

**Yuri Franklin M. de Abreu<sup>1</sup>**

Yuri.fr@ig.com.br

**Luis Fernando Nuss<sup>4</sup>**

luisnuss@hotmail.com

**Guilherme Paiva Silva Santos<sup>2</sup>**

guilherme.pss@terra.com.br

**Felipe Nunes de Lima<sup>5</sup>**

felipenl@oi.com.br

**Lúcio Cardoso<sup>3</sup>**

duducardosl@hotmail.com

1 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

2 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

3 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

4 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

5 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

## Resumo

Nos tempos atuais as empresas vêm buscando cada vez mais a otimização de seus produtos e serviços procurando atender a demanda existente dentro de suas especificações, reestruturando suas atividades e tarefas relacionadas ao sistema produtivo, o que consolida a competitividade empresarial. Dentro desse cenário de profundas transformações no que diz respeito à competitividade, a aplicação da Metodologia e Análise de Melhoria de Processo (MAMP) e utilização adequada de ferramentas se tornam preciosas, melhorando o trabalho individual, uma seção ou departamento, ou toda a estrutura da empresa. Podendo envolver toda seqüência de acontecimentos, os movimentos de trabalho, equipes, ferramentas e a localização de atividades. Estruturamos um estudo orientado para se melhorar um processo já implementado da BMB Mode Center que atua no ramo de modificações especiais veicular, com a colaboração da própria empresa e seus colaboradores. Esta empresa possui uma linha de montagem de eixo auxiliar e engate para veículos pesados com uma capacidade para se produzir dez unidades em média ao dia, e que tem como propósito atender as necessidades de seu principal cliente, uma montadora de veículos de carga, a qual devido a grande procura pelo produto vem aumentando sua produção para doze unidades ao dia.

**Palavras-chaves: MAMP, Ferramentas, Melhorar Processo, Linha de Montagem.**

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à necessidade de um adequado sistema de planejamento, estruturação e melhoria de processos que são considerados cruciais para o desenvolvimento das organizações frente ao mercado este trabalho procura apresentar as ferramentas e teorias que compõem a Melhoria dos Processos, assim como, demonstrar alguns exemplos de sua aplicabilidade empresarial, mais especificamente, dentro do setor automobilístico.

Uma metodologia estruturada aplicada com disciplina e paciência, a habilitação para se trabalhar em equipe, e a utilização efetiva de ferramentas, dados e informações, são elementos fundamentais para melhoria de processos, pois o mercado Brasileiro de Caminhões se torna cada vez mais exigente, profissional e especializado. A demanda por veículos personalizados e/ou específicos para determinadas aplicações cresce a cada dia. -> Mais do que **60%** dos clientes realizam **alguma modificação** após aquisição do veículo comercial, as adaptações e alterações externas (sem consentimento e acompanhamento) para atender as necessidades dos clientes serão mais complexas quanto a responsabilidades das modificações, nesse ramo a empresa em estudo se consolida em parceria com uma montadora de veículos de grande porte.

## 2. OBJETIVO

Por levantamento de dados o grupo tem por objetivo avaliar e corrigir falhas da empresa em estudo elaborando uma seqüência no processo que leve em consideração o efeito levantado, resolvendo suas causas para a melhoria de fluxo produtivo de dez veículos/dia para doze. Sendo elas melhor resolvidas em atividades desenvolvidas ao longo do processo, colocando a disposição de máquinas, ferramentas e insumos

conforme novo Layout, visando alcançar as metas desejadas.

Como decorrência desse trabalho, voltado para o desenvolvimento e materialização de um projeto, tem-se a oportunidade de exercitar a utilização do Método de Análise e Melhoria de Processo (MAMP).

## 3. Referencial teórico

### 3.1. MAMP

Um assunto de grande preocupação é a falta de planejamento adequado para a estruturação dos processos que atingem diretamente o cliente. Por isso, uma questão vem à tona: Como potencializar o sistema produtivo para que a empresa de uma forma mais ágil, possa atingir suas metas e respostas relacionadas aos negócios. Dentro deste contexto surge a Análise e Melhoria de Processos, uma poderosa Metodologia que contribui para o planejamento, a estruturação, a resolução de problemas e a melhoria contínua, de todos os processos de trabalho considerados fundamentais para se alcançar o objetivo do negócio.

A Metodologia de Análise e Melhoria de Processo inicia-se com a definição da missão, e partir dessa missão será iniciado o trabalho de coleta de dados. Com dados coletados pode-se identificar os problemas existentes no processo, definindo suas causas e identificando soluções viáveis de serem implementadas. Nesse momento, é preciso estar atento à elaboração de um rigoroso planejamento, de forma a evitar surpresas desagradáveis durante a implementação das mudanças necessárias. Finalmente após a implementação das mudanças faz-se uma avaliação para verificar se as mesmas foram efetivas e conduziram a uma melhoria do processo. Caso isso tenha ocorrido, estabelece-se um procedimento escrito para que todas as pessoas envolvidas entendam a

dinâmica do novo processo e possam sugerir futuras mudanças.

### 3.1.1. FERRAMENTAS UTILIZADAS

Abaixo se apresentam algumas das ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento do estudo:

- Ciclo PDCA: é um instrumento de gestão aplicável a qualquer processo organizacional. O que muda são as técnicas a serem utilizadas em cada tipo de processo.
- Cronoanálise: Cronoanálise é a aplicação de técnicas projetadas para definir o tempo que um trabalhador qualificado precisa para realizar um trabalho especificado com um nível de desempenho.
- Diagrama de Ishikawa: é uma ferramenta gráfica utilizada para explorar e representar opiniões a respeito de fontes de variações em qualidade de processo, mas que pode perfeitamente ser utilizada para a análise de problemas organizacionais genéricos.
- PERT-CPM: consiste em um diagrama de rede, que representam de forma gráfica, seqüencial e lógica o desenvolvimento de acontecimentos e de atividades que compõe o processo.

## 4. ESTUDO DE CASO

A linha de produção da empresa em estudo, BMB Mode Center, realiza montagens em veículos 6x2 (cavalo mecânico) entre outras modificações, refere-se a um veículo pesado de seis rodas tendo duas dessas consideradas rodas de tração e engate. A linha de produção é composta principalmente de quatro postos de atividades, além das manobras dos veículos para deslocar o mesmo entre os diferentes postos de trabalho.

As principais tarefas realizadas em cada posto de trabalho serão melhores apresentadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, no qual o objetivo de produção é de doze unidades ao dia sendo que atualmente essa produção é de no máximo dez. Nesse projeto a necessidade da melhoria é indispensável, pela necessidade de prazo do cliente e retorno monetário à empresa em estudo. Para isto empregaremos ferramentas necessárias à análise e melhoria de processos como o ciclo PDCA, Diagrama de Ishikawa, PERT-CPM, descrevendo suas utilizações e seus resultados obtidos através de indicadores de Cronoanálise.

O ciclo PDCA é uma importante ferramenta que serve para iniciar a atividade ou processo e serve também para manter e melhorar as metas e resultados de um processo já existente, porém neste caso, inicia-se o ciclo a partir da etapa de Verificação (Check).

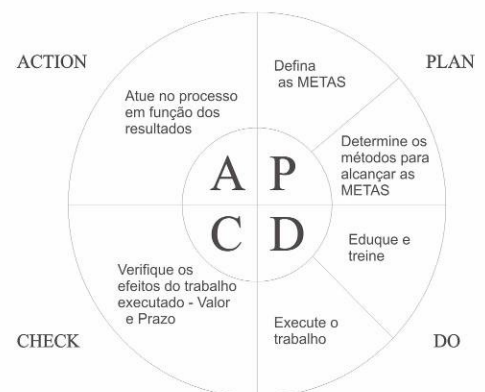


Figura 1 – Ciclo PDCA

Com isso avaliaremos e ajustaremos procedimentos, disposição de insumos e ferramentas, layout, etc, adequando o processo a uma situação mais ideal a empresa otimizando seu fluxo produtivo. Abaixo podemos observar na figura (planta baixa) a linha de produção em estudo.

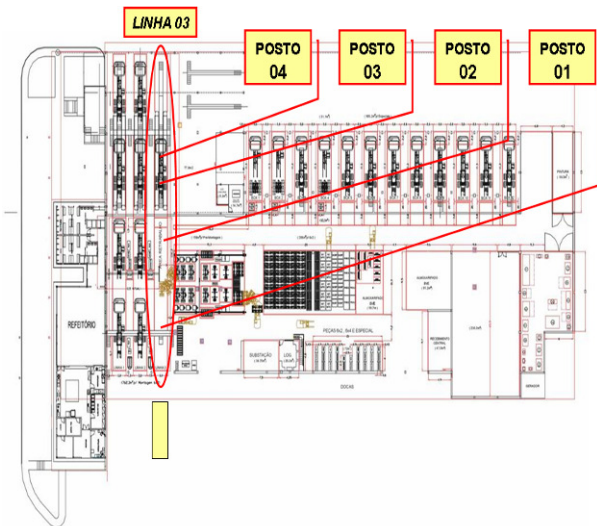


Figura 2 – Planta baixa

#### 4.1. COLHETA DE DADOS E INDICADORES

Nesta fase foi realizado um resumo da cronoanálise de atividades dos postos (ver anexo), totalizando o tempo do veículo em cada um dos quatro postos de trabalho, ressaltando que não se foi levado em consideração tempo de deslocamentos.

Medir o trabalho é determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Para cada operação será definido um tempo padrão, que é obtido após uma série de considerações, tanto sobre o operador como sobre o método de trabalho seguido.

Um estudo comparativo dos resultados obtidos será realizado para fim de avaliação da melhoria (ou não) do sistema produtivo durante o espaço de tempo que separou as duas pesquisas. Abaixo uma representação gráfica (Gráfico 1) do trabalho desenvolvido em cronoanálise, no qual se tem a capacidade de se montar 10 veículos / dia e também uma linha do tempo desejado para se atingir o objetivo.

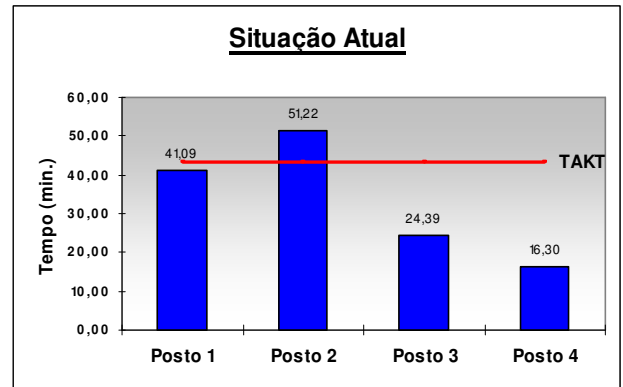


Gráfico 1 – Resumo da cronoanálise

#### 4.2. LEVANTAMENTO DE PONTOS DE MELHORIA

Uma forma de levantamento de sintomas na etapa de Análise de Situação Atual para a empresa em estudo é a construção de diagrama de causa-efeito de Ishikawa. É proposta a utilização deste diagrama em uma empresa em situações onde existe um grande *Efeito Indesejável* bem localizado e consensuado pelos elementos da organização.

Ele é utilizado para a identificação de direcionadores, ou drivers, que potencialmente levam ao Efeito Indesejável. Ele é uma ferramenta analítica que, utilizada por um grupo de projeto, parte de um "problema de interesse" e possibilita a ocorrência de um "brainstorm" no sentido de identificar as causas possíveis para o problema.

No entanto, no contexto dos graduandos entende-se que o conceito de causa-raiz não é propriamente expresso no Diagrama de Causa e efeito. Entende-se aqui que o Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta poderosa para a identificação dos direcionadores que potencialmente causam os Efeitos Indesejáveis. Estes direcionadores, por sua vez, também podem ser originados por outras Causas-raízes.

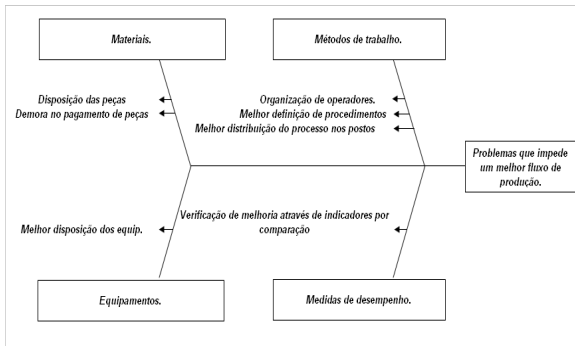


Figura 3 – Diagrama Ishikawa

### 4.3. MODIFICAÇÕES NO PROCESSO

Para solucionar o caso nesta fase foi utilizada a ferramenta de PERT-CPM, que utilizará os dados da cronoanálise já realizada para coleta dos tempos médios das atividades. Seguindo a configuração abaixo (figura 1) foi elaborada uma nova seqüência de atividades objetivando uma padronização e detecção de pontos críticos.

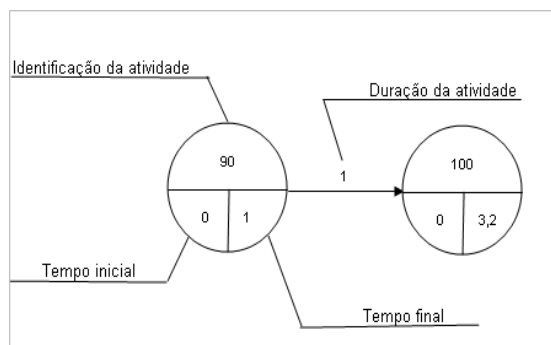


Figura 4 – Diagrama PERT-CPM

Após análises necessárias realizadas em conjunto com os montadores do processo e seu acompanhamento o modificou-se de forma a tender as atividades seguindo a ordem demonstrada no diagrama PERT (ver anexos).

Para o bom funcionamento do processo foi verificada a necessidade de alterações na linha de produção de forma a equilibrar as atividades dos postos

de trabalho, abaixo segue mudanças propostas pelo processo desenvolvido:

- É necessário mais uma linha de ar em disposição no posto 1.
- Mudança de equipamento (máquina elétrica ETV S7 – 200) para o Posto 3, assim como aperto de fixações que requerem a mesma, podendo ser aproveitada em mais 3 fixações;
- Adequação das folhas de processo a nova seqüência de atividades propostas;
- É sugerida retirada do acesso a vala no posto 1, sendo possível um ganho de espaço para operadores e melhor organização na disposição de insumos;
- Deslocamento da área de ferramentas para uma área no segundo piso do almoxarifado, transferência e ampliação da área de pré-montagem já com suporte a nova linha, aumento da área de manutenção na atual área de pré-montagem, tendo com isso mais espaço e melhor organização na área de atual montagem e pré-montagem (posto 3), com custo de R\$ 35.314,00 (ver fotos);



Foto 1 – Área de montagem e pré-montagem (posto 3).



Foto 2 – Área de pré-montagem (posto 1).



Foto 3 – Área de ferramentas.

- A atividade Montagem do tanque de combustível, após análise, deverá ser realizada no Posto 3, assim como apertos antes inerentes ao posto 2;
- Diminuição da rampa em 1,20 m ou deslocá-la para frente.
- São necessários dois montadores no posto 3, e para alinhamento e pré-montagem referentes ao posto 4 também é necessário dois montadores.

#### 4.4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Nesta fase, após implementação das modificações necessárias foi realizada uma nova tomada de tempo do veículo em cada um dos quatro postos de montagens, para fins de avaliação das modificações realizadas e métodos aplicados por meio de comparação gráfica (Gráfico 2).

Com a nova seqüência foi possível obter a capacidade de quatorze veículos / dia, superando a expectativa desejada e com um aumento percentual de 40%, visto que com a prática os colaboradores se aproximam cada vez mais ao tempo teórico estabelecido, apresentando um aumento ainda maior (referenciado no anexo 4).

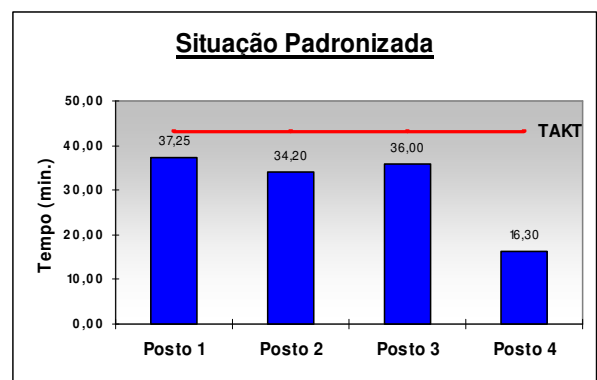


Gráfico 2 – Resumo da cronoanálise após padronização

Também poderemos ver na figura abaixo (figura 2) um comparativo do Layout entre os períodos anterior e posterior a modificação que em integração com todas as atividades, buscou organizar o ambiente de trabalho e facilitar o fluxo produtivo.

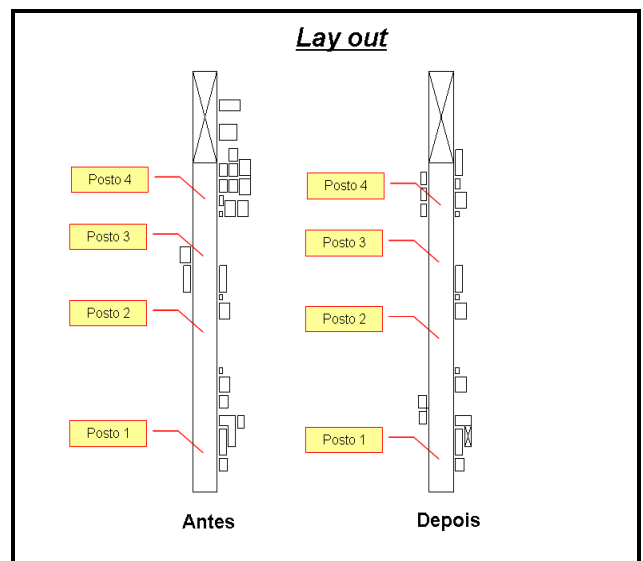


Figura 5 – Layout

### 5. CONCLUSÃO

O estudo de caso elaborado pela nossa equipe através de uma metodologia foi possível verificar que o projeto em questão veio alcançar o objetivo desejado pela empresa, e também a importância de se conhecer ferramentas de melhoria de processo e suas aplicações de forma a evitar falhas. Vale ainda ressaltar que as mesmas podem e devem ser aplicadas em qualquer fase e que se obedecendo ao ciclo PDCA devemos buscar sua utilização de forma contínua.

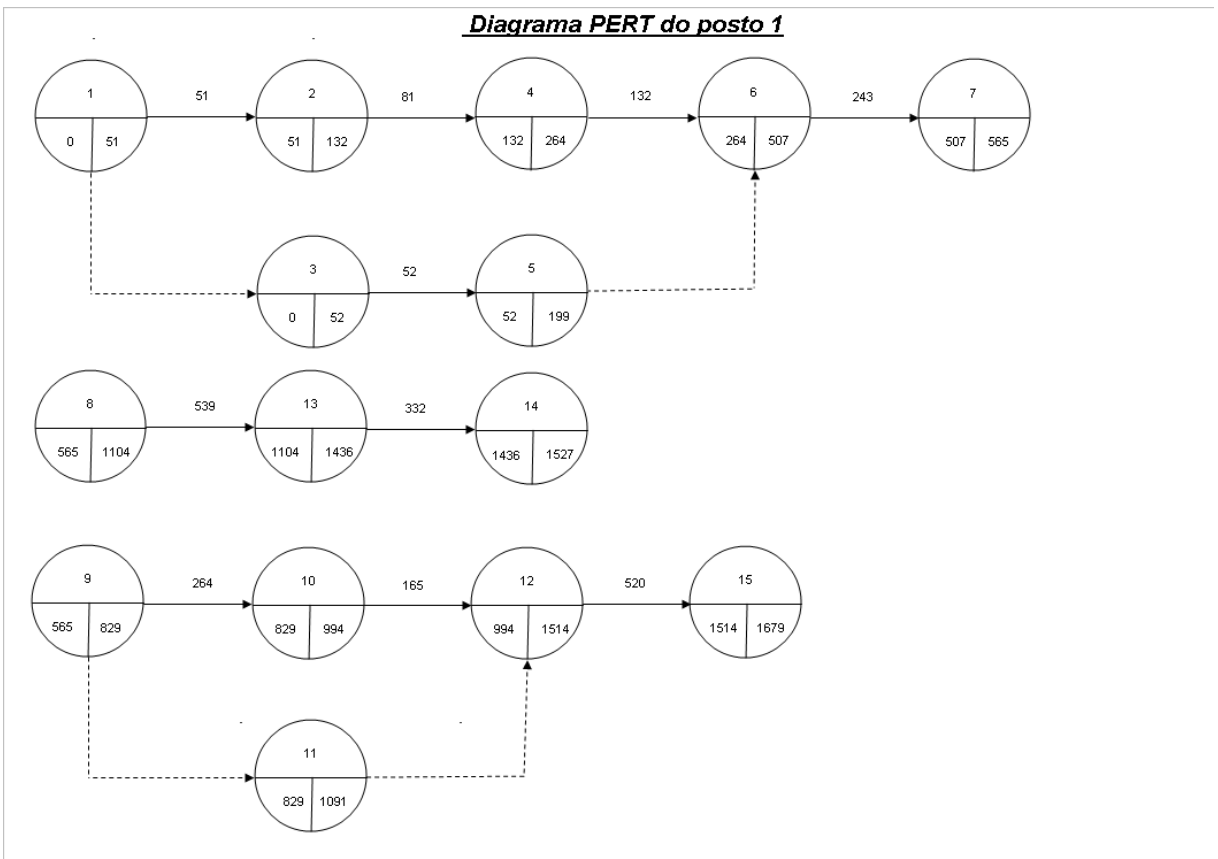
Outras considerações a fazer com relação ao estudo de caso é que nos dados coletados não foram levados em consideração tempo de deslocamento do veículo sendo que se estima que o mesmo não interfira de forma significativa no fluxo produtivo e também quanto à mudança de Layout que busca melhorar a organização, melhorando o ambiente de trabalho e facilitando a disposição de insumos aos colaboradores.

O trabalho com isso não somente buscou atingir o objetivo desejado, mas também estabelecer meios a facilitar as montagens, evitando o desequilíbrio de atividades nos postos e levando em conta opiniões dos próprios colaboradores, evitando a fadiga e com isso melhorando o rendimento e a constância do fluxo.

### REFERÊNCIAS

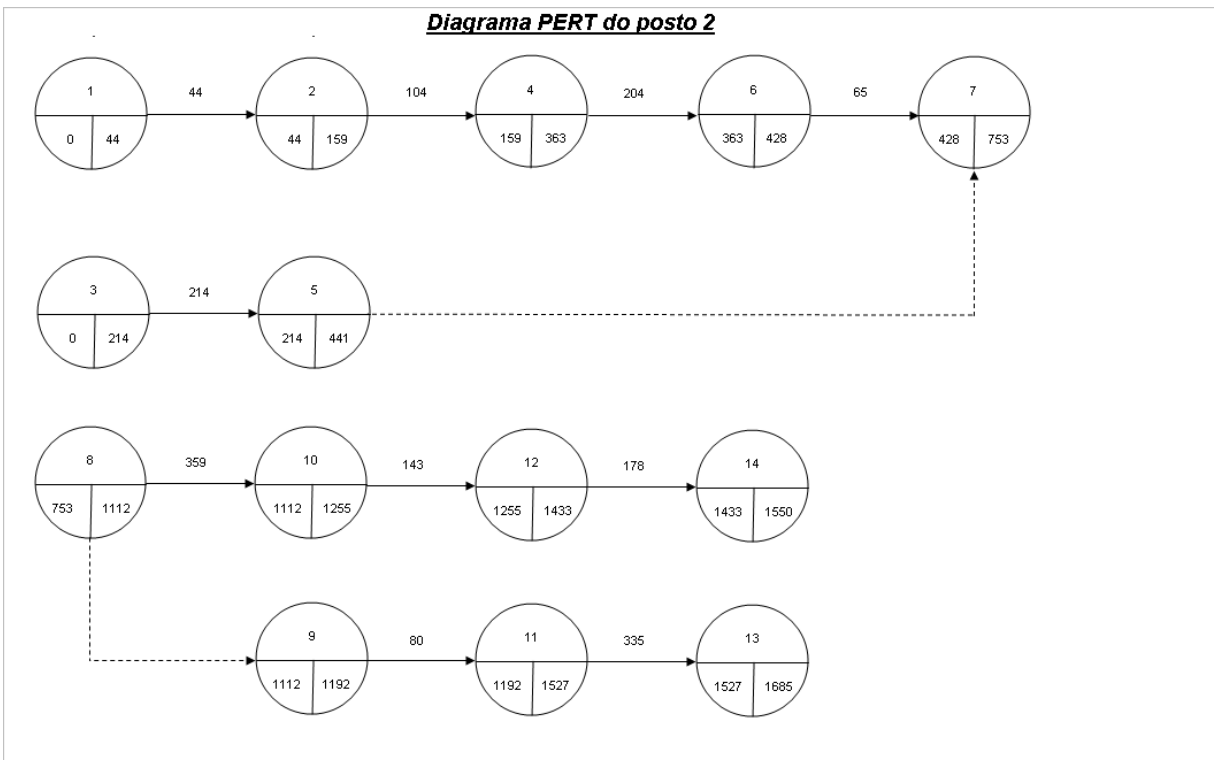
- 1- <http://www.scribd.com/doc/236425/Melhoria-dos-Processos> - acessado em 16/08/2007
- 2- [www.numa.org.br/transmeth/ferramentas/ffishikawa.htm](http://www.numa.org.br/transmeth/ferramentas/ffishikawa.htm) - acessado em 03/08/07
- 3- NEVES, João; Apostila de Engenharia de Métodos; Resende / Fevereiro de 2007.
- 4- MOREIRA, Daniel A., Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996. 619p.
- 5- OTTONI, Álvaro; Apostila de Metodologia científica e tecnológica; Resende / 2005.
- 6- BRASSARD, Michael. The Memory Jogger. Rio de Janeiro: Quality Mark Editora Ltda, 1985.
- 7- TOLEDO JR., ITYS-FYDES Bueno. Cronoanálise. São Paulo: Editora O&M, 11ª edição – 1989.
- 8- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Bloch, 1994.

## Anexo 1

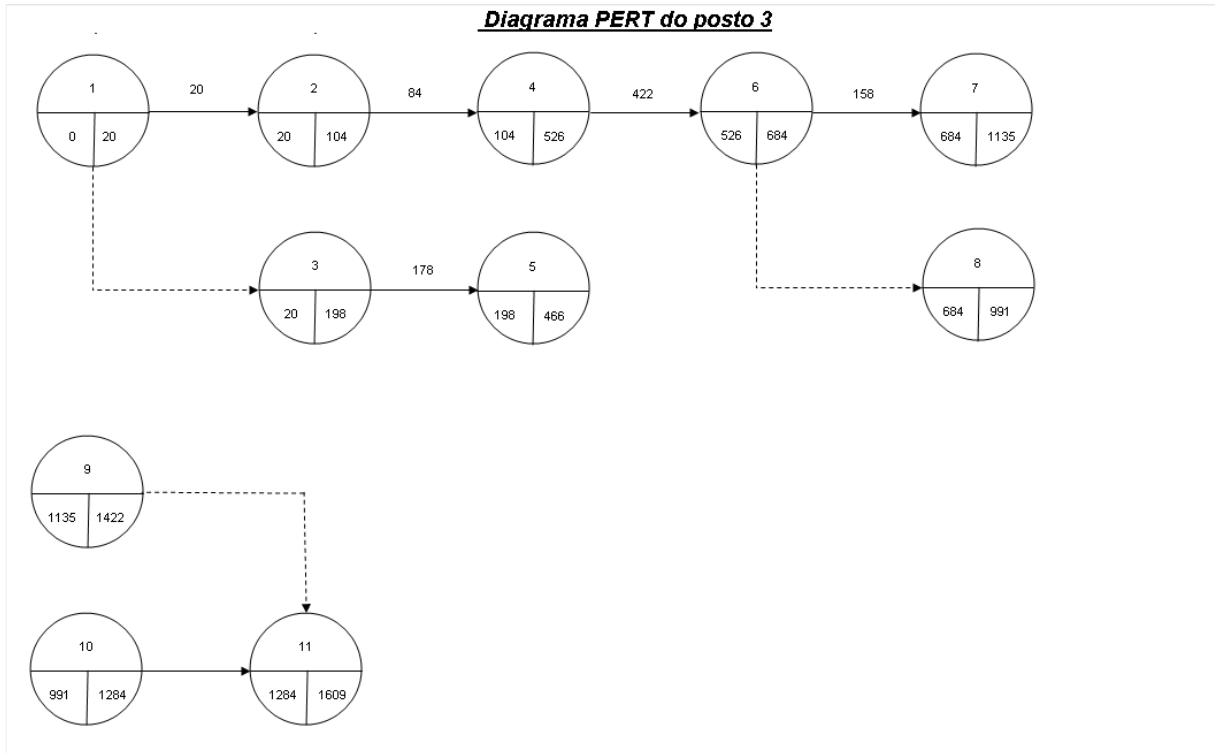




## Anexo 2



**Anexo 3**





**“MELHORIA DE PROCESSO – GANHO  
NO FLUXO PRODUTIVO EM LINHA DE MONTAGEM”**

---

**Anexo 4**

## “MELHORIA DE PROCESSO – GANHO NO FLUXO PRODUTIVO EM LINHA DE MONTAGEM”

### RESUMO CRONOANÁLISE

#### Situação Atual Posto 1

Item	Atividade	Tempo
1	Calçar pneu / Colocar capas	0,51
2	Soltar transforme do eixo D/E	1,21
3	Preparar dispositivo	0,52
4	Soltar transforme do chassi D/E	2,12
5	Preparar peças	2,27
6	Montar molas	4,03
7	Colocar jumelo / braços	0,58
<b>8</b>	<b>Fixa placas de torque</b>	<b>8,59</b>
9	Montar Spring Stopper	4,24
10	Montar Sup. Tanque	5,32
11	Montar suspensor	4,22
12	Fixar sup. tanque	2,45
13	Apontar fixações "T" 5º roda	8,40
14	Montar Passadiço	3,55
15	Preencher doc.	1,27
<b>Total</b>		<b>41,09</b>

#### Situação Atual Posto 2

Item	Atividade	Tempo
1	Calçar pneu / Colocar capas / Prep. ferr.	0,44
2	Fixar presilha diferencial	1,55
3	Çar chassi / Retirar jumelo	1,05
4	Apertar fixações "T" 5º roda	5,25
5	Preparar peças	2,27
6	Montar LSV / Apontar jumelo / Abaixar Chassi	4,03
7	Preparar peças / Montar push pull	4,14
8	Fixar tanque regenerativo	1,15
9	Fixar passadiço / marcar	1,43
10	Montar sistema pneumático	4,51
11	Preparar 3º eixo	3,47
12	Montar 3º eixo	5,59
<b>13</b>	<b>Montar grampo suspensor</b>	<b>3,28</b>
14	Preparar 5º roda / posicioná-la	2,23
15	Apontar fixações / apertar	2,58
<b>16</b>	<b>Apertar braços tensores</b>	<b>5,35</b>
17	Preparar tanque combustível	4,28
<b>18</b>	<b>Fixar tanque combustível</b>	<b>2,38</b>
17	Prepara estepe / fixar	2,38
18	Preencher doc. / Retirar capas, calços e ferramentas	1,27
<b>Total</b>		<b>51,22</b>

#### Situação Atual Posto 3

Item	Atividade	Tempo
1	Calçar pne Colocar capas	0,20
2	Retirar jumelo da balança	1,24
3	Montar para barro central	7,30
<b>4</b>	<b>Montar para barro traseiro</b>	<b>7,02</b>
5	Montar cobertura para barro	5,25
<b>6</b>	<b>Montar lanterna</b>	<b>4,47</b>
7	Montar canaleta	4,53
8	Montar para barro dianteiro	5,07
<b>Total</b>		<b>24,39</b>

### RESUMO CRONOANÁLISE APÓS OTIMIZAÇÃO POR PERT.CPM

#### Situação Padronizada Posto 1

Item	Atividade	Tempo	Antecessora
1	Calçar pneu / Colocar capas	0,51	-
2	Soltar transforme do eixo D/E	1,21	1
3	Preparar dispositivo	0,52	-
4	Soltar transforme do chassi D/E	2,12	3
5	Preparar peças	2,27	3
6	Montar molas	4,03	4/5
7	Colocar jumelo / braços	0,58	6
8	Fixar placas de torque	8,59	7
9	Montar Spring Stopper	4,24	7
10	Montar Passadiço	3,55	9
11	Montar suspensor	4,22	9
12	Apontar fixações "T" 5º roda	8,40	10/11
13	Montar Sup. Tanque	5,32	8
14	Preencher doc.	1,27	13
15	Fixar sup. tanque	2,45	12
<b>Total</b>		<b>28,00</b>	

#### Situação Padronizada Posto 2

Item	Atividade	Tempo	Antecessora
1	Calçar pneu / Colocar capas / Prep. ferr.	0,44	-
2	Fixar presilha diferencial	1,55	1
3	Preparar peças / Montar push pull	4,14	-
4	Montar sistema pneumático	4,51	2
5	Preparar 3º eixo	3,47	3
6	Çar chassi / Retirar jumelo	1,05	4
7	Apertar fixações "T" 5º roda	5,25	5/6
8	Montar 3º eixo / Grampo suspensor	5,59	7
9	Montar LSV / Apontar jumelo / Abaixar Chassi	4,03	8
10	Preparar 5º roda / posicioná-la	2,23	8
11	Apertar braços tensores	5,35	9
12	Apontar fixações / apertar	2,58	10
13	Prepara estepe / fixar	2,38	11
14	Preencher doc. / Retirar capas, calços e ferramentas	1,27	12
<b>Total</b>		<b>28,08</b>	

#### Situação Padronizada Posto 3

Item	Atividade	Tempo	Antecessora
1	Calçar pne Colocar capas	0,20	-
2	Retirar jumelo da balança	1,24	1
3	Fixar tanque regenerativo / passadiço / marcar	2,58	1
4	Montar para barro traseiro	7,02	2
5	Preparar tanque combustível	4,28	3
6	Fixar tanque combustível	2,38	4
7	Montar para barro central	7,30	6
8	Montar para barro dianteiro	5,07	6
9	Montar lanterna	4,47	7
10	Montar canaleta	4,53	8
11	Montar cobertura para barro	5,25	9/10
<b>Total</b>		<b>26,81</b>	

12	**Montg. Field fix LEALD	TBD	
----	--------------------------	-----	--

\*Itens em vermelho utilizado no aperto Power Focus

\*\*Item de operação prevista para utilização da Power Focus