

## Aplicação de ferramentas *Lean* para melhoria do sistema de movimentação interna de materiais em uma planta da indústria automobilística

### Application of Lean tools for the improvement of the internal material handling system in an automotive industry plant

---

Tiago Hilbert Gouvea da Costa (PUC-PR) – [tiagohgc@gmail.com](mailto:tiagohgc@gmail.com)

Sergio E. Gouvea da Costa (PUC/UTFPR-PR) – [s.gouvea@pucpr.br](mailto:s.gouvea@pucpr.br)

**Resumo:** Uma das mais conhecidas características da produção enxuta refere-se à produção do produto certo, no momento e na quantidade certa, e a logística é a responsável pelo fluxo de movimentação dos materiais utilizados nesse sistema, tratando-se de um item fundamental para o seu funcionamento. Esse artigo refere-se à aplicação de ferramentas da metodologia lean na movimentação interna de materiais em uma fábrica da indústria automobilística. Através da realização de um caso de estudo utilizando o método da pesquisa-ação, foram coletados dados dentro da planta, e foram analisados detalhes necessários no abastecimento de linhas, para que fosse realizado num fluxo contínuo e padronizado. Com a utilização de ferramentas de qualidade usualmente utilizadas na abordagem *lean*, foi possível desenvolver e implementar um plano de melhorias para aumentar a eficiência de uma rota de abastecimento de materiais, a qual houve uma redução de 26% do seu tempo original, contribuindo com o campo de conhecimento de Logística e Produção Enxuta.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta; Logística Enxuta; Rotas de Abastecimento de Materiais; Ferramentas de Qualidade.

**Abstract:** One of the most recognizable features of lean production refers to the production of the right product, at the right time and amount, and the logistics is responsible for the flow of movement of the materials used in this system, so it is a key item for your operation. This article refers to the application of tools of the lean methodology on internal movement of materials in a factory of the auto industry. By conducting a case using the method of action research, some data were collected within the plant, and necessary details were analyzed in the parts supply of assembly lines, to be performed in a continuous and standardized flow. With the use of quality tools commonly used in the lean approach, it was possible to develop and implement an improvement plan to increase the efficiency of a material supply route, which had a 26% reduction from its original time, contributing to the field knowledge of Logistics and Lean Manufacturing.

**Keywords:** Lean Manufacturing; Lean Logistics; Material Supply Routes; Quality Tools.

## 1. Introdução

Muitas empresas que anteriormente trabalhavam com o sistema de produção empurrada, e que atualmente estão implementando ou na tentativa de implementar um sistema de produção enxuta, não obtém os resultados esperados em um primeiro momento devido à falta de um bom sistema de movimentação de materiais.

Na visão de Harris, Harris e Wilson (2004), diversas plantas que são *lean* no sentido de operar seus processos individuais, ainda são produtoras em massa em relação ao abastecimento destes processos. Isso acontece pelo fato de muitas dessas empresas focarem inicialmente apenas no sistema produtivo, alterando *layouts*, criando um fluxo contínuo, padronizando as atividades, entre outras aplicações de ferramentas *lean*, sem considerar a

parte logística desse sistema. Essas empresas muitas vezes mantém o método antigo de movimentação interna de materiais, com um controle precário das peças, podendo haver processos não abastecidos, os quais podem atrasar a produção, além de armazenar alguns dias de estoque de peças ao lado das linhas ao invés de poucas horas, gerando um grande desperdício.

Os dois principais problemas logísticos são que “os itens não são entregues conforme prometido e a pobre comunicação/visibilidade em relação ao envio” (Kerber e Dreckshage, 2011). Com a aplicação da metodologia *lean* à logística, torna-se possível movimentar apenas o material que será utilizado com a adoção de algum tipo de sinal de puxada, seja ele embalagens vazias, cartões *kanban*, entre outras inúmeras formas de sinalizar, tendo um melhor controle dos materiais dentro da fábrica, reduzindo os estoques ao lado das linhas, e conseqüentemente o estoque total da planta.

Mas após implementar um sistema *lean* de movimentação de materiais, alguns ajustes são necessários ao longo do tempo devido à alguns problemas que surgem no dia-a-dia das rotas de abastecimento interno, portanto, esse trabalho tem como objetivo melhorar o desempenho de rotas de abastecimento interno de linhas de produção, sem que hajam paradas desnecessárias dos operadores devido à problemas.

## **2. Rotas de abastecimento de linhas**

Para as empresas conseguirem implementar um sistema de produção enxuta em suas fábricas, é necessário que além de criar um fluxo contínuo, é preciso um bom sistema de abastecimento dos processos e operações nas linhas de produção. Jim Wu (2002) explica que sem um sistema de logística eficiente e confiável, é impossível se beneficiar completamente da manufatura enxuta.

Harris, Harris e Wilson (2004) mencionam que muitas plantas não possuem um controle adequado de suas peças, além de não possuir um mercado de peças compradas numa boa localização e com um bom gerenciamento, e também uma rigorosa rota de entrega de materiais que opere de forma padronizada a partir de sinais de puxada interligando as áreas de produção com a área de fornecimento de materiais.

Os principais problemas associados à falta de um bom sistema de movimentação interna de materiais são as possíveis paradas de linhas devido à falta de materiais e ao elevado

estoque de peças, gerando altos custos de armazenagem, além de ocultar diversos problemas dentro de uma planta.

Rago *et al.* (2003) comentam que no passado, era considerado normal a utilização de uma empilhadeira para entregar um palete com uma quantidade grande de componentes, independente de quanto tempo possa levar para que o palete seja consumido. Mas essa abordagem foi substituída pela produção enxuta, onde é definido que a estocagem de componentes ao longo da linha de produção não seja maior que o equivalente a uma hora de utilização ou até menos. Com essa nova abordagem, é necessário aumentar a frequência de rotas de entregas de materiais nas linhas e reduzir o espaço disponível para executar essas entregas, alterando *layouts* e realizando outros procedimentos necessários.

### 3. Metodologia de pesquisa

A abordagem de pesquisa adotada para a realização desse trabalho refere-se a uma abordagem combinada, adotando a utilização da quantitativa e qualitativa. O método de pesquisa utilizado foi o método da pesquisa-ação, realizado em uma fábrica da indústria automobilística, pois foi o método que se mostrou o mais adequado ao objetivo desse caso de estudo, uma vez que, segundo Thiollent (1998), “é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Coughlan e Coughlan (2002) mencionam que muitas características abrangentes definem a pesquisa-ação, tais como:

- ✓ Pesquisa em ação, ao invés de pesquisa sobre a ação;
- ✓ Participativa;
- ✓ Simultânea com a ação;
- ✓ Uma sequência de eventos e uma abordagem para a resolução de problemas.

A sequência para condução da pesquisa-ação, com base nos trabalhos de Thiollent (1998), Coughlan e Coughlan (2002) e Turrioni e Melo (2012), pode ser vista na Figura 1. Cada ciclo acontece em cinco fases: planejar a pesquisa-ação; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; avaliar resultados e gerar relatório. O monitoramento é

considerado uma metáfase. Após o fim de um ciclo, inicia-se um novo ciclo. Cada uma dessas fases será apresentada na seção 4.

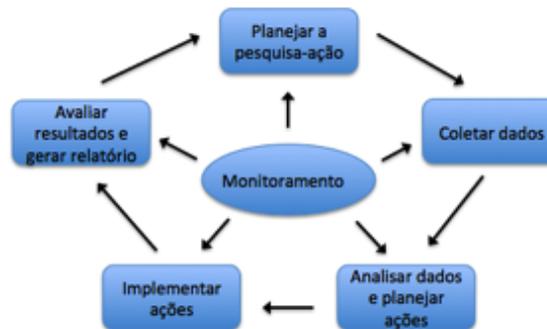


Figura 1 – Condução da pesquisa-ação

Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002)

#### 4. Caso de estudo

A Fiat Powertrain iniciou as suas operações na planta de Campo Largo em 2008, ao comprar a antiga fábrica de motores da BMW, Tritec Motors, onde eram produzidos os motores dos carros *PT Cruiser* e *MINI Cooper* para exportação desde 2001. A Fiat realizou algumas alterações e melhorias de *layout* na fábrica, e adaptações no mesmo motor BMW para se tornar o motor *E-torQ* da Fiat, nas versões 1.4 16V e 1.6 16V.

A planta possui 4 linhas de usinagem, onde são realizadas as operações de usinagem do bloco, virabrequim, biela e cabeçote, e 5 linhas de montagem, realizando a sub-montagem do cabeçote, sub-montagem do bloco, sub-montagem do pistão, montagem principal, e montagem final do motor, para então enviá-lo para a montadora Fiat na cidade de Betim-MG. Nos dias de hoje, a fábrica é capaz de produzir aproximadamente 300.000 motores por ano.

A planta da Fiat Powertrain de Campo Largo já é conhecida pela boa implementação da produção enxuta, tanto nas suas linhas de produção quanto no seu sistema logístico interno, apresentando melhorias constantemente nas rotas de abastecimento de materiais, sempre focando na redução de tempo ocioso dos operadores e uma maior eficiência das rotas. O caso de estudo apresentado foi realizado pela equipe de Análise do Trabalho da Fiat Powertrain, composta pelo autor e o responsável pela área, e é baseado em uma rota específica de abastecimento lateral automático de uma linha de montagem denominada “rota A”, onde o operador logístico para na posição certa definida por um sensor, e ativa a liberação das embalagens novas que descem por um *flow-rack* até o operador da montagem, e as embalagens vazias são liberadas até a prateleira do veículo. O *layout* da linha de montagem e

o trajeto de aproximadamente 800 metros da rota A podem ser vistos na Figura 2, onde o número 1 representa o local de reposição de peças no veículo, e o número 2 o local de abastecimento de peças na linha de montagem.

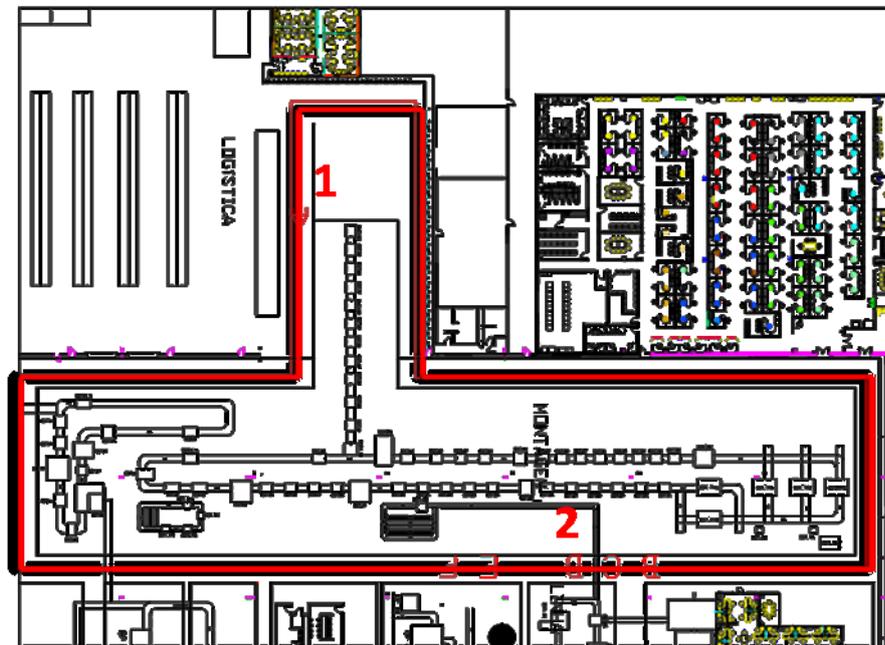


Figura 2 – *Layout* da montagem e trajeto da rota A

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

A rota A abastece a linha principal de montagem do motor, com as seguintes peças:

- ✓ Coletor de admissão;
- ✓ Termostato;
- ✓ Bomba d'água;
- ✓ Bobina de ignição;
- ✓ Tampa frontal;
- ✓ Tampa do cabeçote.

O sistema de abastecimento da rota A pode ser visto na Figura 3.

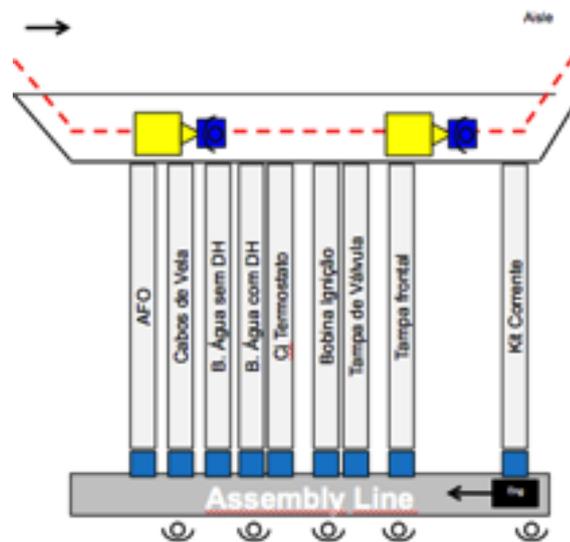


Figura 3 – Rota A de abastecimento de materiais (depois)

Fonte: Fiat Powertrain (2010)

#### 4.1. Pesquisa-ação

Conforme visto na Figura 1 da seção 3, cada ciclo da pesquisa-ação ocorre em cinco fases, com base nos trabalhos de Thiollent (1998), Coughlan e Coughlan (2002) e Turrioni e Melo (2012). São elas: planejar a pesquisa-ação; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; avaliar resultados e gerar relatório. O monitoramento é considerado uma metáfase.

Na pesquisa-ação realizada ocorreram 2 ciclos, os quais são apresentados de forma simplificada na Tabela 1 e detalhados ao longo do trabalho.

Tabela 1 – Ciclos da pesquisa-ação

FASES	CICLO 1	CICLO 2
<b>1. Planejar a pesquisa-ação</b>	Criação da tabela para os operadores anotarem os problemas durante as rotas	Criação da planilha para calcular a quantidade ideal de peças a serem abastecidas por rota
<b>2. Coletar dados</b>	Preenchimento da tabela de problemas nas rotas durante alguns dias de trabalho, realizado pelos operadores logísticos	Coleta dos dados necessários para o preenchimento da planilha
<b>3. Analisar dados e planejar ações</b>	Análise dos locais onde ocorrem mais problemas; e utilização das ferramentas de qualidade para estudar esses problemas	Análise dos tempos de espera do operador e total de rota, conforme a quantidade de peças abastecidas em cada rota
<b>4. Implementar ações</b>	Realização das ações de melhorias identificadas pelas ferramentas de qualidade	Redução da quantidade de embalagens de coletores de admissão abastecidas por rota de 9 para 6
<b>5. Avaliar resultados e gerar relatório</b>	As paradas por problemas nas rotas foram eliminadas	O tempo de espera do operador para iniciar uma nova rota foi reduzido em 61% e o tempo total de rota em 26%

Fonte: Autor (2014)

#### 4.2. Problemas no abastecimento

Além da rota A, existe uma rota similar de abastecimento lateral automático chamada rota B, e para uma delas ir para a linha de montagem, a outra já deve ter terminado o abastecimento e estar voltando ao armazém, denominado pela Fiat de “*decon*”. Um desperdício que estava ocorrendo nessas rotas era o de espera do operador no *decon* até o momento de iniciar uma nova rota, sendo esta espera muito longa devido a alguns problemas que ocorriam durante o abastecimento de materiais na rota similar, fazendo com que o operador tivesse que descer do veículo e arrumar manualmente, sendo esta atividade um desperdício de processamento, e que causava atrasos nas rotas. Para definir melhor que problemas estavam ocorrendo e com que frequências esses problemas apareciam, foi criada uma tabela para ficar com o operador da rota, e este anotar em quais paradas estavam ocorrendo problemas, como pode ser visto na Figura 4. Essas atividades referem-se às fases 1 e 2 do ciclo 1 da pesquisa-ação.

23/05 9:00  
Rebocador Novo

PARADA		QUANTIDADE																				
1ª Parada: Suportes do Coletor																						
2ª Parada: Coletor de Admissão	X	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)																					X	X
3ª Parada: Coletor de Admissão																					X	X
3ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)																					X	X
4ª Parada: Coletor de Admissão																						
4ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)																						
5ª Parada: Termostato																						
5ª Parada: Termostato (descarte)																						
6ª Parada: Bomba D'água																						
6ª Parada: Bomba D'água (descarte)																						
7ª Parada: Bobina de Ignição	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7ª Parada: Bobina de Ignição (descarte)																						
8ª Parada: Tampa Frontal																						
8ª Parada: Tampa Frontal (descarte)	X	X																				
9ª Parada: Tampa do Cabeçote																						
9ª Parada: Tampa do Cabeçote (descarte)																						
10ª Parada: Tampa do Cabeçote																						
10ª Parada: Tampa do Cabeçote (descarte)																						

Figura 4 – Problemas nas rotas de abastecimento lateral A

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Na Figura podemos ver as 10 paradas da rota A separadas em embalagens abastecidas e de descarte, e cada coluna refere-se a uma rota de abastecimento. Essa análise foi realizada em diferentes dias e com diferentes operadores para ser possível comparar os problemas. Em 4 dias de análise, equipe chegou ao total de problemas apresentado na Figura 5.

PROBLEMAS NAS ROTAS DE ABASTECIMENTO LATERAL A						
PARADA	QUANTIDADE POR DIA				TOTAL	
1ª Parada: Suportes do Coletor					0	0
2ª Parada: Coletor de Admissão	20	33	34	21	108	124
2ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)	3	7	5	1	16	
3ª Parada: Coletor de Admissão				2	2	2
3ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)					0	
4ª Parada: Coletor de Admissão	25				25	49
4ª Parada: Coletor de Admissão (descarte)	22	2			24	
5ª Parada: Termostato	1				1	14
5ª Parada: Termostato (descarte)	2	5	5	1	13	
6ª Parada: Bomba D'água		1			1	6
6ª Parada: Bomba D'água (descarte)	4	1			5	
7ª Parada: Bobina de Ignição	32	33	35	31	131	255
7ª Parada: Bobina de Ignição (descarte)	24	34	35	31	124	
8ª Parada: Tampa Frontal		4	5	1	10	54
8ª Parada: Tampa Frontal (descarte)	21	6	13	4	44	
9ª Parada: Tampa do Cabeçote		2			2	2
9ª Parada: Tampa do Cabeçote (descarte)					0	
10ª Parada: Tampa do Cabeçote					0	0
10ª Parada: Tampa do Cabeçote (descarte)					0	

Figura 5 – Total de problemas nas rotas de abastecimento lateral A

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Foi possível identificar que as paradas que ocorriam com maior frequência devido à problemas de abastecimento eram: 2ª parada, do coletor de admissão, que apresentou um total de 124 problemas, sendo 108 no abastecimento e 16 no descarte de embalagens vazias; e 7ª parada, da bobina de ignição, com um elevado número de problemas tanto no abastecimento quanto no descarte, totalizando 255 problemas. Essa análise corresponde à fase 3 do ciclo 1 da pesquisa-ação.

#### 4.2.1. Ferramentas de qualidade

Para identificar por quais motivos esses problemas estavam ocorrendo, foram utilizadas as ferramentas de qualidade do 5W1H, 5 Porquês, e o diagrama de causa e efeito, também chamado de 4M's (fase 3, ciclo 1 da PA). As ferramentas podem ser vistas nas Figuras 6, 7 e 8, respectivamente.

REFERENTE AS ROTAS

FIAT POWERTRAIN		5W1H		PROJETO		
<b>O QUÊ / What</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
Em que objeto / produto que foi identificado o problema? O que foi identificado no problema (variáveis: material utilizado, dimensões, coloração, dano causado, etc)?	FOI IDENTIFICADO NOS VAGÕES DE ABASTECIMENTO LATERAL DA LINHA DE MONTAGEM E NOS FLOW RACKS	A	B	C	D	E
<b>QUANDO / When</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
Quando se manifesta o problema? (horário) Em que fase da operação? (início de produção, set-up, funcionamento normal, parada de produção, após troca de ferramenta, após troca de tipo de produto, etc)	NO MOMENTO DO ABASTECIMENTO DE EMBALAGENS DO VAGÃO PARA O FLOW RACK E NO DESCARTE DE EMBALAGENS VARIAS DO FLOW RACK PARA O VAGÃO	A	B	C	D	E
<b>ONDE / Where</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
Onde é verificado o problema (linha, operação, estação) Em qual parte específica é verificado o problema? Onde no produto é verificado o problema?	NO ABASTECIMENTO DO COLETOR DE ADMISSÃO, BOBINA DE IGNIÇÃO E BOMBA D'ÁGUA.	A	B	C	D	E
<b>QUEM / Who</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
O problema é ligado a uma capacidade específica? Qual comportamento específico pode causar o problema? - apenas alguns funcionários apresentam esse problema? - apenas em um turno é verificado o problema? - está ligado ao nível de experiência / treinamento?	OCORRE COM OS OPERADORES DAS ROTAS DE ABASTECIMENTO LATERAIS A E B.	A	B	C	D	E
<b>QUAL / Which</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
Quais características são ligadas ao problema? O problema apresenta uma tendência ou correção com algo? O problema é casual? (poucos fenômenos são realmente casuais)	TRAVA NÃO ESTÁ FUNCIONANDO ATRITO DAS CAIXAS COM AS BARRAS LATERAIS, UNIFORMIDADE DAS CAIXAS, INÉRCIA (FALTA DE RESO OU INCLINAÇÃO), TRILHO EMPERRADO	A	B	C	D	E
<b>COMO / How</b>	Dados	Gráficos dos dados levantados (Pareto)				
Como se apresenta o equipamento / máquina em relação às condições de funcionamento ideais? Como o problema é detectado? Qual a frequência de ocorrência do problema?	AS CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO ESTÃO DENTRO DO PADRÃO PORÉM NÃO ESTÁ ATENDENDO A TODAS AS NECESSIDADES. OCORRE EM TODAS AS ROTAS.	A	B	C	D	E
<b>Descrição do problema revisada</b>	<b>Descrição</b>					
Reescrever o problema usando os dados levantados acima.	DURANTE O ABASTECIMENTO LATERAL FOI VISTO QUE AS EMBALAGENS DE ALGUMAS PEÇAS ESTÃO EMPERRANDO, DIFICULTANDO E ATRASANDO O ABASTECIMENTO.					

Figura 6 – 5W1H das rotas de abastecimento lateral

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Com a ferramenta 5W1H foi possível identificar o seguinte problema: “durante o abastecimento lateral foi visto que as embalagens de algumas peças estão emperrando, dificultando e atrasando o abastecimento”.

PROJETO ROTAS DE ABASTECIMENTO LATERAL

FIAT POWERTRAIN		5 Porquês		PROJETO					
1º PORQUÊ	Causa (1927)	2º PORQUÊ	Causa (1927)	3º PORQUÊ	Causa (1927)	4º PORQUÊ	Causa (1927)	5º PORQUÊ	Causa (1927)
PORQUE EXISTE EXCESSO DE PARADA NA ROTAS DE ABASTECIMENTO LATERAL	S N	PORQUE O MODELO DO REBOCADOR INTERFERE	S N	POIS O TAMANHO DO REBOCADOR E OS PONTOS DE PARADA SÃO DIFERENTES	S N		S N		S N
	S N	OPERADOR NÃO PARA NA POSIÇÃO CORRETA	S N	POIS O CHÃO NÃO ESTÁ DEMARCADO	S N		S N		S N
	S N		S N	PORQUE NÃO HÁ SEMPRE	S N		S N		S N
	S N	EMBALAGEM TRAVA AO DESER DO FLOW RACK	S N	BARRAS LATERAIS DO FLOW RACK GERA ATRITO COM AS EMBALAGENS	S N	POIS AS BARRAS ESTÃO MUITO PRÓXIMAS DAS EMBALAGENS	S N		S N
	S N		S N	TRILHOS DOS FLOW RACKS ESTÃO DESGASTADOS	S N	PORQUE A BARRA DOS FLOW RACKS FOI TROCADA, MAS O TRILHO ANTIGO FOI REUTILIZADO	S N	POIS OS TRILHOS NÃO SÃO TROCADOS FREQUENTEMENTE	S N
	S N		S N		S N		S N		S N
	S N		S N		S N		S N		S N

Figura 7 – 5 porquês das rotas de abastecimento lateral

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

A equipe utilizou a ferramenta dos 5 Porquês para procurar as causas raiz do problema de excesso de paradas nas rotas de abastecimento lateral, e chegou a algumas conclusões, como o fato do modelo do veículo interferir no abastecimento, pois nem todos possuem o tamanho que está de acordo com a parada indicada pelo sensor. Além disso, o operador não estava parando na posição correta para abastecer os materiais, pois o chão não estava demarcado e não existia um *stopper*, o qual faria com que as rodas do veículo encaixassem no ponto correto, e se basear apenas pelo sensor se torna difícil, pois é um ponto muito específico em que ele atua. Outra conclusão foi que as barras laterais do *flow-rack* estavam gerando atrito com as caixas ao descerem, devido ao fato de estarem muito próximas das embalagens, não deixando espaço suficiente para descerem adequadamente. Foi identificado também que os trilhos do rack estavam desgastados e não eram trocados frequentemente.

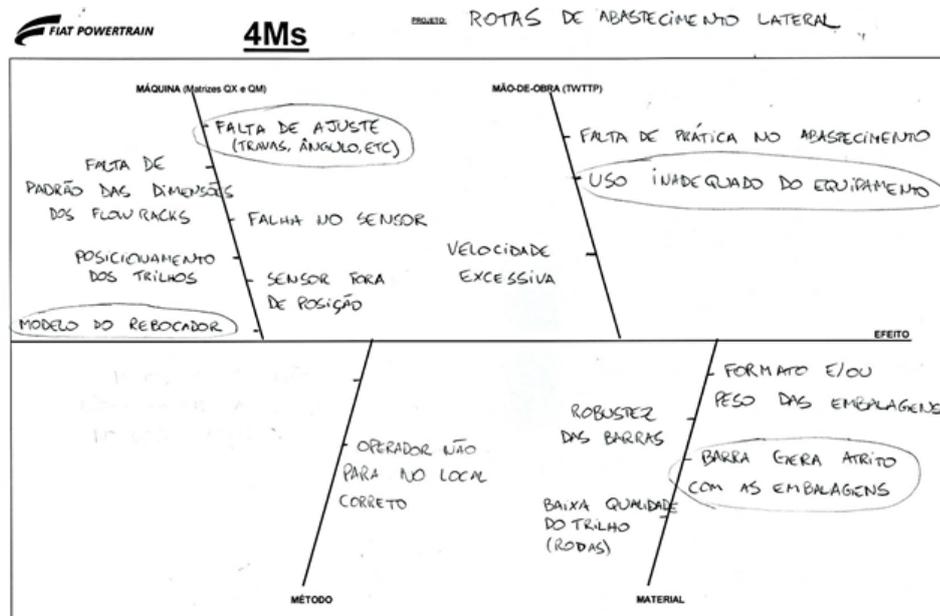


Figura 8 – 4M's das rotas de abastecimento lateral

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Com o diagrama de causa e efeito, ou 4M's, foi identificado que as principais causas das paradas por problemas no abastecimento eram:

- ✓ Máquina:
- ✓ Falta de ajuste nas travas, ângulo etc;
- ✓ Modelo do rebocador.
- ✓ Mão-de-obra:
- ✓ Uso inadequado do equipamento.
- ✓ Material:

- ✓ Barra gera atrito com as embalagens.
- ✓ Método:
- ✓ Operador não para no local correto.

Na Figura 9 pode-se ver o momento em que ocorre o abastecimento das embalagens do coletor, onde as caixas vazias, que deveriam voltar para o veículo, estão emperrando.



Figura 9 – Embalagens do coletor emperrando ao voltar para o veículo

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

#### 4.2.2. Consumo da linha de montagem

Outro motivo que causava uma espera desnecessária dos operadores logísticos no *decon*, era o tempo elevado de consumo de coletores de admissão na linha de montagem, estes que puxam a rota, pois existe apenas 1 coletor por embalagem, necessitando assim, um fluxo maior de abastecimento dos mesmos. Para solucionar este problema foi feito um estudo para identificar qual o número ideal de embalagens que devem ser abastecidas em cada rota. Para isso, o autor desenvolveu uma planilha com base no sistema de produção enxuta (fase 1, ciclo 2 da PA), onde preenchendo os dados de produção diária; quantidade de peças utilizadas por motor; peças por embalagem; quantidade de embalagens por veículo; turno em horas; e tempo médio de abastecimento, movimentação e reposição de peças, foi possível obter as informações de motores atendidos por embalagem; embalagens necessárias por dia; quantidade de motores atendidos por rota; quantidade necessária de embalagens na linha; rotas necessárias por dia se 1 ou 2 rotas estiverem operando com a mesma embalagem; turno em minutos; *takt time* da produção; tempo necessário de rota com 1 ou 2 rotas operantes; e tempo de espera aproximado. A coleta dos dados necessários para preenchimento da planilha corresponde à fase 2 do ciclo 2 da pesquisa-ação.

Para o caso do coletor de admissão, que é levado até a linha por duas rotas, A e B, e que cada rota estava levando a capacidade máxima do veículo de 9 embalagens de coletores, contendo uma peça cada, a análise ficou conforme a Figura 10.

produção diária	qnt peças utilizadas por motor	peças por embalagem	motores atendidos por embalagem	embalagens necessárias por dia	qnt embalagens no veículo	qnt motores atendidos por rota	qnt necessária embalagens na linha	rotas necessárias por dia
	1	1	1	650,00	9	9	19	72,22
650	rotas por dia se 2 estiverem operando	turno em horas	turno em min	takt time produção (s)	tempo necessário de rota (min)	tempo necessário com 2 rotas	tempo médio abast/movim/re posição	tempo de espera aproximado
	36,11	8,5	510	47,08	7,06	14,12	8,00	6,12

	Preencher
	Cálculo Automático

Figura 10 – Cálculo de peças necessárias por rota (9 coletores)

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Foi possível perceber que com uma produção diária de 650 motores, levando 9 coletores nas duas rotas, o tempo necessário de rota, com base no tempo de consumo dos coletores era de 14,12 minutos. Essas rotas foram cronometradas diversas vezes diariamente e chegou-se a um valor médio aproximado aos 14 minutos, provando assim, que a planilha estava correta e poderia ser utilizada para definir melhores tempos de rotas com base na quantidade de peças levadas. As atividades da rota A de movimentação, abastecimento das linhas e reposição de peças no veículo pelos operadores do *decon* levam em média 8 minutos, causando assim, um tempo de aproximadamente 6,12 minutos de espera desnecessária do operador antes de iniciar uma nova rota.

Com a finalidade de reduzir esse tempo de espera, foi utilizada a quantidade de 8, 7 e 6 coletores na planilha.

Ao testar com 8 coletores, a equipe de Análise do Trabalho da Fiat pôde identificar que o tempo total de rota diminuiria para aproximadamente 12,55 minutos, sendo assim, 4,55 minutos de espera. Com 7 coletores, o tempo total seria aproximadamente 10,98 minutos e 2,98 minutos de espera. Já com 6 coletores, o total seria aproximadamente 9,42 minutos e espera 1,42 minuto, com pode ser visto na Figura 11.

produção diária	qnt peças utilizadas por motor	peças por embalagem	motores atendidos por embalagem	embalagens necessárias por dia	qnt embalagens no veículo	qnt motores atendidos por rota	qnt necessária embalagens na linha	rotas necessárias por dia
	1	1	1	650,00	6	6	13	108,33
650	rotas por dia se 2 estiverem operando	turno em horas	turno em min	takt time produção (s)	tempo necessário de rota (min)	tempo necessário com 2 rotas	tempo médio abast/movim/re posição	tempo de espera aproximado
	54,17	8,5	510	47,08	4,71	9,42	8,00	1,42

Figura 11 – Cálculo de peças necessárias por rota (6 coletores)

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Também foi testado com 5 coletores, mas o tempo de espera resultante foi negativo, inviabilizando a operação da rota com tal quantidade. Essa análise de tempos de espera e total de rota refere-se à fase 3 do ciclo 2 da pesquisa-ação. Como a rota que utiliza 6 coletores se mostrou a mais eficiente ao apresentar apenas 1,42 minuto de espera, referente a uma redução de quase 5 minutos comparada a rota que utiliza 9 coletores, a equipe realizou algumas rotas testes utilizando essa quantidade de embalagens. As rotas apresentaram um tempo muito aproximado, não levando em consideração o tempo de paradas por problemas, ou eventuais trânsitos de percurso. Para o tempo de rota se estabilizar nesses 9,42 minutos, tais problemas precisavam ser eliminados.

#### 4.3. Melhorias implementadas

Com as conclusões tiradas das ferramentas de qualidade, a equipe logística iniciou o trabalho de melhorias procurando acabar, ou ao menos reduzir, as paradas desnecessárias por problemas durante as rotas.

Inicialmente os trilhos dos *flow-racks* das peças mais críticas foram trocados, pois os anteriores estavam desgastados, com muitas rodas que já não rodavam mais. Os espaços entre as barras laterais dos *flow-racks* foram aumentados, evitando que as caixas gerassem atrito com as barras ao descer pelos trilhos. Outra situação frequente que causava problemas no abastecimento era o fato de o operador ter dificuldade de parar no local correto determinado pelo sensor. Para isso, o chão foi demarcado nos locais onde o operador logístico deve realizar cada parada para abastecer a linha. A realização dessas melhorias corresponde à fase 4 do ciclo 1 da pesquisa-ação. Com isso, as paradas por problemas foram praticamente eliminadas (fase 5, ciclo 1 da PA), ocorrendo apenas quando houvesse erro do operador, algo comum em qualquer trabalho realizado por uma pessoa.

Pode-se ver na Figura 12 como eram os tempos médios de cada atividade e o tempo total da rota A antes dessas melhorias, e com o abastecimento de 9 coletores por rota, no ano de 2012.

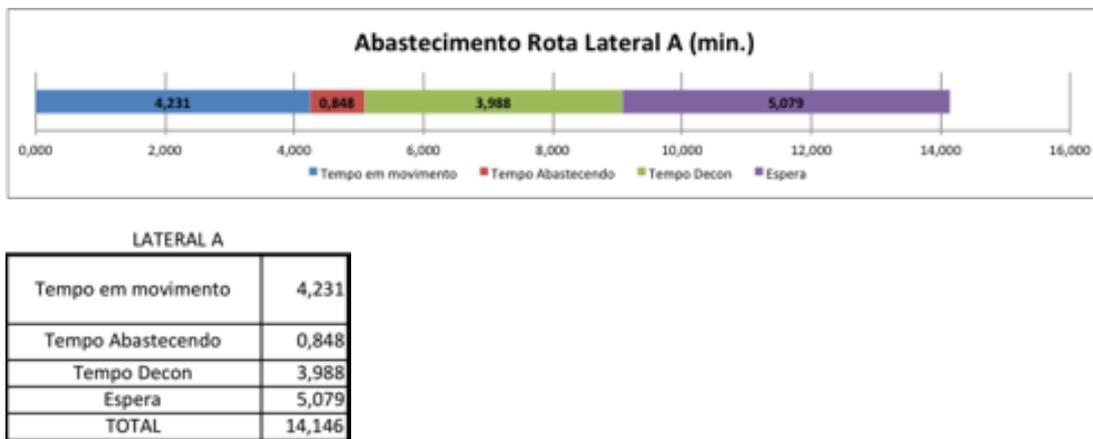


Figura 12 – Tempos da rota A antes das melhorias

Fonte: Fiat Powertrain (2012)

Após a implementação das melhorias conforme as necessidades identificadas pelas ferramentas de qualidade, e com a utilização de 6 coletores, ao invés de 9 por rota (fase 4, ciclo 2 da PA), os novos tempos podem ser vistos na Figura 13.

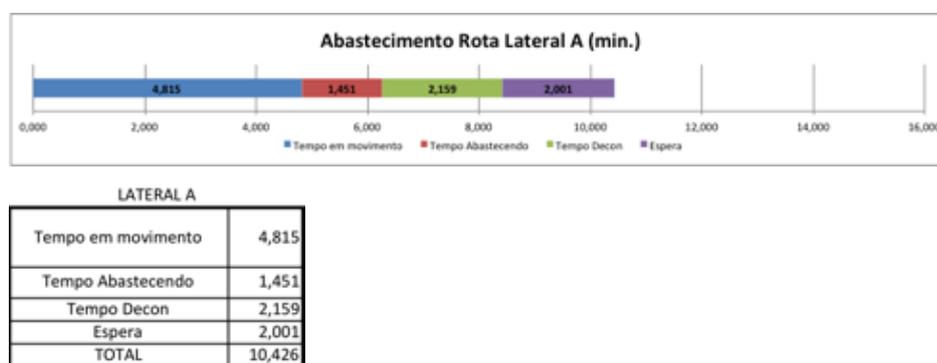


Figura 13 – Tempos da rota A depois das melhorias

Fonte: Fiat Powertrain (2013)

Comparando as duas figuras, foi possível identificar que o tempo em movimento continua praticamente o mesmo, pois não houve nenhuma alteração no trajeto da rota. O tempo abastecendo, que leva em consideração apenas o momento de abastecimento correto e automático, não levando em consideração quando o operador deve realizá-lo manualmente devido a problemas, teve um leve aumento, mas que poderia ser devido à experiência do operador analisado e não se trata de um aumento significativo. O tempo no *decon*, que se refere ao tempo de reposição de peças no veículo, teve uma redução de quase 2 minutos

devido à padronização das atividades que estes operadores realizam, as quais não estavam sendo realizadas corretamente. Já o tempo de espera para iniciar uma nova rota, geralmente devido a problemas no abastecimento, que é o foco principal desse caso de estudo, foi reduzido em 61% do tempo original, equivalente a aproximadamente 3 minutos de redução. No tempo total de rota, houve uma redução de quase 4 minutos, ou 26% do tempo original (fase 5, ciclo 2 da PA), totalizando uma média de 10,42 minutos, muito próximo do tempo determinado pela planilha de cálculo de peças necessárias por rota, mostrando assim, que as melhorias implementadas obtiveram êxito.

## 5. Conclusão

Na seção 4.2 foram coletados dados sobre os problemas que ocorriam durante o abastecimento de materiais, com o preenchimento da tabela de problemas, realizadas pelo operador a cada rota. Com uma análise sobre esses dados, foi possível identificar quais problemas eram mais frequentes.

Com a utilização das ferramentas de qualidade 5W1H, 5 Porquês, e 4M's na seção 4.2.1, e com a análise do consumo da linha de montagem por meio da abordagem *lean* na seção 4.2.2, tornou-se possível identificar por quais motivos os problemas estavam ocorrendo e quais as ações necessárias para a melhoria da eficiência da rota A de abastecimento da linha de montagem.

Por fim, pode-se dizer que com a realização do caso de estudo, e o desenvolvimento e implementação do plano de melhorias, foi possível reduzir o tempo de espera desnecessária do operador logístico em 61%, e o tempo total de rota em 26%, melhorando assim, a eficiência geral do sistema de movimentação de materiais.

## REFERÊNCIAS

- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International journal of operations & production management*, 22(2), 220-240.
- Harris, R., Harris, C., & Wilson, E. (2004). *Fazendo Fluir os Materiais: Um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia*. Lean Institute Brasil.
- Jim Wu, Y. C. (2002). Effective lean logistics strategy for the auto industry. *The International Journal of Logistics Management*, 13(2), 19-38.
- Kerber, B., & Dreckshage, B. J. (2011). *Lean supply chain management essentials: a framework for materials managers*. CRC Press.

Rago, S. F. T., Junior, E. C., Banzato, E., Banzato, J. M., Moura, R. A.. Atualidades na Gestão da Manufatura. 1 ed. São Paulo: IMAM, 2003. P. 397.

Thiollent, M. Metodologia da Pesquisa-Ação. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998. P. 107.

Turrioni, J.B., Mello, C. H. P.. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção. In: Cauchick Miguel, P. A. (Org.). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. P. 149-167.