a pesada conjuntura que o setor atravessa em meados dos anos 80, em seguida, os “Titan”, equipado com a avançadíssima transmissão “Power Shift”, que marca a entrada da eletrónica na produção da SAME [29].

3.2 Apresentação da empresa

3.2.1 Grupo SAME DEUTZ-FAHR

O grupo começa com a marca SAME, que em 1972 adquire a marca de tratores Italiana Lamborghini e em 1978 a marca Suíça Hürlimann, tornando-se em 1979 passa a chamar-se grupo SLH¹⁰. Em 1995 o grupo SLH compra a totalidade da DEUTZ-FAHR ao fabricante de motores de Colónia DEUTZ AG, tornando-se assim a SAME DEUTZ-FAHR Group que é atualmente um dos principais fabricantes de tratores, motores e ceifeiras a nível mundial. Emprega em todo o mundo cerca de 3000 pessoas nos diversos locais de produção como Alemanha, Itália, Índia, China e Croácia [30].

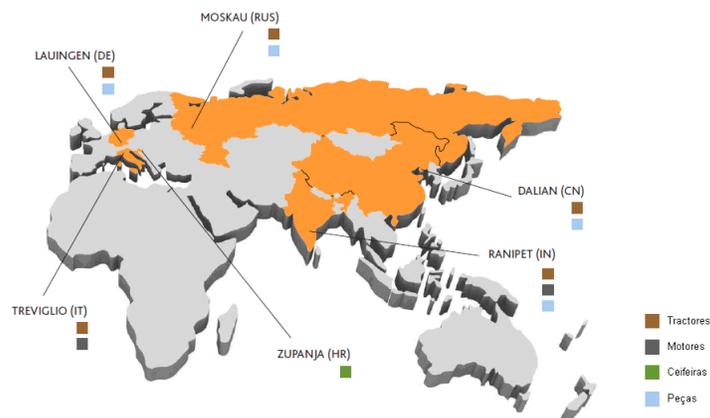


Figura 4 - Localização das fábricas SAME DEUTZ-FAHR

O grupo SAME DEUTZ-FAHR em 2010 teve as seguintes receitas [31]:

- Volume de negócios em 2010: 855.000.000 €

Tabela 1 - Volume de negócios em 2010

Países fora da EU	136 Milhões de euros
Itália	147 Milhões de euros
Alemanha	191 Milhões de euros
Outros países da EU	381 Milhões de euros

Tabela 2 - Vendas por produto em 2010

Tratores:	661 Milhões de euros
Ceifeiras:	21 Milhões de euros
Alfaias agrícolas:	6 Milhões de euros
Motores:	1 Milhão de euros
Peças de reposição:	164 Milhões de euros
Outras receitas:	2 Milhões de euros

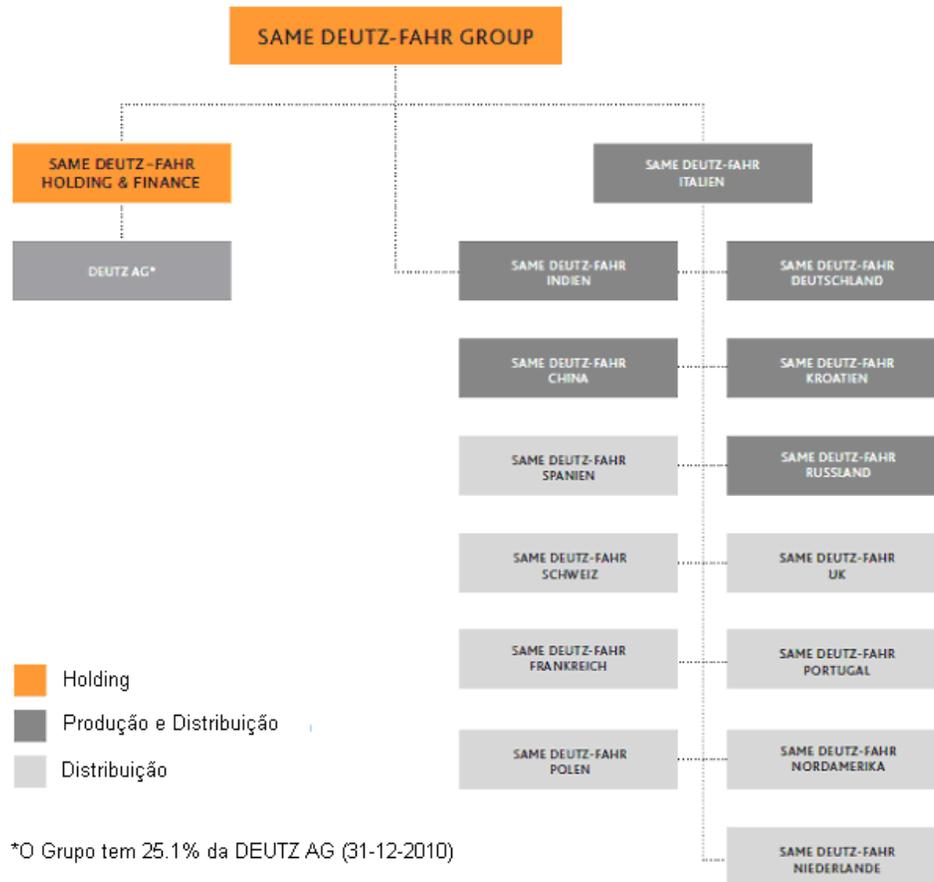


Figura 5 - Grupo SAME DEUTZ-FAHR

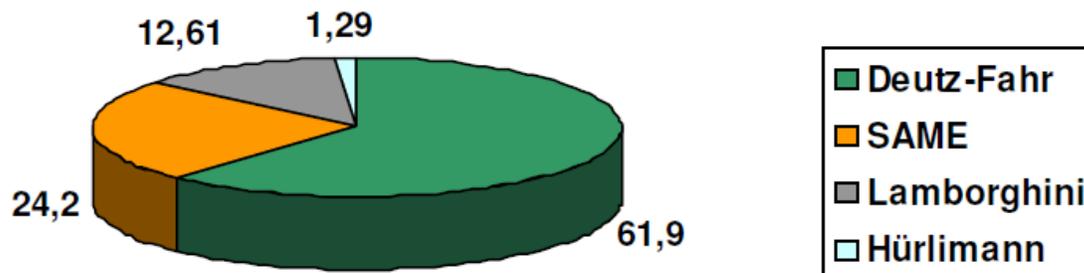


Gráfico 3 - Volume de negócios por marca do grupo SDF em 2010

3.2.2 Divisão de Lauingen

Em 1913 a fundação KÖDEL & BÖHM GmbH constrói num terreno industrial de Lauingen uma oficina de reparação e de fabrico de ceifeiras onde agora está instalada a fábrica da Deutz-Fahr.



Figura 6 - KÖDEL & BÖHM GmbH Lauingen 1960.

Após a segunda guerra Mundial, em meados de 1945, a fábrica foi reconstruída parcialmente pois tinha sido destruída pela Guerra, mas no ano seguinte já estava a produzir mais de 500 tratores ano, aumentando assim gradualmente a sua produção e em 1965 os lucros alcançam um volume de negócios de 76 milhões de marcos Alemães [28].

A marca DEUTZ-FAHR surge em 1968 quando a Klöckner-Humboldt-Deutz AG, de Colónia compra o fabricante de ceifeiras FAHR e dá origem á marca DEUTZ-FAHR.

Posteriormente, em Dezembro, 1969, os proprietários da empresa KÖDEL & BÖHM GmbH vendem a maior parte das ações à empresa Klöckner- Humboldt- Deutz AG, de Colónia.

Finalmente em 1995, o grupo SLH adquire a DEUTZ-FAHR e torna-se o grupo SAME DEUTZ-FAHR e em 1996 transfere toda a produção de tratores de Colónia para Lauingen.

A fábrica de Lauingen produz desde 1996, tratores entre 120 a 270 cv das seguintes marcas, Deutz-Fahr, Same, Lamborghini, e Hürlimann.

Com apenas um turno a laborar de Segunda-feira a Quinta-feira das 6.00h até às 15.30h produz uma média de 32 tratores dia e na Sexta-feira das 6.00h até as 12.00h produz 18 tratores que dá um total de 146 tratores por semana.

A Tabela 3 apresenta uma visão geral das diversas marcas e modelos, que são fabricados em Lauingen.

Tabela 3 - Modelos produzidos em Lauingen 2011/2012

Marca	Modelo
Deutz-Fahr	AgrotronX710/720/730
	AgrotronL710/720
	AgrotronTTV410/420/430
	AgrotronTTV610/620/630
	AgrotronM 410/420
	AgrotronM 600/610/615/620/625/640/650
Same	Iron115/125/135/155
	Iron130/140/160
	Iron175
	Iron185
	Iron190/210
	Diamond230/270
Lamborghini	R6.115/125/135/155
	R6.130/140/160
	R6.175
	R6.185
	R7.210
	R8
Hürlimann	XL115/125/135/155
	XL130/140/160
	XL175
	XL185

Em 1998 transferiu-se para as instalações de Lauingen todo o serviço de distribuição de peças de reposição e pós venda de todas as marcas do grupo SAME DEUTZ-FAHR pois a Alemanha é líder global em inovação e tecnologia de logística, a sua posição central na Europa faz do país o local ideal para polos de logística e centros de distribuição na Europa. A Alemanha é a conexão direta com os mercados da Europa Ocidental e Oriental e não possui só uma rede avançada de estradas, ferrovias, aeroportos e vias, mas também oferece sistemas de tecnologia de informação e comunicação de elevada qualidade [32]. A Figura 7 mostra a entrada principal da fábrica, onde está localizado o centro de formação DEUTZ-FAHR.



Figura 7 - Entrada da fábrica SAME DEUTZ-FAHR em Lauingen 2010.

3.2.3 Apresentação do Departamento

O departamento de produção da fábrica de Lauingen está localizado em frente à linha de montagem final e tem como função principal desempenhar as funções de apoio e melhoria da produção. Este focaliza-se principalmente no que diz respeito à produção, desenvolvimento de processos de montagem, planeamento da produção, aquisição de equipamentos, ferramentas e componentes para a montagem dos tratores.

Tem como principais funções e objetivos o planeamento da produção de novos modelos, elaboração de conceitos de produção, a coordenação, modificação do layout, o suporte aos fornecedores de componentes e equipamentos e a gestão da documentação técnica.

3.3 Apresentação do Projeto

Durante o planeamento do lançamento de um novo modelo, além do conhecimento das características específicas do mercado, são considerados também os modelos já existentes na linha de montagem e da mesma categoria, e que possam servir como referência para o novo modelo. É imperativo conhecer bem os produtos locais e globais já desenvolvidos. Deve-se verificar quanto à viabilidade para diferente motorização ou desenvolver um novo modelo baseado num modelo existente, considerando as possibilidades futuras de potenciais mercados consumidores deste projeto e com o objetivo de manter a competitividade perante a concorrência.

O lançamento de um novo modelo, geralmente conta com um índice mínimo de 50% de componentes reutilizados de modelos já existentes na linha de produção. Este percentual de componentes a serem reutilizados trata-se de um indicador que direciona os investimentos a ser realizados no novo projeto. A tendência é de uma maior flexibilidade da produção ou seja, permitir que diversos tratores novos sejam desenvolvidos a partir de um outro, prolongando assim o ciclo de vida do mesmo, reutilizando o máximo de componentes possível.

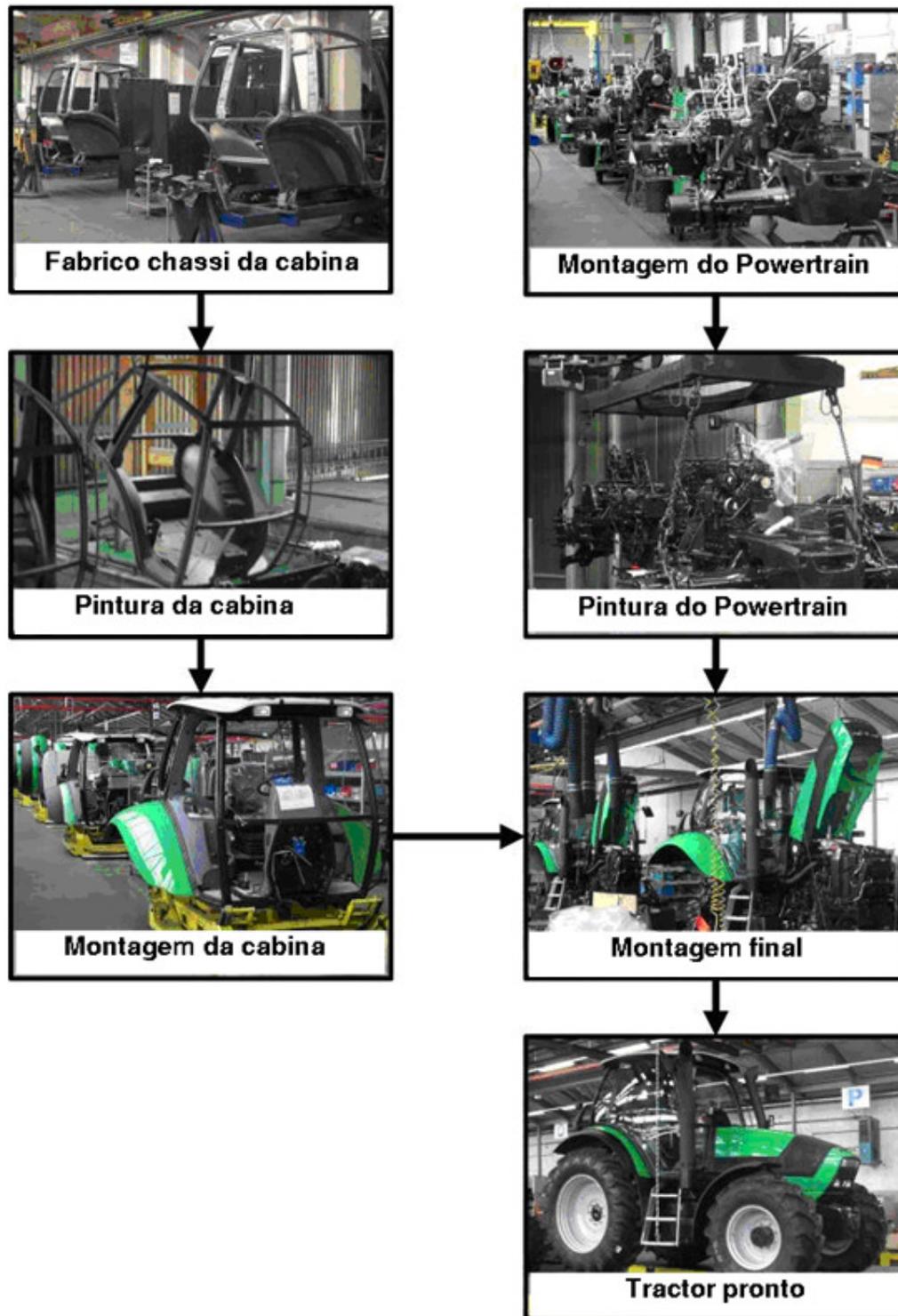


Figura 8 - Montagem do Trator

A Figura 8 mostra de forma sucinta os principais processos de montagem de um trator. A montagem dos tratores começa com a soldadura do chassi da cabina. Quando o chassi da cabina

estiver completo vai para a pintura, mas antes é limpo, num sistema de imersão e posteriormente pintado de preto, Figura 9.



Figura 9 - Pintura da cabina (reproduzido de deutz-fahr.com, 2012)

Depois de a cabina estar pintada, é colocada na área de produção e montada sobre uma base que entra num carril que se desloca ao longo de toda a linha de produção das cabinas, Figura 10.



Figura 10 - Montagem da cabina

Aí vão ser montados os componentes tais como tejadilho, vidros, manípulos, pedais, cablagem e outros componentes elétricos. Quando a cabina estiver completa, é então levada para a linha de montagem final.

Ao mesmo tempo numa linha de montagem paralela é montado o powertrain (motor, transmissão, embraiagem eixo dianteiro, bomba hidráulica e tomadas de força), todos estes componentes são comprados a marcas especializadas, DEUTZ AG, ZF AG, Carrarodrivetech, Voith e Bosch Rexroth que com o tempo se tornaram as melhores no fabrico desses componentes.

O motivo para o grupo SDF não fabricar esses componentes é que estas marcas já têm um elevado know-how e já se tornaram “líderes do mercado” sobre o fabrico dos mesmos.

A montagem do powertrain começa com a transmissão traseira da marca ZF AG. É montado o motor DEUTZ AG que vem de uma estação de pré-montagem, onde foi montada a embraiagem Voith. Entra agora sobre o carril da linha de montagem onde vai ser montado é montado o eixo de transmissão frontal Carraro Drive Tech, os tubos para os sistemas de hidráulicos (suspensão do eixo da frente, sistema de refrigeração e válvulas de controlo), o sistema pneumático e o sistema de travagem. A meio dessa mesma linha de monta-se o cardan de ligação ao eixo da frente a tomada de força dianteira, as ligações aos filtros e saídas hidráulicas.

Esse conjunto entra posteriormente numa cabine de pintura onde vai ser pintado de preto e depois segue para a linha, montagem final, onde se vai fazer a união dos dois conjuntos finais, powertrain e da cabina.

Para terminar é montado o sistema de refrigeração, o capô, a cabina e as rodas. O trator está acabado e vai para o controlo de qualidade onde fica sujeito a muitos testes e verificação dos principais componentes mecânicos e elétricos.



Figura 11 - Modelos produzidos em Lauingen

Devido às novas alterações, atualmente são fabricados 146 tratores por semana de todas as marcas do grupo (Figura 11) com um tempo de ciclo de 16 minutos. No total estão a ser montados 42 tratores nas 3 linhas de montagem, na linha da montagem do powertrain estão a ser montados 11

tratores, cada um demora 2.30h, na linha de montagem das cabinas estão a ser montadas 20 cabinas e na linha de montagem final estão 19 tratores.

Cada trator demora em média nas três linhas de montagem 12h, que dá 5h na linha de montagem da cabina, 2h na montagem do powertrain e 5h na linha de montagem final

A produção só tem um turno que faz com que varie o número de unidades por dia pois na sexta-feira o turno apenas trabalha de manhã, que dá um total de 40 horas semanais. De segunda a quinta-feira nas 8.45h de trabalho são fabricados 32 tratores por dia e na sexta-feira nas 5.00h de trabalho são fabricados 18 tratores. Em 2011, a fábrica de Lauingen produziu um total de 5000 tratores mas o grupo SDF pretende em breve aumentar a produção diária para 35 unidades.

3.4 Desenvolvimento de Protótipo

O DEUTZ-FAHR Agrottron TTV 7250 é novo modelo de alta potência, 260 hp, com transmissão de variável contínua e com design da empresa Italdesign Giugiaro S.p.A., a introdução do novo modelo coincide com Tier 4i, as normas padrão de emissões para motores que entrou em vigor em 2011.

Em 2011 a DEUTZ-FAHR, em parceria com a DEUTZ AG, apresentou o seu novo motor baseado na tecnologia SCR¹¹, com um sistema de injeção de AdBlue para o tratamento dos gases de escape que origina uma redução significativa das emissões, o que o torna um motor mais limpo e com menos poluentes para cumprir as novas normas Europeias.

O Agrottron TTV 7250 tem potência de 263/194 hp / kW, com alto binário, baixo consumo, o novo motor DEUTZ TCD 4 válvulas turbo diesel 6.1 L6 Tier 4i que oferece elevada potência para as tarefas mais exigentes. A pressão no sistema de injeção de AdBlue aumentou de 1600 bar para 2000 bar, o que origina melhorias consideráveis no fornecimento de energia e de consumo de combustível, quando combinado com o turbo compressor, obtém-se uma resposta do motor otimizada e eficiente. As alterações do motor deram origem a uma otimização da transmissão que respondeu com alterações de carga de tração e de segurança; o novo modelo é equipado com o PowerCom V o novo sistema de gestão de controlo, que foi re-projetado e atinge uma velocidade máxima de 60 k/h, o que significa que pode alcançar 50 k/h com uma velocidade do motor de 1650 rpm, a caixa de velocidades reconhece as forças atuantes respondendo adequadamente às mesmas, e o semieixo é extensível para poder trabalhar com rodado duplo.

¹¹SCR - Selective Catalytic Reduction (Redução catalítica seletiva)

A tomada de força PTO¹² tem acionamento electro-hidráulico, três velocidades 540E/1000/1000E, deteção da carga no arranque, e escolha de duas velocidades económicas, sendo, uma delas à menor velocidade do motor.

O sistema hidráulico está equipado com um depósito de óleo independente e com um sistema hidráulico Load Sensing capaz de fornecer uma taxa de fluxo de óleo de 160 litros por minuto, que possibilita controlar até sete distribuidores de acionamento elétricos (com regulação de tempo de funcionamento e caudal), cinco traseiros e dois dianteiros. O sistema de travagem POWERBRAKE representa a referência para o conforto do operador e capacidade de travagem, o travão de mão eletrónico (EPB)¹³, com função de travagem inteligente, regula a força de travagem de acordo com a carga em conjunto com o controlo ativo da transmissão, TTV.

A nova cabina MaxiVision tem um aspeto mais ergonómico, quando Giugiaro pensou no design da cabina teve como principal objetivo o espaço, conforto e a operação intuitiva do condutor.

O novo braço multifuncional permite controlar todas as funções do trator, a partir de um joystick confortável e de teclas programáveis para ISOBUS, tem um novo monitor com ecrã tátil, o iMonitor, que está disponível em dois tamanhos 8" e 12,8" e já está preparado para o controlo de dispositivos ISOBUS, sistemas de rastreamento por GPS¹⁴, ou exibição de câmaras.

No interior da cabina o volante é ajustável, o assento é mais largo para o condutor, o banco do passageiro é estofado a couro, tem compartimentos de arrumação, prateleiras extras, controlo automático da temperatura, painel de controlo inteligente das luzes de trabalho. O pára-brisas é apenas uma peça para uma melhor visibilidade e reduzir o ruído no interior da cabina.

Para completar o conceito inovador da cabina, a nova grelha frontal também foi redesenhada, mais robusta e com iluminação LED¹⁵ [34].

3.4.1 Redução Catalítica Seletiva

A redução catalítica seletiva (SCR) é o processo com que se consegue reduzir as emissões de Nox à saída dos gases de escape (Figura 12), podendo assim cumprir os máximos autorizados por as novas normas europeias de emissões de gases. Esta tecnologia baseia-se na injeção pós combustão de uma solução aquosa de 32,5 % de ureia, denominada AdBlue® para que se produza uma redução catalítica à saída dos gases de escape [35].

De um modo geral, o sistema de Redução Catalítica Seletiva (SCR) faz a conversão dos óxidos de nitrogénio (NOx) por meio da injeção de uma substância química denominada Arla 32

¹²PTO - Power Take Off (Tomada de potência)

¹³ EPB – Electric Park Brake (Travão de mão elétrico)

¹⁴GPS - Global Positioning System (Sistema de posicionamento Global)

¹⁵ LED - Light Emission Diode (Diodo emissor de luz)

(Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo), que tem como base a água e a ureia, dentro do escape, para que seja feito um pós-tratamento dos gases de escape. Os produtos resultantes nesse processo serão nitrogênio puro e o vapor de água, que não causam danos quando expelidos na atmosfera [36].

Para utilizar o AdBlue®, os tratores têm dois depósitos separados, um para o combustível e outro para o AdBlue® que está dimensionado para equivaler a dois depósitos de combustível, uma bomba que faz a sucção do líquido, uma válvula controladora, um injetor acoplado diretamente no escape, uma unidade de controlo que faz a conversão entre o motor e o catalisador, e uma sonda colocada na saída do escape para medir os gases que estão a ser libertados [35].

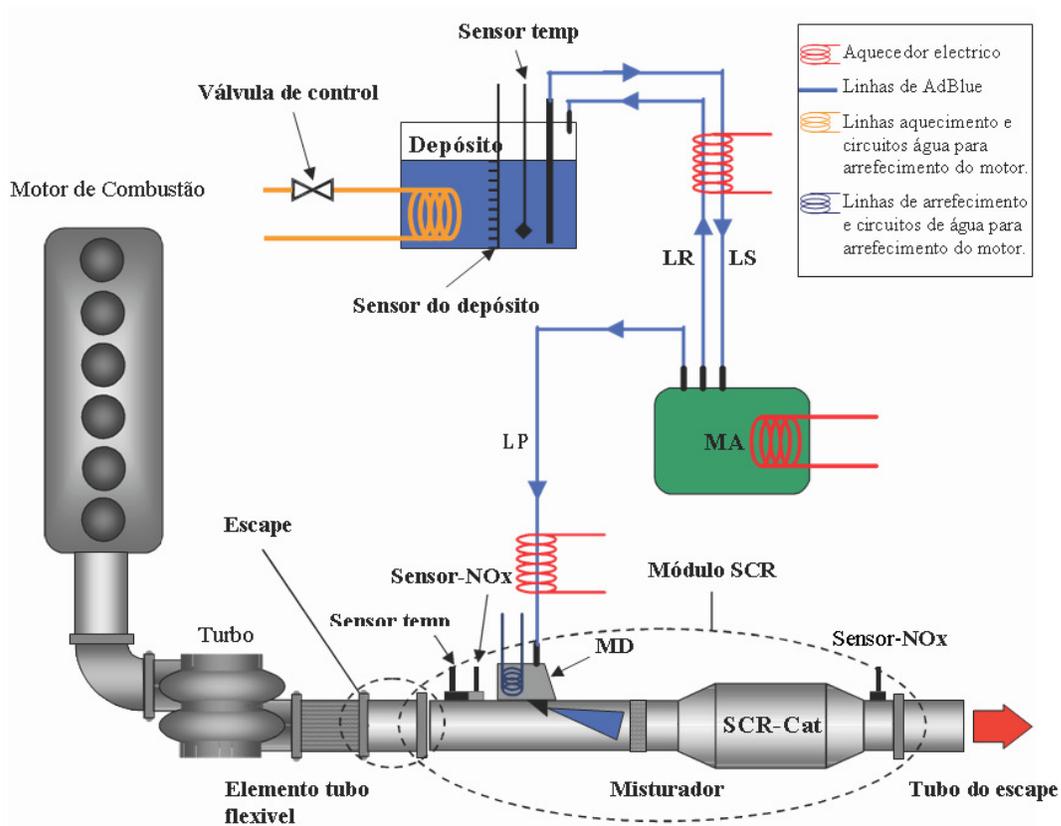


Figura 12 - Esquema ilustrativo do SCR-System

Tabela 4 - Legenda

Componente	Abreviatura
• Módulo de alimentação	MA
• Módulo de doseamento	MD
• Linha de pressão	LP
• Linha de refluxo	LR
• Linha de sucção	LS

3.5 Montagem do Protótipo

O fabrico do protótipo é feito para validar um produto com relação a todas as suas características técnicas de legislação, componentes e aplicação das tecnologias de produção.

O fabrico do protótipo dividiu-se em três fases: construção da nova cabina, montagem do powertrain e depois a montagem da cabina no powertrain. Estas três fases foram observadas e corrigidas, por dois técnicos do R&D da Alemanha, por um Técnico do gabinete de produção, por os chefes das três linha de montagem e por dois Engenheiros (Mecânico, Eletrónico) da SDF Itália, pois o novo modelo foi projetado e desenvolvido pelo R&D da SDF Itália.

A primeira fase começou com o fabrico do chassi da nova cabina MaxiVision, com Referência N.º 0.018.7729.3 e com o armazenamento dos seus componentes nos respetivos postos para posteriormente seguir uma sequência de montagem idêntica à dos outros modelos.

O chassi da nova cabina foi soldado sem problemas pois o chassi é o único componente reaproveitado do modelo anterior mas teve algumas modificações na zona frontal onde foram removidos os suportes para o vidros inferiores devido ao vidro frontal da cabina Maxyvision ser um só, para proporcionar uma maior visibilidade e diminuir o ruído no seu interior. Posteriormente o chassi é pintado e está pronto para entrar na linha de montagem das cabinas. Às 14.30h, do dia seguinte começa a montagem da cabina, uma hora antes do encerramento da produção, para alguns operários ficarem a adiantar a montagem das cablagens elétricas, da plataforma do volante (Figura 13), e das consolas laterais, para que no dia seguinte a cabina pudesse chegar ao final da linha sem causar paragens.



Figura 13 - Plataforma do volante

A nova cabina MaxiVision sofreu grandes alterações de design no interior (Figura 14), no exterior e nos componentes elétricos, alterando quase por completo toda a cabina, o que origina processos de aprendizagem lentos e longos períodos para obter a capacidade do processo.



Figura 14 - Interior da Cabina MaxiVision

No dia seguinte na abertura da linha são montados, o tejadilho, assento, vidros e faróis, mas chega ao final da linha só com 75% dos componentes montados, devido à falta desses componentes. É levada para a oficina do R&D para posteriormente ser montado o apoio do braço com command control (Figura 15), o imonitor e os outros componentes em falta após a receção dos mesmos.



Figura 15 - Apoio do braço com Command Control

O powertrain foi montado dois dias depois da cabina, mas antes de entrar na linha de montagem o técnico deparou-se com um problema, devido à má localização do termóstato que impossibilita a fixação do tubo de óleo na entrada do motor. Para solucionar o problema no protótipo foi adicionado um aumento na entrada do tubo para possibilitar a ligação, quanto à saída do tubo não tem problema pois vai ligar a um tubo flexível, foram registadas fotografias e as devidas anotações técnicas para posteriormente corrigir os desenhos técnicos e mandar para o fornecedor para este proceder às alterações da geometria do tubo.

A montagem do powertrain começou numa estação de pré-montagem. Nessa estação montou-se a embraiagem e o bloco de fixação ao motor DEUTZ AG seis cilindros em linha modelo Tier 4i TCD6.1L06 com 260 hp, com Referência N.º K9.K4319.01.0, (Figura 16) para quando entrar na linha de montagem este possa ser devidamente montado na transmissão traseira.



Figura 16 - Motor DEUTZ TCD6

O início da montagem na linha dá-se com a entrada da transmissão traseira (Figura 17) que é fabricada pela ZF AG de Friedrichshafen na Alemanha, modelo é S-Matic, com Referência N.º 0.0186204.4 e começou-se por ligar as tubagens para o distribuidor de óleo Oleomec e as válvulas de controlo.



Figura 17 - Transmissão ZF modelo S-Matic

A meio da linha de montagem, montou-se o eixo de transmissão dianteiro que é fabricada pela Carraro Drivotech em Pádova Itália o modelo é o CA20.45 e a Referência N.º 0.015.7605.4, (Figura 18).

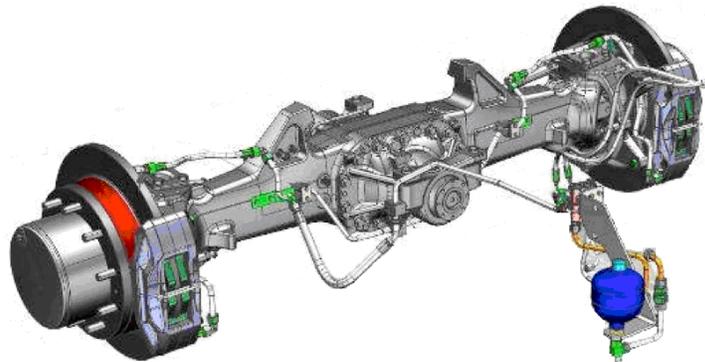


Figura 18 - Eixo Carraro Drivotech CA20.45

Após a saída da linha de montagem do powertrain, devido ao facto do powertrain ainda não estar totalmente montado fica estacionado no parque antes de seguir para a pintura pois assim os operários podem terminar de montar o powertrain sem prejudicar a linha de montagem. Ainda no parque começam a ser montados os suportes para o depósito de combustível, para as escadas de acesso à cabina e os apoios da suspensão da cabina, onde se deparou alguns erros de toleranciamento geométrico que têm de ser registadas para posteriormente o R&D fazer as respetivas alterações nos desenhos técnicos e enviar para os fornecedores. Após a pintura do powertrain este entra na linha de montagem final onde vai ser montado o sistema de refrigeração, o depósito de combustível e depósito do AdBlue (Figura 19).

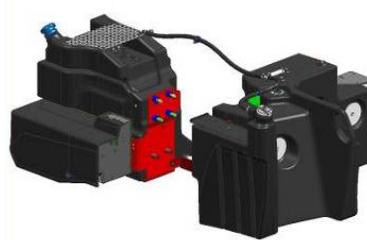


Figura 19 - Depósito de combustível e depósito do AdBlue.

A meio da linha de montagem final é montado o escape com o SCR (Figura 20), o capô projetado por Giugiaro da Italdesign e fabricado na Modelcar Itália. Por fim é montada a cabina MaxiVision e feitas todas as ligações dos seus componentes como travão de mão, tubos de óleo, tubos para o ar condicionado e cabos elétricos.



Figura 20 - Escape + SCR

Após a montagem mas ainda na linha é adicionado o combustível o AdBlue, o óleo do motor, óleo da transmissão, líquido refrigerante, programação do travão de mão elétrico e são verificadas todas as ligações hidráulicas.

Toda a montagem do protótipo foi registada fotograficamente para posteriormente se pensar num método de produção em massa, e eliminar algumas das dificuldades provenientes da montagem do protótipo, para não se perder muito tempo quando o novo modelo (Figura 21) for implementado na linha de produção.



Figura 21 - DEUTZ-FAHR Agrotion TTV 7250

3.6 Fornecedores

O grupo SDF já é detentor de um grande portfólio a nível de fornecedores, tanto de equipamentos como de componentes, peças e matéria-prima, onde tenta estabelecer uma relação sólida, criando assim níveis de exigência que permitam a obtenção de desempenhos por parte dos fornecedores que correspondam às elevadas expectativas da empresa. São realizadas avaliações individuais a cada fornecedor utilizando vários parâmetros, tanto qualitativos como quantitativos.

A seleção de fornecedores depende de uma variedade de fatores, tendo estes pesos diferentes dependendo da estratégia de negócio a adotar e das necessidades reais da empresa [37].

- **Preço** - Não se deve olhar unicamente para os preços praticados por um fornecedor. Há valores que estão implicados que não são quantificáveis no imediato, sendo de grande importância para a empresa.
- **Qualidade** - A qualidade dos fornecedores tem de ser consistente com as expectativas da empresa, os equipamentos têm de estar de acordo com as especificações e conforme as normas aprovadas pela empresa, também devem assegurar a qualidade na implementação dos equipamentos na fábrica.
- **Capacidade Logística** - Os fornecedores têm de ser capazes de cumprir prazos e ter flexibilidade para proceder a alterações nos pedidos do cliente.
- **Interação dos Fornecedores com os Clientes** - Este fator é de extrema importância, principalmente em negócios que envolvam acompanhamento por parte dos fornecedores, do seu produto, no cliente. Uma parceria forte, a nível comunicativo e de confiança, beneficia tanto o cliente como o fornecedor.
- **Inovação** - É muito importante que os fornecedores estejam atualizados, com um grau de inovação na sua área que permita criação de valor para assegurar a competitividade.
- **Sustentabilidade Financeira** - É do interesse do cliente saber se o fornecedor tem sustentabilidade financeira para assegurar as suas necessidades.
- **Fiabilidade** - O cliente espera que os equipamentos, peças e componentes tenham a fiabilidade desejada.

Para a nova linha de produção, após se ter uma clara noção do que se pretende e ter identificado potenciais fornecedores, realiza-se uma pré-consulta junto desses mesmos potenciais fornecedores, onde o cliente, neste caso o grupo SDF, faz uma exposição do pretendido com a finalidade de obter um feedback por parte do fornecedor relativamente a novos processos industriais, novas tecnologias e ideias inovadoras.

Para peças e componentes do novo modelo o grupo SDF tem um fornecedor por cada três peças, e a maior parte dos fornecedores são de Itália e Alemanha. O R&D de Itália é quem vai acompanhar o desenvolvimento das novas peças com os fornecedores. Nas peças que sofrem modificações são corrigidos os desenhos técnicos e registadas fotograficamente os erros pelo R&D da SDF Lauingen, para enviar ao R&D SDF Treviglio, para este enviar as respetivas alterações ao fornecedor e acompanhar as modificações. O elevado número de fornecedores está diretamente ligado a fatores de rotura de fornecimento de peças por falta de matéria-prima no fornecedor ou devido a problemas de logística, afetados por as condições climatéricas ou por catástrofes naturais que por vezes obrigam ao encerramento temporário da produção que se reflete em efeitos negativos para o grupo SDF.

4. Caso de estudo

4.1 Layout

4.1.1 Definição do Layout da Fábrica

O layout vai ser melhorado e modificado de forma a se poder aplicar novos métodos, usar novas ferramentas e de forma a poder receber as novas peças, para estas não darem origem a um constrangimento da linha de produção.

Quando se pretende modificar o layout, tem de se ter em conta as alterações do novo modelo que se quer montar, o tipo de processo que irá ser utilizado na montagem e o volume de produção. Numa nova linha produtiva pretende-se que haja eliminação de transportes, redução da distância de transporte de componentes, redução do ciclo de produção, racionalização dos movimentos, redução do stock de work-in-process (WIP)¹⁶, aumento da eficiência da produção e aceleração da implementação da produção just-in-time (JIT)¹⁷.

Com recurso às novas tecnologias pode-se analisar e simular diferentes arranjos do layout a partir de modelos virtuais sem a necessidade da mudança física, pode ser desenhado o modelo virtual em CAD e depois trabalhar a área disponível da forma mais adequada. Para decidir quanto a modificação do layout, têm que ser ponderados alguns fatores de extrema importância para que se chegue a um layout final e sua respetiva aprovação. Esses fatores têm a ver com o espaço, recursos e ligações que se tem disponível na fábrica (Figura 22 e Figura 22) para as novas peças e para implementação de novos equipamentos e ferramentas.

¹⁶WIP - Work-in-process (Trabalho em curso de fabrico)

¹⁷JIT - Just in Time (No momento exato)

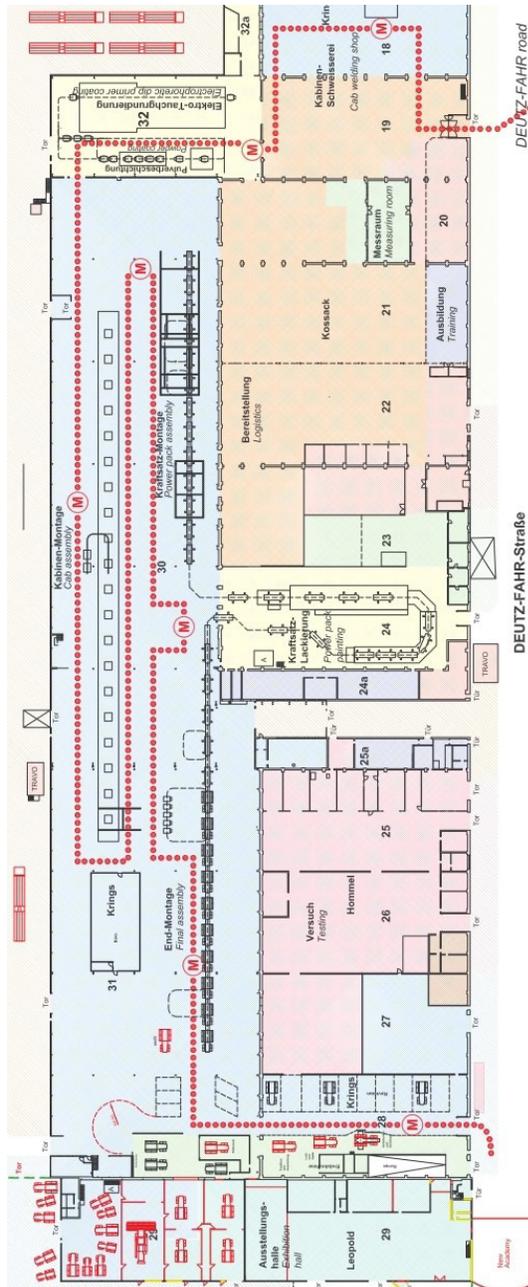


Figura 22 - Layout da produção



Figura 23 - Layout da produção

- **A** - Montagem da embraiagem
- **B,G** - Linha de montagem do powertrain
- **C,M** - Linha de montagem das cabinas.
- **G** - Estufa de pintura do powertrain
- **H,P** - Linha de montagem final
- **N,O** - Escritório da produção

- **O,P,Q** - Área de picking de peças

4.1.2 Definição do Layout da Linha

Na montagem é típico usar o layout em linha. Este layout tem como foco principal facilitar a adição de novas estações na linha de produção já que o planejamento estratégico da empresa tem a necessidade, de novos postos de trabalho, devido ao fabrico de novos modelos para acompanhar as tendências do mercado.

O layout das três linhas de montagem é composto por trinta e oito estações no qual uma passarela rolante movimenta a velocidade constante o que está a ser montado na linha. Em cada estação podem trabalhar de um a dez operários, de acordo com o balanceamento e com a característica da atividade que vai ser realizada. Algumas estações são responsáveis por agregar componentes ao trator, enquanto outras apenas terminam a montagem.

As linhas de montagem do powertrain, cabina e montagem final estão dispostas em forma de I e as linhas de pintura estão dispostas em forma de U como podemos ver na Figura 22 .

A linha de montagem do powertrain é composta por onze estações nas quais trabalham cinquenta e três operários responsáveis pela montagem da transmissão traseira no motor e do eixo da frente. A linha de montagem da cabina é paralela à anterior, e é composta por catorze estações nas quais trabalham cinquenta e cinco operários que são responsáveis pela montagem completa da cabina. A linha de montagem final é composta por treze estações nas quais trabalham cinquenta e cinco operários que são responsáveis pela montagem da cabina no powertrain, adição de lubrificantes, montagem das rodas e verificação do correto funcionamento do motor como de todos os outros componentes.

O desenvolvimento dos novos modelos com motorização Tier 4i, levou a pensar na alteração do layout devido ao armazenamento dos novos componentes, pois a curto prazo iriam restringir as estações de pré-montagem, e as suas linhas. Para libertar espaço começou-se por recuperar o espaço disponível no andar inferior da fábrica (Figura 24), criar meios de transporte rápidos e seguros, para posteriormente instalarmos as novas estações de pré-montagem dos sistemas de refrigeração e armazenamento desses componentes pois era uma zona com grande espaço que não estava a ser aproveitada e com fácil acesso, via aérea ao seu posto de montagem na linha.

Depois de concluída toda a mudança e o armazenamento dos componentes do sistema de refrigeração para o andar inferior da fábrica, libertou-se muito espaço junto às linhas de montagem e assim pode-se armazenar os novos componentes e criar as novas estações de pré-montagem necessárias.

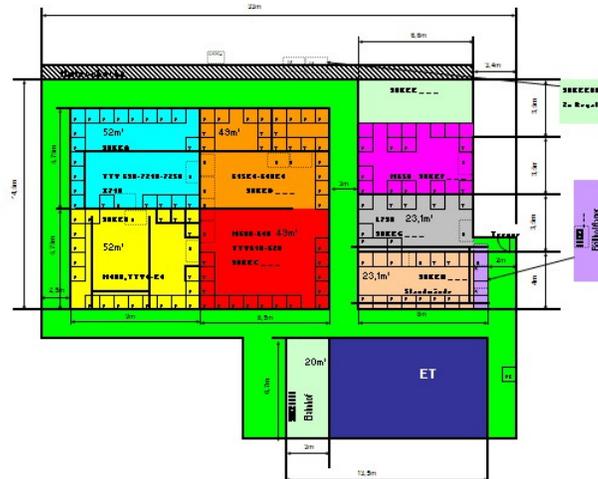


Figura 24 - Layout das estações de pré-montagem dos sistemas de refrigeração.

No posto sete da linha de montagem do powertrain foi necessário criar uma estação de pré montagem para os discos de travão no eixo da frente, devido ao facto de serem componentes pesados e para evitar o desperdício em sobre deslocação, nos modelos anteriores não era necessário pois estão equipados com travões com discos em banho de óleo e comando hidrostático.

Para criar a estação de pré-montagem dos discos tivemos que libertar espaço e deslocamos a estação de pré-montagem do sistema pneumático da suspensão da cabina para uma zona que ficou desocupada após a deslocação dos sistemas de refrigeração para o andar inferior da fábrica. A Figura 25 mostra o layout da nova estação de pré-montagem e o espaço disponível para a estação de pré-montagem dos discos na linha de montagem do powertrain.

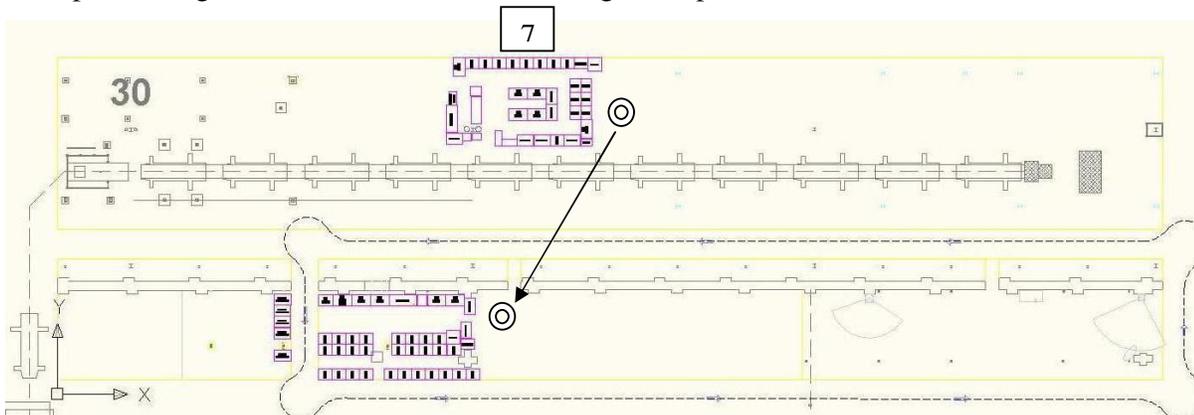


Figura 25 - Layout das células de montagem do sistema pneumático da suspensão da cabina.

4.1.3 Definição do Layout das Células

Devido às restrições do espaço fabril optou-se numa primeira fase por modificar a configuração da zona de montagem das bombas hidráulicas. Tornou-se necessário modificar as células de montagem das bombas hidráulicas, para promover uma melhor comunicação entre os operários, permitir que os operários desempenhem diferentes operações, facilitar o balanceamento de produção e para utilizar melhor o espaço disponível pois estas células estão na zona de armazém.

Pensou-se no layout em célula do tipo “U”, que é tipicamente usado para ambientes de produção JIT. No layout tipo “U”, as máquinas e estações de trabalho são orientadas em forma de U, na ordem aproximada em que as operações de produção são realizadas seguindo assim uma lógica de fluxo linear. Os operários trabalham dentro do U e um mesmo operador pode supervisionar a entrada e saída da linha. O espaço central do U torna-se uma área de troca de informações e aprendizagem entre os operários. O fluxo de produção e a movimentação dos operários pode ser no sentido horário ou anti-horário. A cada produto que sai da linha de produção um novo componente ou matéria-prima entra na linha. Este tipo de layout explora a geometria da linha, visando minimizar distâncias e conseqüentemente o tempo de transporte de materiais e o movimento de operários [38]. No layout tipo “U”, o operário, controla várias máquinas ou processos diferentes, e trabalha em diferentes estações visitando-as apenas uma vez em cada ciclo de produção.

Após um vasto estudo, simulação e discussão com os operários da linha chegou-se ao resultado apresentado na Figura 26:

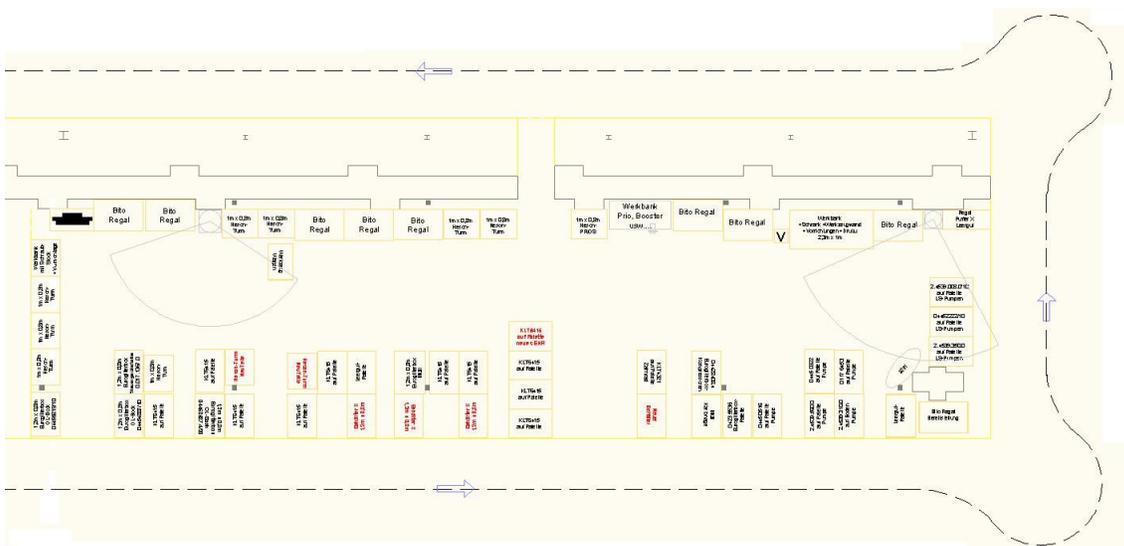


Figura 26 – Células de montagem das bombas hidráulicas.

4.2 Aplicação de Lean Manufacturing em layouts

4.2.1 Aplicação de Lean Manufacturing

Um layout eficiente é aquele que permite o abastecimento de peças na linha de montagem sequenciada e que permite de uma forma direta satisfazer todos os operários que nele irão trabalhar. Quando se estuda um layout o fator principal é o aumento da produtividade, mas deve-se também ter em conta aspetos como:

- Segurança
- Deslocamentos
- Flexibilidade
- Abastecimentos
- Identificação do estrangulamento da linha
- Áreas ocupadas
- Corredores
- Acessos

Ao aplicar as boas práticas de lean nos layouts para obter eficiência, têm que ser observados uma série de itens:

- Máquinas e postos de trabalho devem estar perto para minimizar o deslocamento dos operários;
- Remover os obstáculos dos operários;
- Eliminar espaços e superfícies onde se possam acumular stocks;
- Usar a força da gravidade para mover materiais e encaixar peças;
- Manutenção das ferramentas o mais próximo possível dos postos de trabalho;
- Formar os operários para a devida utilização das ferramentas;
- Assegurar as normas de segurança;

Ao observar pormenorizadamente as linhas de produção pode-se verificar vários desperdícios sendo o objetivo do lean eliminá-los, estes objetivos podem ser qualitativos ou quantitativos.

Qualitativos – Projeto ou modificação de processos de produção e suporte logístico: fluxo do operário e da peça; flexibilidade das linhas de produção e operários consoante a procura; separação e padronização da manufatura e tarefas da logística;

Quantitativos – Baixo tempo de processamento em cada posto para evitar operários estáticos; alta flexibilidade de modo a ajustar o trabalho semanal à procura do cliente; alta e constante produtividade do operário; redução da área ocupada. Esta teoria pode ser aplicada para alterar uma linha já existente ou então, para criar uma de raiz. Neste caso, alteração de uma linha já existente, deve primeiramente saber-se qual o estado da linha, respondendo a questões relacionadas com os três fluxos:

- Operador
- Material
- Informação

Relativamente ao fluxo do operário devem ser colocadas as seguintes questões:

- Pode o operário mover-se diretamente e eficientemente de um posto para outro quando acrescenta valor ao produto. O que impede o operário de o fazer?
- O operário trabalha de uma forma repetida e consistente em cada ciclo?
- Está a distribuição de trabalho uniforme para cada operário?

Relativamente ao fluxo de material devem ser colocadas as seguintes questões:

- Pode a peça mover-se diretamente de um posto para outro?
- Estão as operações acopladas a outras que são efetuadas em estações de pré-montagem?

Relativamente ao fluxo de informação devem ser colocadas as seguintes questões:

- Qual o volume das instruções de produção?
- Qual a velocidade com que as avarias ou anomalias são conhecidas?
- Quais as ferramentas utilizadas quando existem anomalias ou problemas?

Após serem respondidas as questões acima mencionadas, as respostas devem ser analisadas. O simples facto de analisar estas questões poderá permitir de uma forma fácil melhorar o layout existente.

No caso do projeto de uma linha Lean o primeiro aspeto a ter em conta é o fluxo do operador e só depois o layout. Na Figura 27 podem ser vistas as etapas seguidas desde a análise da procura até ao projeto de sistemas auxiliares de produção.

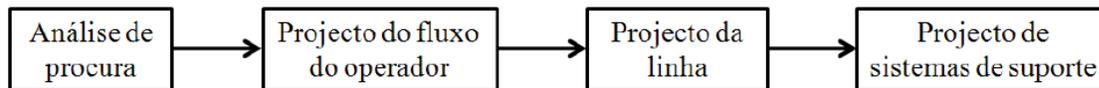


Figura 27 - Esquema de análise do projeto do layout após pensamento Lean.

Assumindo os inconvenientes (espaço e manutenção), uma vez que o fluxo de cada operário é conhecido antes do projeto do layout, de uma forma simples pode-se reorganizar os equipamentos para estes se ajustarem ao fluxo de cada operário podendo os equipamentos estar ligeiramente distantes entre si sempre que o operário que executa a operação for diferente. Estes espaços podem não ser considerados desperdício, uma vez que poderão servir para colocar stock mínimo entre operários. Com este conceito é pretendido que facilmente se ajuste o layout consoante a procura do cliente.

4.2.2 Tempo requerido pelo cliente

Quando a empresa recebe uma encomenda, o cliente estabelece um prazo e uma quantidade. Assim, será necessário converter estes números de modo a que sejam entendidos de uma forma fácil, para identificar se os prazos estão ou não a ser cumpridos. Tem-se então o tempo requerido pelo cliente (Customer Takt Time – CTT)¹⁸, que é o tempo em que deve ser produzido uma peça ou produto, baseado no ritmo de vendas, para atender a procura dos clientes.

O “Customer Takt Time” corresponde ao ritmo de produção necessário para atender a procura (a palavra alemã takt corresponde ao ritmo musical), ou seja, o tempo de produção que se tem disponível pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda. Taiichi Ohno define o Takt Time como “o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia” [39].

Para exemplificar, deve-se supor um determinado produto a ser produzido num tempo disponível de produção (tempo disponível = tempo total – paragens programadas), ou seja, tem-se

¹⁸ CTT - Customer Takt Time (Tempo requerido pelo cliente)

31980 segundos de tempo disponível para produzirmos 32 unidades diárias (conforme demanda programada); o CTT será o tempo obtido pela divisão de 31980 segundos pelo número unidades dia, 32 unidades, que corresponde a 999 segundos para cada unidade produzida (a cada 16,7 minutos temos um produto acabado na linha de montagem final).

Tabela 5 - Cálculo do Takt Time

Takt Time					
Nota:		32 Tratores dia			
Tempo disponível		Demanda			
Turnos / dia	1	turno	Demanda / dia	32	tractors
Horas / dia	9,38	horas			
Tempo disponível / turno	578	minutos			
Pequeno almoço / turno	15	minutos			
Almoço / turno	30	minutos	Tempo de trabalho / dia	31980	segundos / dia
Tempo de paragem planeado / turno	0	minutos	Demanda / dia	32	tractores / dia
Tempo de trabalho / turno	533	minutos			
Tempo de trabalho / turno	31980	segundos			
Tempo de trabalho / dia	31980	segundos	takt time =	999	seconds / piece

Takt Time					
Nota:		28 Tratores dia			
Tempo disponível		Demanda			
Turnos / dia	1	turno	Demanda / dia	28	tractors
Horas / dia	9,38	horas			
Tempo disponível / turno	578	minutos			
Pequeno almoço / turno	15	minutos			
Almoço / turno	30	minutos	Tempo de trabalho / dia	31980	segundos / dia
Tempo de paragem planeado / turno	0	minutos	Demanda / dia	28	tractores / dia
Tempo de trabalho / turno	533	minutos			
Tempo de trabalho / turno	31980	segundos			
Tempo de trabalho / dia	31980	segundos	takt time =	1142	seconds / piece

O Customer Takt Time é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas. Este indicador do ritmo de produção é uma referência que mostra a velocidade necessária em cada processo e assim verificar o que é necessário fazer para melhorar o processo [40].

4.2.3 Tempo de ciclo objetivo

Por outro lado, sabendo que nas linhas de produção existem perdas, é necessário multiplicar este tempo pelo (Overall Equipment Effectiveness – OEE)¹⁹, que é estabelecido com base nas perdas existentes nas linhas. Após multiplicação do CTT pelo OEE obtém-se o Tempo de ciclo

¹⁹OEE - Overall Equipment Effectiveness (Índice global de eficácia dos equipamentos)

objetivo (*Target Cycle Time - TCT*)²⁰. O gráfico ilustrativo destas definições pode ser visto no Gráfico 4.

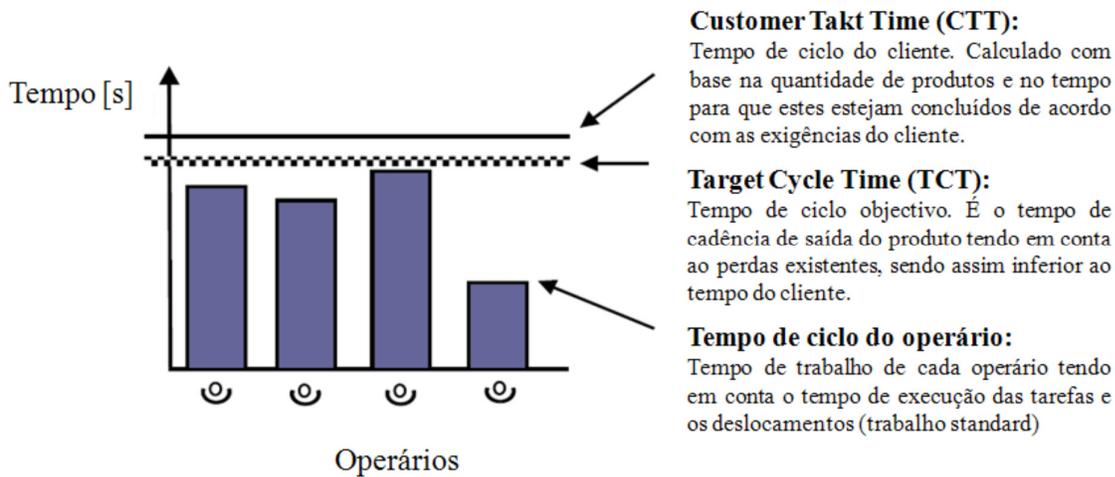


Gráfico 4 - Comparação entre pedido do cliente e tempo de ciclo alvo.

Do mesmo modo que as perdas de produção relacionadas com os equipamentos têm três origens, o *Overall Equipment Effectiveness* é composto por três fatores representativos dessas três origens:

- Disponibilidade
- Eficiência
- Qualidade

Um modo simples de apresentar o conceito do OEE é através da definição da “Máquina Perfeita” [41]:

Se durante um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima definida, então diz-se que operou com 100% de eficácia global.

²⁰ TCT - Target Cycle Time (Tempo de ciclo objetivo)

O OEE é obtido pela multiplicação dos três fatores numéricos representativos (Figura 28):

- Disponibilidade do equipamento para produzir;
- Eficiência demonstrada durante a produção;
- Qualidade do produto obtido.



Figura 28 - Os três fatores do OEE

Para uma melhor compreensão é mostrado o seguinte exemplo [41]:

Uma linha de produção produziu 90% de produtos bons à primeira e funcionou durante 90% do tempo planeado (10% de paragens não planeadas) a uma cadência média de 95% da cadência programada; então, obteve uma eficácia global de $90 \times 90 \times 95 = 77\%$.

Para o cálculo de tempo de ciclo, apenas é necessário multiplicar o *CTT* pelo *OEE*.

$$TCT (s) = CTT (s) \times OEE \quad (1)$$

Tabela 6 - Tempo de ciclo objetivo para a produção diária de 28 e 32 tratores

Produção tratores/dia	Expressão	Tempo de ciclo objetivo
28	$TCT = 1142 \times 77 =$	879,34 s
32	$TCT = 999 \times 77 =$	769,23 s

4.2.4 Cálculo do número mínimo de operários

O valor calculado fornece um valor mínimo de operários que a linha deverá ter.

$$\text{Número mínimo de operários necessários} = \frac{\text{Tempo total de fabrico do produto (s)}}{\text{TaktTime (s)}} \quad (2)$$

Tempo total de fabrico do produto (s) = 52 h = 187200 s

Tabela 7 - Cálculo do número mínimo de operários para a produção diária de 28 e 32 tratores.

Produção tratores/dia	Expressão	Nº mínimo de operários
28	$= \frac{187200}{1142} =$	163,92
32	$= \frac{187200}{999} =$	187,38

Na maioria dos casos o valor obtido não é um número inteiro, ou seja, poderá ser por exemplo 187,38. Ao colocar-se 187 operários na linha de produção cada operário terá um esforço suplementar e o tempo de ciclo será superior ao pretendido, o que provocará um ligeiro atraso em cada ciclo. No entanto ao colocar 188 operários, tem-se 0,62 a mais mas que não se pode evitar. Neste caso, o trabalho efetuado por cada operário estará mais folgado, e a produtividade será menor devido ao maior número de operários.

O cálculo do número mínimo de operários necessários para a linha de produção é simples. O tempo total de fabrico do produto não engloba as deslocações que cada operário terá de fazer, caso tenha de se movimentar entre postos. Assim, facilmente se constata que o valor obtido é um valor mínimo de referência, ou seja, para produzir a quantidade necessária, o número de operários nunca poderá ser inferior a 187, podendo ser superior.

A Tabela 8 mostra o número atual de trabalhadores em todos os setores da fábrica e justifica o resultado obtido para o número mínimo de trabalhadores.

Tabela 8 - Número de trabalhadores por setor

Produção diária	28 Tratores	32 Tratores
Solda da cabina	12,3	13,2
Pintura da cabina	3,5	3,9
Pintura capô	2,3	2,5
Montagem do powertrain	44,2	52,6
Pintura do powertrain	2,6	2,7
Montagem da cabina	47,8	57,1
Montagem final	44,4	56,7
Total	157	189

4.2.5 Rotatividade dos operários

Os operários devem ter rotatividade ao nível das tarefas a executar pois é um fator importante para a empresa e para o operário, ficando estes com um vasto know-how e para não estarem constantemente sujeitos a processos cíclicos. Para a empresa é um aspeto positivo, pois quando faltar um operário torna-se simples a rotatividade desse posto de trabalho. A flexibilidade funcional que abrange os empregados com formação apropriada faz que estes se possam adaptar rapidamente a novas atividades.

Numa linha de montagem sem auxílio de robôs em que o trabalho é efetuado por operários, um aspeto muito importante é saber qual a produtividade de cada um deles. Um determinado operário num posto pode não estar adaptado a esse trabalho e constantemente provocar perdas na linha de produção.

A rotatividade apresenta várias vantagens, permite minimizar a fadiga provocada pela monotonia da repetibilidade de tarefas. No entanto, existe uma grande discordância no número de diferentes postos que um operário deverá estar habilitado a fazer. O operário que efetua sempre a mesma tarefa torna-se especialista na mesma e quando efetua várias tarefas diferentes, normalmente em nenhuma delas tira a eficiência máxima. Por outro lado quanto maior o número de tarefas efetuadas por um mesmo operário mais ágil se torna, porque assim pode aplicar técnicas que aprendeu noutras tarefas, à tarefa em curso.

Por sua vez, é essa força de trabalho que leva a níveis de rendibilidade elevados que, permitem políticas salariais generosas. Por outro lado, são também conhecidos os custos que uma rotação “excessiva” de trabalhadores provoca. Entre outros exemplos, o processo de seleção de novos trabalhadores pode ser demorado e dispendioso. No período inicial de trabalho, o novo colaborador em geral apresenta níveis baixos de produtividade. Os investimentos feitos no capital humano dos trabalhadores que saem da empresa perdem-se, em alguns casos, podem até vir a beneficiar as empresas concorrentes.

4.3 Fase Pré Ramp-Up na Fábrica

4.3.1 Infraestruturas

Antes de proceder a qualquer tipo de implementação ou instalação é muito importante que o espaço esteja limpo e organizado, para facilitar todo o processo consequente.

Inicia-se com o revestimento do pavimento com uma pintura epóxica, para tornar o piso antiderrapante e para dar boa resistência à água, óleos e ácidos.

Para o bom funcionamento dos equipamentos de produção, é indispensável um bom planeamento das respetivas infraestruturas de apoio. Ao analisar-se o projeto, verifica-se, no layout, onde ficam situadas as várias saídas elétricas, pneumáticas e hidráulicas. Após a identificação exata destes pontos, empresas especializadas na montagem de equipamentos e infraestruturas com o apoio da equipa de manutenção da fábrica Electro Wkinzler irão começar os trabalhos de instalação de equipamentos, estruturas de suporte e de alimentação (elétrica, pneumática ou hidráulica).

Esta montagem deve ser feita por uma ordem sequencial, facilitando assim a sua instalação e não comprometendo outras infraestruturas independentes, pois um bom planeamento ao nível da montagem e instalação de infraestruturas é fundamental para o sucesso da implementação da linha de produção.

4.3.2 Testes de Capabilidade do Processo nas Instalações da Fábrica

Antes de proceder aos testes dos equipamentos, estes têm de estar em boas condições e com todas as ferramentas para uma utilização rápida e segura.

Para isso, os engenheiros trabalham intensivamente, durante vários dias, nas instalações, fazendo inúmeros testes às gruas, máquinas e aos processos envolvidos seguindo os procedimentos das checklists que estão no Anexo 1, 2 e 3.

É muito importante ter o controlo do processo produtivo de modo a que, cada vez mais, se previnam falhas no produto. A análise da capabilidade do processo produtivo é um procedimento para avaliar a capacidade de um processo de atender às especificações de uma determinada característica da qualidade do produto.

Apenas quando as condições ideais forem alcançadas se poderá começar a fazer os testes de capabilidade aos equipamentos e ao processo para se poder proceder à aprovação final do projeto. Assim que se verifique que os equipamentos e o processo estão capazes, pode-se então começar a produzir na nova linha com a fiabilidade pretendida.

4.3.3 Formação de Operários

O período de implantação teve como início a construção do protótipo em Abril de 2012, introduziu-se o primeiro protótipo na linha de montagem verificaram-se diversos problemas, como falta de peças, irregularidades geométricas, falta de toleranciamento em algumas peças, falta de equipamentos e ferramentas nas linhas de montagem.

A implantação do modelo na linha de produção foi em Julho de 2012. Nesta fase foram treinados os operários, que receberam as instruções das tarefas a realizar relativas ao processo de montagem, inspeções e utilização de novas ferramentas.

Este período foi caracterizado por:

- Escolha dos operários;
- Diagnóstico das máquinas e equipamentos;
- Desenvolvimento do treino dos operários;
- Acompanhamento dos operários pelo gabinete de R&D;
- Avaliação dos treinos;
- Implantação de indicadores e definição de máquinas chave;

4.3.5 Especificações Técnicas dos Equipamentos

Antes de serem adquiridos os novos equipamentos e as novas ferramentas, elaborou-se uma tabela para cada, coma marca e as especificações necessárias para posteriormente pedir aos fornecedores os orçamentos e fichas técnicas.

Para as ferramentas pneumáticas as marcas analisadas foram a Atlas Copco, Bosch, Makita, Hilti e ZEMO. Na primeira fase analisou-se as especificações necessárias e a relação qualidade preço das respetivas marcas, na segunda fase foram testadas as ferramentas e na terceira fase escolheu-se as ferramentas a comprar.

A escolha reverteu para as ferramentas da marca Atlas Copco, na linha de montagem final, setor oito renovou-se as aparafusadoras de fixação das jantes no trator pois as que estavam a ser utilizadas eram muito pesadas, de difícil utilização e sem a possibilidade de um supervisionamento, já as novas aparafusadoras Atlas Copco Tensor ETC tem excelentes faixas de velocidades do eixo impulsor que ajuda a alcançar tempos de ciclos menores nas operações de aperto das jantes, a ergonomia e o baixo peso torna esta aparafusadora numa ferramenta de fácil utilização. Está equipada com a barra de reação e com um LED que indica o resultado do aperto, luz verde para um aperto sem problemas e luz vermelha quando houver algum problema no aperto. Assegura um elevado período de operação, e é de fácil calibragem, Anexo 4.

Tabela 9 - Especificações do braço articulado Atlas Copco 1000Nm

Descrição	Despacho nº	Faixa de torque [Nm]	R1 [mm]	R2 [mm]	C [mm]	S [mm]	Aproximação do peso total [kg]	Balancer capacidade a 6 bar [kg]
Arm 1000 L3000	8439 4000 50	400-1000	2930	3250	320	1800	385	80
Arm 1000 R3000	8439 4000 51	400-1000	2930	3250	320	1800	385	80

Para a mesma linha de montagem mas para o sector sete, para os dois postos de montagem da cabina no powertrain adquiriu-se as seguintes ferramentas pneumáticas:

Atlas Copco Pulsor C, que permitem ajustar o torque, reduzir o tempo de produção, baixam o nível de ruído e vibração, baixam o consumo de ar, conservam o óleo lubrificante por um elevado período, permitem uma rápida repetibilidade com o mesmo torque e permitem uma ligação à rede para que esse posto de trabalho possa ser supervisionado [42].



Figura 29 - Atlas Copco Pulsor C

No Anexo 5 e na Tabela 10 podemos verificar as especificações da aparafusadora pneumática Atlas Copco Pulsor C [43].

Tabela 10 - Especificações da aparafusadora Atlas Copco modelo EPP15 C250 HR20

Model	Square drive in	Torque range		Free speed r/min	Weight		Length mm	Air consumption under load		Rec. hose size mm	Air inlet thread in	Ordering No.
		Nm	ft lb		kg	lb		l/s	cfm			
Tools with through hole in square drive												
EPP15 C250 HR20	3/4	125-250	92-184	4300	3.3	7.3	211	21	43	13	3/8	8431 0380 77

Ainda para a mesma linha mas para o setor seis, adquiriu-se uma amarra para a grua de montagem dos novos escapes. Por normas de segurança todas os suportes de fixação das gruas têm que ser certificadas, o que nos impossibilitou de fabricar as mesmas pois tínhamos know-how, material e máquinas para proceder ao fabrico, Anexo 6.

Na linha de montagem do powertrain para o setor três adquiriu-se um grampo de elevação, com capacidade de carga de 1000 kg e com intervalo de fixação de 20 - 37 mm para se poder

montar os discos com auxílio da grua visto cada disco pesar 15 kg o que torna um trabalho inseguro só com o auxílio de força humana, Anexo 7.

Por motivos de segurança torna-se necessário um bom acoplamento do powertrain nos cavaletes (Figura 30 e Figura 31), o que tornou necessário o desenvolvimento de novos cavaletes para a linha de montagem do powertrain e linha de montagem final, devido ao facto do novo modelo ter recebido uma transmissão nova, com dimensões diferentes e apoios de fixação diferentes, Anexo 8.

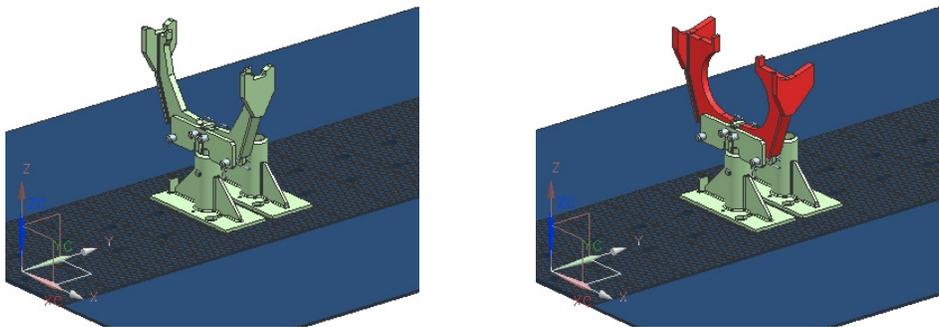


Figura 30 - Cavalete traseiro

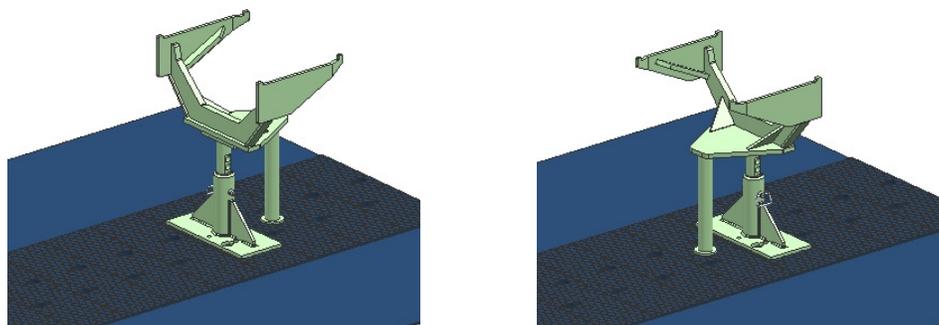


Figura 31 - Cavalete dianteiro

Para a linha de montagem das cabinas devido a vários problemas na fixação do pára-brisas adquiriu-se um dispositivo de manipulação e instalação do pára-brisas, Anexo 10.

Ainda para a mesma linha mas para o posto de montagem dos guarda-lamas (Figura 32) adquiriu-se suportes de transporte e acondicionamento para recuperar espaço e aumentar as estações de pré-montagem dessa linha, Anexo 12.



Figura 32 - Posto de montagem dos guarda-lamas.

Desenvolveu-se uma área de picking (Figura 33), para reduzir o espaço de armazenamento dos componentes das três linhas de montagem, para tornar mais simples e rápida a chegada desses componentes as respectivas linhas de montagem e reduzir o risco do uso de empilhadores, Anexo 11.



Figura 33 - Área de picking das três linhas de montagem.

4.3.6 Instalação de Equipamentos

Depois de analisadas as especificações técnicas e preços de todos os equipamentos, pedimos a aprovação da compra dos equipamentos escolhidos ao departamento de compras SDF Itália. Depois de aprovada a compra ainda temos ter em conta as especificações (dimensões, saídas de ar comprimido, tomadas elétricas) exigidas pelo fornecedor para proceder à instalação dos equipamentos.

Para o braço articulado Atlas Copco 1000N tivemos que assegurar a área de trabalho disponível:

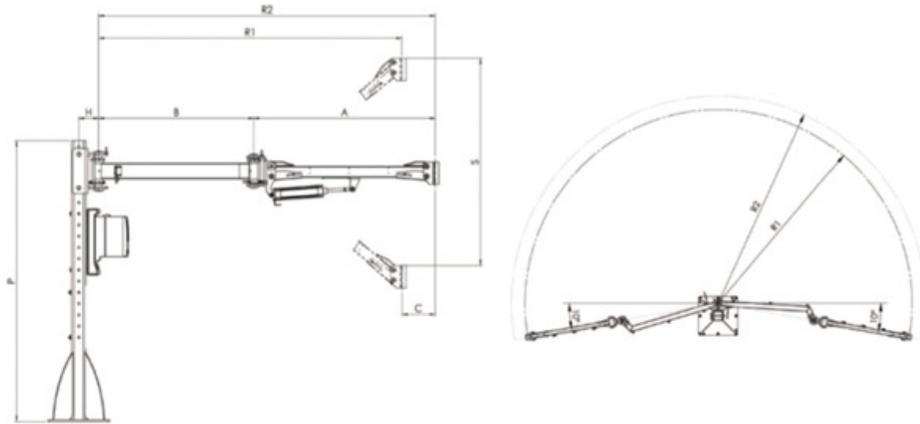


Figura 34 - Configuração do braço

O conceito braço articulado é baseado em três componentes principais: a coluna P (pilar), o braço B e o braço A (paralelo). A coluna P é fixa ao solo através dos buracos pré-perfurados para fixação. Para obter o desempenho ótimo, é necessário uma pressão de linha mínima de 6,2 bar (90 psi), é necessário uma válvula de fecho para ligação á linha, um filtro e uma válvula de controlo de pressão. O braço articulado está equipado com elementos de fixação e de nivelamento.

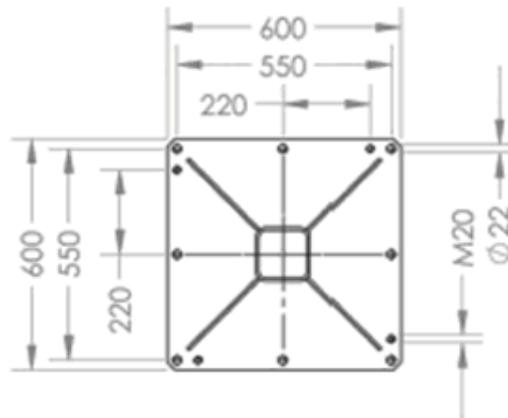


Figura 35 - Suporte de fixação do pilar

Na fase de planeamento do projeto, deve ser considerado o raio de trabalho da configuração do braço que pode ser visto na Tabela 11.

Tabela 11 - Especificações do braço articulado Atlas Copco 1000 Nm

Descrição	Despacho nº	Faixa de torque [Nm]	R1 [mm]	R2 [mm]	C [mm]	S [mm]	Aproximação do peso total [kg]	Balancer capacidade a 6 bar [kg]
Arm 1000 L3000	8439 4000 50	400-1000	2930	3250	320	1800	385	80
Arm 1000 R3000	8439 4000 51	400-1000	2930	3250	320	1800	385	80

4.4 Ramp-Up na Fábrica

4.4.1 Início / Evolução do Ramp-Up

O grupo SAME DEUTZ-FAHR pretende um ramp-up rápido e eficiente pois torna-se numa vantagem competitiva em relação a concorrência. O planeamento e preparação do ramp-up demorou três meses e teve como início o fabrico do protótipo, quando este entrou nas linhas de montagem preencheu-se na respetiva linha o checklist que está em anexo e registou-se todos os problemas na montagem. Nesses checklists verificaram-se, as estações de pré-montagem necessárias, as ferramentas a adquirir e os equipamentos que estavam desatualizados ou precisavam de sofrer pequenas alterações.

Assim que todos os equipamentos estiverem operacionais e todos os testes de capacidade aos equipamentos e processo forem ultrapassados com sucesso, a linha de produção está pronta a entrar em funcionamento. O início desta fase dá-se em Julho com a produção de dez unidades (Gráfico 5), onde os operários começaram a ganhar eficiência no processo de montagem da cabina, powertrain e montagem final. Esta pré-serie serviu também de treino, reflexão e correção de erros. A maior parte dos problemas surgiu na linha de montagem da cabina visto que a nova cabina só reaproveitou dez por cento dos componentes da antiga cabina, mas desde o início do projeto se previa que a captabilidade do processo de montagem da cabina ia ser lento pois é um processo totalmente novo e na linha de montagem das cabinas só era fabricado um tipo de cabinas, o que faz que os operários estejam sujeitos a processos cíclicos e que tenham dificuldades em aprender novos processos. Esses problemas estavam diretamente ligados a problemas de soldadura do chassi da cabina, pois o ângulo do suporte de fixação da consola do guiador não estava correto.

O ramp-up iniciou-se com a eficiência de produção baixa com tendência a ir aumentando à medida que os problemas e falhas no processo forem minimizados. Esta fase poderá demorar meses a ser ultrapassada e dá-se como finalizada quando a linha for capaz de utilizar a capacidade ótima sem qualquer tipo de problemas.

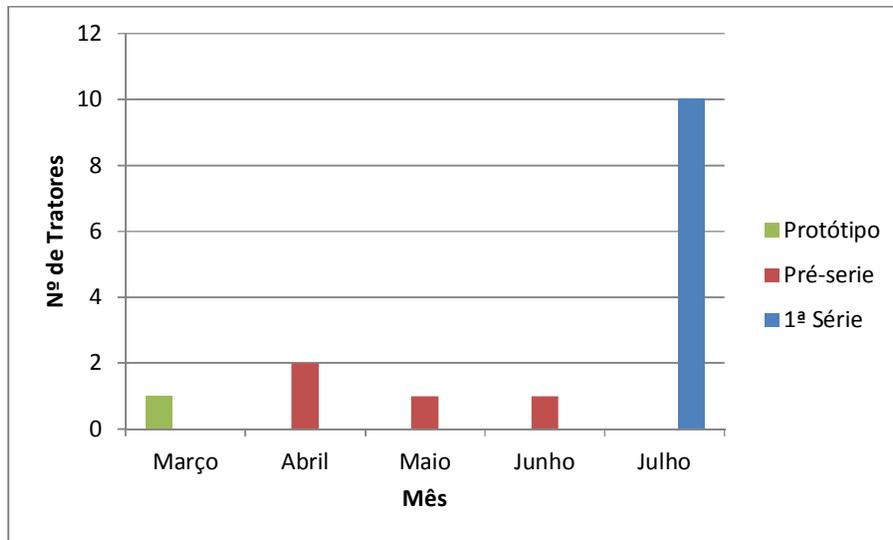


Gráfico 5 - Evolução da Produção

4.4.2 Balanceamento da Linha

A grande dificuldade com que as empresas se deparam é a de ajustar o processo produtivo às necessidades do mercado, tendo em conta que os diversos equipamentos têm tempos distintos para a realização das tarefas e processos a que são destinados. No entanto, a implementação prática da customização requer a flexibilização do sistema produtivo. Tal flexibilização é particularmente problemática em sistemas organizados no layout em linha, já que as linhas de montagem costumam ter a sua eficiência prejudicada pela troca constante dos modelos a serem produzidos.

Operar linhas onde os tempos dos postos sejam muito diferentes requer um grande cuidado na otimização dessas linhas. Com o objetivo de maximizar a utilização dos postos de trabalho e dos operadores envolvidos, o balanceamento de uma linha é feito conforme as necessidades da empresa e da demanda.

O balanceamento de linhas corresponde à distribuição de atividades sequenciais por postos de trabalho, de modo a permitir uma elevada utilização de trabalho e de equipamentos, e minimizar o tempo em vazio. Como podemos verificar nos gráficos do balanceamento da produção nas três linhas de montagem.



Gráfico 6 - Balanceamento da linha de montagem do powertrain.

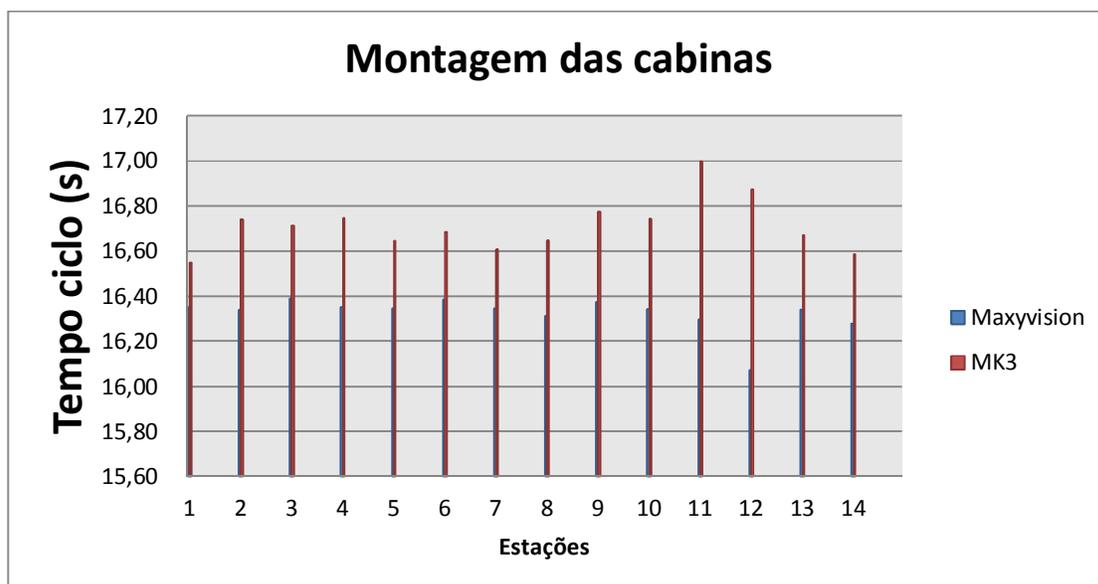


Gráfico 7 - Balanceamento da linha de montagem da cabina.

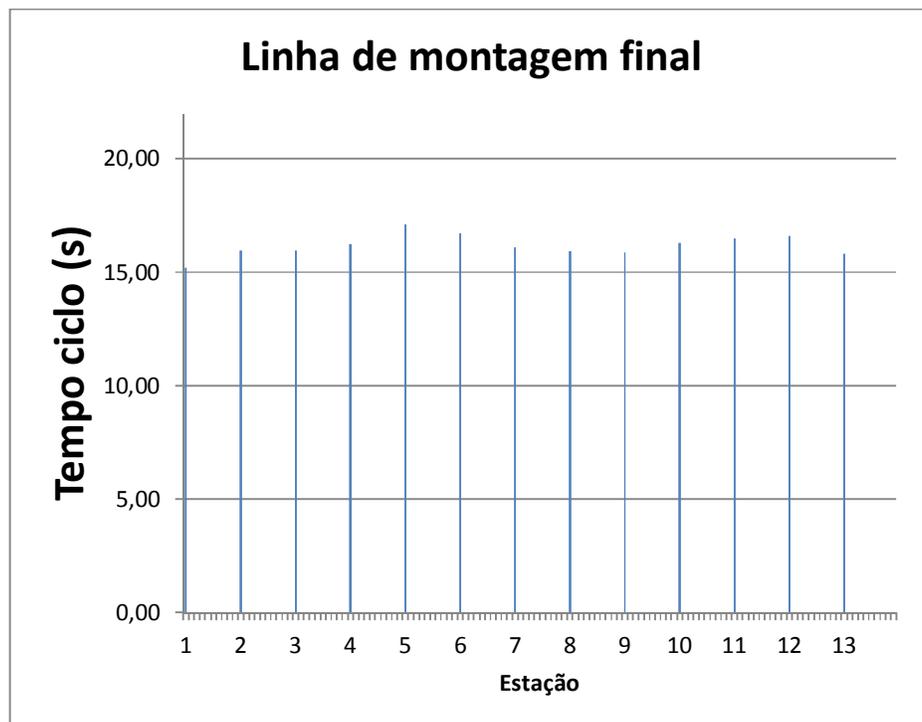


Gráfico 8 - Balanceamento da linha de montagem final

Na fase inicial do ramp-up, os tempos de ciclo vão ser muito elevados, já que os operadores, para além de executarem mais do que uma tarefa, ainda não são detentores de uma grande experiência nas tarefas que realizam, estando numa fase de adaptação.

O balanceamento da linha de produção através da divisão do trabalho entre os operadores das estações de pré-montagem e postos de trabalho tende a introduzir o desperdício da espera dentro da linha e distribui o trabalho de forma igualada entre os operários, ou seja, os operários estão balanceados, mas não estão utilizados completamente.

4.4.3 Análise do Ramp-Up

A partir dos cinco meses de duração do ramp-up, podem retirar-se algumas conclusões sobre a implementação da nova linha de produção, se foi bem-sucedida ou, se pelo contrário, não correu como o esperado.

A fase inicial do ramp-up é uma fase muito complicada, onde os mais variados problemas acontecem a todo o momento, pois não há uma total adaptação dos operários aos processos produtivos e às novas tarefas a desempenhar. Isto faz com que numa fase inicial, a quantidade de componentes com defeito seja elevada, mas à medida que o tempo vai passando e os diversos problemas se vão solucionando, toda a linha de montagem ganha consistência e capacidade

produtiva, o que faz com que o tempo de montagem diminua e os defeitos na montagem dos componentes tenda a diminuir.

Quando se deu início ao fabrico da pré-serie deparou-se com um elevado número de problemas na montagem da nova cabina pois esta sofreu alterações na ordem dos 90% que supera os 50% do índice mínimo de componentes reutilizados de modelos já existentes e deu origem a processos de aprendizagem lentos tanto na montagem da cabina como na montagem dos seus componentes.

Tendo como treino a montagem da pré-serie, onde foram eliminados alguns problemas de montagem, e os defeitos do fabrico dos componentes.

Após a montagem do protótipo e da produção da pré-série começava o processo produtivo a entrar normalidade, tendo o esperado, aumento do desempenho, ao nível da qualidade e da rapidez, a linha estava então a começar a adquirir as condições para satisfazer as encomendas, tendo o número de horas de montagem diminuído assim como o número de componentes defeituosos. A partir deste momento a linha estava pronta para funcionar em plenas condições, e considerou-se assim finalizado o ramp-up, tendo o departamento técnico passado as responsabilidades para o departamento da produção.

4.4.4 Melhoria Contínua durante o Ramp-Up

Como se verificou, o ramp-up é um processo de evolução contínua do ritmo e da capacidade produtiva de uma linha, que tem como objetivo fazer com que o processo produtivo atinja os níveis de produtividade e de qualidade esperados. Para que essa evolução se dê de uma forma gradual e consistente, a adoção das várias práticas do Lean Manufacturing é essencial para o sucesso de um ramp-up.

No ramp-up, as boas práticas da teoria Lean Manufacturing devem estar presentes, em todos os processos existentes na linha para podermos identificar alguns dos tipos de desperdícios:

- **Inventário:** Durante o ramp-up é necessário que esteja tudo organizado e no devido local;
- **Espera:** É necessário atingir um balanceamento ótimo, onde os tempos de ciclo sejam menores. O tempo perdido por operários à espera da próxima etapa do processo, de ferramentas ou de componentes tenda a ser cada vez menor;
- **Excesso de Processos:** Processos que não criam valor, como ferramentas ou máquinas inadequadas para uma determinada tarefa;

- **Defeitos:** Na fase inicial onde a quantidade de componentes defeituosos era elevada;
- **Movimentação:** Movimentos desnecessários de recursos e equipamentos são considerados perdas de tempo, não acrescentando valor. Ao longo do ramp-up são realizados estudos constantes de métodos e tempos sobre este tipo de desperdício com o objetivo de otimizar rotas de material, equipamentos e operadores.

Assim como a ferramenta dos 5S, que visa a organização, identificação, limpeza, padronização e disciplina no local de trabalho. Durante o ramp-up é essencial ter em conta esta ferramenta nas mais diversas atividades, para que se possa tirar vantagens da sua utilização na linha de produção:

- O ambiente de trabalho deve estar limpo e seguro;
- Ferramentas arrumadas em locais de fácil acesso;
- Organização do espaço fabril;
- Melhoria constante das condições de trabalho e poupança dos equipamentos;
- Diminuição dos acidentes de trabalho.

E a filosofia de Manutenção Produtiva Total (TPM) que descreve as tarefas e atividades de manutenção para máquinas e equipamentos, com o objetivo de evitar interrupções ou paragens não planeadas nos equipamentos e no processo produtivo.

Este processo de manutenção ocorre diariamente, fazendo com que se proceda à paragem da produção oito minutos antes da hora de saída, onde os operários seguem um conjunto de regras, para proceder à manutenção preventiva dos equipamentos, limpeza do espaço de trabalho e das ferramentas. Este processo vai fazer com que os equipamentos sejam mantidos no melhor estado possível, aumentando a sua vida útil e que o local de trabalho esteja limpo.

4.5 Síntese do Planeamento da Implementação e Lançamento da Linha

Quando se enfrenta um projeto desta envergadura, tudo tem de ser planeado com o máximo rigor. Ao começar uma etapa, a anterior tem de estar concluída e preparada para receber a seguinte. Serão apresentadas, sucintamente, as várias etapas envolvidas neste projeto:

A seleção de fornecedores tem de ser feita através de uma análise detalhada sobre as vantagens e desvantagens de cada um, optando pela melhor solução. Após a escolha do fornecedor, é essencial manter uma relação de proximidade, durante toda a fase de instalação dos equipamentos e ferramentas.

Na fase de desenvolvimento do projeto de modificação da linha, é fundamental projetar um layout apropriado para a mesma, que poderá sofrer alterações e ajustes á medida que o projeto vai evoluindo. Durante a fase de desenvolvimento da linha, o espaço fabril que irá receber a nova linha terá de ser cuidado e organizado, devendo-se proceder à instalação das infraestruturas que irão dar suporte aos novos equipamentos.

Na fase final de implementação e instalação dos equipamentos, deverá ser elaborada toda a documentação técnica relativa aos mesmos, bem como, transmitir toda a formação necessária aos operários.

Na fase de montagem, do protótipo e da pré-série o objetivo foi de servir de treino para os operários, têm que ficar registados todos os problemas de montagem, os componentes em falta, peças e componentes que ainda têm que ser modificadas, pois quando for iniciado o ram-up todos os componentes tem que estar com a fase de projeto concluída para salvaguardar problemas futuros. Assim que a capacidade dos operários estiver assegurada, pode ser iniciado o ramp-up. O plano de produção para o ramp-up tem de ser delineado minuciosamente e a empresa tem de estar preparada para qualquer tipo de anormalidade que surja durante esta fase, agindo com rapidez sobre o problema e encontrando uma solução rápida e eficaz. Uma análise constante sobre a evolução do ramp-up é essencial para o sucesso do mesmo.

5. Conclusão

Mercados dinâmicos, como o do setor das máquinas agrícolas, caracterizado pelo fabrico de produtos de alto valor agregado com um elevado ciclo de vida, demanda instável, e fortes perspectivas de crescimento, têm exigido flexibilidade do processo produtivo, baixos custos e capacidade de resposta rápida às variações da demanda.

Atualmente com as novas tendências do mercado, uma empresa que pretende o posicionamento de líder tem que ser competitiva e deve reduzir o tempo de colocação de um produto no mercado. A redução do Time-to-Market (TTM) traduz-se numa redução no tempo e nos custos de chegada de um novo produto ao mercado. Para que se consiga encurtar este tempo é necessário um planeamento metódico e rigoroso de todas as fases do TTM, desde a conceção do produto, passando pelo seu desenvolvimento até chegar à fase de preparação do seu lançamento, ou seja, o ramp-up. O ramp-up é uma das fases de maior importância, pois é a fase final do projeto, e onde já não existe margem de erro, uma vez que poderia comprometer todo o projeto e o esforço realizado até esse momento pelo grupo SDF.

O ramp-up deste novo modelo foi preparado previamente e cuidadosamente, no qual foi necessário a implementação e modificação da linha de montagem. Assim, o ramp-up começou a ser pensado logo na fase de desenvolvimento do novo modelo e na modificação linha de montagem, com a finalidade de aumentar a rapidez e eficiência do mesmo e minimizar ao máximo os problemas que normalmente acontecem.

O grupo SDF apostou fortemente na fase que antecede o ramp-up, no desenvolvimento dos componentes e equipamentos, acompanhando constantemente o processo de desenvolvimento da linha, partilhando ideias e informações essenciais com os fornecedores. Manter uma relação de confiança e seriedade entre as duas partes é fundamental para o sucesso do projeto, para que na altura de implementar a linha tudo esteja em condições ótimas de funcionamento, aumentando assim a probabilidade de sucesso do ramp-up.

A implementação da nova linha de produção e o ramp-up decorreram dentro do esperado, pois foi preparado rigorosamente e posto em prática da melhor forma possível, de modo a aumentar progressivamente a sua eficiência e rapidez. Para fazer face aos diversos problemas que ocorrem durante o ramp-up, foram estudadas medidas preventivas e ações corretivas com o objetivo de serem adotadas assim que necessário.

A partir da necessidade da introdução dos novos modelos com motorização Tier 4i o grupo SDF desenvolveu uma série de melhorias de modo integrado, combate à falta de componentes, causa de instabilidade no processo produtivo, adoção de células de manufatura perto da linha de

produção, renovação da área de picking dedicada para as três linhas de montagem, implantação de um sistema puxado sequenciado e utilização das práticas Lean Manufacturing.

A utilização das práticas de Lean Manufacturing mostrou-se um fator decisivo no lançamento da nova linha de produção, tanto na fase de desenvolvimento dos componentes, partilhando essa filosofia com os fornecedores, como na fase de implementação da linha na fábrica e respetivo ramp-up. O uso dessas práticas por todas as pessoas envolvidas no processo fez com que o sucesso deste projeto fosse o ambicionado, sempre com o objetivo de atingir a máxima qualidade com o menor custo.

As principais áreas que foram observadas para eliminar resíduos incluem superprodução, tempo de espera, transporte/manuseamento, inventário, movimento dos componentes, subconjuntos e pessoas. Através da eliminação de resíduos, deve-se criar processos mais robustos para poder aumentar a qualidade da produção.

O projeto abrangeu a formação e envolvimento de todas as pessoas que trabalham na fábrica de Lauingen. Quanto ao Layout da fábrica, consolidou-se todos os processos sob o mesmo teto, deslocando as estações de pré-montagem mais perto da linha principal, criando corredores mais amplos e em desenvolvimento uma área de picking dedicada a reduzir o risco do uso de empilhadores, atualização de equipamentos e ferramentas. Sustentada por uma intensa filosofia da qualidade, o objetivo é conduzir a melhoria contínua.

Em particular, o novo layout traz uma série de benefícios em relação ao anterior, aumento do número de tarefas no espaço de trabalho, maior flexibilidade visto que diferentes modelos podem estar a ser produzidos simultaneamente na linha e minimização dos problemas de balanceamento.

Referências Bibliográficas

- [1] Ohno, T. (1988), Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Visto em 19-01-2012 em world wid web,
<http://icos.groups.si.umich.edu/Liker02.pdf>
- [2] Maxwell, D. (2007), Sistemas Produtivos na Indústria Automóvel. Visto em 20-01-2012 em world wid web,
http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/7643/7643_4.PDF
- [3] Womack, J. e Jones, D. (1990).The machine that changed the world.1ª Edição. Nova Iorque: Rawson Associates. Consultado a 20-01-2012.
- [4] Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Tóquio,Japão: Diamond, Inc. Consultado a 24-01-2012.
- [5] visto em 03-02-2012 em world wid web,
http://www.deutz-fahr.com/germany/de-DE/entwicklung_und_fertigungde.html
- [6] MAŘÍKOVÁ, O. (2008). E-kanban and its Practical Use. Visto em 03-02-2012 em world wid web,
http://stc.fs.cvut.cz/History/2008/Sbornik/D1/Marikova_Olga_12138.pdf
- [7] CARVALHO, P. (2008). O PROGRAMA 5S E A QUALIDADE TOTAL - 5ª EDIÇÃO Consultado a 04-02-2012
- [8] Portillo, D. (2007). Ciclo de Vida do Produto. Visto em 05-02-2012 em world wid web,
<http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/Ciclo%20de%20Vida%20do%20Produto.htm>
- [9] Canen, A.G., and H., W.G. (1998). Facility layout overview: towards competitive advantage. Facilities Vol. 16, n.º 7/8, pág. 198-203. Consultado a 06-02-2012.
- [10] Muther, R. (1955). Practical plant layout (Nova Iorque: McGraw-hill). Consultado a 07-02-2012.
- [11] Moreira, D. A. (2001). Administração da Produção e Operações. Thomson Learning, pág. 254-273. Consultado a 13-02-2012.

- [12] Camarotto, J. (1998). Estudo das relações entre o projeto de edifícios industriais e a gestão da produção. Visto em 15-02-2012 em world wid web,
http://www.simucad.dep.ufscar.br/dn_camarotto98.pdf
- [13] Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A., and Trevino, J. (1996). Facilities Planning (Jonhn Wiley e Sons, Inc. Copyright).
- [14] Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., and Johnston, R. (1999). *Administração da Produção* (Ed. Atlas S.A.). Consultado a 18-02-2012.
- [15] Greene, T.J., and Sadowski, R.P. (1984). A Review of cellular Manufacturing Assumptions, Advantagens, and designn Techniques. Journal of Operations Management Vol. 4, pag. 85-97. Consultado a 19-02-2012.
- [16] DHONDT, Steven (1998). Production structures and quality of working life in the clothing industry, International Journal of Operations and Production Management; Vol. 18 pág. 12. Consultado a 22-02-2012
- [17] Olorunniwo, F.O., and Udo, G. J. (2002). The impact of management and employees on cellular manufacturing implementation. International Journal of Production Economics Vol. 76, pág. 27-38. Consultado a 23/02/2012.
- [18] BLACK, J. T., Bookman (1998). O Projeto da Fábrica com Futuro. Consultado a 19-02-2012.
- [19] Slack, N.e.a. (1997). *Administração da Produção* (São Paulo: Atlas). Consultado a 25-02-2012.
- [20] Borba, M. (1998). Arranjo Físico. Visto em 06-03-2012 em world wid web,
<http://www.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>
- [21] LIN, L. C., SHARP, G. P (1999). Quantitative and Qualitative indices for the plant layoutevaluation problem. European Journal of Operational Research. Consultado a 01-03-2012.
- [22] SANTOS, A. C. O., SANTOS, M. J (2007). Utilização do Indicador de Eficácia Global deEquipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura. Consultado a 01-03-2012.
- [23] TORTORELLA, G. L., FOGLIATTO, F. S. (2008).Planeamento Sistemático de Layout com Apoio de Análise de Decisão Multicritério. Consultado a 02-03-2012.

[24] Shahin, A. (2011). Facility Layout Simulation and Optimization: an Integration of Advanced Quality and Decision Making Tools and Techniques. Visto em 02-03-2012 em world wid web,
<http://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/download/10520/8271>

[25] Satheesh Kumar, R.M., Asokan, P., Kumanan, S., and Varma, B. (2008). Scattersearch algorithm for single row layout problem in FMS. APEM journal, Advances in Production Engineering & Management 3 Vol. 4, pág. 193-204. Consultado a 10-03-2012.

[26] Terwiesch, C. e Bohn, R. (2001). Learning and process improvement during productionramp-up, Int. J. Production Economics, Vol. 70, pág. 1-19. Consultado a 11-03-2012.

[27] Zangwill W. e Kantor P. (1998). Toward a theory of continuous improvement, *Management Science* Vol. 44, No. 7 , pág. 910-920. Consultado a 11-03-2012.

[28] visto em 17-03-2012 em world wid web,
<http://www.deutz-fahr.com/portugal/pt-PT/historiapt.html>

[29] visto em 17-03-2012 em world wid web,
<http://www.sametractors.com/portugal/pt-PT/histriapt.html>

[30] visto em 18-03-2012 em world wid web,
http://www.samedeutz-fahr.com/popupswf_en.html

[31] visto em 21-03-2012 em world wid web,
<http://www.samedeutz-fahr.com/Annual/Report2010/index.html>

[32] NewsWire, P. (2011). Alemanha lidera a logística no continente. Visto em 24-03-2012 em world wid web,
http://www.intellog.net/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=948063&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=912929&Titulo=Alemanha%20lidera%20a%20log%EDstica%20no%20continente

[33] visto em 28-03-2012 em world wid web,
http://www.repsol.com/pt_pt/productos_y_servicios/servicios/estaciones_de_servicio/atencion_al_cliente/preguntas_mas_frecuentes/adblue.aspx

[34] visto em 04-04-2012 em world wid web,

http://www.deutz-fahr.com/GERMANY/de-DE/anteprema_deutz_fahrde.html?idBlock=6473

[35] visto em 10-04-2012 em world wid web,

http://www.deutz.de/deutz.einbaurichtlinie-SCR_Eng.pdf

[36] Omecanico (2012). Edição 205 - Mecânica Diesel. Visto em 11-04-2012 em world wid web,

<http://www.omecanico.com.br/modules/revista.php?recid=601>

[37] Dagnino, B. (2009). Por Que Ouvir Nossos Fornecedores? Visto em 13-04-2012 em world wid web,

http://www.iqa.org.br/website/artigo_exibe.asp?n=1126

[38] MILTENBURG, J. (1998) – Balancing U-Lines in a multiple U-Line facility. European Journal of Operational Research. Vol.10,pág. 1-23. Consultado a 17-04-2012.

[39] Álvares, R.R., and Antunes Jr., J.A.V. (abril 2001). Takt time: contexto dentro do Sistema Toyota de Produção. Revista Gestão & Produção Vol. 8, n.º 1,pág. 01-18. Consultado a 18-04-2012.

[40] Rother, M. & Shook, J. (1999, June). Learning to See. Version 1.2 Brookline, MA: Lean Enterprise Institute. Pág. 44. Consultado a 09-05-2012.

[41] Silva, J. (2010). A forma de medir a eficácia dos equipamentos. Visto em 11-05-2012 em world wid web,

<http://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>

[42] visto em 25-05-2012 em world wid web,

http://www.atlascopco.us/Images/PULSOR_C_US_tcm45-1213082.pdf

[43] visto em 25-05-2012 em world wid web,

http://www.atlascopco.com/dede/news/productnews/pulsor_c.aspx

Anexos

Anexo 1 - Checklist da linha de montagem do powertrain.



SAME DEUTZ-FAHR

Checklist

Modelo -

Data da inspeção: _____

Módulo: Caixa de velocidades / Eixo transmissão traseiro

Linha: Powertrain

Zona: 1

Prateleiras	Podem as prateleiras existentes ser usadas em termos de dimensões?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	De	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	transporte	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Terá que ser produzida um novo desenho como resultado de dados de projeto?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	É necessário o protótipo de uma prateleira de transporte?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Tem que ser verificado com a transmissão original?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
Correntes	A capacidade de carga é adequada para suportar o eixo e a caixa de velocidades?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	A altura do suporte é adequada em termos do comprimento do eixo da caixa de velocidades?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
Cavaletes	Podem ser usados os apoios existentes?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Terá que ser produzida um novo desenho como resultado de dados de projeto?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	São necessárias amostras de apoios?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Os apoios têm de ser verificadas com a caixa original?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____

Módulo: Motor

Linha: Powertrain

Zona: 2

Estado: _____

Motor	Equipamento adequado para a manipulação do motor?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	É possível a montagem completa na linha?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	É necessária uma estação de pré-montagem?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Pode-se levantar o motor a uma altura adequada?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	A geometria do equipamento de suporte é adequada?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Estão adequados os parafusos posicionadores Stud disponíveis (tamanho e passo de rosca)?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Dispositivo adequado para os apoios do motor?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Instruções de montagem disponíveis?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____
	Valores de torque para a montagem do motor conhecidos?	<input type="checkbox"/>	sim	<input type="checkbox"/>	não	_____

Módulo: Eixo da frente

Linha: Powertrain

Zona: 2

Estado:

Estação de pré-montagem desejada? sim não _____

Estação de pré-montagem disponível? sim não _____

Valores de torque conhecidos? sim não _____

Furos para ligar as correntes disponíveis? sim não _____

Suspensao Pré-montagem estação desejada / disponível? sim não _____

Módulo: PTO da frente & powerlift

Linha: Powertrain

Zona: 3

Estado:

PTO Novas referencias disponíveis da tomada de força e do Powerlift? sim não _____

Especificações disponíveis para o volume do óleo hidráulico? sim não _____

Equipamento de movimentação de carga é necessário para movimentar a tomada de força? sim não _____

Módulo: Hidraulicos

Linha: Powertrain

Zona: Pipework: 1 - 2 - 3

Estado:

Bloco Está disponível o equipamento de movimentação de carga para posicionar o bloco? sim não _____

Estão disponíveis carrinhos de pré-montagem do bloco? sim não _____

Compressor Estão disponíveis os carrinhos de pré-montagem? sim não _____

Lista dos volumes de enchimento da bomba LS disponível? sim não _____

Dados disponíveis p/ a programação do bloco de controlo? sim não _____

Leak Test Mecanismos de vedação disponíveis? sim não _____

Compressor É necessária uma estação de pré-montagem? sim não _____

Pipework Valores de torque para aperto conhecidos? sim não _____

Chaves disponíveis para aperto (torque)? sim não _____

Módulo: Travões

Linha: Powertrain

Zona:

 sim Não

Travoes Estação de pré-montagem necessário? sim não _____

Equipamentos de manipulação dos discos? sim não _____

Pintura Material para cobrir os discos disponível? sim não _____

Módulo: PTO Traseira & powerlift

Linha: Powertrain
Zona: 2 - 3

Equipamentos de manuseio sim não Estado: _____
Equipamentos disponíveis (elevador) para manuseio? sim não _____
Valores de torque conhecidos? sim não _____

Módulo: Depósito de óleo

sim Não

Linha: Powertrain
Zona: 2 - 3

Depósito de Óleo Pré-montagem necessária? sim não Estado: _____
Pré-montagem disponível? sim não _____

Checklist 1 – Da linha de montagem do powertrain.

Anexo 2 - Checklist da linha de montagem da cabina.



Checklist

Modelo -

Data da inspeção: _____

Módulo:

Linha: Montagem da cabina
Zona: 13/14

Orientador da consola Suporte para orientar a consola? sim não Estado: _____
É necessário um dispositivo para a montagem do pedal do travão? sim não _____
É necessário um regulador eletrónico para o pedal da embreagem? sim não _____
É necessário um dispositivo de pré-montagem do interruptor FR? sim não _____
O equipamento de manipulação de cargas é adequado para a montagem da console do guiador? sim não _____

Módulo:

Linha: Montagem da cabina
Zona: 14

Controlo da consola Necessário um carrinho p/ a montagem da consola de controlo? sim não Estado: _____
Equipamentos necessários para a consola de controlo? sim não _____
Estação de pré-montagem necessária para as alavancas de controlo? sim não _____
Estação de pré-montagem necessária para conjuntos de cabos? sim não _____
Equipamentos de manipulação de cargas adequados para a sim não _____

montagem da consola de controlo?

Módulo:

Linha: Montagem da cabina

Zona: 15

Estado:

Teto	Equipamentos de manipulação de cargas adequados p/ o tejadilho?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem para tejadilho?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
Tejadilho	Estação de pré-montagem para o forro do tejadilho?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem para a jenla do tejadilho?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
Guarda-lamas	Estação de pré-montagem para o guarda-lamas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo:

Linha: Montagem da cabina

Zona: 16

Estado:

Vidros	Estação de pré-montagem para o pára-brisas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem para vidro traseira?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem dos faróis?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
Portas	Estação de pré-montagem para as portas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem para a maçaneta da porta?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Exigido um equipamento para vedação?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	É necessário um disco para o polimento dos vidros?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo:

Linha: Montagem da cabina

Zona:

Estado:

Soldadura	Suporte para a base?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Modificações necessárias no geoestacionário?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Equipamentos de manipulação de cargas adequados para movimentar as laterais do chassi da cabina?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Equipamentos de manipulação de cargas adequados para movimentar a cabina inacabada?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Os suportes existentes podem ser usados como estação de limpeza?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Equipamentos necessários para soldar as porcas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	São necessários novos dispositivos ou modelos?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo:

Linha: Montagem da cabina

Zona:

Estado:

Pintura	São necessários ganchos novos?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Tem que ser realizado um teste no sistema CE?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	São necessários carrinhos novos?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Montagem da cabina em geral

São necessários novos apoios para o chassi da cabina?

 sim não _____ Estado:

Eq de movimentação de carga adequado p/ movimentar a cabina acabada?

 sim não _____

Equipamento de manipulação de cargas adequado p/ a montagem do banco?

 sim não _____

Equipamento necessários para a montagem das luzes traseiras?

 sim não _____

Estação de pré-montagem para BLPO?

 sim não _____**Checklist 2 - Da linha de montagem da cabina.****Anexo 3 - Checklist da linha de montagem final.****SAME DEUTZ-FAHR****Checklist****Modelo -**

Data de inspeção: _____

Módulo: Suporte de fixação

Linha: Linha de montagem final

Zona: 1

Cavaletes

O suporte existente pode ser usado?

 sim não _____ Estado:

Terá que ser feito um novo 2D como resultado de dados de projeto?

 sim não _____

São necessárias peças para suporte?

 sim não _____

O cavalete tem que ser testado com o eixo de transmissão traseiro!

 sim não _____**Módulo: Suspensão da cabine**

Linha: Linha de montagem final

Zona: 3

Suspensão da cabina

Necessário ajustar a medida para o ponto central da suspensão da cabina?

 sim não _____ Estado:**Módulo: Sistema hidráulico**

Linha: Linha de montagem final

Zona: 7

Depósito de Óleo

Volume do óleo do hidráulico conhecido?

 sim não _____ Estado:

Volume do óleo da caixa de velocidades conhecido?

 sim não _____

Enchimento de óleo (tipo de óleo) disponível?

 sim não _____**Módulo: Sistema de refrigeração**

Linha: Linha de montagem final
Zona: 5

Estado:

Radiador	O equipamento de movimentação de carga existente pode ser usado?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Pode ser usado o carro de montagem existente?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Adaptador de enchimento disponível para enchimento do depósito de líquido lubrificante?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
Ventoinha	Pré-montagem estabelecido para rotor do ventilador?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo: Capô

Linha: Linha de montagem final
Zona: 6

Estado:

Capô	Carga adequada manipulação de carnagens?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Aparelho para a instalação dos componentes secundários disponíveis?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	O aparelho para completar o capô está disponível?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	O aparelho para instalar os acessórios está disponível?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	O aparelho para a instalação das laterais está disponível?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Carga adequada para manipulação dos equipamentos disponíveis?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Carro de transporte disponível?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo: Escape

Linha: Linha de montagem final
Zona: 6

Estado:

Filtro de ar	Estação de pré-montagem estabelecida?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
Escape	Pode ser usada a ponte de libertação de gases na montagem do escape?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Equipamentos grua disponíveis?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Estação de pré-montagem estabelecida?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Módulo: Depósito de combustível

Linha: Linha de montagem final
Zona: 6

Estado:

Depósito de combustível	Volume conhecido para o combustível diesel?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Volume conhecido por AdBlue?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____
	Pescoços de enchimento disponíveis para AdBlue?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	_____

Pescoços de enchimento disponíveis para o combustível diesel? sim não _____

Módulo: Travões

Linha: Linha de montagem final

Zona: 8

Travões Estação de pré-montagem estabelecida? sim não _____ Estado: _____

Módulo: Jantes

Linha: Linha de montagem final

Zona: 8

Aparafusadora Injetor do parafuso da roda adequada disponível? sim não _____ Estado: _____
 Valores de torque disponíveis? sim não _____

Jantes Equipamentos com carga adequada para manipulação das rodas? sim não _____
 Posicionador Stud parafuso para rodas / pesos de rodas disponíveis? sim não _____
 Equipamentos com carga adequada para manipulação dos pesos das rodas? sim não _____

Módulo: Luzes

Linha: Linha de montagem final

Zona: 8

Luzes Ajustador de faróis disponível? sim não _____ Estado: _____

Checklist 3 - Da linha de montagem final.

Anexo 4 - Braço articulado Atlas Copco 1000Nm

Pos.	Especificações técnicas	Uni.
1.1.a	<p>Braço 1000 Direito 3000 Número de artigo: 8439 4000 51 Dimensões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilar, L= 2750mm • Lança, L = 1500mm • Braço, L = 1500mm • Haste vertical • Giratório • Porta-ferramentas • Balanceador Pneumático • Cor da lança e do braço: RAL 1007 	1
1.1.b	<p>Braço 1000 Esquerdo 3000 Número de artigo: 8439 4000 50 Dimensões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilar, L= 2750mm • Lança, L = 1500mm • Braço, L = 1500mm • Haste vertical • Giratório • Porta-ferramentas • Balanceador Pneumático • Cor da lança e do braço: RAL 1007 	1
1.2	<p>Suportes para sistemas de controlo Número de artigo: 8439 4002 10 Os sistemas de controlo podem se ligar diretamente à coluna, o kit inclui todos os componentes necessários de montagem.</p>	2

Pos.	Especificações técnicas	Uni.
1.3	<p>PF4000C-HW Número de artigo: 8433 7100 05 Power Foco 4000 Compact é o canal de controlo, compacto e robusto. Interface do usuário com teclas de programação, LED integrado, funcionalidade PLC por Logic Configurador. Interface Ethernet (RJ45) para comunicação com ToolsTalk / ToolsNet, interface USB para comunicação com ToolsTalk, interface serial (RS232) para comunicação com ToolsTalk / scanner, interface de impressora. O bus de conexão para equipamentos, de início remoto. A funcionalidade do software do controlador é de RBU (Unidade de backup rápido) o RBU é usado como uma instalação de apoio para uma troca fácil do controlo.</p>	2
1.4	<p>RBU-Gold Número de artigo: 8433 0020 20 RBU Gold 3000/3100/4000. A funcionalidade chave (bloqueio de hardware), que serve também para armazenamento. Assegura a configuração e programação. Unidade de backup de Rápida (RBU), 250 Conjuntos de Parâmetros, uma série Comunicação (ToolsTalk scanner /) Comunicação Ethernet (ToolsTalk / ToolsNet).</p>	2
1.5	<p>Cabo, 10m Número de artigo: 4220 2636 10</p>	2
1.6	<p>Aparafusadora tipo pistola, ETP ST101-1000-25F Número de artigo: 8433 2310 02 EC-Electric chave de fenda com torque para aperto. Design ergonómico e compacto para a</p>	2

	<p>máxima produtividade. Luz LED. Com um alto-falante configurável para obter mais informações sobre o trabalhador e um chip de memória para armazenar os dados de calibração, o número de ciclos de fixação e os dados de manutenção.</p> <p>Torque: 300-1000nm Velocidade de marcha lenta: 99rpm Peso: 6,4 kg Comprimento: 364 milímetros Distância ao centro: 67 milímetros</p>		
1.7	<p>Funk-Scanner Datalogic Número de artigo: 8439 0201 41 Datalogic Dragon M131 STD de alta resolução (≥ 3mil), pode Fazer uma leitura a uma distância de 1 metro de banda estreita, 433 MHz</p>		1
1.8	<p>Software, ToolsTalk PowerFOCUS, WR10 Número de artigo: 8092 1190 01 (1-User-Lizenz)</p>		1
1.9	<p>Documentação AC Standard 1 x Pdf 1 x CD</p>		1
1.10	<p>Instalação na empresa Same Deutz em Lauingen Inclui um funcionário para dois dias úteis consecutivos normais, durante o horário de trabalho, partida e despesas de acordo com as regras de viagem Atlas Copco.</p>		1
1.11	<p>Suporte técnico na empresa Same Deutz em Lauingen Inclui um funcionário para dois dias úteis consecutivos normais, durante o horário de trabalho, partida e despesas de acordo com as regras de viagem Atlas Copco.</p>		1
1.12	<p>Transporte para as instalações Same Deutz em Lauingen</p>		1

Preço Total:

Euro 79134.00€

Opcional:

Formação

Pos.	Designação	Preço
1.	<p>Formação, como utilizar o equipamento Dois dias de formação e apoio no manuseamento adequado do equipamento, na Same Deutz-Fahr em Lauingen, máximo cinco pessoas.</p>	2800.00€

Supervisionamento da instalação pela empresa Schraubfalloptimierung.

Pos.	Designação	Preço
1.	<p>Diária Para um empregado nos dias úteis durante as horas de trabalho com custo adicional livre de chegada, partida e despesas de acordo com as regras de viagem da Atlas Copco.</p>	1350.00€
2.	<p>Taxa semanal Para um empregado por 5 dias úteis em dias normais de trabalho durante as horas de trabalho com custo adicional livre de chegada, partida e despesas de acordo com as regras de viagem da Atlas Copco.</p>	6.250,00€

2.1 - Atlas Copco Atlas Copco EPP15 C250 HR20 Aparafusadora

Artigo N.º	8431 0380 77
Quantidade:	2
Preço unitário:	4169.81 €

2.2 - Atlas Copco Unidade de Controlo PCU Pulsor Controlador

Artigo N.º	30 8433 6990
Quantidade:	2
Preço unitário:	7137.90 €

2.3 - Atlas Copco Selector 4 Selector

Artigo N.º	04 8433 0610
Quantidade:	2
Preço unitário:	1485.00 €

2.4 - Atlas Copco I/O Bus kabel 5 m Cabo

Artigo N.º	4222 0917 05
Quantidade:	2
Preço unitário:	45.00 €

2.5 - Atlas Copco Scanner Dragon D101 Scanner

Artigo N.º	8993 1138 00
Quantidade:	1
Preço unitário:	280.00 €

2.6 - Atlas Copco Tools Talk Pulsor C 1-Licença Licença

Artigo N.º	8092 1281 01
-------------------	--------------

Quantidade:	1
Preço unitário:	0,00 €
Preço Total :	26235.42 €

Anexo 6 - CarlStahl CS-Hebevorrich in sonderausfuehrung

CarlStahl CS-Hebevorrich in sonderausfuehrung,	Grampo
Capacidade de carga	75 kg
Dimensões	135 x 145 mm
Peso	11 Kg
Quantidade:	1
Preço:	2885.00 €

Anexo 7 - CarlStahl Sicherheits-Hebeklemme Type 1,0 IPNM10N/J

CarlStahl Sicherheits-Hebeklemme Type 1,0 IPNM10N/J	Grampo
Artigo N.º	7NM03710
Quantidade:	1
Preço :	1435.14 €

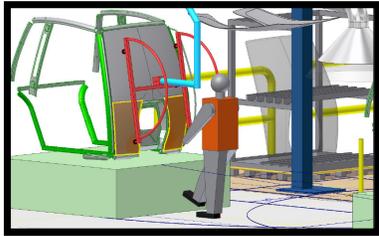
Anexo 8 - Cavalete para fixação do powertrain 7250 CarlStahl

Cavalete para fixação do powertrain 7250 CarlStahl	Cavalete
Artigo N.º	
Quantidade:	
Preço:	15000.00 €

Anexo 9 - CarlStahl reboque para transporte do powertrain Type 60

CarlStahl Schewrlastanhanger Type 60 4-Rad	Reboque
Capacidade de carga	10000 kg a 10 k/h
Dimensões C x L	5.300 x 2400 mm
Altura	540 mm
Quantidade:	4
Preço:	33169.58 €

Anexo 10 - Braço pneumático para montagem do para-brisas WeReTec

Pos.	Especificações técnicas	Uni.
1	<p>Braço pneumático WeReTec</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de carga = 160 kg • Dimensões C x L = mm • Altura = 3700 mm • Ângulo de trabalho = 320° • Pressão necessária na linha = 6 bar • Velocidade máxima = 30m/min • Qualidade do betão da placa superior B25>200mm 	1

Quantidade: 1

Preço unitário: 60816.00 €

Anexo 11 - Prateleiras KDR para área de picking das três linhas

Pos.	Especificações técnicas	Uni.
1	<p>Prateleiras KDR</p> <p>KLT dimensões e carga máxima: KLT 297 x 198 x 280 - Carga máxima 15 kg KLT 396 x 297 x 280 - Carga máxima 30 kg KLT 594 x 396 x 280 - Carga máxima 30 kg Cada nível vem com 16 barras de rolo. Dimensões do nível: 2400/3600/4800 milímetros Revestimento traseiro com painel de malha. Carga útil máxima: 3000 kg Carga máxima por andar: 700 kg Prateleira de fixação ao piso por aparafusamento.</p> <p>Superfície: Treliça RAL azul 5010, ou galvanizado</p> <p>FB Prateleiras Duas linhas de rack MBR 3000 que consiste em duas prateleiras, com oito níveis. Carga máxima por andar: 150 kg</p>	3

Quantidade: 3 Zonas

Preço unitário: 78530.00 €

Pos.	Especificações técnicas	Uni.
2	A descarga de mercadorias, o transporte interno e o descarte das embalagens fica a cargo da SDF! Elevador em tesoura está incluído e é fornecido no local!	1

Custos de instalação**Instalação**

Artigo N.º	90 092
Quantidade:	1
Preço unitário:	14070.00 €

Acondicionamento e transporte**Transporte**

Artigo N.º	90 010
	90 020
Quantidade:	1
Preço unitário:	3600.00 €

Preço Total: Euro 96200.00€

Anexo 12 - KDR suporte guarda-lamas**KDR suporte guarda-lamas****Prateleiras**

Capacidade de carga	150 kg
Dimensões C x L	4 x 4 m
Altura	2 m
Quantidade:	4
Preço:	20000.00 €

Preço Total: Euro 8000.00€