

3.

Aplicação na produção

O presente capítulo tem como objetivo analisar o uso do sistema RFID na indústria automobilística. O estudo de caso escolhido foi o da fábrica do Classe A da Mercedes Benz em Juiz de Fora.

3.1.

Introdução

A DaimlerChrysler é o resultado a fusão da alemã Daimler-Benz AG e da norte-americana Chrysler Corporation, ocorrida em novembro de 1998 e tem sede mundial em Stuttgart-Möhringen (Alemanha). A montadora é hoje um dos mais bem sucedidos e respeitados grupos industriais no mundo, atuando nos setores automotivo, de transportes e serviços (Malinverni, 2004). O grupo mundial DaimlerChrysler tinha em 2003 cerca de 365.000 empregados distribuídos nos cinco continentes. Seu *core business* é a produção e a comercialização de veículos, tendo uma participação no mercado global de automóveis de passageiros de 9,8%, sendo a quinta colocada neste segmento em nº de unidades vendidas e de 17% no segmento de veículos comerciais maiores que 6ton, sendo, neste caso, líder mundial de mercado. De acordo com a montadora, sua estratégia está baseada em quatro principais pilares:

- Presença Global;
- *Portfolio* de Marcas Fortes;
- Vários Tipos de Produtos;
- Liderança em Inovação e Tecnologia.

No Brasil, a DaimlerChrysler está presente desde 1956, quando começaram as operações da fábrica de São Bernardo do Campo, no ABC Paulista, onde são produzidos os caminhões, chassis, plataformas para ônibus Mercedes-Benz e agregados, como motores, câmbios e eixos para aplicação veicular e mercado de reposição (Malinverni, 2004).

Na fabricação iniciada em 1999 do modelo Mercedes-Benz Classe A, na fábrica da DaimlerCrysler em Juiz de Fora (MG), estão incorporadas técnicas

arrojadas de produção e tecnologia de ponta que contribuíram decisivamente para a ampliação da padronização de processos e, ao mesmo tempo, aumentaram a eficiência e a produtividade desses processos. Essa característica transformou a Unidade numa das mais modernas da indústria automobilística mundial, sendo hoje uma referência de excelência para todo o grupo DaimlerChrysler. Neste cenário de modernidade, destaca-se a solução baseada em tecnologia *RFID* (*Radio Frequency Identification*), que controla, através de *transponders*, todo o processo de produção e montagem do Classe A voltado para os mercados brasileiro e latino-americano. O uso dessa tecnologia é uma política mundial da DaimlerChrysler, que vem priorizando a aplicação de RFID nas novas fábricas e nos projetos de veículos atuais, adotando esta solução como padrão (Malinverni, 2004). Adicionalmente é importante registrar que as unidades brasileiras da montadora são certificadas pela ISO 9001, TS16949, ISO14000 e OHSAS.

3.2.

Objetivo

O objetivo principal era estabelecer um novo processo de controle de produção para a produção do Classe A que tornasse possível a flexibilização do atendimento da seqüência de produção, de forma a assegurar o atendimento dos pedidos de vendas na seqüência e na data planejada para entrega do carro aos clientes, sem a aplicação dos modelos tradicionais de identificação (impressão por estampagem de numeração na carroçaria) o que tornaria o processo inflexível sob o ponto de vista da montadora.

3.3.

Descrição do estudo de caso

3.3.1.

Status anterior sem RFID

Na industria automobilística, de forma geral, a identificação do produto ao longo dos estágios de produção é feita a partir do numero VIN (*vehicle identification number*), também conhecido por numero do *chassis*, que é gravado

tão logo a estrutura bruta tome a configuração do produto desejado, normalmente a partir da montagem do assoalho do veículo, logo nas primeiras estações da montagem bruta.

Esta necessidade de identificação faz com que se estabeleça muito cedo a seqüência de montagem, cerca de 1,5 a 2,0 dias antes da saída do veículo no final da linha. Isto praticamente torna inviável o fluxo logístico de fornecimento de itens seqüenciados para a montagem final (quanto mais cedo estabelecida a seqüência, menor a flexibilidade e maior a necessidade de estoques reguladores para atendimento das variações).

Da mesma forma em caso de refugos nos processos de montagem bruta e pintura a seqüência de produção é automaticamente prejudicada com perda deste número de produção e a necessidade de encaixe deste pedido no final da fila. Com isso, o atendimento dos pedidos é prejudicado repercutindo em atrasos na entrega do veículo ao cliente e conseqüentemente no seu índice de satisfação, comprometendo assim a imagem da marca.

3.3.2.

Status atual com RFID

Partindo do objetivo, o ponto a resolver era identificar o produto ao longo dos estágios de produção, de forma segura e eficaz, que permitisse a rastreabilidade e a confiabilidade do rastreamento dos dados de produção assimilados ao longo das etapas de produção.

A solução lógica era buscar a dissociação do pedido nas etapas de montagem bruta e pintura e fazer a associação do pedido do cliente com o produto o mais tarde possível, isto é no início da montagem final. Para tanto foi considerada a tecnologia RFID, tecnologia esta já usada em 97 em caráter experimental na produção do Classe A na fábrica de Rastatt na Alemanha.

Após análises de desempenho e considerando restrições de investimento, foi estudada uma nova solução com o uso da etiqueta passiva. Neste modelo os dados não são carregados na etiqueta inteligente, eles ficam armazenados na base de dados do sistema de controle da produção e a etiqueta e seu número funcionam como indexador entre a carroçaria e os processos de produção, servindo nas etapas de montagem bruta e pintura como elementos de identificação e controle de

produção dentro destes segmentos específicos. Isso aumenta a flexibilidade já que refugos nestas etapas podem simplesmente ser repostos sem conseqüências para o atendimento dos pedidos de clientes – processo denominado internamente como SINCRO (*Fahrzeuge Produktions Prozesse Synchronisiert* - processos sincronizados de produção de veículos), o que não acontecia quando o chassi era gravado nas fases iniciais da montagem bruta.

Com este processo qualquer carroçaria vermelha com teto solar, por exemplo, pode ser aplicada em qualquer pedido de cliente que requeira uma carroçaria vermelha com teto solar. A adoção deste processo faz com que hoje esta fábrica seja *benchmark* mundial entre as fábricas do grupo DaimlerChrysler com um índice de atendimento da seqüência de 98% (média) no Brasil, enquanto que os índices mais altos de outras fábricas giram em torno de 70%.

Fundamentalmente a solução trabalha com a associação de dados. Assim, para cada pedido de produção de veículo é “nomeado” um *transponder*, chamado de *MDS* (*Móbile Daten Speicher* – Portador de Dados Móveis). Quando o BPM-STAR, sistema de gestão próprio da montadora, transfere para o GPV (Sistema de Controle e Gerenciamento da Produção de Veículo) uma ordem de produção, um *MDS* é associado àquele veículo. Nos sistemas são feitas as associações entre o *MDS* e as características do pedido, tais como a cor, os acessórios que devem ser colocados, se é esportivo ou não e a que concessionária pertence. Não se grava nada na etiqueta inteligente, é feita apenas uma associação entre a etiqueta (um número código) com o pedido na base de dados *oracle* de todo o GPV.

3.4.

Processo MDS

O *transponder* adotado, ID1100, fabricado pela alemã AEG, contém uma etiqueta *read only*, sendo, portanto, passivo, e carrega uma única informação, num código hexadecimal (10 caracteres). Todas as etiquetas são únicas e não podem ser regravadas, ou seja o código não se repete e serve apenas para leitura. O consumo anual de *transponders* na fábrica em 2004 foi de cerca de sete mil unidades e seu custo unitário menor que um dólar.

Uma das principais funções do *MDS* é como disparador de outras funções automáticas ao longo do processo de montagem tais como: montagem bruta, pintura, *puffer* e montagem final.

Ao longo da linha de montagem estão instalados 28 leitores AEG-modelos AANFK2, fixos, e LID-500/MB, portáteis – que se comunicam com o GPV – um software da categoria *PCS (Production Control System)*, desenvolvido internamente pelas equipes da DaimlerChrysler e da T-System do Brasil. O GPV administra todo trabalho no chão de fábrica e o controle de atendimento dos pedidos na fábrica, auxiliado por módulos independentes e hierarquicamente inferiores, que fazem o gerenciamento da produção (GP) em três frentes distintas: montagem bruta (GPMb); pintura (GPPi); e *puffer* (GPPu), armazém para onde vão as carrocerias já pintadas, conforme apresentado na Figura 8.

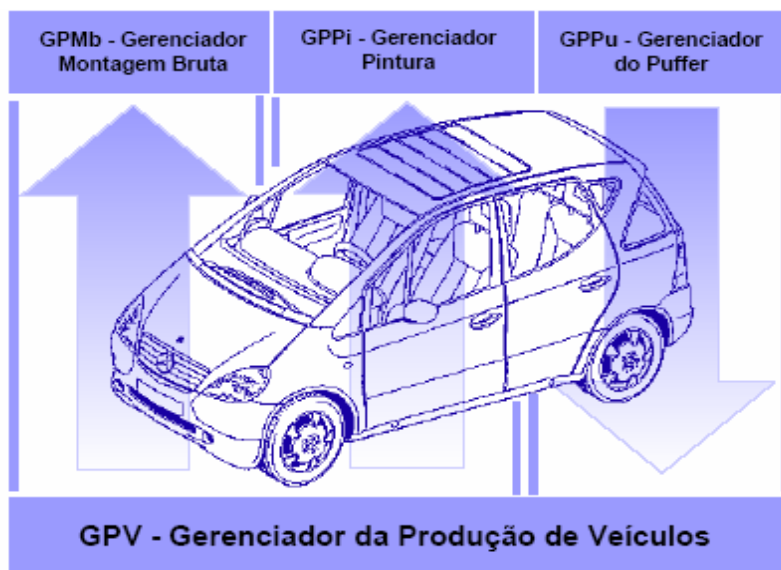


Figura 8: Fluxo de comunicação entre o MDS e os sistemas de Gerenciamento da produção (GPs) (Fonte: Mercedes Benz)

3.4.1.

Montagem bruta

Uma vez transferida a Ordem de Produção do BPMStar para o GPV e deste para os GPs com os dados do cliente, na primeira estação (chamada de estação 100) um CLP (Controlador Lógico Programável) recebe do GPMb a informação da variante a ser montada e o veículo recebe um MDS, que é fixado do lado de dentro da dianteira direita da carroceria no início da montagem bruta, conforme

visto na Figura 9. Esse *transponder* será utilizado ao longo de toda a linha de montagem, que é dividida nas seguintes estações de trabalho: “180”, “210” e “220”, conforme descrito a seguir e ilustrado na figura 10.

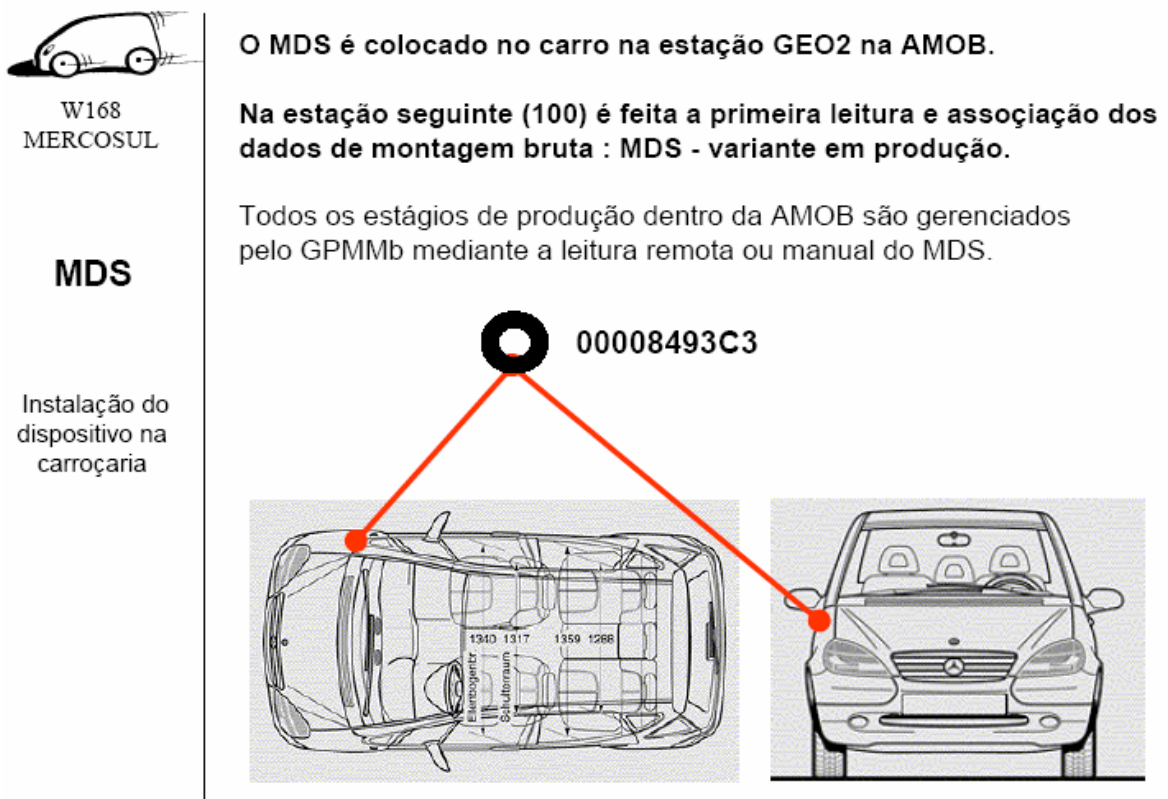


Figura 9: Montagem do MDS na carroceria (Fonte: Mercedes Benz)

Apenas na estação 180 Perceptron é feita a primeira leitura para a associação dos dados de medição da estrutura com o número do MDS. A partir da leitura do MDS o sistema deflagra essas ações, que são informadas através de um “telegrama” que contém vários códigos. Na primeira leitura no GPMb, um “telegrama” informa ao sistema que a carroceria já chegou à estação da montagem bruta. Este “telegrama” identifica a carroceria que contém o MDS e o sistema descreve as características da carroceria. A primeira leitura do MDS indica as estações de soldagem do teto, o tipo de teto a ser montado (com ou sem teto solar), amarração de todos os dados de qualidade do produto e dos tempos de atendimento do pedido ao longo da montagem - leitores espalhados ao longo da linha registram a passagem da carroceria e amarram ao número do MDS os tempos de processo. Em seguida a carroceria é enviada para a estação 210 que fará o *check-list* da produção, liberando-a para o processo posterior de pintura

passando pela estação 220 ou para a área de re-trabalho. Os dados são acionados em cada etapa do processo com o MDS da carroceria, seguindo a seqüência da linha de produção, conforme apresentado na Figura 10.

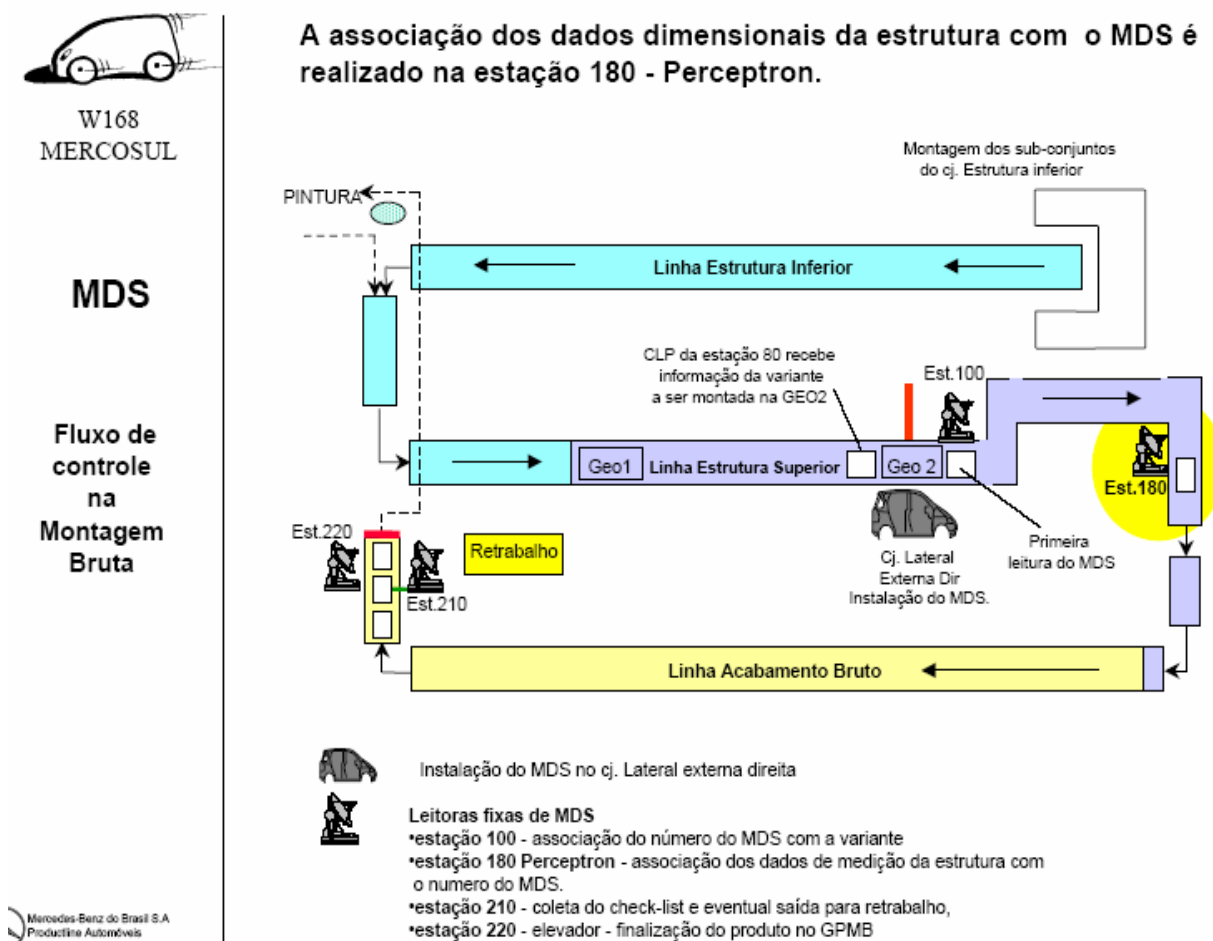


Figura 10: Fluxo Montagem Bruta (Fonte: Mercedes Benz)

3.4.2.

Pintura

Encerrada a etapa de montagem bruta, a carroceria segue para o processo de pintura, que será gerenciado pelo GPPi. A leitura do MDS ao longo da linha indica os *primers* e cores a serem aplicados na carroceria ao longo do processo de pintura. Não existem na pintura leituras de cartas (papel) ou de etiquetas para o controle da produção - todas as funções são controladas a partir da indexação do MDS com a base de dados do sistema. Sendo assim, a carroceria bruta passa por uma série de estações que vão de pré-tratamento para recebimento das várias

camadas de tintas inferiores protetoras à tinta externa, que é a cor do veículo propriamente dita. Nessa área os “telegramas” fazem pedidos de cor de tinta, onde a ordem e quantidades de tinta necessária para cada etapa da pintura já estão programadas nos CLPs da linha de pintura, que é totalmente automatizada. A identificação da ação de pintura vem da leitura do MDS, que informa ao sistema que a carroceria chegou à determinada estação. O sistema, por sua vez, libera ordem de pintura para os CLPs, que realizam a operação automaticamente, conforme apresentado na Figura 11.

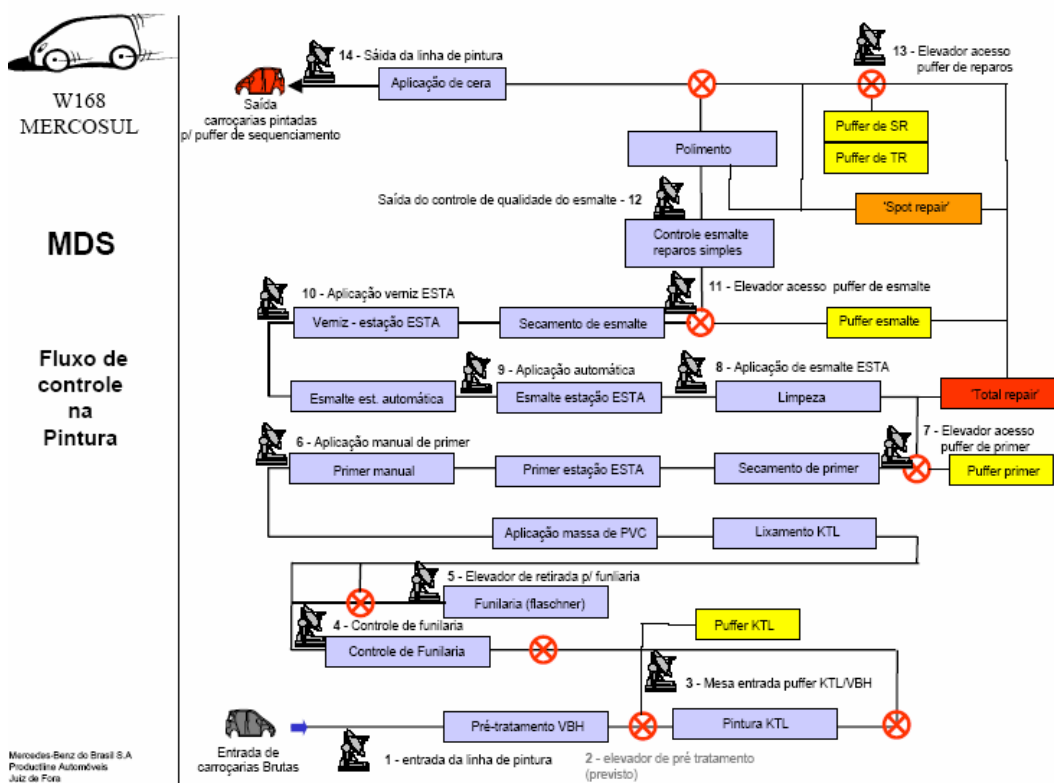


Figura 11: Fluxo da Pintura (Fonte: Mercedes Benz)

3.4.3.

Puffer (Armazenagem)

A entrada dos pedidos na linha de montagem obedece a uma seqüência de produção previamente estabelecida, desde a montagem bruta até o acabamento final. Como o processo de pintura não é linear – eventualmente algumas carrocerias precisam ser retocadas antes de seguir para a montagem final, para que haja uma maior otimização das cores com relação a esta possibilidade de retoques, todas as carrocerias são enviadas, obrigatoriamente, para área de *puffer*, onde

estão instalados quatro leitores de MDS que, através do GPPu, recebem as informações lidas das carrocerias e se encarregam de reordenar a seqüência, originalmente planejada, enviando para o acabamento os veículos na ordem em que entraram na linha.

Nesta fase, além do registro de entrada na montagem final, os *transponders* são usados também para disparar informações ao parque de fornecedores, instalados na área da fábrica. Nesse sentido, a solução, além da produção, apóia também a logística de abastecimento de peças *just in sequence*, como, por exemplo, bancos: o primeiro da linha de couro, o seguinte de tecido padrão A, depois o tecido padrão B e assim por diante. Assim, quando a carroceria chega ao leitor de entrada no *puffer* e lê o número do MDS, a informação das características do pedido é transmitida via sistema para o fornecedor de bancos, avisando-o de que a carroceria relacionada ao primeiro pedido está entrando na montagem final e vai precisar de um banco de couro. Em consequência, o fornecedor começa a preparar esse pedido pensando, concomitantemente, no banco do veículo seguinte, que é de tecido padrão A.

A transmissão da informação, tanto para o processo de acabamento, controlado pelo próprio GPV, como para a logística da produção, é feita em tempo real, uma vez que os fornecedores estão interligados com a fábrica usando o *software* SIL - Sistema Integrado de Logística - desenvolvido pela própria Empresa permitindo essa produção sincronizada. Destaca-se que o SIL contempla especialmente os itens *just in sequence* porque eles são abastecidos conforme a linha de produção. Além disso, esses itens têm peças de grandes volumes e alto valor agregado e, portanto, demandam uma solução de estocagem mais crítica. A Figura 12 apresenta as interfaces do *puffer* com as áreas de montagem bruta (AMOB), pintura (APIN) e montagem final (AMOF).

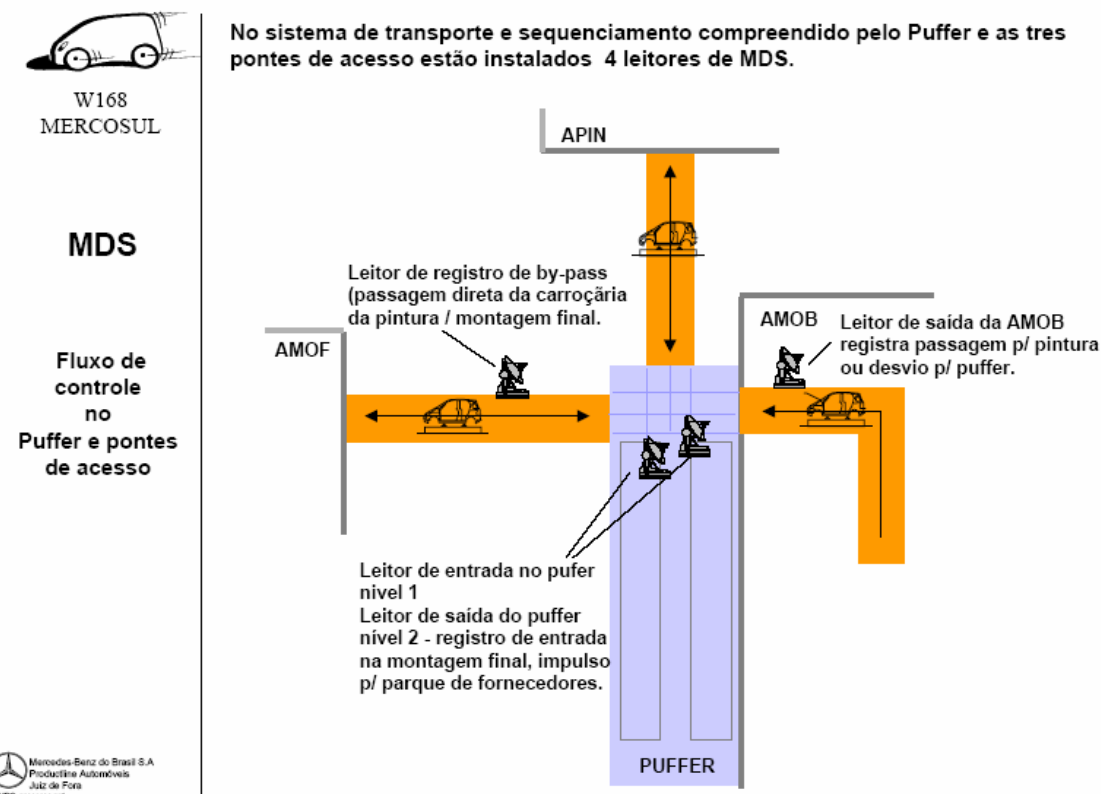


Figura 12: Fluxo no *puffer* (Fonte: Mercedes Benz)

3.4.4.

Montagem Final

No processo de montagem final os veículos recebem o acabamento. É o momento em que os carros são diferenciados uns dos outros. A Figura 13 apresenta o fluxo da montagem final. Nesta fase, todos os equipamentos de controle (descritos a seguir) são acionados por leitores instalados ao longo da linha.

- Gravação do número do *chassis* (VIN) (40): o operador da máquina de gravação registra a leitura e a partir daí o número é gravado automaticamente.
- Plausibilidades de montagem ao longo da linha (41): assegurar que o motor certo esta sendo montado no carro certo, *cockpit*, itens de segurança tais como *air bags*, *side bags* etc.
- Controle de abastecimento de fluidos (42): líquido do radiador, carga do ar condicionado, óleo do motor e gasolina. Mediante leitura é associado o

destino do veículo e os fluidos abastecidos conforme especificação do país de destino.

- Controle de liberação final do produto (43): estação onde é gravado o número VIN nos vidros e onde o veículo passa por uma última revisão, que determinará se o padrão de qualidade da montadora está atendido, podendo ser liberado para a concessionária, ou se deverá ser submetido a retrabalho. (Figura 13).

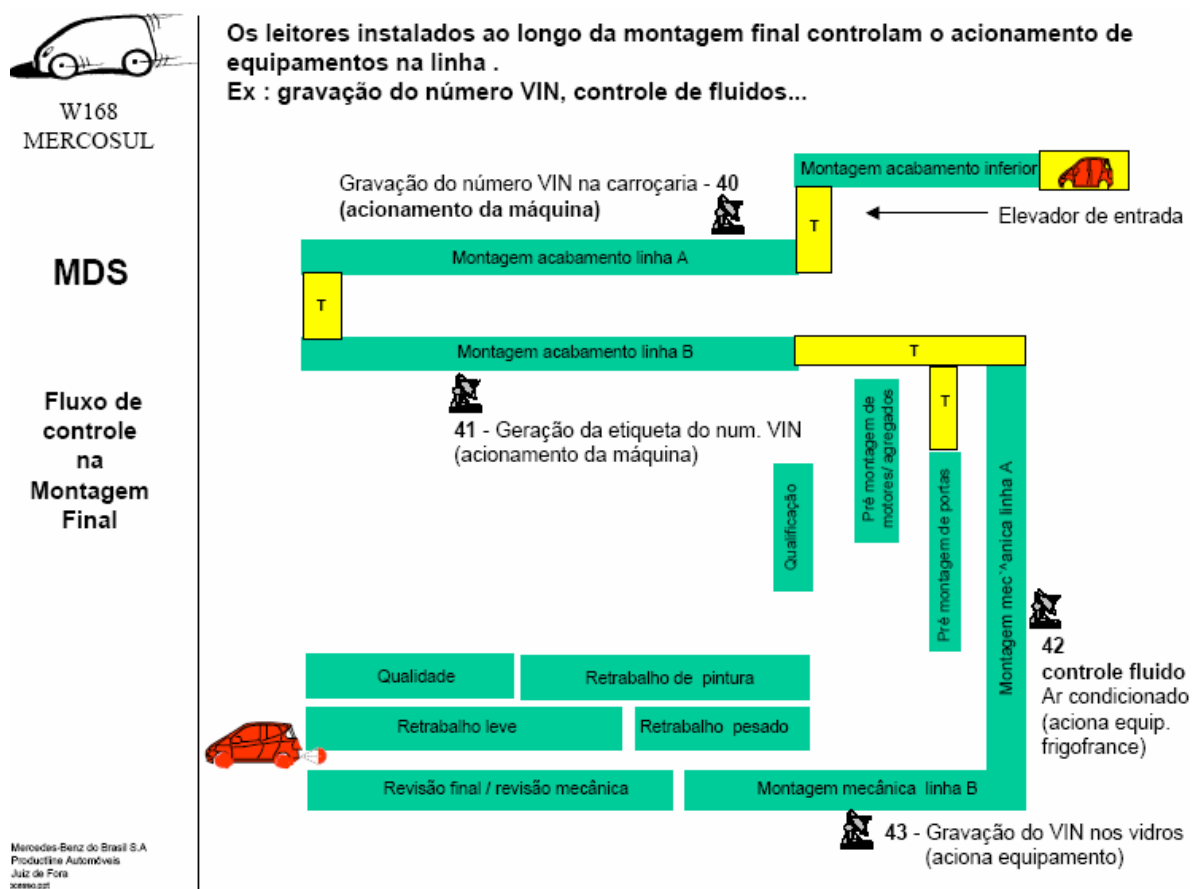


Figura 13: Fluxo Montagem Final (Fonte: Mercedes Benz)

3.5.

Resultados obtidos e conclusão

O grande fator de aumento de produtividade foi a flexibilidade gerada pela utilização da tecnologia RFID no processo produtivo, uma vez que a utilização deste processo permitiu identificar o veículo com o pedido colocado apenas na etapa de montagem final. Desta forma, cresce a versatilidade na produção nas

etapas de montagem bruta, pintura e ordem de saída no *puffer*, pela substituição, inclusão e/ou retrabalhos originalmente não previstos.

Outros benefícios obtidos com o uso da tecnologia de RFID na linha de produção estão relacionados aos ganhos de produtividade e a alta confiabilidade em todos os processos de montagem. Através do MDS, o carro pode ser identificado em qualquer uma das etapas de produção, com uma intervenção 100% automatizada, aumentando assim o grau de segurança no chão de fábrica. Alguns processos simplesmente seriam inviáveis para o ser humano, como, por exemplo, a secagem da pintura em estufa, que chega a aproximadamente 200°C. Sem esta automação, a demanda por outro processo, com uso de mão de obra, aumentaria o tempo de execução.

Assim, o processo é altamente estável, confiável e praticamente livre de erros, pois há mínima dependência de intervenção humana no processo. Um exemplo desse erro seria na pintura de um carro na cor errada ou rasura na gravação do chassi. Neste caso, a carroceria teria que ser sucateada.

Como foi mostrado, pela importância, rapidez e acurácia das informações necessárias ao processo de montagem que tramitam na linha de produção o processo de identificação por RFID é hoje em dia considerado um diferencial competitivo na produção de carros de passeio Mercedes-Benz no contexto DaimlerChrysler. O processo é seguro, já que o índice de falhas é muito baixo 1X10000 (uma falha de leitura a cada dez mil MDS) e sua aplicação está planejada para futuros projetos.

A adoção das características do MDS utilizado na fábrica de Juiz de Fora se deve a necessidade de ter leituras e controles em ambientes agressivos, como os banhos de proteção à corrosão na pintura e a aplicação de *primers* e vernizes, bem como a secagem a temperaturas de 80° C.

As interfaces do equipamento de leitura com os CLP's da produção são relativamente simples e estão plenamente adaptadas às necessidades da fábrica.

A transparência nos ganhos de produtividade gerados pela utilização da aplicação da tecnologia de RFID no processo produtivo em toda a linha de produção da fábrica de Juiz de Fora, provenientes da maior acuracidade nas leituras de dados, maior flexibilidade nas etapas de produção, possibilidade de utilização de processos com grau de automação elevado e a implementação *on line* do sistema de comunicação entre os elementos principais da Cadeia de

Suprimento deste produto, atestados pelos dados e informações coletadas *in loco* pelo autor e descritos anteriormente, sem dúvida contribuíram fortemente para agregar valor à cadeia produtiva, adicionando maior sinergia e alinhamento dos fornecedores principais na linha de montagem.

Finalmente, pode-se observar um início de implementação do processo de CPFR – *Collaborative Planning and Forecasting and Replenishment*¹ na Cadeia de Suprimentos, considerando que o processo RFID, ao usar as etiquetas inteligentes, está propiciando informações precisas em termos de estoques e do gerenciamento de pedidos, entre outros aspectos para os participantes da Cadeia, obtendo ganhos expressivos. Como consequência imediata deste processo é admissível supor que haja reflexos positivos de aceitação e satisfação do cliente final com relação ao cumprimento dos curtos prazos de entrega e à qualidade aliada ao desempenho deste produto.

3.6.

Próximos passos

Pelo sucesso alcançado no uso da tecnologia de RFID, em termos de produtividade e confiabilidade na linha de produção do Classe A, o mesmo conceito deverá ser adotado em novos projetos para a fábrica de Juiz de Fora.

A fábrica ainda cogitava, no início de 2005, usar os mesmos MDS instalados nos carros durante a fase de montagem, no atendimento ao pós-venda, como na revisão periódica nas concessionárias e identificação de registro de montagem do produto, bem como outras aplicações relacionadas com telemática veicular, tais como monitoramento à distância, rastreabilidade, identificação para órgão de trânsito dentre outras. Na verdade, os próximos passos dependerão muito do futuro da fábrica de Juiz de Fora, futuro este ainda incerto no momento de conclusão desta dissertação.

¹ O CPFR (Planejamento, Previsão e Reposição Colaborativos) é uma metodologia desenvolvida com o intuito de propiciar o planejamento conjunto entre os elos da cadeia no que tange a previsão de demanda e o re-suprimento de produtos (VICS, 2004). Segundo a ECR Brasil (2004) o CPFR é um conjunto de normas e procedimentos em que fabricantes e varejistas estabelecem objetivos comum, trabalhando em conjunto no planejamento e atualização de previsões de venda e reabastecimento dos estoques.