

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Aumento da produtividade com aplicação da teoria das  
restrições e ciclo PDCA: estudo de caso em uma linha de  
montagem**

*Adriano Henrique da Silva*

**TCC-EP-01-2009**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção  
Curso de Engenharia de Produção

**Aumento da produtividade com aplicação da teoria das  
restrições e ciclo PDCA: estudo de caso em uma linha de  
montagem**

*Adriano Henrique da Silva*

**TCC-EP-01-2009**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.  
Orientador: Prof.: Gonçalo M. de Paula Soares.

**Maringá - Paraná  
2009**

**Adriano Henrique da Silva**

**Aumento da produtividade com aplicação da teoria das restrições e ciclo  
PDCA: estudo de caso em uma linha de montagem**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. Gonçalo M. de Paula Soares  
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

---

Prof<sup>(a)</sup>. Elizabeth Gralik  
Departamento de Administração, CSA

Maringá, novembro de 2009

## DEDICATÓRIA

- A Minha Família, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram me entender que o futuro é feito a partir das conquistas com dedicação no presente.

- A aquele, que me permitiu tudo isso, ao longo de toda a minha vida, a você meu DEUS, obrigado, reconheço cada vez mais em todos os meus momentos, que você é o maior mestre, que poderemos ter em nossas vidas!

## EPÍGRAFE

“Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos”

John F. Kennedy

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me acompanhar nesta longa jornada, não somente a universitária, mas a jornada da vida, também pela oportunidade de concluir este curso de graduação.

Agradeço também minha família por me permitir estar aqui durante cinco anos dando total apoio em meus objetivos.

A minha namorada Greyci, pelo carinho e companheirismo, principalmente nos momentos mais difíceis que passamos juntos.

Aos mestres pelos quais passei que dedicam suas vidas ao ensino com paciência e presteza na esperança de um mundo melhor, e em especial ao meu orientador pela atenção e dedicação, que fez com que este trabalho torna-se realidade da melhor forma possível.

E por último, porém não menos importante, aos amigos que aqui deixarei, pela força em todos os momentos que passamos juntos, momentos que ficarão eternamente na memória, como marca de uma fase memorável.

O meu muito obrigado a todos, jamais os esquecerei!

## RESUMO

Este trabalho apresenta a aplicação do Ciclo PDCA associado à idéia da Teoria das Restrições e do *Kaizen*, foi realizado um estudo de caso em uma linha de montagem de semi-reboques basculante, atacando as principais causas de retrabalho da linha. Inicialmente foram realizados levantamentos no setor para elaboração de ações de melhoria na linha de montagem e posteriormente par avaliação dos resultados obtidos com as propostas. O método empregado se mostrou eficaz, atingindo uma redução no índice de retrabalho do setor em 76,4%, obtendo um ganho médio de 17,34% em mão de obra na montagem do equipamento, atingindo o foco inicial do trabalho que era o aumento da produtividade com base na redução de retrabalhos.

**Palavras-chave:** Retrabalho. Aumento da Produtividade. Teoria das Restrições. Ciclo PDCA.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 PRODUTIVIDADE.....	4
2.1.1 <i>Indicadores como informação à tomada de decisão</i> .....	4
2.2 O CONCEITO DE QUALIDADE TOTAL .....	5
2.3 CONCEPÇÃO MODERNA DA QUALIDADE .....	5
2.4 O CICLO PDCA.....	7
2.5 METAS DE CONTROLE.....	9
2.5.1 <i>Metas para Manter</i> .....	9
2.5.2 <i>Metas para Melhorar</i> .....	9
2.6 O CICLO PDCA E AS METAS DE CONTROLE.....	10
2.7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE .....	11
2.7.1 <i>Gráfico de Pareto</i> .....	11
2.7.2 <i>Folhas de verificação</i> .....	12
2.7.3 <i>Fluxogramas</i> .....	13
2.8 TEORIA DAS RESTRIÇÕES .....	14
2.8.1 <i>Processo de Melhoria Contínua</i> .....	15
2.9 A FILOSOFIA KAIZEN.....	16
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
4.1 A EMPRESA .....	20
4.2 MIX DE PRODUTOS .....	21
4.3 DEFINIÇÃO DO SETOR ONDE SERÁ APLICADO O PRESENTE TRABALHO .....	22
4.3.1 <i>Sistema produtivo do setor</i> .....	23
4.4 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA .....	26
<b>Considerações gerais</b> .....	26
<b>Estudo de tempos e métodos</b> .....	26
4.5 ANÁLISE DA LINHA ESCOLHIDA .....	28
4.5.1 <i>Análise da causa ‘Peças defeituosas’</i> .....	30
4.5.2 <i>Plano de ação para solucionar a causa fundamental ‘peças defeituosas’</i> .....	33
4.5.3 <i>Execução do plano de ações para a causa “peças defeituosas”</i> .....	33
4.6 ANÁLISE DA CAUSA “FALHAS DE MONTAGEM” .....	33
4.6.1 <i>Plano de ações para “falhas de montagem”</i> .....	33
4.6.2 <i>Execução do plano de ações para “falhas de montagem”</i> .....	35
<b>Treinamento</b> .....	35
<b>Modificação de processos de montagem</b> .....	37
4.7 VERIFICAÇÃO .....	39
4.7.1 <i>Verificação para falhas de montagem</i> .....	41
4.8 PADRONIZAÇÃO .....	43
4.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
5.1 PROPOSTAS DE MELHORIA .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1: Esquema de funcionamento do ciclo PDCA</i>	8
<i>Figura 2: PDCA para manutenção e melhoria</i>	11
<i>Figura 3: Fluxograma de processo</i>	14
<i>Figura 4: Semi-Reboques: Basculante Graneleiro e Articulado Basculante.</i>	21
<i>Figura 5: Semi-Reboque Articulado Tanque.</i>	21
<i>Figura 6: Semi-Reboques: Articulado Graneleiro e Sider.</i>	21
<i>Figura 7: Semi-Reboques: Articulado Toras e Porta-Contâiners.</i>	22
<i>Figura 8: Semi-Reboques: Carrega-Tudo e Articulado Cana Picada.</i>	22
<i>Figura 9: Layout do setor de Basculante dividido em células.</i>	23
<i>Figura 10: Fluxograma do processo de montagem de basculantes.</i>	25
<i>Figura 11: Gráfico de Pareto para as causas de improdutividade.</i>	29
<i>Figura 12: Gráfico de Pareto para as causas de retrabalhos.</i>	30
<i>Figura 13: Gráfico de Pareto para análise dos erros de peças.</i>	32
<i>Figura 14: Gráfico de Pareto para análise dos erros de peças após melhorias.</i>	40
<i>Figura 15: Gráfico de Pareto para as causas de retrabalhos após a aplicação das ações.</i>	41

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Histórico de percentual de equipamentos que necessitam de retrabalho.</i>	22
<i>Tabela 2: Coleta de tempos de montagem dos principais modelo fabricados.</i>	27
<i>Tabela 3: Comparativo percentual entre as linhas de Basculantes.</i>	27
<i>Tabela 4: Tempo médio de improdutividade em cada linha.</i>	28
<i>Tabela 5: Dados para elaboração do gráfico de Pareto.</i>	28
<i>Tabela 6: Indicador de tipos de falhas do setor de basculante por equipamento - abril/2009.</i>	30
<i>Tabela 7: Levantamento de peças não conformes.</i>	31
<i>Tabela 8: Análise dos erros de peças levantados por categoria.</i>	31
<i>Tabela 9: Segundo levantamento de peças não-conformes.</i>	39
<i>Tabela 10: Análise dos erros de peças levantados por categoria após melhorias.</i>	39
<i>Tabela 11: Indicador de tipos de falhas do setor de basculante por equipamento - julho/2009.</i>	41
<i>Tabela 12: Tempos de montagem do equipamento após aplicação das melhorias.</i>	42
<i>Tabela 13: Comparativo dos tempos improdutivos antes e depois das melhorias propostas.</i>	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TOC	Theory of Constraints (Teoria das Restrições)
PDCA	Do inglês: <i>Plan, Do, Check e Action</i> , que significa Planejar, Fazer, Verificar e Agir.
SRB	Semi-reboque basculante
SRAB	Semi-reboque articulado basculante
SRAB D	Semi-reboque articulado basculante, composição dianteira
SRAB T	Semi-reboque articulado basculante, composição traseira
6X2	Caminhão trator modelo 3 eixos sendo 1 de tração
REB	Refere-se aos equipamentos com estrutura rebaixada
PPF	Plano de Processo de Fabricação

# 1 INTRODUÇÃO

Com um mercado cada vez mais competitivo, as empresas têm a necessidade de aprimorar continuamente seus processos produtivos para atender clientes que buscam produtos com qualidade, rapidez e segurança na entrega, sempre com o menor custo final.

Mas para a empresa aumentar a produção reduzindo tempos e custos, faz-se necessário então corrigir as falhas de produção e aplicar novos métodos que tornem os processos mais eficazes evitando desperdícios de material e retrabalhos de produtos acabados.

Não há custo mais dispendioso para a organização do que o de retrabalho, e uma empresa que não trata com pulso firme este problema, está condenada a perder mercado para a concorrência. Em todas as áreas, o desafio de combater os gastos com desperdício tem sido cada vez mais preocupante e, dentre as empresas que buscam o crescimento continuado, o retrabalho é um ponto de retrocesso, pois é sinônimo de desperdício de tempo, dinheiro, mão de obra, máquinas, entre tantos outros fatores.

Dentro desta lógica surge a “corrida” pelos meios mais eficazes de combate às falhas para garantir o bom desempenho da empresa, mas não basta apenas a correção momentânea, é necessário também, que os métodos empregados sejam constantemente mantidos em funcionamento, segundo Goldratt (2002), não se pode deixar que a rotina torne-se uma restrição à produção, e neste ponto destaca-se a filosofia *Kaizen* (melhoria contínua), que foca os esforços diretamente no processo de trabalhar com o intuito de estar sempre aprimorando os conceitos. Clientes exigindo cada vez mais dos fabricantes, disputa por maior fatia de mercado, para sobreviver neste ambiente os gestores de produção precisam ser mais firmes e ousados em suas decisões para alcance dos objetivos da empresa.

Atacar os principais pontos de restrição da produção a fim de aumentar a eficiência dos processos, sem a necessidade inicial de demandar pessoal, equipamentos ou espaço físico é sem sombra de dúvidas o desejo de qualquer organização.

Dentre as diversas ferramentas da Engenharia de Produção, a Teoria das Restrições, apresentada por Goldratt (2002) em seu livro “A Meta”, tem mostrado resultados consistentes na identificação e controle dos gargalos de produção. Sua idéia cíclica traz consigo também o principio da melhoria continua, ou seja, estar sempre aprimorando os processos garante à empresa a caminhada continua para o desenvolvimento produtivo, e ainda se combinarmos

esta teoria com o Ciclo PDCA como solução dos gargalos, os resultados podem ser excelentes.

O PDCA é uma excelente ferramenta para planejamento, execução controle e avaliação das propostas de melhoria e garantia dos resultados, atuando sobre as diversas etapas dos processos produtivos, age fortemente na redução do desperdício, retrabalhos, falhas de produção, ou ainda como forma de enxugar os processos produtivos.

Tudo isto pode ser feito, garantindo metodologias mais eficazes e certamente a qualidade do produto final, e com isso, ganhar vantagem competitiva sobre os concorrentes, que no mercado atual contribui de forma significativa para atingir o foco principal de qualquer empresa, a satisfação total do cliente.

### **1.1 Justificativa**

Os constantes retornos dos equipamentos acabados para a linha de montagem com solicitação de retrabalho geraram a necessidade de revisão dos processos de fabricação dos mesmos a fim de corrigir as origens dos problemas apresentados. Através de estudos e implementação de ferramentas de controle, visa-se eliminar as falhas existentes na montagem.

Foi escolhida a linha de montagem de Semi-reboques Basculantes por apresentar maior número de equipamentos com retornos para correções.

### **1.2 Definição e delimitação do problema**

Retornos constantes de produtos acabados para a linha de produção com necessidade de retrabalho, desperdício de matéria prima, paralisação da fabricação programada para corrigir produtos acabados, problemas que tem afetado de maneira significativa a produtividade da empresa.

Em contraponto as necessidades de estudos apresentadas, existe ainda a resistência quanto à aplicação de novos projetos e processos, a empresa possui processos produtivos aplicados já há vários anos, o que dificulta a aceitação de novas metodologias por partes dos operadores do chão de fabrica e supervisores de produção, que temem perder produtividade com alterações no processo.

### **1.3 Objetivos**

Este trabalho visa apresentar um estudo de aumento da produtividade através da redução de falhas e melhoria de processos produtivos. Agir diretamente nos processos de montagem utilizados atualmente, sugerir e implantar métodos alternativos de funcionamento da linha bem como estabelecer métodos de controle e manutenção das alterações propostas.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Aumentar a produtividade em uma linha de montagem, através da redução de índices de retrabalho em peças, bem como produtos acabados.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Selecionar a linha de produção onde será aplicado o ciclo PDCA;
- Estratificar os dados na linha de montagem do setor;
- Identificar as causas de retrabalho;
- Corrigir as falhas do processo;
- Monitorar os ganhos de produtividade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Produtividade

O termo produtividade é hoje exaustivamente usado, não só nas publicações especializadas, como também no dia-a-dia da imprensa. O termo produtividade foi utilizado pela primeira vez, de maneira formal, em um artigo do economista francês Quesnay em 1766. Decorrido mais de um século, em 1883, outro economista francês, Littré, usou o termo com o sentido de "capacidade para produzir". Entretanto, somente no começo do século XX, o termo assumiu o significado da relação entre o produzido (output) e os recursos empregados para produzi-lo (input). (MARTINS e LAUGENI, 2005, p. 13)

Em 1950, a Comunidade Econômica Européia apresentou uma definição formal de produtividade como sendo "o quociente obtido pela divisão do produzido por um dos fatores de produção". Dessa forma, pode-se falar da produtividade do capital, das matérias-primas, da mão-de-obra e outros. (MARTINS e LAUGENI, 2005, p.13)

Martins e Laugeni (2005, p. 13) afirmam ainda que, dependendo de quem a esteja definindo, se um economista, contador, gerente, político, líder sindical, engenheiro de produção etc., podemos ter diferentes definições para a palavra produtividade. Entretanto, uma análise cuidadosa nos leva a duas definições básicas:

- Produtividade Parcial: a relação entre o produzido, medido de alguma forma, e o consumido de um dos insumos (recursos) utilizados. Assim, a produtividade da mão-de-obra é uma medida de produtividade parcial. O mesmo é válido para a produtividade do capital.
- Produtividade Total: a relação entre o *output* total e a soma de todos os fatores de *input*. Assim, reflete o impacto conjunto de todos os fatores de *input* na produção do *output*.

#### 2.1.1 Indicadores como informação à tomada de decisão

As formas de tomada de decisões, tem se tornado cada vez mais complexas e desconhecidas, não se pode basear-se apenas em etapas lógicas de acontecimentos que propiciavam maior confiança ao decisor. Hoje em dia é preciso muito mais avaliação antes de qualquer decisão ser tomada.

Portanto, para efetivar quaisquer decisões, os gestores precisam de bases sólidas de informações que permitam escolher da melhor forma qual caminho seguir, e para fornecer estes dados de vital importância, de maneira completa e confiável, pode-se aplicar o uso de indicadores.

Os indicadores nada mais são que ferramentas básicas para o acompanhamento do sistema organizacional, são medidos de forma quantitativa, ao longo do tempo para obter informações sobre características, atributos e resultados de um produto, serviço, sistema ou processo, baseiam-se nas metas a serem alcançadas em um determinado período de tempo. (OLIVEIRA, 1999)

Diante do foco deste trabalho, podemos destacar a utilização de indicadores dentro dos processos avaliando a utilização dos recursos de produção, bem como oferecendo suporte na prevenção de falhas nos mesmos. Devem ser utilizados principalmente para identificar e focar a atenção em áreas que necessitam de melhorias, podendo ainda, auxiliar na implantação da ferramenta de melhoria aqui sugerido, o PDCA.

## **2.2 O conceito de qualidade total**

Trata-se de uma técnica de administração multidisciplinar formada por um conjunto de Programas, Ferramentas e Métodos, aplicados no controle do processo de produção das empresas, para obter bens e serviços pelo menor custo e melhor qualidade, objetivando atender as exigências e a satisfação dos clientes. Os princípios da Qualidade Total estão fundamentados na Administração Científica de Frederick Taylor(1856-1915), no Controle Estatístico de Processos de Walter A. Shewhart (1891-1967) e na Administração por Objetivos de Peter Drucker (1909-2005). Seus primeiros movimentos surgiram e foram consolidados no Japão após o fim da II Guerra Mundial com os Círculos de Controle da Qualidade, sendo difundida nos países ocidentais a partir da década de 70. (MAXIMIANO 1997).

## **2.3 Concepção moderna da qualidade**

Com o passar dos anos o conceito de qualidade tem sido cada vez mais difundido e visado por todos. A qualidade que outrora em muitas empresas chegou a ser considerada como não essencial, hoje passou a ser pré-requisito de sobrevivência no mercado.

Mas o que é qualidade? A qualidade pode ser definida de varias formas devido a seu conceito dinâmico. Juran (1995) define qualidade como sendo o desempenho do produto, que resulta das características que proporcionam a satisfação que leva os clientes a comprá-lo. E afirma ainda, que as deficiências de um produto criam insatisfação que leva os clientes a reclamarem.

Contudo, não se trata de um termo como outro qualquer em que se aplica uma definição e esta é tomada como verdadeira, na verdade trata-se de um conceito de domínio público, ou seja, não é uma palavra empregada em conceitos bem definidos, cada pessoa tem sua própria concepção do que é qualidade.

Analisar a visão do operador do chão de fábrica quanto à qualidade no seu trabalho, por exemplo, certamente estará relacionada à boa realização de suas atividades, visando manter a empresa funcionando, ou seja, para este normalmente a qualidade é manter um padrão aceitável e que garanta seu emprego na empresa.

Já para a direção, certamente ouviremos algo como bom desempenho, cumprimento das metas, produzir dentro dos padrões e prazos estipulados, satisfazer as necessidade dos clientes, dentre tantas outras possibilidades.

Enfim, a definição de qualidade está relacionada a quem se destina, cada pessoa tem um foco quanto ao que lhe serve, e de modo geral é esta a definição mais popular, ou seja, a qualidade é o atendimento das necessidades pessoais. O produto só pode ter qualidade se atender aos requisitos que são dele esperados, em outras palavras, pode-se chamar de “adequação ao uso”.

Para demonstrar melhor tudo isto, podemos usar como exemplos, os próprios implementos rodoviários, objeto de estudo deste trabalho, existem vários modelos para atender diversos consumidores diferentes, mas levando-se em consideração um modelo único, os diversos tipos de clientes que adquirem este veículo têm expectativas diferentes para seu uso. Muitos prezam pela robustez e resistência do equipamento, enquanto outros dirão que esperam um bom funcionamento dos sistemas do implemento (freios, suspensão, hidráulica, etc.), ou ainda outros focam mais no design, e com certeza teríamos uma infinidade de situações.

É evidente também que se questionados, esses consumidores certamente dirão que preferem todas essas características juntas, mas cada um tem suas particularidades, que definem suas prioridades na escolha do modelo que mais se adapta às necessidades de cada cliente.

Diante dessa situação, cabe à empresa adequar seus produtos às necessidades do mercado, para atender e satisfazer os requisitos do maior número de clientes possível.

Mas o que mudou no conceito de qualidade com o tempo?

Na visão moderna da qualidade, esse conceito está cada vez mais complexo e amplo aos olhos do consumidor, com o passar dos anos e a disputa cada vez maior pelo mercado, o consumidor passou a exigir cada vez mais das empresas quanto à qualidade, mais confiabilidade, durabilidade, melhores preços, prazos, dentre tantos outros fatores que não cabe citar aqui. As empresas passaram a ter uma preocupação muito maior com o bom rendimento de suas operações, com a redução de desperdícios, e com a concorrência que está cada vez mais intensa, e quem ganha com essa corrida pela preferência, certamente é o consumidor.

Mas essa popularização da qualidade também tem o lado ruim, para Paladini (2004), é um tanto quanto preocupante pelo fato de que na grande maioria das vezes, os conceitos usados para definir qualidade nem sempre são corretos. Esta questão nos leva a pensar, pois, uma vez aplicado, redefinir este conceito não é tarefa que possa ser conduzida com facilidade ou muito menos restringir seu uso da forma como está sendo pensado.

Pensemos como se alguém tivesse uma idéia errada sobre determinado assunto, em princípio não haveria nenhum problema, mas se esta pessoa passa a tomar decisões com base em seus conhecimentos que advêm de uma idéia errada, não há dúvidas quanto aos resultados que surgirão desta gestão, isso causará falhas, e o impacto de suas decisões equivocadas acaba sendo muito maior nos reflexos das ações tomadas do que na ocorrência em si.

Definir qualidade de forma errônea leva a Gestão da Qualidade a adotar ações cujas conseqüências podem ser extremamente sérias para a empresa (em alguns casos, fatais em termos de competitividade). (PALADINI, 2004, p. 20)

## **2.4 O Ciclo PDCA**

O PDCA, idealizado por Shewhart foi introduzido no Japão após a guerra, porém sua divulgação se efetivou através de Deming, que foi quem realmente o aplicou, visando tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, para a melhoria contínua.

O ciclo PDCA segundo Campos (2004) é dividido em quatro etapas:

- Plan (planejamento): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessários para o atingimento dos resultados.
- Do (execução): realizar, executar as atividades.
- Check (verificação): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado.
- Act (ação): Agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação.

A figura abaixo (figura 1) representa o funcionamento do ciclo PDCA

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	③	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	④	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	⑦ <sup>S</sup>	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑧	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

**Figura 1: Esquema de funcionamento do ciclo PDCA**

Fonte: (CAMPOS, 2004, p. 239)

O ciclo PDCA representa um método de gestão para se alcançar as metas estabelecidas e para obter as informações necessárias ao giro do PDCA, algumas técnicas estatísticas podem ser empregadas, nos subitens abaixo, algumas delas são destacadas por Werkema (1995):

- Sete Ferramentas da Qualidade.
- Amostragem.
- Análise de Variância.
- Análise de Regressão.
- Planejamento de Experimentos.

- Otimização de Processos.
- Análise Multivariada.
- Confiabilidade.

Devemos destacar que em todas estas técnicas, a credibilidade dos resultados, depende efetivamente da confiabilidade da coleta de dados, pois somente com informações precisas, estas ferramentas terão resultados reais no auxílio à aplicação do PDCA.

## **2.5 Metas de controle**

Não há empresa que consiga manter sua produtividade de forma satisfatória sem metas de produção e controle, sem metas, uma empresa não pode saber aonde vai chegar, não há referencial em que se basear para saber se a mesma é produtiva ou não, ou ainda, não há pilares para cobrar mais produtividade dos próprios funcionários.

Segundo Werkema (1995), no ciclo PDCA não é diferente, e para demonstrar a importância deste conceito, é necessário que seja conhecida a existência de dois tipos de metas a serem atingidas, as de manutenção e as de melhoria, conforme será descrito abaixo.

### **2.5.1 Metas para Manter**

As metas de manutenção consistem no controle das diretrizes básicas planejadas para os processos, são metas focadas na obtenção constante de resultados que atendam as especificações, não visam aumento ou melhora da produção, mais sim garantia em manter determinados métodos, podemos citar como exemplo, a operação de tornear uma determinada peça, e esta por sua vez possui uma tolerância, assim sendo, uma meta de manutenção seria estabelecer que a produção mantenha-se dentro desta determinada tolerância. (WERKEMA, 1995, p. 28)

### **2.5.2 Metas para Melhorar**

Segundo Werkema (1995) as metas de melhoria surgem com a necessidade do mercado de buscar produtos cada vez melhores e a custos cada vez mais baixos, entregas mais rápidas, formas de pagamento mais facilitadas, etc. Além disso, cada dia surgem novos concorrentes, novas tecnologias exigem que a empresa esteja sempre buscando novas formas de aumentar a produtividade, as metas para melhorar, são uma excelente forma da empresa não estagnar-se, pois com objetivos cada vez mais ousados, com metas mais agressivas de melhoria, os

funcionarios acabam tomando com rotina esta busca constante pela melhoria, e este é o objetivo deste propósito, fazer com que todos estejam conscientes dos objetivos de crescimento da empresa, contudo ainda de acordo com Werkema (1995) cada meta de melhoria gera um problema que deverá ser "atacado" pela empresa.

## **2.6 O Ciclo PDCA e as metas de controle**

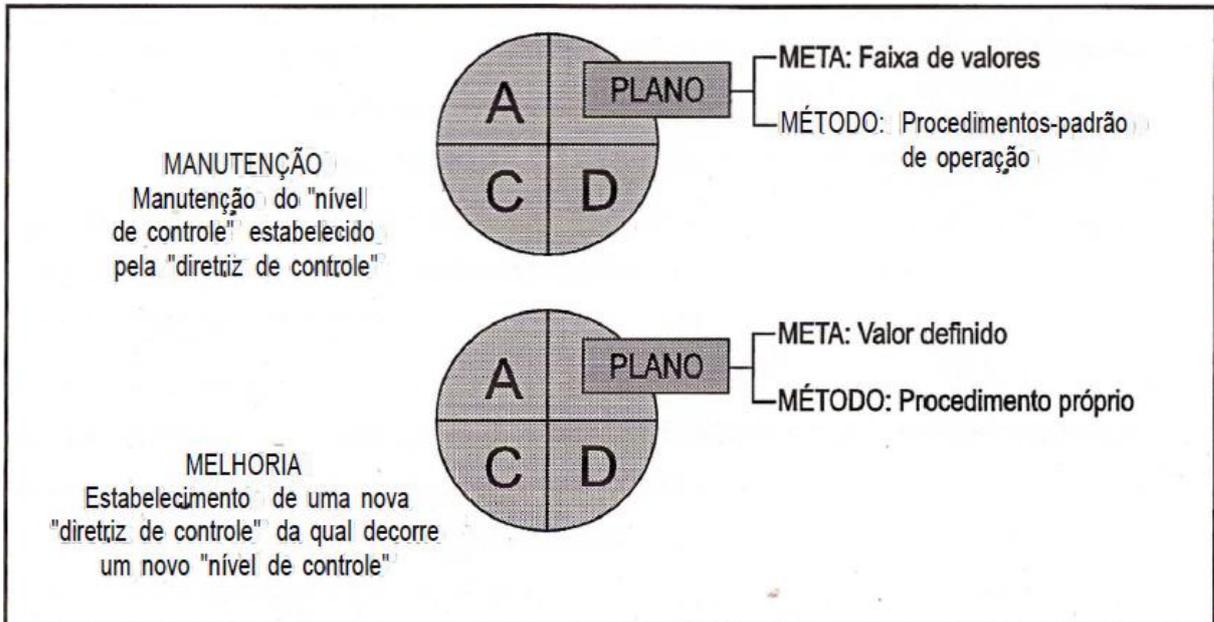
Como vimos anteriormente, o ciclo PDCA pode ser utilizado tanto para manter quanto melhorar os resultados atuando de forma a direcionar os processos eficazmente com base nas metas que se espera alcançar, atuando-se de forma a solucionar, verificar e padronizar os métodos.

Entretanto, para obter resultados melhores, pode-se basear o trabalho, focando-se nos dois modelos, ou seja, aplicá-lo para manutenção e melhoria de resultados, pois não há como focar em melhorias sem a manutenção precisa dos modelos à medida que vão sendo implantados, além disso, para aproximar-se da melhoria continua é necessário também a padronização dos métodos, ou seja, para cada melhoria implantada, deve-se criar novos "níveis de controle", em outras palavras, criar novas "diretrizes de controle". (CAMPOS, 2004, p. 35)

Campos (2004) afirma ainda que isto deve ser feito para evitar que a produção passe à estagnar-se ou ainda estar em declínio, então as diretrizes básicas passam a não serem atingidas, e o controle dos processos ficam perdidos, ou seja, surge então um problema de produtividade.

Como resultado da correta aplicação do PDCA, a produtividade passa a aumentar, surgem melhores resultados, as metas estabelecidas passam a serem atingidas, surge então à necessidade de aprimoramento dessas metas ou diretrizes básicas, com base em parâmetros a serem alcançadas dentro de períodos pré-estabelecidos, e ainda planejamento de crescimento a longo prazo, bem como os caminhos para tal, evitando dessa forma, que a produtividade possa novamente ser foco de problemas, a figura 02 abaixo ilustra bem este conceito.

Portanto, para sua aplicação como forma de melhoria de resultados, cabe lembrar a importância da participação de todos da empresa, desde operadores do chão de fábrica até a alta administração, esse envolvimento trás maior confiabilidade, não somente na aplicação das ferramentas de controle da produção, mas também no estabelecimento e aplicação das novas diretrizes de controle, garantindo o constante funcionamento do sistema.



**Figura 2: PDCA para manutenção e melhoria**

Fonte: (CAMPOS, 2004, p. 36)

Para exemplificar ainda mais, Campos (2004), relaciona o PDCA como melhoria resultados, ao método “*QC STORY*” reforçando a importância do envolvimento de todos na busca pelo domínio do processo de melhoria contínua dos resultados, ou seja, para que uma empresa possa ser competitiva, é necessário o conhecimento e domínio dos métodos e processos de todos os envolvidos nos projetos da organização, focando suas atividades no aprimoramento de seus conhecimentos e conseqüentemente das atividades a que se dedica.

## 2.7 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos utilizados por empresas de diversos ramos de atividades a fim de melhoria e controle contínuo da produção, para este estudo, faremos uso conforme já foi dito, como forma de coleta, processamento e disposição dos dados. Nos parágrafos seguintes, serão apresentados alguns conceitos sobre os itens selecionados mais cabíveis a este trabalho, Gráfico de Pareto, Folhas de Verificação e Fluxogramas.

### 2.7.1 Gráfico de Pareto

O diagrama de Pareto, nada mais é do que uma técnica de levantamento de dados com a finalidade de identificar poucas causas principais para grande parte dos problemas de produção. O gráfico de Pareto retrata de forma acumulativa esta idéia, Pareto difundiu a idéia de que cerca de 20% das ações tomadas são responsáveis por 80% das causas resultantes,

dessa forma com a definição destas causas mais críticas que geram a maior parte das falhas, é possível atacar primeiramente os pontos de maior impacto na produtividade, obtendo-se resultados mais rápidos e eficazes.

Para Werkema (1995), o Princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade (percentual de itens defeituosos, número de reclamações de clientes, modos de falhas de máquinas, perdas de produção, gastos com reparos de produtos dentro do prazo de garantia, ocorrências de acidentes de trabalho, atrasos na entrega de produtos, entre outros), os quais se traduzem sob a forma de perdas, podem ser classificados em duas categorias: os "poucos vitais" e os "muitos triviais" *apud* (WERKEMA, 1995, p. 72)

Os poucos vitais representam um pequeno número de problemas, mas que, no entanto resultam em grandes perdas para a empresa. Já os muitos triviais são uma extensa lista de problemas, mas que apesar de seu grande número, convertem-se em perdas pouco significativas. Em outras palavras, o princípio de Pareto estabelece que se for identificado, por exemplo, cinquenta problemas relacionados à qualidade, a solução de apenas cinco ou seis destes problemas já poderá representar uma redução de 80 a 90% das perdas que a empresa vem sofrendo devido à ocorrência de todos os problemas existentes. (WERKEMA, 1995, p. 72).

O gráfico de Pareto é importante não só para identificar as principais causas, mas também para a demonstração dos dados, seu modelo de distribuição acumulada, dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos, ou seja, permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos, através de uma visão clara que pode ser facilmente percebida.

### **2.7.2 Folhas de verificação**

A Folha de Verificação ou Formulário de Dados é um recurso gráfico (que pode ser apresentado na forma de tabela, lista, questionário dentre outros), organizando a coleta de dados em um determinado evento, durante um determinado período de tempo.

A Folha de Verificação é normalmente usada como a base de coleta de dados de qualquer caso em estudo, na seqüência, os dados coletados são usados em outras ferramentas, quando então será feita a análise adequada dos mesmos.

Para Werkema (2004), uma folha de verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados. Ainda segundo esta autora, uma folha de verificação bem elaborada é o ponto de partida de todo procedimento de transformação de opiniões em fatos e dados, e os principais objetivos na construção são:

- Facilitar a coleta de dados.
- Organizar os dados durante a coleta, eliminando a necessidade de rearranjo.

O tipo de folha de verificação a ser utilizado depende do objetivo da coleta de dados. Normalmente a folha de verificação é construída após a definição das categorias para estratificação dos dados. Alguns dos modelos de folhas de verificação mais empregados segundo Werkema (1995) são:

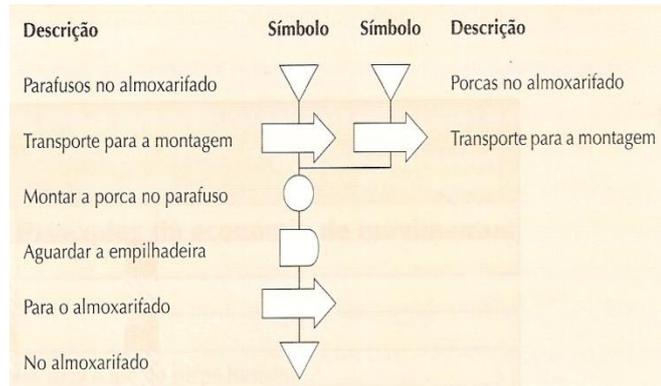
- a) folha de verificação para distribuição de um item de controle de um processo produtivo;
- b) folha de verificação para classificação;
- c) folha de verificação para localização de defeitos;
- d) folha de verificação para identificação de causas de defeitos.

### **2.7.3 Fluxogramas**

O fluxograma, uma das sete ferramentas da qualidade, nada mais é que um tipo de diagrama, e pode ser entendido como uma representação esquemática de um processo, representado através de gráfico de formas que traduzem relatório de informações tornando seu entendimento mais prático devido a sua forma visual mais clara.

Podemos entendê-lo, na prática, como a documentação dos passos necessários para a execução de um processo qualquer (Figura 03).

Muito utilizada em fábricas e indústrias para a organização de processos, que são diferenciados por formas variadas com representações padronizadas.



**Figura 3: Fluxograma de processo**

Fonte: (MARTINS e LAUGENI, 2005, p. 101)

## 2.8 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC - Theory of Constraints) é uma filosofia de negócios introduzida por Eliyahu M. Goldratt no seu livro *A Meta*, de 1985. Ela é baseada na aplicação de princípios científicos e do raciocínio lógico para guiar organizações humanas.

A TOC é baseada em um conjunto de princípios básicos, alguns processos simples (Perguntas Estratégicas, Passos para Focalizar, Efeito-Causa-Efeito), ferramentas lógicas (o Processo de Raciocínio) e é aplicável através da dedução lógica a áreas específicas como finanças, logística, gerência de projetos, administração de pessoas, estratégia, vendas, marketing e produção (WIKIPÉDIA, Teoria das Restrições, 2009)

De acordo com a TOC, toda organização tem, em um dado momento no tempo pelo menos uma restrição que limita a desempenho do sistema (a organização em questão) em relação a seus objetivos. Para gerir o desempenho do sistema, a restrição deve ser identificada e administrada corretamente (de acordo com os cinco passos de focalização, que serão mostrados abaixo). Ao longo do tempo, (com a solução da restrição inicial) a restrição pode mudar e a análise recomeça. (WIKIPÉDIA, Teoria das Restrições 2009)

Segundo Goldratt (2002), se o ponto de menor capacidade da fabrica, ou seja, o centro de trabalho de limitante da capacidade produtiva, não puder produzir o suficiente para atender a demanda de mercado dos produtos que a empresa fabrica, então existe um gargalo de produção, todos os processos devem ser equivalentes a este gargalo e trabalhar sempre de forma a produzir o suficiente para que este trabalhe em sua capacidade máxima.

Uma vez identificados os gargalos, deve-se atuar de forma a eliminá-los até atender à demanda desejada pela empresa, Goldratt (2002) explica que aplicar recursos para aumentar a capacidade de um gargalo além do que poderá ser vendido pela organização, apenas gera custos desnecessários, pois a partir do momento que o problema do gargalo é resolvido e as demandas atendidas, estes recursos podem ser aplicados na solução de novos gargalos.

Em resumo, aumentar a capacidade de um gargalo além do que a empresa pode vender, fará com que ou a célula ou máquina fique ociosa, ou produza além do que será utilizado, gerando estoque em processo, o que demanda muito espaço físico trazendo gastos adicionais de armazenagem.

Através da aplicação da Teoria das Restrições, Goldratt (2002) demonstra formas de controle das variáveis de influencia da produtividade que estão diretamente inter-relacionadas, a teoria foca a eliminação dos limitantes dos processos produtivos levando-se em consideração todos estes conceitos já mencionados até o presente momento, além disso, visa também à melhoria contínua do processo na forma de um processo circular de eliminação das restrições do sistema.

### **2.8.1 Processo de Melhoria Contínua**

A TOC sustenta que é essencial focalizar os esforços de melhoria no elo mais fraco da corrente, pois é ele que determina o desempenho global do sistema em estudo. Qualquer iniciativa de tentar melhorar outros elos que não o mais fraco, não trará benefícios sistêmicos, e mesmo os potenciais benefícios locais poderão ameaçar a meta global. (WIKIPÉDIA, Teoria das Restrições, 2009)

Por isso, Goldratt (1990), relaciona cinco passos de focalização que fundamentam um processo de melhoria contínua:

1. Identificar a restrição
2. Decidir como explorar a restrição
3. Subordinar tudo à decisão acima
4. Elevar a restrição
5. Se a restrição for quebrada, voltar ao início.

Cabe aqui frisar a interação entre a TOC e o ciclo PDCA, tão mencionado neste trabalho, a aplicação destes métodos em conjunto, pode facilitar e agilizar a melhoria de resultados.

Vejamos a idéia da TOC, que consiste basicamente em identificar os gargalos do sistema; atuar ativamente no seu controle e melhorias; subordinar toda a capacidade de produção da fábrica em função desta restrição limitante, encontrar novas restrições para o sistema; constatando-se que a restrição inicial foi sanada, partir para os próximos gargalos que surgirem.

Da mesma forma atua o ciclo PDCA, na resolução de problemas da organização, ambos os métodos tratam forte da questão da melhoria contínua, ou seja, a padronização dos métodos e constante verificação do sistema.

Outra semelhança entre ambas é a necessidade de padronização dos métodos, o ciclo PDCA, após a checagem dos resultados e constatando-se a eficiência dos métodos aplicados, faz-se a padronização dos métodos utilizados e processos que foram alterados, de forma a evitar a reincidência dos problemas que já foram solucionados.

Na TOC, é preciso trabalhar constantemente com a padronização dos métodos, pois, somente dessa forma é possível elevar as restrições sem ter problemas com as atacadas anteriormente. Nessa teoria, o mais interessante, é que para que uma segunda restrição possa ser encontrada e tratada, é necessário o perfeito funcionamento dos padrões de controle estabelecidos para as restrições primárias.

## **2.9 A filosofia KAIZEN**

Não se pode falar em PDCA ou TOC sem lembrar-se da velha filosofia japonesa que trata da melhoria contínua, o *Kaizen*<sup>1</sup>, Técnica que surgiu nos anos 50, quando os japoneses retomaram as idéias da administração clássica de Taylor e suas críticas em reestruturar a indústria após a guerra. Essa prática visa o bem não somente da empresa como do homem que trabalha nela.

*Kaizen* emprega o conceito de que deve ser estimulada a criatividade dos colaboradores, incentivá-los ao desenvolvimento de formas simples de melhoria dos processos que fazem no

---

<sup>1</sup> Kaizen: do japonês "kai" significa "mudança" ou "ato de correção"; "zen" significa "bom" ou mudança para melhor, é uma palavra de origem japonesa com o significado de melhoria contínua, gradual, na vida em geral (pessoal, familiar, social e no trabalho).

dia-a-dia, acreditar no bom-senso para evitar desperdícios bem como a repetição de erros operacionais. Mas vai muito além disso, para Briaes e Ferraz (2006), esta filosofia, busca também a melhoria contínua das condições de trabalho bem como sua interação com os processos produtivos para aumentar a satisfação pessoal.

Com o *Kaizen* as empresas ganham ferramentas para se organizarem e buscarem sempre resultados melhores, partindo-se do princípio de que o tempo é o melhor indicador isolado de competitividade, o *Kaizen* atua de forma ampla para reconhecer e eliminar os desperdícios existentes na empresa seja em processos produtivos já consolidados ou em fase de projeto, produtos novos, manutenção de máquinas ou ainda, processos administrativos. (WIKIPÉDIA, Kaizen, 2009)

Segundo a filosofia do *Kaizen*, é sempre possível fazer melhor, nenhum dia deve passar sem que alguma melhoria tenha sido implantada, seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua aplicação trás resultados rápidos e efetivos, qualitativa e quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo, e baseado no esforço coordenado das tarefas, unifica o objetivo de alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa. (WIKIPÉDIA, Kaizen, 2009)

Para o sistema *Kaizen*, o foco deve sempre ser o aprimoramento constante, o acumulo de conhecimentos, de comprometimento com suas premissas, trará não somente bons resultados profissionalmente, mas acima de tudo, o aprendizado para a vida pessoal de quem acredita neste conceito.

De um modo geral, tanto a TOC quanto o ciclo PDCA foram escolhidos pela sua inter-relação, ou seja, pela proximidade das metodologias bem como o foco de trabalho voltado para a padronização, e ambos visam à busca do *Kaizen*, pois não se pode realizar quaisquer mudanças em um processo produtivo sem pensar na melhoria contínua como forma de evitar a estagnação, ou mesmo o retrocesso do trabalho realizado e conseqüentemente o retorno dos problemas já resolvidos.

Assim o correto entendimento desses métodos associado ao comprometimento dos envolvidos, manterá o bom funcionamento dos sistemas trabalhados, tornando a busca por novos e melhores padrões, uma rotina da empresa.

### 3 METODOLOGIA

As propostas a serem apresentadas serão programadas de acordo com pesquisa na literatura disponível sobre os métodos de trabalho pretendidos, estudo e avaliação de trabalhos já publicados relacionados ao tema, bem como o sucesso ou não da aplicação dos métodos selecionados em outros estudos de caso de situações análogas, também com coleta de informações de trabalho visando o registro dos processos e falhas encontrados na linha de montagem a ser estudada.

Conforme os objetivos apresentados a identificação da necessidade de aumento da produtividade, gerou um estudo avaliativo para entendimento das mesmas. Pesquisa na literatura para estudo e compreensão dos métodos a serem aplicados, ou seja, abrangentes ao Ciclo PDCA, Teoria das Restrições, controle de qualidade, melhoria contínua *Kaizen*, explanados por vários autores do meio para identificação do ponto mais crítico da fábrica para estudo aprofundado.

Dessa forma, podemos destacar os seguintes pontos do ciclo PDCA, como metodologia de trabalho, durante o processo de estudo de aumento da produtividade na empresa em questão:

- Identificação do problema a ser solucionado, e das áreas da fábrica que mais são afetadas por estes;
- Observação do problema sobre vários aspectos, bem como vários pontos de vista;
- Analisar as causas fundamentais dos problemas observados através de levantamentos do maior número de informações que puderem ser coletadas do processo de montagem em questão;
- Estabelecer um plano de ações para resolução dos problemas bloqueando suas causas fundamentais baseado na avaliação das mesmas, bem como estabelecer métodos, prazos e responsáveis pelo cumprimento destas ações;
- Verificar os resultados obtidos com a execução do plano de ações estabelecido, avaliar se o bloqueio foi efetivado;
- Padronizar os métodos empregados na resolução das causas fundamentais do problema de retrabalho, para evitar que os mesmos erros voltem a ocorrer;

→ Reavaliar o processo de solução dos problemas, adaptando e melhorando-o para novas aplicações futuras.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 A Empresa

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo de implementos rodoviários localizada no noroeste do Paraná. Atuante no mercado há 42 anos, esta entre as quatro maiores do ramo na América do sul.

Iniciou suas atividades em julho de 1967 m uma área de 800m<sup>2</sup> com a venda de peças, consertos, reformas e fabricação de terceiro eixo.

Durante este período passou por três mudanças de sede até chegar, em 1975, no atual parque fabril com uma área total de mais de 105.500m<sup>2</sup> e 40.000m<sup>2</sup> de área construída.

Foi pioneira no lançamento do Rodo-Trilho<sup>2</sup> no Brasil em 1997, equipamento utilizado até hoje no transporte de gás no Maranhão.

Com a grande maioria das peças utilizadas nos equipamentos produzidos sendo fabricados internamente e o crescimento acentuado de sua linha de produtos, a empresa tem atualmente uma forte linha de investimento em tecnologias de gestão e produção, dentre elas pode-se destacar o software de gestão de informações SAP, totalmente difundido na empresa desde o controle de suprimentos, passando pela gestão da produção e qualidade, até a parte da venda do produto acabado.

Alem disso o chão de fabrica conta com modernos sistemas de fabricação de peças, como máquinas de corte a plasma, perfiladeiras, dobradeiras e tornos CNC's e ainda robôs de solda totalmente automatizados, dando uma maior confiabilidade dos processos de fabricação e montagem.

A empresa esta dividida basicamente em duas áreas distintas, a Fábrica de peças, responsável pela produção, corte e conformação de peças e subconjuntos, e a Montadora, responsável apenas pelas montagens finais das peças e subconjuntos que originam o produto acabado, metodologia de controle esta que tem melhorado continuamente a produtividade e qualidade dos produtos fabricados.

---

<sup>2</sup> Semi-reboque que trafega tanto em rodovias quanto nas ferrovias.

## 4.2 Mix de Produtos

A empresa conta com um mix de 45 produtos subdivididos em quatro categorias de acordo com sua aplicação, são elas:

→ **Basculante:** Semi-Reboques Basculante para mineração e graneleiros, Basculante Sobre Chassi, Bitrem-Basculante, etc., conforme exemplos das figuras 4 e 5.



**Figura 4: Semi-Reboques: Basculante Graneleiro e Articulado Basculante.**

→ **Tanque:** setor que monta toda a linha de Semi-Reboques Tanque, Bitrem-Tanque, Bitrem-Silo para cimento, etc., conforme figura 6 abaixo.



**Figura 5: Semi-Reboque Articulado Tanque.**

→ **Base:** Linha de Bitrem-Graneleiro, Bases, Semi-Reboque Baú, Siders, Porta-containers, linha de transporte de toras, etc., de acordo com os exemplos abaixo



**Figura 6: Semi-Reboques: Articulado Graneleiro e Sider.**



**Figura 7: Semi-Reboques: Articulado Toras e Porta-Contâiners.**

→ *Especial*: Linha de Semi-Reboques Carrega-Tudo, Linha Canavieira, etc., conforme exemplos abaixo.



**Figura 8: Semi-Reboques: Carrega-Tudo e Articulado Cana Picada.**

#### 4.3 Definição do setor onde será aplicado o presente trabalho

Devido à complexidade em se coletar dados de todos os setores da empresa para analisar qual o melhor setor para aplicação da metodologia, isto devido ao tamanho da empresa e da grande diversidade de equipamentos, a escolha da área para atuação partiu de uma solicitação da Gerência de Processos da empresa em questão, que definiu o Setor de Basculantes para realização do estudo.

Ainda segundo a empresa, não havia pessoa responsável pela área de processos neste ponto da fábrica, que nos últimos meses vinha apresentando forte índice de retrabalho diante do índice geral da fábrica, como pode ser comprovado no histórico de inspeção da qualidade do ano de 2008 até janeiro de 2009, na tabela abaixo (tabela 01), que mostra a porcentagem dos equipamentos que sofreram por retrabalho sobre o total produzido pela empresa.

**Tabela 1: Histórico de percentual de equipamentos que necessitam de retrabalho.**

Período \ Setor	% DE EQUIPAMENTOS RETRABALHADOS				
	BASES	TANQUE	BASCULANTE	ESPECIAL	GERAL
<b>2008</b>	24,85%	27,98%	38,49%	18,18%	<b>27,37%</b>
<b>Jan/2009</b>	50,51%	57,32%	66,67%	60,00%	<b>58,62%</b>
<b>Média geral</b>	<b>37,68%</b>	<b>42,65%</b>	<b>52,58%</b>	<b>39,09%</b>	<b>43,00%</b>

Fonte: Dados da empresa

### 4.3.1 Sistema produtivo do setor

O setor esta subdividido em 07 equipes ou células de trabalho ilustradas na figura 9 abaixo, que demonstra o esquema de divisão das células, descrita detalhadamente logo na seqüência.

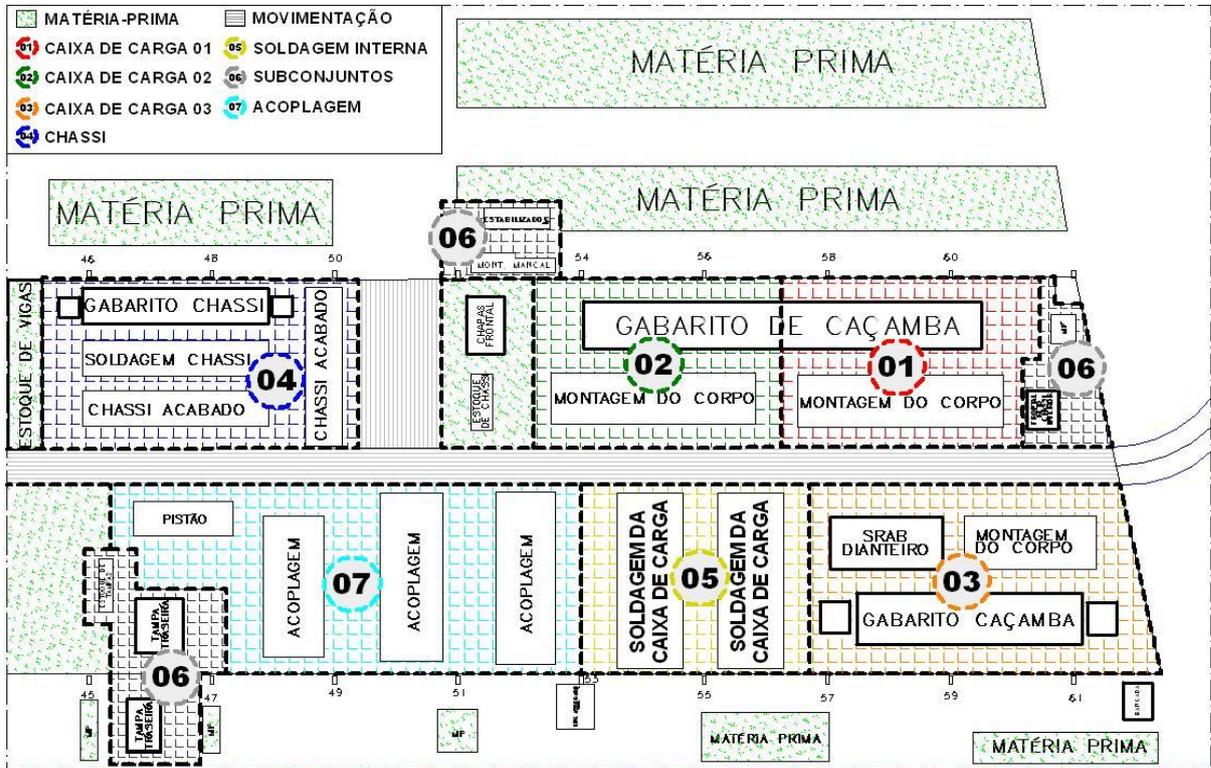


Figura 9: Layout do setor de Basculante dividido em células.

Os processos de montagem podem ser observados de forma mais clara no fluxograma de processos da figura mais a frente (figura 10), que representa a função de cada célula na montagem do produto acabado, vemos que apesar da subdivisão do setor em sete células, basicamente temos três operações distintas, montagem, da caixa de carga, do chassi ou base, e de subconjuntos que serão acoplados na caixa ou no chassi.

O processo das sete células esta descrito de forma detalhada por atividade abaixo:

- a) o primeiro passo é a união das chapas que formam o corpo, estas são soldadas umas nas outras no chão em duas partes (lados direito e esquerdo), processo realizado por dois colaboradores nas áreas descritas como “Montagem do corpo”, este processo ocorre nas células 01, 02 e 03 da figura acima, que são responsáveis pelo mesmo tipo de montagem simultaneamente;

- b) após, os corpos são lançados ao “Gabarito de caçamba” para montagem da caixa, onde recebe a chapa do frontal, perfis inferiores e laterais, processo realizado por dois a três colaboradores, ainda no gabarito, é realizada toda a soldagem externa da caixa por cinco a seis colaboradores, ainda nas células 01, 02 e 03;
- c) em um processo simultâneo aos tópicos “a” e “b”, ocorre à montagem das bases dos basculantes, o processo é realizado em duas etapas: a montagem das peças e soldagem no “Gabarito de chassi” em três posições (plana, a 90° e 270° de giro). Após a retirada do gabarito, um colaborador finaliza os ajustes e acabamento do chassi descrito na figura acima como “Soldagem do chassi”. Ao todo são seis colaboradores na célula 04;
- d) quando a caixa é retirada do gabarito após o processo “b”, o frontal recebe a marcação dos acessórios enquanto é aguardada a empilhadeira que auxilia no giro da caixa. Após o giro é realizada a soldagem interna por dois colaboradores (área da figura: “Soldagem da caixa”), enquanto outros quatro colocam os acessórios do frontal e da lateral da caixa. Neste mesmo processo, outro colaborador fixa a tampa traseira e solda as travas e trancas, estes processos ocorrem na célula 05;
- e) também ocorre em simultâneo aos processos anteriores, a montagem dos acessórios principais, como tampas, frontais retos, estabilizadores e chassi inferior, processo realizado por três a quatro colaboradores, espaço 06 da figura, que é dividido em micro células para aproximar a montagem do ponto onde será utilizado o subconjunto;
- f) depois de finalizada a soldagem da caixa no chão, o chassi é posicionado sobre os cavaletes de montagem, o pistão e sistema hidráulico é montado ao chassi, e a caixa é lançada sobre o conjunto. Este processo é realizado por dois colaboradores. Em seguida ocorre então a fixação da caixa no chassi e colocação dos últimos acessórios por dois a três colaboradores, e é colocado um eixo provisório para movimentação. Finalmente os cavaletes são retirados e a caixa fica a espera da inspeção da qualidade e retirada do setor.

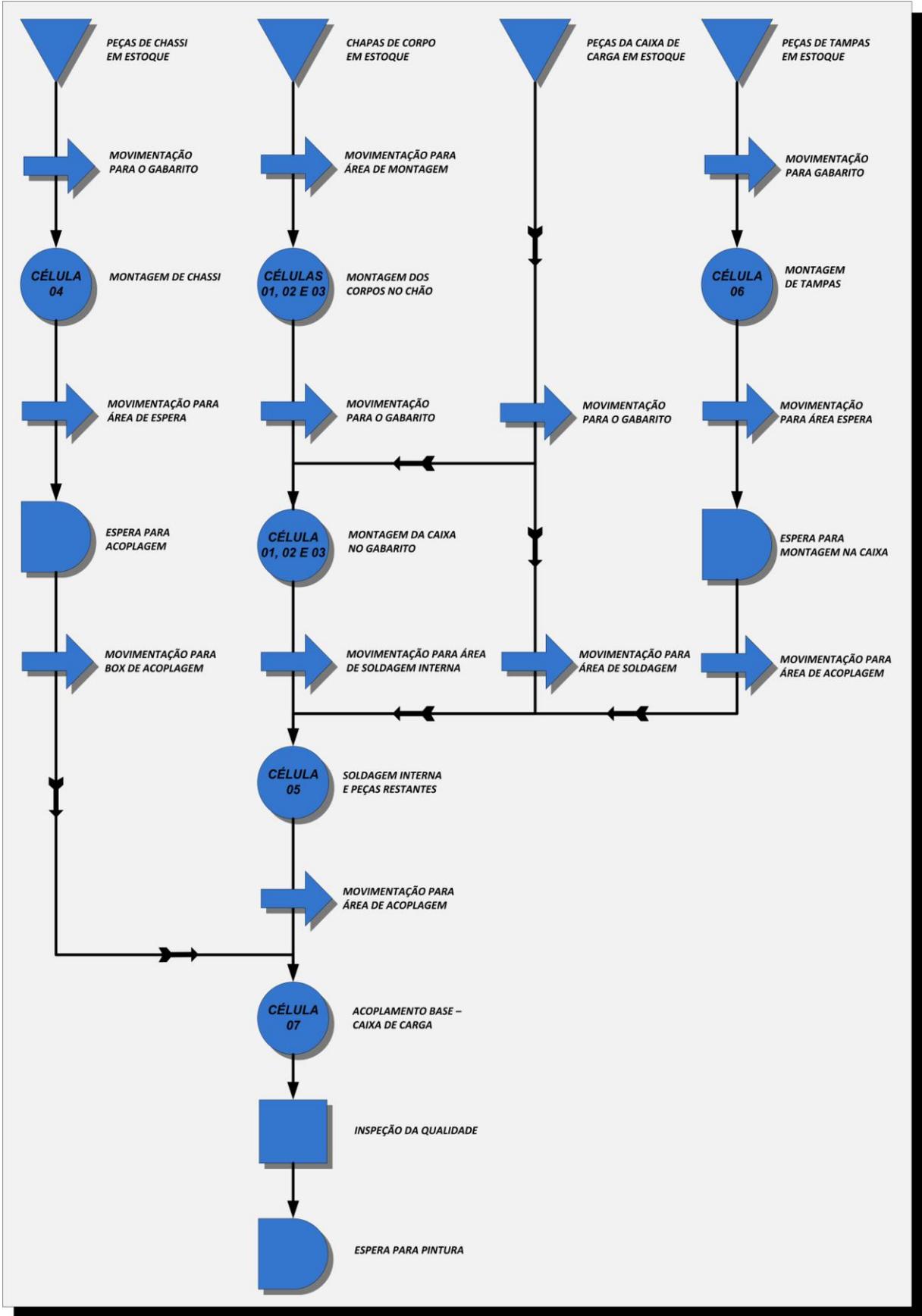


Figura 10: Fluxograma do processo de montagem de basculantes.

#### 4.4 Observação do problema

##### Considerações gerais

Antes de explicar os processos, o quadro 01 abaixo mostra alguns termos que são usados pela empresa e serão utilizados para menção às partes e peças dos equipamentos no decorrer do trabalho.

Não se trata de simbologia ou abreviações, mas sim de “apelidos” dados as peças e partes dos equipamentos, termos estes que se não conhecidos, geram uma grande dificuldade no entendimento dos processos.

A utilização da maioria destes termos já passou a ser feita por todos, inclusive deixando de lado o nome verdadeiro que foi dado quando lançado o projeto.

<i>Termo</i>	<i>Referência</i>
Caçamba	Termo utilizado para indicar o equipamento completo acoplado
Corpo	Refere-se às chapas que formam a caixa de carga do equipamento
Costela	São os perfis laterais de sustentação da caixa de carga
Cachorro	Sargento em forma de “C” que é utilizado para fixação de peças
Pescoço	Chapa da parte cônica do corpo da caixa de carga
Cambão	Dispositivo utilizado para movimentação da caixa e chassi na ponte rolante
Vinco	Dobra feita no meio da chapa do corpo em forma de onda para sustentação
Rebaixo	Diferença no nível do fundo da caçamba para maior estabilidade da carga
Fominha	Conjunto de tabuas colocadas sobre as laterais do equipamento para permitir o uma maior quantidade de material transportado (prolongação da caixa)
Pino	Representa uma composição de qualquer modelo de equipamento produzido, toda a produção é medida em pinos/mês, um equipamento articulado, por exemplo, corresponde a dois pinos, o dianteiro e o traseiro.

**Quadro 1: Termos comumente utilizados no setor.**

**Fonte: Dados da empresa**

##### Estudo de tempos e métodos

Para melhor definir o foco do trabalho através da observação dos processos foram coletados informações de tempos e métodos de trabalho na linha escolhida, considerando-se os pontos a seguir:

- Levantamento de tempos de produção;
- Levantamento dos retrabalhos mais comuns;
- Levantamentos de causas de retrabalhos;

→ Levantamento de perdas com retrabalho;

Foi realizado o levantamento dos tempos de montagem dos principais equipamentos a fim de identificar os maiores índices de improdutividade do setor, a tabela abaixo mostra a média de cada modelo coletado, bem como o tempo desperdiçado com tarefas que não agregam valor ao produto.

**Tabela 2: Coleta de tempos de montagem dos principais modelo fabricados.**

<b>TEMPO MÉDIO POR EQUIPAMENTO</b>				
<b>LINHA</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>TEMPO</b>	<b>MÉDIA POR CLASSE</b>	<b>TEMPO IMPRODUTIVO</b>
CAÇAMBA	SRB 20/25M REB 6X2	83:10:53	96:06:02	23:31:48
	SRB 25/30M REB 6X2	91:31:54		
	SRB 35/40M REB 6X2	113:35:19		
BI-CAÇAMBA DOMEX	SRAB D DOMEX	169:59:44	150:16:32	57:44:24
	SRAB T DOMEX	130:33:20		

**Fonte: Dados da empresa**

Dos tempos descritos na tabela anterior, considerou-se duas médias, a de SRB's e SRAB's, que apesar de ambas serem basculantes trata-se de duas linhas distintas, a linha SRB – Basculantes padrão – e a linha SRAB – linha de Bitrem Basculantes implantada recentemente – que por ser de material de alta resistência, exige-se uma maior habilidade em sua montagem.

Devido a este último depender um maior tempo de montagem e qualificação dos montadores, vemos também que os tempos improdutivo são maiores nesta linha, como mostra a tabela 03 chegando-se a representar 38,42% do tempo de montagem, contra 24,49% da linha padrão do setor, que já é bastante elevado.

**Tabela 3: Comparativo percentual entre as linhas de Basculantes.**

<b>Equipamento</b>	<b>Tempo de montagem</b>	<b>Tempo improdutivo</b>	<b>Percentual</b>
<b>SRB'S</b>	96,10h	23,53h	24,49%
<b>SRAB'S</b>	150,28h	57,74h	38,42%

**Fonte: Dados da empresa**

Desta forma, fica evidente a escolha da linha SRAB para aprofundar os estudos, como o equipamento de maior impacto na baixa produtividade do setor.

#### 4.5 Análise da linha escolhida

Para um melhor esclarecimento das causas dos tempos improdutivos, foi realizado a coleta dos tempos de cada agente de interferência negativa na montagem, a fim de estabelecer os maiores gargalos de processo do setor de Basculantes. Neste caso ainda foi levado em conta os dois tipos de linhas de basculantes.

A tabela 04 descreve o tempo improdutivo sobre o total gasto na montagem do equipamento (tabela 03), ou seja, em média, para cada equipamento produzido, esta mostra o total dos tempos que não agregam valor ao produto.

**Tabela 4: Tempo médio de improdutividade em cada linha.**

Motivo	Tempos SRB's (min.)	Tempos SRAB's (min.)
Empilhadeira	123	123
Falta de ferramentas e gabaritos	303	902
Falta de peças	100	100
Movimentação desnecessária	83	83
Ponte rolante	85	85
Procura de Peças	103	103
Retrabalhos	593	2047
Trator de transporte	22	22
<b>Total</b>	<b>1412</b>	<b>3465</b>

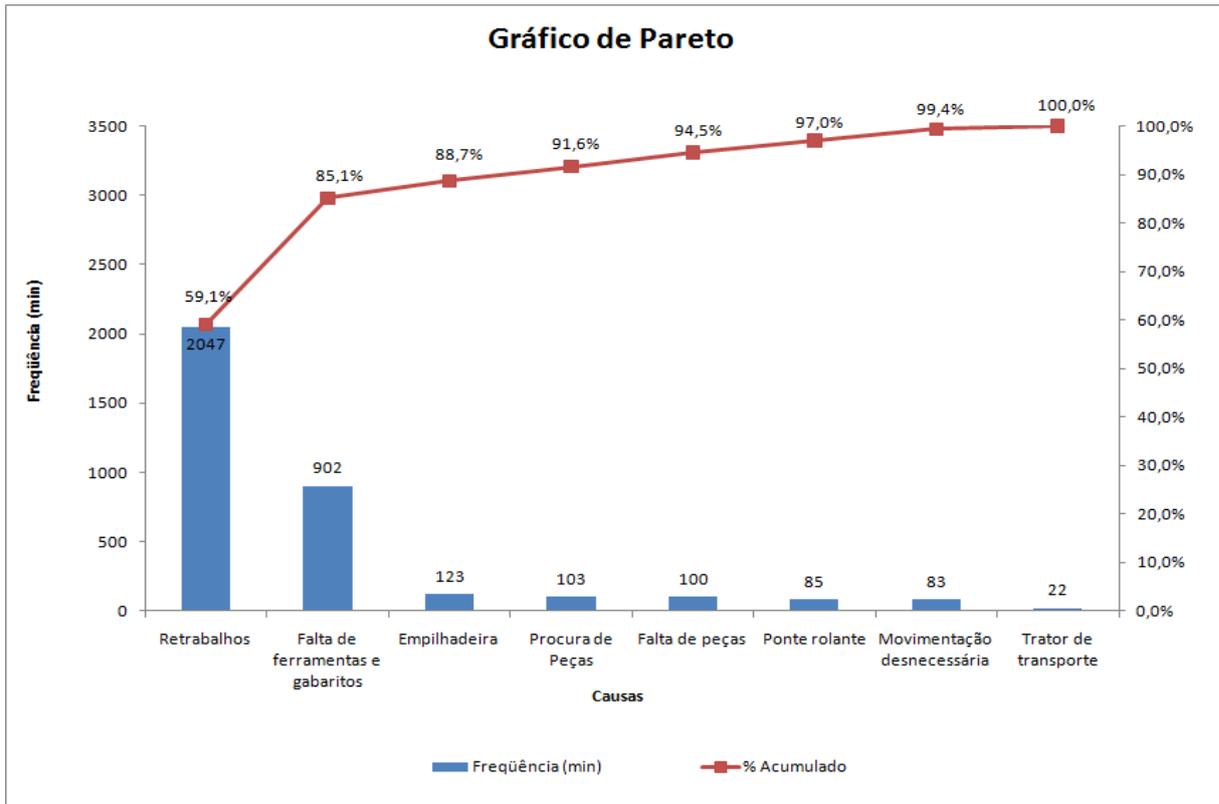
Fonte: Dados da empresa

A tabela 05 mostra o rearranjo dos dados para elaboração do gráfico de Pareto (figura 11), as informações contidas, correspondem à média de improdutividade por tipo de causa por equipamento, enumerada de forma decrescente, acompanhada do percentual sobre o total de tempo improdutivo.

**Tabela 5: Dados para elaboração do gráfico de Pareto.**

Causa	Freqüência (min)	% do total	Acumulado (min)	% Acumulado
1 Retrabalhos	2047	59,08%	2047	59,1%
2 Falta de ferramentas e gabaritos	902	26,03%	2949	85,1%
3 Empilhadeira	123	3,55%	3072	88,7%
4 Procura de Peças	103	2,97%	3175	91,6%
5 Falta de peças	100	2,89%	3275	94,5%
6 Ponte rolante	85	2,45%	3360	97,0%
7 Movimentação desnecessária	83	2,40%	3443	99,4%
8 Trator de transporte	22	0,63%	3465	100,0%
Total	3465	100,00%	-	-

Fonte: Dados da empresa



**Figura 11: Gráfico de Pareto para as causas de improdutividade.**

Através da análise dos dados do gráfico de Pareto (figura 11), evidencia-se o retrabalho como sendo o fator de maior influência na baixa produtividade das linha de equipamentos, uma vez que este é responsável por cerca de 60% do tempo improdutivo, e 23% do tempo consumido na montagem do equipamento.

Comprovado o retrabalho como fator de maior influência na produtividade do equipamento, realizou-se um levantamento detalhado, das principais causas de retrabalho, através dos indicadores de falhas divulgados mensalmente pelo setor de Qualidade, bem como retrabalhos realizados em peças e subconjuntos no decorrer da montagem que não são mensurados no relatório de falhas da Qualidade.

Devido à dificuldade de se coletar dados de todos os basculantes SRAB's produzidos no mês, optou-se por executar o controle de falhas numa amostra de 03 basculantes, (21,43% do total produzido), ao longo do mês de abril de 2009.

A tabela 06 e a figura 12 mostram o tempo gasto com retrabalhos em cada levantamento, bem como a estratificação de acordo com as causas, representados pelos tempos despendidos em cada origem.

Tabela 6: Indicador de tipos de falhas do setor de basculante por equipamento - abril/2009.

Causa	Levantamento (tempo em min)			Média
	1	2	3	
<i>Peças defeituosas</i>	974	1151	827	984
<i>Falha de montagem</i>	620	1033	354	669
<i>Falha de soldagem</i>	236	118	266	207
<i>Falta de ferramentas</i>	89	325	148	187
<b>Total</b>	<b>1919</b>	<b>2628</b>	<b>1594</b>	<b>2047</b>

Fonte: Dados da empresa

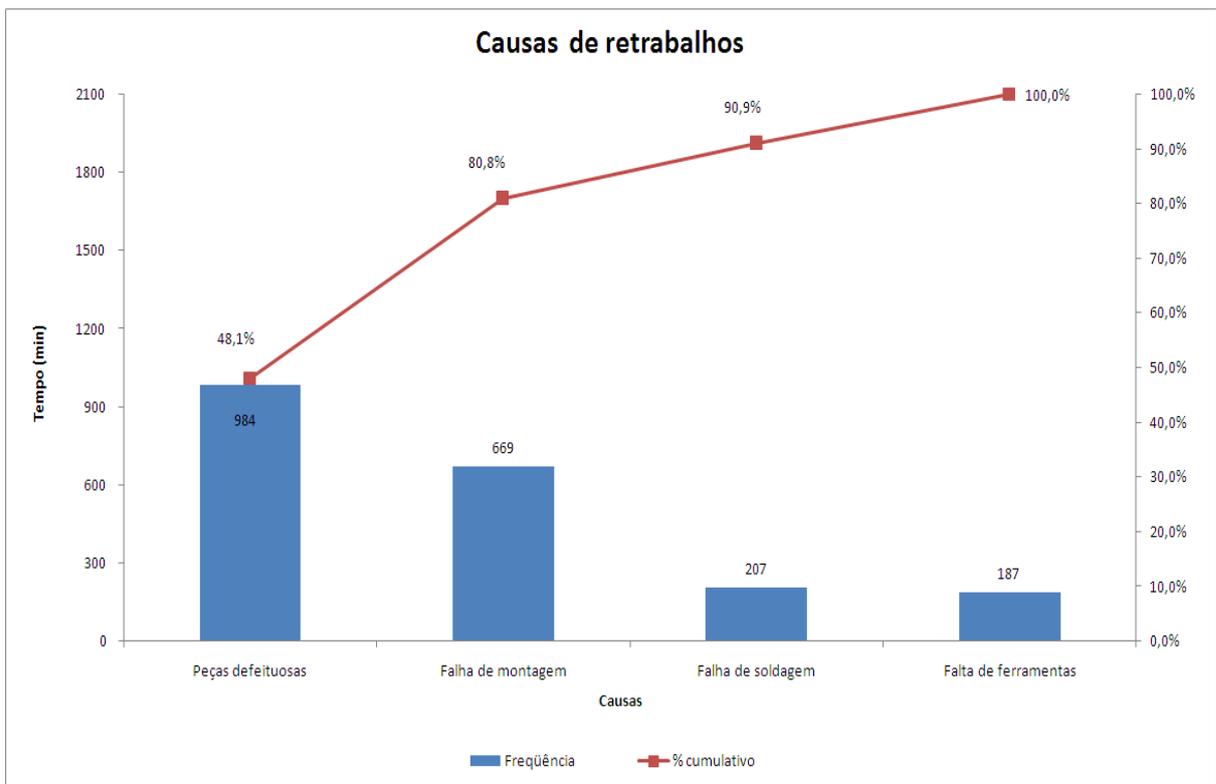


Figura 12: Gráfico de Pareto para as causas de retrabalhos.

Diante das informações coletadas, fica claro o princípio de Pareto de “poucas causas vitais” já que apenas as duas primeiras causas correspondem a mais de 80% dos retrabalhos, assim optou-se por estudar e identificar as causas que impactam nestas duas variáveis.

#### 4.5.1 Análise da causa ‘Peças defeituosas’

Foi realizado um levantamento das principais peças que chegavam ao setor com algum tipo de não conformidade, notadas somente após o início da montagem do equipamento, neste levantamento foi feita a estratificação por tipo de falha/defeito (tabela 07).

Tabela 7: Levantamento de peças não conformes.

LEVANTAMENTO DE PEÇAS NÃO CONFORMES* - SRAB						
Nº	Denominação	Avaliado	Ñ-conforme	Percentual	Defeito; Qtde	Crítico**
1	Chapa cônica	20	19	95,0%	Erro no pescoço; 11 Erro no raio; 13 Erro no vinco 07	100,0%
2	Chapa corpo	57	39	68,4%	Erro no raio; 31 Erro no vinco; 19 Erro no rebaixo; 07	79,5%
3	Longarina Superior	13	7	53,8%	Erro na dobra de remonta; 07 Erro no comprimento: 03	100,0%
4	Longarina inferior	10	8	80,0%	Erro na dobra de apoio das travessas; 08	100,0%
5	Mancais das tampas	50	42	84,0%	Erro no alinhamento do furo; 42	100,0%
6	Mancais de giro	18	9	50,0%	Bucha torta por soldagem incorreta; 08 Respingos de solda na bucha: 05	100,0%
7	Reforço interno	20	17	85,0%	Erro no raio de calandragem; 17	0,0%
8	Chapas do fundo	30	12	40,0%	Erro de corte; 12	100,0%
9	Pefis da tampa	38	17	44,7%	Erro de corte; 17	64,7%
10	Chapa da tampa	10	5	50,0%	Erro de corte; 02 Erro no vinco: 05	0,0%
11	Degrau dianteiro	20	20	100,0%	Erro de dobra do cano; 17 Erro de soldagem: 08	0,0%
<b>Total</b>		<b>286</b>	<b>195</b>	<b>68,2%</b>	-	<b>71,3%</b>
*Todas as peças não-conformes necessitam ser retrabalhadas para uso no implemento, ou descartadas caso o retrabalho não seja possível ou enfraqueça a mesma.						
** A coluna "Crítico" representa a porcentagem dos itens não-conformes que podem influenciar negativamente na resistência estrutural ou no funcionamento do equipamento.						

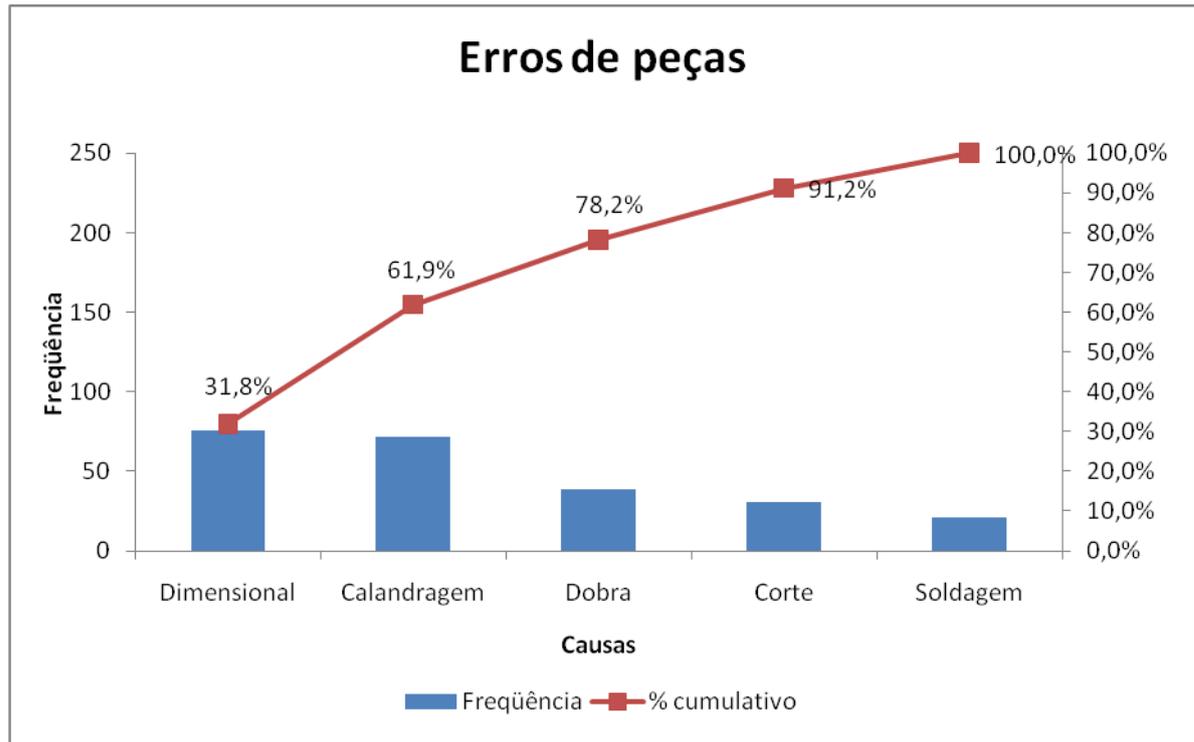
Fonte: Dados da empresa

De forma a facilitar a análise dos defeitos, agrupou-se os dados em cinco categorias, de acordo com a característica dos erros: dimensional, calandragem, dobra, corte e soldagem. Esta nova análise deu origem à tabela abaixo (tabela 08), onde os dados foram ordenados de forma a montar o Pareto (figura 13)

Tabela 8: Análise dos erros de peças levantados por categoria.

ANÁLISE DOS ERROS	
Descrição	Quantidade
Dimensional	76
Calandragem	72
Dobra	39
Corte	31
Soldagem	21
<b>Total</b>	<b>239</b>

Fonte: Dados da empresa



**Figura 13: Gráfico de Pareto para análise dos erros de peças.**

No gráfico acima pode-se observar que para se atacar aproximadamente 80% das causas dos erros de peças é necessário focar nas três primeiras causas, ou seja, dimensional, calandragem e dobra, contudo optou-se por avaliar mais a fundo estes cinco itens, sendo para esta atividade, solicitado aos Analistas de Processo desta área, que também acompanhassem a fabricação dessas peças a fim de identificar as possíveis causas para estes problemas.

Após análise conjunta todos os envolvidos no processo, Analistas que acompanharam a fabricação, Projetistas responsáveis pela linha de equipamentos SRAB, chega-se à conclusão de que as máquinas e equipamentos estão aptos a realizar as operações necessárias de forma correta.

Desta forma, ficou claro que tais falhas estavam diretamente relacionadas ao fator humano do processo operacional, se destacando a falta de atenção dos operadores e falta de conhecimento adequado para operar as máquinas e ferramentas.

Assim, uma vez que basicamente a causa de um item é a mesma para os outros quatro, definiu-se com os Analistas e Projetistas por trabalhar de uma forma geral envolvendo todos os operadores que fazem parte do processo da fabricação de peças e conseqüentemente atacando todas as causas.

#### **4.5.2 Plano de ação para solucionar a causa fundamental ‘peças defeituosas’**

Identificadas as prováveis causas, para sua solução, estabeleceu-se o plano de ação (quadro 02), baseado na metodologia 5W1H.

Assim inicia-se o processo execução das tarefas baseado no que foi proposto no plano de ação que será delegado a cada responsável, também citado no plano.

#### **4.5.3 Execução do plano de ações para a causa “peças defeituosas”**

De todos os erros com as peças, a grande maioria ocorre por falta de atenção dos operadores devido à “pressa” de execução do processo, para estes casos, foi realizado uma orientação junto aos colaboradores tanto os operadores de máquinas quanto aos inspetores de qualidade a fim de identificar as falhas antes da baixa das peças no sistema.

Foi proposto também, um treinamento com alguns colaboradores responsáveis pela calandragem de corpos de caçamba sobre as características do material, bem como suas particularidades e métodos mais eficientes de calandragem das chapas, processo totalmente manual e que depende exclusivamente da habilidade do operador da máquina para conformidade do processo, foi estabelecida uma angulação menor do que era usado para estas peças (de 90° para 80°) de forma a facilitar a montagem, devido à maior elasticidade do aço especial.

#### **4.6 Análise da causa “Falhas de montagem”**

Partindo-se então para o segundo gargalo do sistema, temos as falhas de montagem. Assim com no caso das peças não-conformes, as falhas de montagem são causadas pela falta de atenção dos montadores e também falta de conhecimento do processo.

Isso se dá devido à implantação prematura da linha SRAB no setor, estes equipamentos, além de apresentarem uma maior complexidade de montagem, são montados em aço especial, este por sua vez, necessita de cuidados especiais, ou seja, processos diferenciados de manuseio e montagem.

##### **4.6.1 Plano de ações para “falhas de montagem”**

Novamente foi realizado o acompanhamento do processo, desta vez com os Projetistas da linha de SRAB, Analista de montagem e Encarregado de produção do setor de Basculantes.

PLANO DE AÇÃO PARA PEÇAS DEFEITUOSAS						
WHAT? (O que fazer)	WHY? (Porque fazer)	WHERE? (Onde fazer)	WHEN? (quando fazer)	WHO? (Quem irá fazer)	HOW? (como será feito)	
Treinar e orientar os operadores de máquinas de corte dobra furação e calandragem na utilização correta das máquinas e instrumentos de medição	Evitar que ocorram tantos erros oriundos de falhas operacionais	Fábrica de peças: Setor Perfilados	5 dias	Analista de Processos do perfilados	- Rever os processos escritos, verificar que atividades não estão sendo executadas corretamente. - Preparar informações adequadas a correta regulagem das máquinas e posicionamento de peças para realizar as operações necessárias, bem como correta seqüência do plano de processo	
Elaboração de PPF's*, para os itens que não possuem.	Para demonstrar a correta seqüência de execução das operações de corte, dobra e furação, bem como identificação das medidas mais críticas	Fábrica de peças: Setor Perfilados	10 dias	Desenhistas do Perfilados	Desenhando planos de processos de fabricação detalhando as operações por seqüencia logica bem como a identificações das medidas críticas e tolerâncias reduzidas	
Revisão de PPF's* das peças levantadas	Reduzir tolerâncias de corte dobra e furação	Fábrica de peças: Setor Perfilados	15 dias	Desenhistas do Perfilados	Revisando a seqüencia de operações dos planos de processos que estão implantados, acrescentando informações de medidas críticas e tambem reduzindo as tolerâncias das operações das mesmas.	
Melhoria da inspeção da qualidade	Para evitar a liberação de peças não conformes	Setor: Inspeção da Qualidade	Imediato	Supervisores de qualidade	- Rever os processos escritos, verificar que atividades não estão sendo executadas corretamente; - Treinar e orientar os inspetores responsáveis pela liberação de peças do Setor de Perfilados e Pré-montagens.	
Rever o sistema de amostragem e se necessário Passar de inspeção por amostragem para inspeção total de peças mais críticas	Para evitar que peças com erros que possam interferir na resistencia mecânica do implemento sejam liberadas	Setor: Inspeção da Qualidade	Imediato	Supervisores de qualidade	- Verificando o sistema de amostragem, de coleta da mesma, de forma a que esta seja representativa do lote - Modificando a instrução de trabalho oque prevê a inspeção por amostragem para avaliação total de peças pré-estabelecidas, caso se estabeleça este tipo de amostragem	
Não utilizar peças não conformes que chegam no setor de montagem	Evitar a montagem de peças não conformes que geram retrabalho posterior	Setor: Basculante	Imediato	Montadores do setor de Basculantes	- Estabelecer que os procedimentos de segregação de materiais não conformes existentes sejam seguidos corretamente, inclusive com identificação dos mesmo; - Treinar os funcionários do setor no procedimento acima, sobretudo na identificação atribuídas às peças não conformes, e conferindo as peças antes da montagem ou da soldagem no equipamento em processo.	
*PPF - Plano de Processo de Fabricação, é um projeto que mostra todas as operações a serem realizadas para fabricação de peças, subconjuntos e montagem de equipamentos, bem como a correta seqüência de execução das operações, ferramental e cotas necessárias.						

Quadro 2: Plano de ação para resolução dos problemas de peças defeituosas

Foi elaborado com a participação de todos, o novo plano de ações de melhoria, desta vez para o problema “falhas de montagem”, como é possível observar no quadro abaixo (quadro 3), algumas ações são iguais, porém com o foco no processo de montagem dos equipamentos em questão, os SRAB’s.

Da mesma forma que no caso anterior, será iniciado imediatamente a execução do planos pelos responsáveis indicados, para resolução do problema o quanto antes.

#### **4.6.2 Execução do plano de ações para “falhas de montagem”**

##### **Treinamento**

Como consequência do plano de ações, propôs-se a criação de uma equipe específica para montagem deste modelo de equipamento para serem devidamente qualificados.

A parceria com o fornecedor de arame de solda da empresa permitiu que fosse aplicado um treinamento de 20h com a equipe de montagem, mais encarregado e supervisor do setor de Basculante e ainda os soldadores do setor de Pré-montagem de peças que é responsável pela montagem de subconjuntos soldados antes da acoplagem no equipamento.

O treinamento foi ministrado por especialistas em soldagem de alta resistência da própria empresa fornecedora de arame de solda. Foi disponibilizado material didático com linguagem específica para os colaboradores.

O treinamento foi dividido em duas etapas sendo 15h de treinamento teórico com tópicos como, física da soldagem, regulagem correta da máquina de solda, comportamento do aço de alta resistência perante a soldagem e o aquecimento, entre outros. Para completar, 5h de testes práticos com a instrução de um soldador especialista neste tipo de material, orientando sobre as posições de soldagem, sistema de solda pulada<sup>3</sup> para menor aquecimento, entre outras informações.

Além disso, treinamentos reciclagem de solda com os colaboradores do setor foram realizados também, outro ponto importante foi quanto à correta interpretação dos projetos de montagem. A maioria dos montadores trabalha apenas com base na experiência que tem no setor e não se

---

<sup>3</sup> Sistema de soldagem onde o soldador realiza a solda em varias etapas sendo que estas devem ser realizadas o mais distante possível da etapa anterior, sistema para evitar o aquecimento acentuado da chapa de aço.

PLANO DE AÇÃO PARA FALHAS DE MONTAGEM						
WHAT? (O que fazer)	WHY? (Porque fazer)	WHERE? (Onde fazer)	WHEN? (quando fazer)	WHO? (Quem irá fazer)	HOW? (como será feito)	
Treinar e orientar os montadores e soldadores do setor de basculantes na forma correta de montagem e de regulação de máquinas para trabalhar com aço especial	Evitar que ocorram tantos erros oriundos de falhas operacionais, proporcionando um conhecimento adequado do material especial	Setor: Basculante	5 dias	Especialista em soldagem de aços de alta resistência	Oferecendo material informativo, bem como embasamento prático e teórico das características de soldagem do aço especial, e formas corretas de montagem de acordo com os PPF's	
Elaboração de PPF's*, para os projetos de montagens	Para demonstrar a correta seqüência de execução das operações de montagem do equipamento	Setor: Basculante	10 dias	Desenhistas da montagem	Desenhando planos de processos de fabricação detalhando as operações por seqüência lógica bem como a identificação das medidas críticas e tolerâncias reduzidas	
Alterar o processo de montagem dos SRAB's que são baseados no processo de montagem de SRB's, para novos processos pre-estabelecidos considerando as diferenças nas características do aço especial	Para evitar erros ocasionados por métodos de montagem inadequados, pois são linhas com diferentes características.	Setor: Basculante	Imediato	Analista de Processos e Encarregado de produção	Verificando as operações de montagem que mais geram retrabalhos e testando novos métodos estabelecidos com base nos problemas encontrados, para otimizar o processo.	
*PPF - Plano de Processo de Fabricação, é um projeto que mostra todas as operações a serem realizadas para fabricação de peças, subconjuntos e montagem de equipamentos, bem como a correta seqüência de execução das operações, ferramental e cotas necessárias.						

Quadro 3: Plano de ação para resolução dos problemas de falhas de montagem.

atentava as medidas e especificações do projeto do equipamento, também foi trabalhado bastante sobre este ponto.

### **Modificação de processos de montagem**

Por apresentar diferentes características dos demais modelos de Caçambas, alguns métodos de montagem utilizados, baseando-se nos acompanhamentos conjunto aos envolvidos realizados no setor, não eram adequados para o equipamento SRAB, nos tópicos abaixo são descritos estes processos, bem como as propostas de alteração:

- a) para a montagem da caixa traseira, as chapas de aço que formam o corpo da Caçamba, eram soldadas no chão antes de serem levadas ao gabarito, conforme já descrito no processo de montagem da caixa de carga. Para o SRAB, este processo não poderia ser aplicado, pois quaisquer pequenas interferências das peças, por estas possuírem espessuras bem menores e uma maior elasticidade, além de dificultar a montagem das peças, após a soldagem as chapas apresentam um grande abaulamento.

A pressão da montagem forçada quando aquecida pela solda, faz com que as chapas fiquem totalmente abauladas, o que gera a necessidade de retrabalho nos encontros das chapas antes da soldagem.

Proposta: para este problema, foi proposto a realização da montagem parcial das chapas em quatro partes, onde o montador une estas partes sobre o gabarito, assim quaisquer interferências que possam ocorrer com as peças, é imediatamente identificada, e a mesma é trocada evitando o erro na montagem.

- b) outro grande problema que gera não somente o retrabalho no setor, mas também gera trabalho adicional no setor de pintura, é o uso de sargentos ponteados ao corpo para fixação das peças.

Após o uso destes sargentos é necessário lixar os pontos de solda que ficam no corpo usando lixadeira, que deixa marcas nas chapas, essas marcas necessitam de correções com massa plástica, um processo demorado e de alto custo para a empresa devido ao valor da própria massa plástica.

Proposta: Conscientização dos soldadores para uso correto do gabarito, pois o mesmo possui arcos pneumáticos que devem ser usado para pressionar as peças sem a necessidade de pontear sargentos e também a modificação da superfície do gabarito para adaptá-lo ao modelo da caixa de carga SARB.

- c) na montagem dos frontais da caixa traseira, como descrito anteriormente, os colaboradores fazem a soldagem da chapa no gabarito e os acessórios são montados após o giro da caixa para soldagem interna, o processo é de solda sobre cabeça, processo este que além de exigir grande habilidade de soldador, é bem mais lento que o usual e muito passivo de falhas.

Identificou-se que varias falhas apontadas no relatório da qualidade estão localizadas no frontal, mais especificamente nos acessórios e no mancal do pistão, peça que sofre todo o esforço da caçamba durante o processo de "basculagem".

Proposta: desenvolver um modelo de gabarito para que o montador faça toda a soldagem antes de acoplá-lo na caixa, visto que trata-se de um processo bastante crítico, o gabarito pode posicionar o frontal na melhor posição para a soldagem, evitando retrabalhos de solda após a caçamba montada.

- d) a montagem dos frontais da caixa dianteira era realizada com mesma sobre o piso, sem nenhuma fixação, os frontais eram posicionados, e na seqüência os tubos e as tampas laterais superiores eram colocados.

Verificou-se que a colocação das tampas sem o esquadrejamento da caixa, faz com que as tampas fiquem desalinhadas quando a caixa é acoplada, sendo necessário retirá-la e colocar novamente, em um processo que poderia consumir até três horas do tempo de dois montadores.

Proposta: fixar a caixa sobre o gabarito e alinhá-la e esquadrejá-la para somente então posicionar os frontais e tampas, evitando dessa forma que seja necessário retrabalhá-las após a acoplagem na base.

## 4.7 Verificação

Após o período de aplicação das ações propostas, foi coletada nova amostra de peças para verificação da eficácia dos métodos, como se pode observar estão demonstrados na tabela abaixo (tabela 09).

**Tabela 9: Segundo levantamento de peças não-conformes.**

LEVANTAMENTO DE PEÇAS NÃO CONFORMES* - SRAB						
Nº	Denominação	Avaliado	Ñ-conformes	Percentual	Defeito; Qtde	Crítico**
1	Chapa cônica	15	4	26,7%	Erro no pescoço; 03 Erro no raio; 02 Erro no vinco 02	100,0%
2	Chapa corpo	30	7	23,3%	Erro no raio; 6 Erro no vinco; 2	79,5%
3	Longarina Superior	10	2	20,0%	Erro na dobra de remonta; 02	100,0%
4	Longarina inferior	10	0	0,0%	-	100,0%
5	Mancais das tampas	40	5	12,5%	Erro no alinhamento do furo; 05	100,0%
6	Mancais de giro	10	3	30,0%	Bucha torta por soldagem incorreta; 03 Respingos de solda na bucha; 01	100,0%
7	Reforço interno	15	3	20,0%	Erro no raio de calandragem; 03	0,0%
8	Chapas do fundo	15	2	13,3%	Erro de corte; 02	100,0%
9	Pefis da tampa	28	5	17,9%	Erro de corte; 05	100,0%
10	Chapa da tampa	10	1	10,0%	Erro no vinco; 01	0,0%
11	Degrau dianteiro	20	3	15,0%	Erro de dobra do cano; 02	0,0%
<b>Total</b>		<b>203</b>	<b>35</b>	<b>17,2%</b>	<b>-</b>	<b>75,9%</b>
*Todas as peças não-conformes necessitam ser retrabalhadas para uso no implemento, ou descartadas caso o retrabalho não seja possível ou enfraqueça a mesma.						
** A coluna "Crítico" representa a porcentagem dos itens não-conformes que podem influenciar negativamente na resistência estrutural ou no funcionamento do equipamento.						

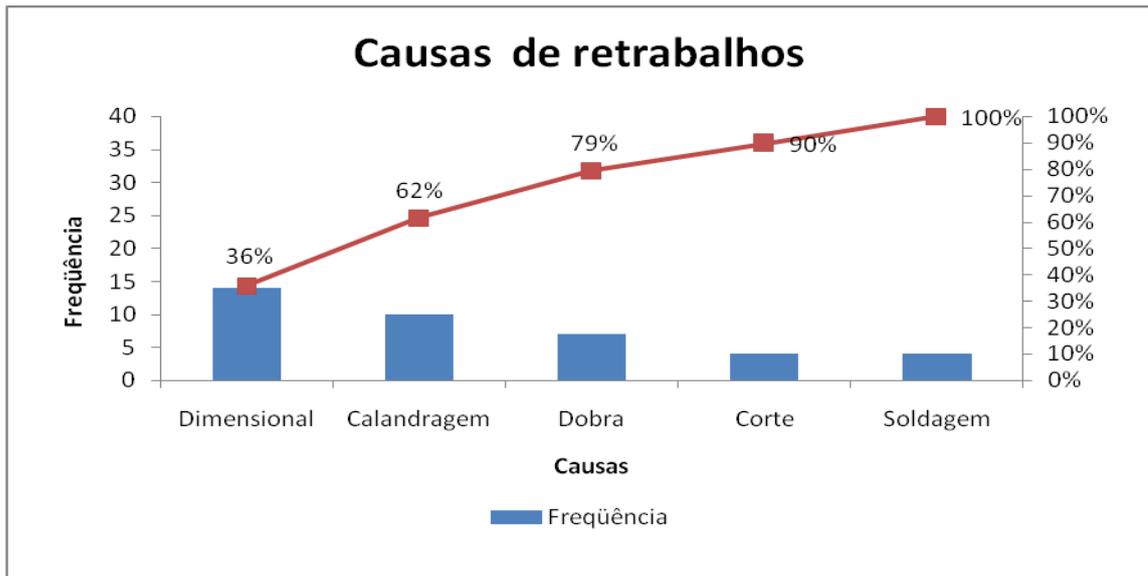
Fonte: Dados da empresa

Novamente fez-se o agrupamento por características dos erros e também o gráfico de Pareto para avaliação dos resultados conforme tabela 10 e gráfico da figura 14.

**Tabela 10: Análise dos erros de peças levantados por categoria após melhorias.**

ANÁLISE DOS ERROS	
Descrição	Quantidade
Calandragem	14
Dimensional	10
Corte	7
Dobra	4
Soldagem	4
<b>Total</b>	<b>39</b>

Fonte: Dados da empresa



**Figura 14: Gráfico de Pareto para análise dos erros de peças após melhorias.**

Antes de qualquer análise é possível verificar a grande redução que se obteve após o trabalho com os operadores, olhando o gráfico anterior (figura 10), vemos que ainda tem-se como principal causa os erros de dimensão e calandragem, contudo, como era esperado, os métodos de resolução do problema impactaram em todas as causas mencionadas na estratificação do problema peças, confirmando a observação inicial de que estes derivavam das mesmas causas fundamentais.

Isto pode ser comprovado apenas pela observação comparativa dos gráficos de Pareto (antes, figura 13 e depois, figura 14), da redução de 75% na quantidade de erros, ou seja, queda de 68,2% para 17,2%, nota-se a proporcionalidade na redução dos cinco índices (dimensional, calandragem, dobra, corte e soldagem).

Se resulta que a conferência das medidas mais críticas pelos próprios montadores e devolução das peças não-conformes, contribuiu para a redução do índice, pois os operadores do setor de perfilados ficavam responsáveis por realizar o retrabalho, que além de impactar no tempo de processo, estas peças são contabilizadas negativamente no sistema de metas do setor, que se não atingidas resulta na perda da cesta básica dos colaboradores do setor.

Pode-se observar também que sobre os resultados que o número de defeitos críticos teve um pequeno aumento de cerca de 4%, contudo, torna-se irrelevante devido à acentuada redução no índice geral de redução de erros (75%). E ainda, peças que passarem despercebidas pela inspeção da qualidade, com o método de verificação das medidas, deverão ser detectadas antes da montagem e devolvidas para correção.

#### 4.7.1 Verificação para falhas de montagem

Como no caso das peças, as ações tomadas sobre o problema de falhas de montagem, também surtiu efeito positivo sobre a montagem do equipamento.

O treinamento aplicado aos colaboradores ofereceu embasamento prático e teórico para montagem e trabalho com aço de alta resistência, possibilitando aos mesmos um conhecimento mais aprofundado dos processos de trabalho a serem aplicados à este tipo de equipamento.

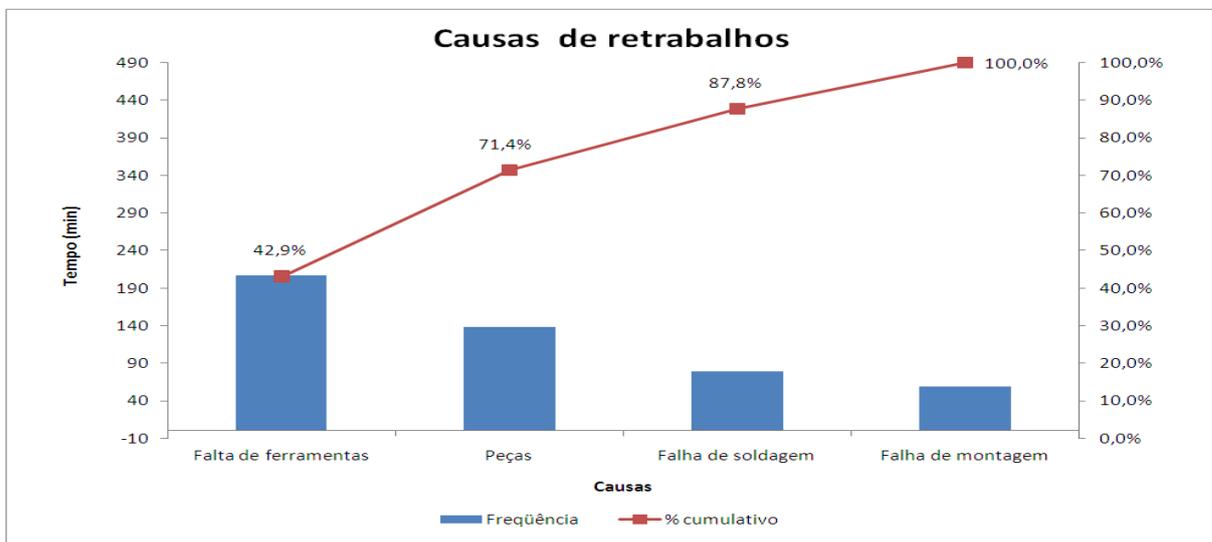
As alterações no processo de montagem também surtiram o efeito esperado, onde as peças não-conformes com montagem mais críticas podem ser identificadas antes da montagem no equipamento, evitando a necessidade de ajustes em outras peças para conseguir a montagem, e também o retrabalho posterior que era realizado para correção das falhas.

Na abaixo (tabela 11) tem-se um novo levantamento de falhas do setor, foram novamente acompanhados três equipamentos (11% do total) na montagem do mês de junho de SRAB's, e na seqüência, o novo gráfico de Pareto para análise dos dados.

**Tabela 11: Indicador de tipos de falhas do setor de basculante por equipamento - julho/2009.**

Causa	Levantamento (tempo em min)			Média
	1	2	3	
<i>Falta de ferramentas</i>	59	266	295	207
<i>Peças defeituosas</i>	207	59	148	138
<i>Falha de soldagem</i>	89	148	0	79
<i>Falha de montagem</i>	59	30	89	59
<b>Total</b>	<b>413</b>	<b>502</b>	<b>531</b>	<b>482</b>

Fonte: Dados da empresa



**Figura 15: Gráfico de Pareto para as causas de retrabalhos após a aplicação das ações.**

Pode-se observar claramente a redução no total de retrabalhos levantados, vemos também que o fator de maior impacto passa a ser agora a falta de ferramentas, os itens peças e falha de montagem aparecem na 2ª e 4ª posição respectivamente, com uma frequência muito menor e, conforme previsto (teoria das restrições), o gargalo se deslocou para uma nova causa (falhas de montagem).

Para evidenciar a eficácia das propostas, fez-se um comparativo do índice geral de retrabalho a fim de verificar o percentual reduzido sobre o índice inicial de 23% no tempo total de montagem.

No início do trabalho em abril/2009 ocorria em média 69,3 retrabalhos por equipamento SRAB, correspondente a 2047min, que representava 23% do tempo de montagem do equipamento.

Após a implantação das propostas de melhoria, atingiu-se uma média de 16,3, correspondente a 482min por equipamento, chegando-se a uma redução de 76,4% no total de retrabalhos.

Em teoria, considerando o tempo médio de montagem de 150,28h, temos uma redução de 26,07h de trabalho, ou seja, o equipamento poderá ser montado em 124,21h, que representa uma economia de 17,34% em mão de obra, além de consumíveis e peças que tinham que ser descartadas.

Na prática, nos levantamentos de tempos de retrabalhos, também foi coletado os tempos gerais da montagem, comparando-se estes resultados práticos com os cálculos acima, temos uma média bastante aproximada, o que nos leva a ter uma maior confiabilidade resultados apresentados.

A tabela 12, nos mostra os valores coletados após as melhorias implantadas na linha de montagem, os tempos são correspondentes aos três equipamentos do mês de junho dos quais foram mostrados os tempos de retrabalho.

**Tabela 12: Tempos de montagem do equipamento após aplicação das melhorias.**

Equipamento	Levantamento (tempo em h)			Média geral
	1	2	3	
<i>SRAB D</i>	156,11	160,70	143,64	153,48
<i>SRAB T</i>	103,88	108,08	102,83	104,93
<b>Tempo médio</b>	<b>130,00</b>	<b>134,39</b>	<b>123,23</b>	<b>129,21</b>

**Fonte: Dados da empresa**

O tempo médio real de montagem foi de 129,21h, bastante próximo do estimado de 124,21h, mostrando a eficácia do método aplicado.

O índice de retrabalho que representava 22,7% do tempo de montagem do equipamento (34,12h sobre as 150,28h do tempo de montagem inicial) passa agora para 6,21% (8,03h sobre o tempo médio final de 129,21h), atingindo o objetivo inicial do trabalho.

A tabela abaixo (tabela 13) mostra os resultados comparativos entre as duas coletas.

**Tabela 13: Comparativo dos tempos improdutivos antes e depois das melhorias propostas.**

<i>SRAB</i>	<i>Comparativo</i>		
	<i>Montagem</i>	<i>Improdutivo</i>	<i>Percentual</i>
<i>Antes</i>	150,28h	57,74h	38,42%
<i>Depois</i>	129,21	31,81h	25,60%
<i>Redução</i>	14,02%	44,9%	33,37%

**Fonte: Dados da empresa**

Assim, fica evidente a melhora nos resultados das ações para controle de retrabalhos, aplicadas no setor. Ações de baixo custo e de fácil aplicação mostraram um ganho significativo na produtividade das horas trabalhadas no setor.

Alem disso, apesar de ter sido demonstrado neste trabalho, tem-se ainda os ganhos com consumíveis e ferramentas que deixam de ser utilizadas em retrabalho, ou ainda, os ganhos em outras linhas e até mesmo em outros setores, visto que os colaboradores que foram treinados e orientados, em especial os operadores do setor de peças e inspetores de qualidade, são os mesmos que fabricam e avaliam as peças destinadas a todas as linhas de montagem e pré-montagens da fábrica.

#### **4.8 Padronização**

Após a avaliação dos resultados, observa-se que os procedimentos e treinamentos adotados foram evidenciados como corretos, e assim foram adotados como padrão. Sendo para tanto estabelecido as alterações abaixo nos documentos diretamente envolvidos:

- Fixar as alterações adotadas nos planos de processo de fabricação (PPF), como modelo padrão para elaboração dos mesmos para os setores de Perfilados e Basculantes;

→ Alteração das Instruções de Trabalho<sup>4</sup> de ambos os setores descritos acima para validar e consolidar as alterações realizadas;

#### **4.9 Considerações finais**

Com base na revisão da literatura elaborada para este trabalho, têm-se na visão de Goldratt (2002), que após a identificação e tratamento do principal gargalo da produção, problemas que antes não eram tão aparentes tornam-se novos gargalos, dessa forma tomando como base o levantamento de causas de retrabalhos realizado inicialmente (tabela 06), na seqüência tem-se como segundo fator de impacto na produtividade, a falta de ferramentas adequadas para montagem.

Logo, cabe aqui a sugestão como seqüência no processo de melhoria continua, o giro de um novo ciclo PDCA, sobre esse novo gargalo do setor, como forma de estabelecer e implantar

Cabe ainda ressaltar para que este padrão adotado seja mantido e melhorado constantemente, através de metas de controle já explanadas neste trabalho, para que não se caia na rotina novamente, o que caso aconteça, fará com que as causas tratadas voltem a tornarem-se significativas no problema de improdutividade do setor.

---

<sup>4</sup> Instrução de trabalho (IT) – Documento que estabelece as formas corretas de trabalho, as IT's são elaboradas de acordo com os procedimentos da norma ISO 9000:2001, adotada pela empresa em questão.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, observou-se que as ações tiveram os efeitos conforme esperado, em particular, a atenção à inspeção de peças e o treinamento oferecido aos colaboradores, foi de grande ajuda, não somente para facilitar no entendimento do processo, mas para este tipo de equipamento (SRAB's). Observamos uma drástica redução no número de peças defeituosas, também nas falhas de montagem e problemas com má qualidade da solda, que eram causas bastante impactantes no índice de retrabalho do setor.

A aplicação do Ciclo PDCA nos principais gargalos do setor rendeu uma redução significativa no índice de retrabalho do setor, onde o percentual que era de mais de 68%, caiu para 17.2%, uma redução que representou uma economia de 14% em mão-de-obra.

Ainda com relação aos métodos aplicados vemos que a combinação da Teoria das Restrições com o Ciclo PDCA foi bastante eficaz no caso estudado, os levantamentos analisados e os problemas estudados apenas comprovaram a idéia da TOC, quanto à consideração dos gargalos de produção.

E conforme visto na literatura, não basta apenas atacar as falhas, mas é necessário também estabelecer metas para manter e melhorar o índice estudado, para que estes ganhos não sejam perdidos com o tempo.

Em resumo pode-se afirmar que as ferramentas da qualidade empregadas no trabalho em conjunto com ao conceito apresentado na TOC, associados ao *Kaizen*, são sem dúvida, um tanto eficazes na redução do índice de retrabalho, neste estudo escolheu-se uma linha de montagem para sua aplicação, porém sua filosofia e metodologia de trabalho abrangem uma infinidade de aplicações nas mais variadas áreas de uma empresa.

### 5.1 Sugestões / Recomendações

Tendo em vista a eficácia na resolução das causas de retrabalho, na aplicação da metodologia escolhida, cabe deixar proposto, novas formas de melhoria através do melhor aproveitamento dos métodos estabelecidos

A aplicação dos estudos pode ser estendida aos novos gargalos (gargalos secundários), que surgiram após a resolução dos estudados (gargalos primários), como considera a teoria das restrições, e também estender à linha de Basculantes padrão do setor.

Sugere-se ainda que o estudo seja aplicado aos demais setores de montagens, visto que o setor estudado pode ser considerado como uma amostra das linhas de montagem, esta afirmação esta baseada no fato de que, todas estas linhas têm como fornecedor interno a fábrica de peças, e ainda todas as peças seguem o mesmo padrão de inspeção das levantadas neste estudo,

Dessa forma estima-se que os problemas levantados possam ser causas do elevado índice de retrabalhos geral de montagem apresentado no início do trabalho (tabela 01), mostrando que 58,62% dos equipamentos montados passam por algum tipo de retrabalho, lembrando ainda que este índice não considera os retrabalhos realizados durante o processo de montagem, como foi visto no presente estudo para o setor de Basculantes, mas apenas o que é identificado na inspeção da qualidade após a montagem.

Outro ponto que despertou interesse durante o trabalho foi que já existe no setor uma folha verificação autônoma (anexos 01, 02 e 03), onde o líder de cada célula deve preenchê-la antes de passar a próxima etapa da montagem, porém, que não é usada de forma adequada.

Fica aqui também a proposta de consolidar este processo de inspeção autônoma, de forma que o encarregado do setor fique responsável pela orientação ao preenchimento da folha, e o setor de qualidade, responsável pela coleta e análise das informações contidas, de forma a trabalhar para a fixação das metas de controle e melhoria para o setor.

A folha de verificação além de evitar que etapas sejam puladas ou feitas de forma incompleta facilita no controle de retrabalho, pois é possível identificar onde ocorreu a falha, bem como sua causa, possibilitando ações imediatas para seu controle.

E ainda como ferramenta para metas de controle, pode implantar um controle estatístico de processos, de forma que este possa mensurar precisamente os erros do setor e também a parte do processo de montagem onde estes ocorrem, aproveitando melhor os recursos disponíveis e gerando assim, a redução dos retrabalhos e conseqüentemente economia de matéria-prima e de mão de obra.

Assim, com base na observação dos processos bem como a análise realizada, podemos afirmar que muitas melhorias podem ainda ser feitas não apenas nas linhas de montagem, mas em todos os setores produtivos da fábrica. A implantação das melhorias aqui citadas sempre associadas ao conceito de melhoria continua, podem trazer ganhos excelentes para a empresa,

reduzindo tempos que não agregam valor ao produto e conseqüentemente aumentando a produtividade de toda a fábrica.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8ª ed. Nova Lima, MG: INDG, 2004.

GOLDRATT, eliyahu M.; **A Meta: um processo de melhoria contínua**. 2ª ed. São Paulo, SP: Nobel, 2002.

GOLDRATT, eliyahu M.; **What Is This Thing Called Theory of Constraints and How It Should Be Implemented?** New York, NY: North River Press, 1990

MARTINS, Petrônio Garcia, e LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2005.

MAXIMIANO, Antonio Cesar A., **Teoria geral da administração: O Enfoque da Qualidade na Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

OLIVEIRA, M. “Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes.” Tese de Doutorado, 1999.

PALADINI, Edson Pacheco; **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. São Paulo, SP: Atlas, 1997.

WERKEMA, Maria Cristina C.; **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Werkema, 1995.

WIKIPÉDIA. **Kaizen**. 7 de Fevereiro de 2009. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Kaizen> (acesso em 19 de Maio de 2009).

WIKIPÉDIA. **Teoria das Restrições**. 12 de Maio de 2009. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_das\\_restri%C3%A7%C3%B5es](http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_das_restri%C3%A7%C3%B5es) (acesso em 20 de Maio de 2009).

## BIBLIOGRAFIA

- BRIALES, Julio Aragon; FERRAZ, Fernando Toledo. **“Melhoria Contínua através do Kaizen.”** Revista Eletrônica de Economia, Março de 2006, 7ª ed.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8ª ed. Nova Lima, MG: INDG, 2004.
- DEMING, William Edwards. **Saia da crise**. São Paulo, SP: Futura, 2003.
- GOLDRATT, eliyahu M. **A Meta: um processo de melhoria contínua**. 2ª ed. São Paulo, SP: Nobel, 2002.
- JURAN, J. M. Juran **planejando para a qualidade**. 3ªed. São Paulo, SP: Pioneira, 1995.
- MARTINS, Petrônio Garcia, e Fernando Piero LAUGENI. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2005.
- MAXIMIANO, Antonio Cesar A., **Teoria geral da administração: O Enfoque da Qualidade na Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.
- OLIVEIRA, M. **“Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes.”** Tese de Doutorado, 1999.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2ª. São Paulo, SP: Atlas, 2004.
- PALADINI, Edson Pacheco; **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. São Paulo, SP: Atlas, 1997.
- SHARMA, Anand; MOODY Patrícia E.; **A máquina perfeita**:. 2ª. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2003.
- WERKEMA, Maria Cristina C.; **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Werkema, 1995.
- WIKIPÉDIA. **Kaizen**. 7 de Fevereiro de 2009. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Kaizen> (acesso em 19 de Maio de 2009).
- WIKIPÉDIA. **Teoria das Restrições**. 12 de Maio de 2009. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_das\\_restri%C3%A7%C3%B5es](http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_das_restri%C3%A7%C3%B5es) (acesso em 20 de Maio de 2009).

**ANEXO A – Folha de inspeção autônoma para CAIXA DE CARGA**



**ANEXO B – Folha de inspeção autônoma para CHASSI**

<b>Check-list Autoinspeção Basculante</b>					
Turno:	( ) 1º Turno ( ) 2º Turno	<b>MONTAGEM DO CHASSI</b>			
Data:	____/____/____				
Nº da OP:					
Modelo:					
Resp. pela inspeção :					
<b>Estrutura</b>					
Descrição	Status				
01. Verificar solda do frontal	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
02. Verificar solda da mesa e do pino rei	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
03. Verificar a solda do mancal do pistão e as medidas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
04. Verificar tubo de instalação elétrica da mesa	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
05. Conferir reforço interno da mesa	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
06. Conferir soldas das travessas da mesa	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
07. Conferir soldas das travessas internas do chassi	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
08. Verificar medida e soldas da suspensão	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
09. Verificar soldas dos reforços internos	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
10. Verificar soldas dos reforços externos	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
11. Verificar porta estepe e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
12. Verificar base do macaco e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
13. Verificar aperto dos parafusos do macaco	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
14. Verificar aperto dos parafusos das treliças	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
15. Verificar travessa apoio dos mancais laterais e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
16. Conferir caixa de sirene	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
17. Conferir coluna do pára-choque e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
18. Conferir fechamento do pára-choque e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
19. Verificar pára-choque e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
20. Verificar saia traseira e soldas	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
21. Conferir presilha e instalação elétrica	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
22. Conferir suporte e reservatório de ar	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
23. Conferir furação da 5ª roda	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
24. Conferir encosto da 5ª roda	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
25. Conferir instalação hidráulica bi-caçamba	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
26. Conferir suporte de comando hidráulico	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
27. Conferir suporte solenóide	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr> <td style="text-align: center;">Aprovação Final</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">              _____            Responsável pela Inspeção         </td> </tr> </table>				Aprovação Final	  _____ Responsável pela Inspeção
Aprovação Final					
  _____ Responsável pela Inspeção					
Revisão 00 20/05/2009					
<b>Diário de Bordo</b>					
* Informações referentes ao campo NOK deve-se obrigatoriamente ser preenchido o diário de bordo					
Descrição da Falha	Setor de Origem da Falha				
<b>Observação:</b>					

## **ANEXO C – Folha de inspeção autônoma para ACOPLAMENTO**

<i>Check-list Autoinspeção Basculante</i>					
TURNO:	( ) 1º Turno ( ) 2º Turno		<b>MONTAGEM BASCULANTE</b>		
Data:	____/____/____				
Nº da OP:					
Modelo:					
Supervisor da linha:					
Resp. pela inspeção :					
<b>Estrutura</b>					
Descrição		Status			
01. Conferir solda do perfil cartola	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
02. Conferir solda longarina inferior D/E	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
03. Conferir solda do reforço traseiro	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
04. Conferir solda da travessa traseira	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
05. Conferir solda da travessa do pescoço	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
06. Conferir tubo de instalação elétrica lateral	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
07. Conferir tubo de instalação elétrica lateral dianteiro	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
08. Conferir tubo de instalação elétrica traseiro frontal	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
09. Conferir solda do perfil frontal	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
10. Conferir solda do mancal e número do soldador	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
11. Conferir solda do reforço do mancal	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
12. Conferir solda do protetor de gabine	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
13. Conferir solda do reforço da catraca	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
14. Conferir solda do cotovelo e arebite frontal	( ) OK	( ) NOK	( ) NA		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Aprovação Final</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">_____ Responsável pela Inspeção</td> </tr> </table>				Aprovação Final	_____ Responsável pela Inspeção
Aprovação Final					
_____ Responsável pela Inspeção					
Revisão 00 20/05/2009					
<b>Diário de Bordo</b>					
* Informações referentes ao campo NOK deve-se obrigatoriamente ser preenchido o diário de bordo					
Descrição da Falha		Setor de Origem da Falha			
<b>Observação:</b>					

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Curso de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR**  
**CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**