UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EDUARDO ALVES FELÍCIO

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITO DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA MANUFATURA DO RAMO SIDERÚRGICO

Orientador: D. Sc. Rogério De Almeida Vieira

Juiz de Fora
2012

EDUARDO ALVES FELÍCIO

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITO DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA MANUFATURA DO RAMO SIDERÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D. Sc. Rogério De Almeida Vieira

Juiz de Fora

2012

Felício, Eduardo Alves.
Estudo da implementação de conceito da produção enxuta para a redução de resíduos em uma manufatura do ramo siderúrgico / Eduardo Alves Felício. – 2012.
61 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

1. Administração da produção. 2. Aço - Produção. I. Título.

CDU 658.5

EDUARDO ALVES FELÍCIO

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE CONCEITO DA PRODUÇÃO ENXUTA PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA MANUFATURA DO RAMO SIDERÚRGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

BANCA EXAMINADORA

_____

D. Sc. Rogério De Almeida Vieira

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

D. Sc. Marcos Martins Borges

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

D. Sc. Clóvis Neumann

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, por apoiar em todos os caminhos que segui em minha vida. A minha mãe, Débora, por toda confiança, luta, de quem foi o maior apoio a esta conquista. Aos meus irmãos Leonardo e Rafaela por apoiarem e vibrarem comigo nas caminhadas e conquistas. Ao meu pai, por toda criação e pelas saudades eternas.

À Danielle, por todo seu amor e apoio incondicional. Ao professor Rogério, por sua disponibilidade, orientação e dedicação.

Aos amigos do Game Over F.C, por momentos inesquecíveis durante a faculdade. Aos amigos da Gerdau, pela compreensão e contribuição de meu crescimento profissional.

RESUMO

Atualmente o setor de construção civil possui novas alternativas para o fornecimento de aço para obra, dentre elas destaca-se o aço cortado e dobrado. Esse tipo de manufatura de aço é realizado em maquinários específicos com o objetivo de fornecer o material conforme medidas e quantidades solicitadas pelo consumidor final. Durante o processo de manufatura, o corte de barras é realizado em máquinas específicas de corte e dobra de acordo com informações em um método denominado "Kanban" de produção. Este trabalho tem como propósito a criação de um método viável utilizando conceitos de "Lean Manufacturing" que permite aperfeiçoar o processo e reduzir a produção de resíduo. Para a eficiência deste método, foi utilizado um conjunto de boas práticas, com a avaliação do processo e o desenvolvimento de ferramentas de melhorias. A redução deste resíduo, que foi dividido em matéria-prima aproveitada (denominada pontas) e matéria não-aproveitada (denominada sucata) influenciando diretamente no plano de metas da unidade de manufatura e na redução do custo de estocagem. Para avaliação das condições deste trabalho foi necessário o levantamento de todo o processo e sua respectiva análise, encontrando suas deficiências e possibilidades de melhoria. Com base nestes dados foi traçada a melhoria inicial do processo, um esboço no corte de materiais e a criação de um modelo, facilitando o processo de corte do vergalhão.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Aço cortado e dobrado. Aço. Perda metálica. Sucata.

ABSTRACT

Nowadays the building industry has new alternatives for the supply of steel for the construction site, among which stands out the cut and bent steel. This type of manufacturing is done in specific machinery with the goal of providing the material quantities and measures as requested by the final consumer. During the manufacturing process, the cut of bars is performed in specific machines for cutting and bending according to information in a method called "Kanban" of production. This work has as purpose the creation of a viable method using concepts of "Lean Manufacturing" which enables to improve the process and reduce the production of waste. For the efficiency of this method, we use a set of best practices with process evaluation and development of tools for improvements. The reduction of this residue, which we divide in raw material utilized (called edges) and non-utilized material (called scrap) directly influences the plan targets of the manufacturing unit and the reduction of cost of storage. In order to assess the conditions of this work, was necessary the data collection of the entire process and its corresponding analysis, finding their weaknesses and possibilities of improvement. Based on these data was traced the initial improvement of the process, a sketch in cutting materials and the creation of a model, facilitating the process of cutting rebar.

Keywords: Lean Manufacturing. Cut and bent steel. Steel, metal loss. Scrap.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxo simplificado de produção do aço.	18
Figura 2	Exemplo da aplicação do aço	20
Figura 3	A distribuição de aço no país	21
Figura 4	Exemplo de *Kanban* de Produção da Empresa X	23
Figura 5	Aço em Formato de Bobinas	24
Figura 6	Aço em produção na estribadeira	24
Figura 7	Exemplo de aço em rolo CA-50	26
Figura 8	Divisões por diâmetro do aço CA-50	27
Figura 9	Exemplo de aço em rolo CA-60	27
Figura 10	Divisões por diâmetro do aço CA-60	27
Figura 11	Caçambas de Sucata	28
Figura 12	Etapas do mapeamento do fluxo de valor	33
Figura 13	Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor	34
Figura 14	*Current State Value Stream Map with Environmental Data*	34
Figura 15	Exemplo de Cartão *Kanban*	37
Figura 16	Novo Plugue Brasileiro	41
Figura 17	Exemplos de estocagem de material sem endereçamento.	46
Figura 18	Exemplos de estocagem do material com a aplicação do endereçamento	46
Figura 19	Quadro antigo de conferência do estoque de pontas	47
Figura 20	Quadro atualizado de conferência do estoque de pontas	48
Figura 21	Exemplo de Etiqueta de estocagem	48
Figura 22	Estocagem de pontas	49
Figura 23	Fluxo de Retirada de Sucata	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 4,2 mm em 2010.	52
Gráfico 2	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 5,0 mm em 2010.	53
Gráfico 3	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 6,3 mm em 2010.	53
Gráfico 4	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 8,0 mm em 2010.	54
Gráfico 5	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 10,0 mm em 2010.	54
Gráfico 6	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 12,5 mm em 2010.	55
Gráfico 7	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 16,0 mm em 2010.	55
Gráfico 8	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 20,0 mm em 2010.	56
Gráfico 9	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 25,0 mm em 2010.	56
Gráfico 10	Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 25,0 mm em 2010.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Exemplo de dados – Índice de Sucata.	13
Quadro 2	Dados e meta do índice de perda metálica em 2008.	14
Quadro 3	Lucro e respectivos ganhos utilizando dados fictícios.	14
Quadro 4	Fluxo fornecedor a cliente final.	25
Quadro 5	Índice de Perda Metálica de 2008.	28
Quadro 6	Ferramentas da Produção Enxuta.	35
Quadro 7	Os 5 sensos.	39
Quadro 8	Exemplo de 5W1H..	43
Quadro 9	5W1H elaborado na Empresa X.	45
Quadro 10	Responsabilidades da sucata gerada.	50
Quadro 11	Índice de Perda Metálica (kg/t) por Bitola em 2010.	52
Quadro 12	Índice de Perda Metálica e benchmarketing definidos.	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 OBJETIVOS 12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13
1;4 JUSTIFICATIVA 13
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 15

2. REVISÃO DA LITERATURA 16

2.1 A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL 16
2.1.1 UM RESUMO DA HISTÓRIA DO AÇO 17
2.1.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO 17
2.1.3 AS DIVISÕES DO AÇO 19
2.1.4 APLICAÇÕES DO AÇO 20
2.1.5 UM BREVE HISTÓRICO DO AÇO CORTADO E DOBRADO 21
2..2 A PRODUÇÃO NA EMPRESA X 22
2.2.1 O PROCESSO NA EMPRESA X. 23
2.2.2 DETALHAMENTO DO PROCESSO 23
2.2.3 A PRODUÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO 25
2.2.4 MATÉRIA PRIMA UTILIZADA NO PROCESSO 25
2.3 CONCEITO DO ÍNDICE PERDA METÁLICA 28
2.4 REFERENCIAL TEÓRICO DA QUALIDADE 29
2.4.1 A PRODUÇÃO ENXUTA (LEAN PRODUCTION) 29
2.4.2 DESPERDÍCIO 31
2.4.3 MAPA DO FLUXO DE VALOR (MFV) 32
2.4.4 *JUST IN TIME* (JIT) 35
2.4.5 *LEAN MANUFACTURING* E O *JUST IN TIME* 35
2.4.6 *KANBAN* 36
2.4.7 O CONCEITO 5's 38
2.4.8 *POKA-YOKE* 40
2.4.9 *BENCHMARKING* 41
2.4.10 GRÁFICO DE PARETO 42

2.4.11 CONCEITO 5W1H 43

3. METODOLOGIA 44

4. RESULTADOS 45

4.1 ENDEREÇAMENTO 46
4.2 PRÁTICA DO *KANBAN* E 5 SENSOS 47
4.3 UTILIZAÇÃO DO FLUXO DE VALOR 50
4.4 UTILIZAÇÃO DO GRÁFICO DE *PARETO* PARA VERIFCAÇÃO DO *BENCHMARKETING* 53
4.5 RESULTADO FINAL 60

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 61

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62

ANEXO 1 - TERMO DE AUTENTICIDADE 64

1. INTRODUÇÃO

O mercado atual vive um período de grande avanço tecnológico, que exige que as empresas mantenham alto nível de flexibilidade e de inovação em seus processos. As exigências do mercado aliadas ao aumento da concorrência fizeram com que o ciclo de produção tenha em uma das suas premissas a redução de custos e com que a atividade das empresas seja sustentável dos pontos de vista financeiro, social e ambiental. Para serem competitivas, as empresas investem em ativos permanentes, buscando aumentar seu volume de produção (SHINODA,2008).

Para qualquer empresa, de pequeno, médio ou grande porte, o mercado atual espera que seja gerado não apenas o aumento da receita, mas também qualquer outra atividade e melhoria no processo, de modo que esta gere melhorias na qualidade do processo, serviço ou produto, e esta por sua vez, agregue valor.

Em face dos novos processos e, em decorrência da adaptação às necessidades dos clientes consumidores, o setor de produção deve adaptar-se às novas exigências do mercado. Deve aplicar os princípios de melhoria, ou seja, o processo de melhoria do desempenho pela contínua identificação, compreensão e adaptação de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações. Desta forma podemos verificar que o aumento da produtividade está relacionado à verificação de novos processos e melhoria dos já existentes

Muitas indústrias brasileiras são modelos de excelência em termos de produtividade e qualidade. Entretanto, existe muito a se buscar. A abertura econômica no inicio dos anos 90, trouxe possibilidades de novos negócios, acesso a máquinas e tecnologias, assim como a concorrência e a importação de produtos frequentemente melhores e mais baratos. As indústrias sofreram com este impacto da concorrência externa e as fabricas tiveram que se adaptar ao novo mercado. Neste contexto, a implantação de novos métodos de produção tem sido uma das alternativas (RECH,2004).

Gerir a organização voltada para a produção industrial representa, portanto, levar em consideração uma trama complexa de fatores que inclui o mercado, os aspectos técnicos da produção, aspectos relacionados à logística, à relação com os fornecedores, clientes e os compromissos com o meio ambiente e a comunidade. Gerir a produção não se concentra em aspectos puramente técnicos. As decisões nesta área passaram a levar em consideração uma

série de fatores relacionados às metas e políticas de gestão estratégica da empresa, visando qualidade, resultados e prazos.

As mudanças no processo de produção e no planejamento das atividades da empresa visando sobreviver e competir no mercado deram relevância aos processos de medir desempenho, especialmente pela influência das técnicas japonesas de gestão da manufatura e os seus resultados positivos.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atualmente, com a grande competitividade entre as indústrias no âmbito mundial, existe a necessidade de se produzir o máximo possível, levando-se em consideração a capacidade da indústria, de modo a ter o mínimo de perdas (de material, recursos financeiros, etc.) possível e, em certo sentido, as indústrias procuram produzir de forma a maximizar seus lucros. Dessa forma, as indústrias vêm sofrendo mudanças em seu setor produtivo com respeito à modernização de seus processos de produção, fazendo com que modelos de otimização para o controle e planejamento de sistemas produtivos cresçam em complexidade e proporções consideráveis. A adoção de práticas sustentáveis no processo produtivo é necessária a toda manufatura na indústria atual. A criação de um modelo que facilite o processo de corte de barras com o menor desperdício se torna extremamente viável uma vez que tal modelo se faz jus na agilidade da resposta modificações no processo.

A produção nos dias atuais tem como o objetivo o aumento da produtividade e por conseqüência, o aumento do valor agregado ao produto. Desta forma, este trabalho irá avaliar e demonstrar como a utilização de premissas e conceitos da Produção Enxuta, na redução da geração de resíduos (denominados) de sucata em uma indústria de corte e dobra de vergalhões pode ser viável.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como principal objetivo a demonstração de como a utilização de conceitos, práticas e premissas da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) pode beneficiar uma indústria de corte e dobra de vergalhões sendo possível a redução de alguns índices de avaliação, entre eles a redução do índice de sucata gerado na produção do aço cortado e dobrado de vergalhões, podendo este ser reaproveitado ou vendido.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho será realizado em uma empresa de corte e dobra de vergalhões, localizada na cidade Juiz de Fora/MG. Serão apresentados no trabalho dados comparativos em um período de três anos, dados anteriores ao trabalho proposto e dados posteriores a alteração no processo de corte e dobra, onde serão mostrados os ganhos obtidos a partir da aplicação do estudo. No Quadro 1 são mostrados exemplos comparativos.

Quadro 1. Exemplo de dados – Índice de Sucata

INDICE DE SUCATA 2011	MÊS
20,52	JUNHO
20,08	JULHO
14,62	AGOSTO
11,59	SETEMBRO
10,52	OUTUBRO
13,30	NOVEMBRO
13,36	DEZEMBRO

Fonte: Empresa X

1;4 JUSTIFICATIVA

O sucesso deste modelo também implica na divulgação e utilização de outras unidades de manufatura de vergalhão. Também podemos considerar como fator fundamental que a redução da geração de resíduos influência diretamente no custo, atingindo índices considerados aceitos pela empresa.

Através do histórico de dados disponíveis, percebe-se que o índice de sucata gerada no processo está acima da meta estabelecida aos longos dos últimos aos. Devido a este dado, foi proposta a realização deste trabalho para analise do processo e verificação de sua melhoria utilizando o conceito da produção enxuta. No Quadro 2, são mostrados dados exemplificando o índice de sucata.

Quadro 2. Dados e meta do índice de perda metálica em 2008

Índice de Perda Metálica em 2008	Meta	MÊS Ano
40,7	**28**	**jan/08**
53,2	**28**	**fev/08**
54,4	**28**	**mar/08**
34,9	**28**	**abr/08**
38,1	**28**	**mai/08**
52,3	**28**	**jun/08**
36,0	**28**	**jul/08**
39,4	**28**	**ago/08**
20,4	**28**	**set/08**
46,3	**28**	**out/08**
32,2	**28**	**nov/08**
24,6	**28**	**dez/08**

Fonte: Empresa X

O Quadro 3 demonstra fundamentalmente a necessidade de redução na geração de sucata em função da diferença entre valores para os dois casos. É demonstrado que a coluna 3 "valor da venda de sucata" é calculada pela multiplicação do valor na coluna 2 vezes 0,40 (preço da venda do kg da sucata). A coluna 4 "valor do material como aço cortado e dobrado" é calculada pela multiplicação do valor na coluna 2 vezes 3,00 (preço médio da venda do material cortado e dobrado). Como resultado total anual obtemos a receita de R$ 40.207,25 para a coluna 2 e R$ 286.476,66 para a coluna 3.

Quadro 3. Lucro e respectivos ganhos utilizando dados fictícios.

MÊS Ano	(Sucata kg)	Valor da Venda de Sucata	Valor da Venda do material como aço cortado e dobrado
jan/08	8226	R$ 3.290,51	R$ 23.444,87
fev/08	8799	R$ 3.519,43	R$ 25.075,93
mar/08	8836	R$ 3.534,48	R$ 25.183,21
abr/08	7738	R$ 3.095,03	R$ 22.052,08
mai/08	8470	R$ 3.388,05	R$ 24.139,88
jun/08	12135	R$ 4.853,82	R$ 34.583,44
jul/08	6220	R$ 2.487,89	R$ 17.726,20
ago/08	9291	R$ 3.716,21	R$ 26.477,98
set/08	7748	R$ 3.099,28	R$ 22.082,37
out/08	13102	R$ 5.240,60	R$ 37.339,31
nov/08	7867	R$ 3.146,71	R$ 22.420,33
dez/08	2088	R$ 835,24	R$ 5.951,06
TOTAL		R$ 40.207,25	R$ 286.476,66

Fonte: Empresa X

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Este trabalho será desenvolvido com base em dados levantados em um período de aproximado de dois anos. Após a escolha do tema, foram iniciadas pesquisas referentes ao tema, verificando artigos, livros e outras publicações que possam adicionar informações ao trabalho e materiais referentes ao processo com foco principal em processos e produção enxuta, visando o aprofundamento na característica do tema. Foi considerado também o conhecimento do autor sobre o lugar onde o estudo de caso é realizado, sendo o conhecimento referente ao processo e ao assunto abordado no ambiente de produção.

Para este estudo, foram realizadas as seguintes etapas:

- Coleta de dados disponíveis.
- Avaliação dos dados listados e por conseqüência, mapeamento do processo
- Aplicação dos conceitos de produção enxuta.
- Verificação dos resultados obtidos e criação de um plano de melhoria

Na coleta de dados, foram levantados os seguintes dados: A sucata gerada por máquina em um período de seis meses, sucata por mês, sucata por bitola/mês, dados de sucata nos últimos dois anos (2010,2011), produção por mês nos últimos dois anos, produção por bitola nos últimos dois anos e anormalidades (falhas de produção nos últimos seis meses).

Com a principal causa já definida, foram aplicados os conceitos de produção enxuta no processo e após deste serão verificadas a melhorias.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica, sendo os principais tópicos abordados: A história do vergalhão, a importância da siderurgia para o Brasil, uma introdução a respeito do processo de corte e barras de vergalhão, explicações sobre o índice e o processo de manufatura em uma indústria de aço cortado e dobrado e os conceitos de produção enxuta. No Capítulo 3, será explicada a metodologia do trabalho. No capitulo 4 serão demonstrados e explicados os resultados deste trabalho, e no capitulo 5, as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL

Segundo o Instituto de Aço Brasil o setor siderúrgico é representado por 14 empresas privadas, controladas por nove grupos empresariais e operando 28 usinas distribuídas por 10 estados brasileiros, a indústria do aço no Brasil foi responsável pela produção, em 2009, de 26,5 milhões de toneladas de aço bruto, levando o país a ocupar a 9ª posição no ranking da produção mundial.

A privatização das empresas, finalizada em 1993, trouxe ao setor expressivo afluxo de capitais, em composições acionárias da maior diversidade. Assim, muitas empresas produtoras passaram a integrar grupos industriais e/ou financeiros cujos interesses na siderurgia se desdobraram para atividades correlatas, ou de apoio logístico, com o objetivo de alcançar economia de escala e competitividade.

O parque produtor está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, desde que sua produção se justifique economicamente.

O consumo "per capita" de aço no Brasil, que vem se mantendo na ordem dos 100 kg/hab./ano desde 1980, está muito aquém dos valores observados nas economias desenvolvidas, superiores a 400 kg/hab./ano. O baixo consumo "per capita" mostra que, além da evolução normal decorrente da regular atividade econômica, há elevado potencial de crescimento que pode ser realizado através da promoção do uso do aço, a exemplo do que é normalmente feito nas economias desenvolvidas. No atual estágio da economia brasileira, a evolução do consumo de aço apresenta elasticidade de renda elevada e forte correlação com as evoluções do PIB e do produto industrial. Cinco grandes setores - construção civil, automotivo, bens de capital, utilidades domésticas e comerciais, embalagens e recipientes representam mais de 80 % do consumo de aço no Brasil. A construção civil responde, sozinha, por cerca de 30 %, sendo o segmento de maior potencial de crescimento.

A siderurgia brasileira produz a quase totalidade dos produtos demandados pelo mercado e atende competitivamente a mais de 95 % do consumo interno. Empenha-se também em promover a ampliação do mercado através de parcerias com setores consumidores para maior competitividade das cadeias e o desenvolvimento de novos usos para os produtos siderúrgicos. Estima-se que a metade dos aços usados atualmente não existia até o início dos

anos 90. Essa tendência permanecerá e novos aços continuarão a ser desenvolvidos, atendendo às necessidades do mercado e mantendo a essencialidade do produto aço (INSTITUTO BRASIL, 2007).

Entre os problemas encontrados no parque atual, está à grande geração de resíduos não aproveitados, portanto descartáveis. Para o mercado atual, existe a necessidade da utilização de práticas que diminua este resíduo e possa gerar garantias sustentáveis para a produção.

2.1.1 UM RESUMO DA HISTÓRIA DO AÇO

A fronteira entre o ferro e o aço foi definida na Revolução Industrial, com a invenção de fornos que permitiam não só corrigir as impurezas do ferro, como adicionar-lhes propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, etc. Por causa dessas propriedades e do seu baixo custo o aço passou a representar cerca de 90 % de todos os metais consumidos pela civilização industrial. No atual estágio de desenvolvimento da sociedade, é impossível imaginar o mundo sem o uso do aço. A produção de aço é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país. Seu consumo cresce proporcionalmente à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos. Esses materiais já se tornaram corriqueiros no cotidiano, mas fabricá-los exige técnica que deve ser renovada de forma cíclica, por isso o investimento constante das siderúrgicas em pesquisa. O início e o processo de aperfeiçoamento do uso do ferro representaram grandes desafios e conquistas para a humanidade (INSTITUTO AÇO BRASIL,2011).

2.1.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Basicamente, o aço é uma liga de ferro e carbono. O ferro é encontrado em toda crosta terrestre, fortemente associado ao oxigênio e à sílica. O minério de ferro é um óxido de ferro, misturado com areia fina. O carbono é também relativamente abundante na natureza e pode ser encontrado sob diversas formas. Na siderurgia, usa-se carvão mineral, e em alguns casos, o carvão vegetal.

O carvão exerce duplo papel na fabricação do aço. Como combustível, permite alcançar altas temperaturas (cerca de 1.500 ºC) necessárias à fusão do minério. Como redutor, associa-se ao oxigênio que se desprende do minério com a alta temperatura, deixando livre o

ferro. O processo de remoção do oxigênio do ferro para ligar-se ao carbono chama-se redução e ocorre dentro de um equipamento chamado alto forno.

Antes de serem levados ao alto forno, o minério e o carvão são previamente preparados para melhoria do rendimento e economia do processo. O minério é transformado em pelotas e o carvão é destilado, para obtenção do coque, dele se obtendo ainda subprodutos carbo-químicos.

No processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Impurezas como calcário, sílica etc. formam a escória, que é matéria-prima para a fabricação de cimento.

A etapa seguinte do processo é o refino. O ferro gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante queima de impurezas e adições. O refino do aço se faz em fornos a oxigênio ou elétricos.

Finalmente, a terceira fase clássica do processo de fabricação do aço é a laminação. O aço, em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras etc.

Com a evolução da tecnologia, as fases de redução, refino e laminação (Figura 1) estão sendo reduzidas no tempo, assegurando maior velocidade na produção (INSTITUTO AÇO BRASIL,2011).

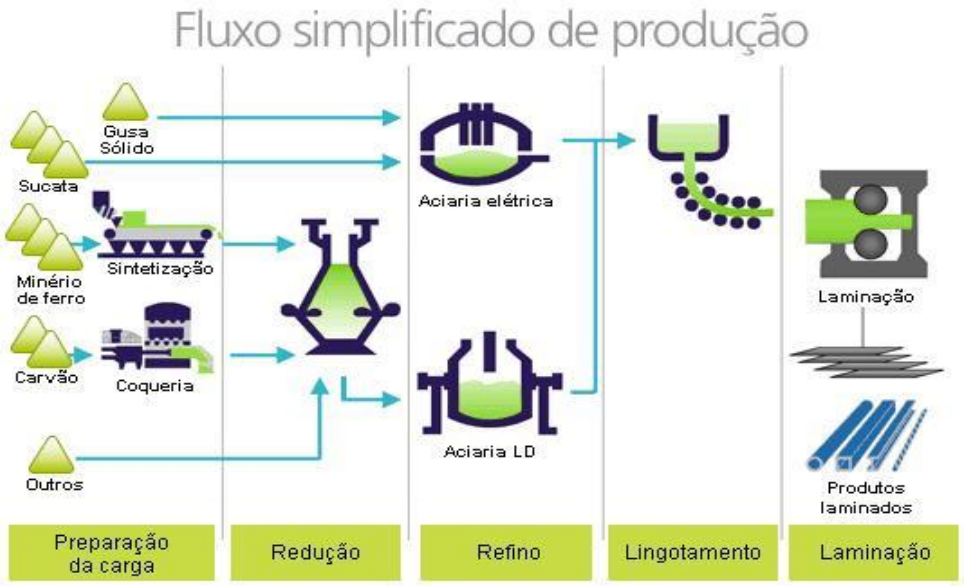


Figura 1. Fluxo simplificado de produção do aço.

Fonte: INSTITUTO DE AÇO BRASIL, 2009.

2.1.3 AS DIVISÕES DO AÇO

Há um número muito grande de formas e tipos de produtos de aço. A grande variedade dos aços disponíveis no mercado deve-se ao fato de cada uma de suas aplicações demandarem alterações na composição e forma.

Em relação à composição química do aço, ao processamento, controles e ensaios (visando atender especificações dos clientes), além de sua utilização final, os aços podem ser classificados em função do tipo e em função da forma geométrica

PELO TIPO DO AÇO:

Aços Carbono: São aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas.

Aços Ligados / Especiais: São aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas.

Aços construção mecânica: são aços ao carbono e de baixa liga para forjaria, rolamentos, molas, eixos, peças usinadas, etc.

Aços ferramenta: são aços de alto carbono ou de alta liga, destinados à fabricação de ferramentas e matrizes, para trabalho a quente e a frio, inclusive aços rápidos.

POR FORMA GEOMÉTRICA:

A) Semi-acabados: Produtos oriundos de processo de lingotamento contínuo ou de laminação de desbaste, destinados a posterior processamento de laminação ou forjamento a quente.

- Placas;
- Blocos;
- Tarugos;

Produtos Planos: Produtos siderúrgicos, resultado de processo de laminação, cuja largura é extremamente superior a espessura (L >>>E), e são comercializados na forma de chapas e bobinas de aços carbono e especiais.

Produtos Longos: Produtos siderúrgicos, resultado de processo de laminação, cujas seções transversais têm formato poligonal e seu comprimento é extremamente superior à maior dimensão da seção, sendo ofertados em aços carbono e especiais.

- Em aços carbono**:** Perfis leves, perfis médios, perfis pesados, vergalhões, fio-máquina (principalmente para arames), barras (qualidade construção civil), tubos sem costura e trefilados.
- Em aços ligados / especiais: Fio-máquina (para parafusos e outros), barras em aços construção mecânica, barras em aços ferramenta, barras em aços inoxidáveis e para válvulas, tubos sem costura e trefilados (INSTITUTO AÇO BRASIL,2011).

2.1.4 APLICAÇÕES DO AÇO

Empregado nos restaurantes, cozinhas industriais, hospitais, laboratórios, empresas em geral e nas casas das pessoas, tem a resistência necessária para os mais variados usos em forma de utensílios domésticos. Entre as propriedades do aço estão à resistência a baixas e altas temperaturas, superfície que evita o acúmulo de resíduos, composição química que o impede descascar, longa durabilidade e baixo custo de manutenção.

O aço, conforme exemplificado na Figura 2 está presente em carros, caminhões, ônibus, trens, metrôs, navios, bicicletas e motocicletas. Transporta a população, interliga cidades e conduz as cargas, distribuindo riquezas e espalhando progresso. As embalagens de aço são usadas pela indústria em geral, sendo importantes na conservação e transporte de alimentos, produtos químicos, agrícolas, tintas, gases de cozinha e industriais. Especialmente em relação aos alimentos, o aço evita a contaminação, assegurando a sua qualidade, é usado em hidrelétricas, termelétricas e nucleares, torres de transmissão, transformadores, cabos elétricos, plataformas, tubulações, equipamentos de prospecção e extração de petróleo, assim como em perfuratrizes, esteiras e caçambas das minas de carvão. É, portanto, fundamental na produção e distribuição de energia no País. A divisão do aço no Brasil pode ser exemplificada na Figura 3.

. 

Figura 2. Exemplo da aplicação do aço. a) Ferrovia; b) Parafusos; c) Pontes.
Fonte: INSTITUTO DE AÇO BRASIL,2009.

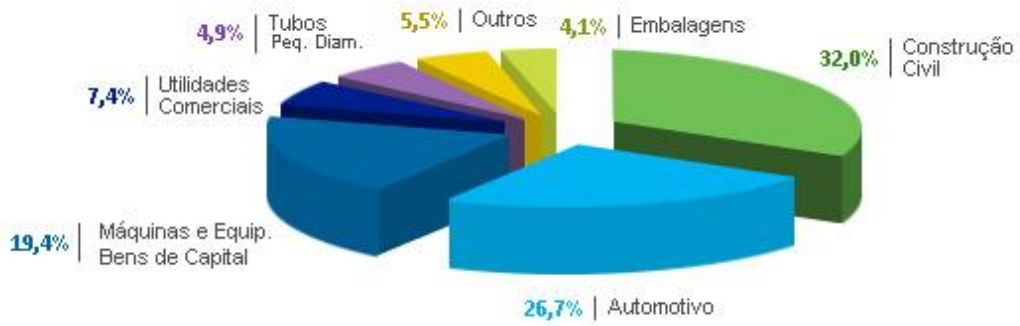


Figura 3. A distribuição de aço no país 2009.
Fonte: INSTITUTO DE AÇO BRASIL, 2009.

2.1.5 UM BREVE HISTÓRICO DO AÇO CORTADO E DOBRADO

Originada na Espanha na década de 70, e inaugurada no Brasil a pelos grupos Gerdau e Belgo no final da década de 80 (INSTITUTO AÇO BRASIL,2009). Segundo informação da Belgo Pronto, 43 % das construtoras já estão utilizando esse sistema. O objetivo deste sistema que dispensa a preparação manual das armações no canteiro de obras. Esta tecnologia elimina o desperdício, que nas práticas convencionais pode chegar a 15 %, proporcionando maior produtividade, economia de custos e qualidade.

2..2 A PRODUÇÃO NA EMPRESA X

O processo produção na Empresa X é realizado com a matéria prima, o aço, (mais informações a seguir no item 2.2) realizando o corte e dobra das peças de aço de acordo com projetos solicitados por clientes. Associado à venda, o serviço de corte e dobra tem como vantagens agregar vantagens na obra aos clientes, a começar pela redução do desperdício no uso do produto e pela economia de tempo. Ao efetuar a compra, o cliente especifica suas necessidades de acordo com o projeto e o cronograma da obra.

O processo de produção se inicia na alimentação de dados dos projetos em um sistema MRP, a partir desta são impressas etiquetas pelo método *Kanban.* A partir das informações contidas nas etiquetas é iniciado o processo de fabricação do produto até que o mesmo seja disponível para entrega junto ao cliente.

A utilização do aço cortado e dobrado também agrega ganhos de espaço e redução no capital de giro. O produto é entregue conforme a necessidade do cliente e o andamento da construção. Cada vergalhão cortado e dobrado possui uma etiqueta com informações detalhadas sobre suas características técnicas, formato, medidas e seu posicionamento na estrutura. Os principais objetivos para o cliente externo deste serviço são:

- Ganho de espaço no canteiro;
- Eliminação de bancadas, equipamentos e ferramentas improdutivas;
- Redução de perdas por sobra de pontas;
- Racionalização da mão-de-obra
- Ganho de tempo na execução da obra;
- Menores custos administrativos;
- Entrega conforme cronograma;
- Administração do estoque de aço;
- Garantia de qualidade no corte e na dobra do aço, com precisão e uniformidade

A produção é realizada através da utilização de máquinas especificas para o corte e dobra do aço. Durante este processo é gerado um resíduo não aproveitado (sucata). O objetivo deste trabalho será, portanto, a redução deste resíduo e a utilização de praticas que torne essa indústria mais lucrativa.

2.2.1 O PROCESSO NA EMPRESA X.

O processo de produção, consiste em duas divisões, o detalhamento dos projetos para fabricação das etiquetas no método Kanban e o processo de produção do aço cortado e dobrado fabril.

2.2.2 DETALHAMENTO DO PROCESSO

Os projetos estruturais (fôrma e armação) da obra são encaminhados à empresa prestadora de serviço. A avaliação do projeto, a definição da data de entrega e a forma de pagamento são discutidas juntamente com o cliente.

É realizada a conferência dos projetos pela área técnica responsável antes de encaminhá-los à linha de produção. Todas as posições de armadura são planilhadas e detalhadas. Caso haja alguma sugestão de alteração do projeto estrutural, os calculistas são acionados.

Após a conclusão definitiva do projeto, os romaneios de corte e dobra dos aços são encaminhados à linha de produção no formato.

Os aços são selecionados quanto ao tipo, diâmetro, forma e quantidade para distribuição nas máquinas totalmente automatizadas. As peças resultantes saem cortadas e dobradas rigorosamente conforme a especificação de projeto. As peças estruturais serão separadas e identificadas por etiquetas, conforme Figura 4 (resistentes a intempéries) que informam todas as suas características.



Figura 4. Exemplo de *Kanban* de Produção da Empresa X.

Fonte: Empresa X, 2012.



Figura 5. Aço em Formato de Bobinas.

Fonte: Empresa X, 2012.

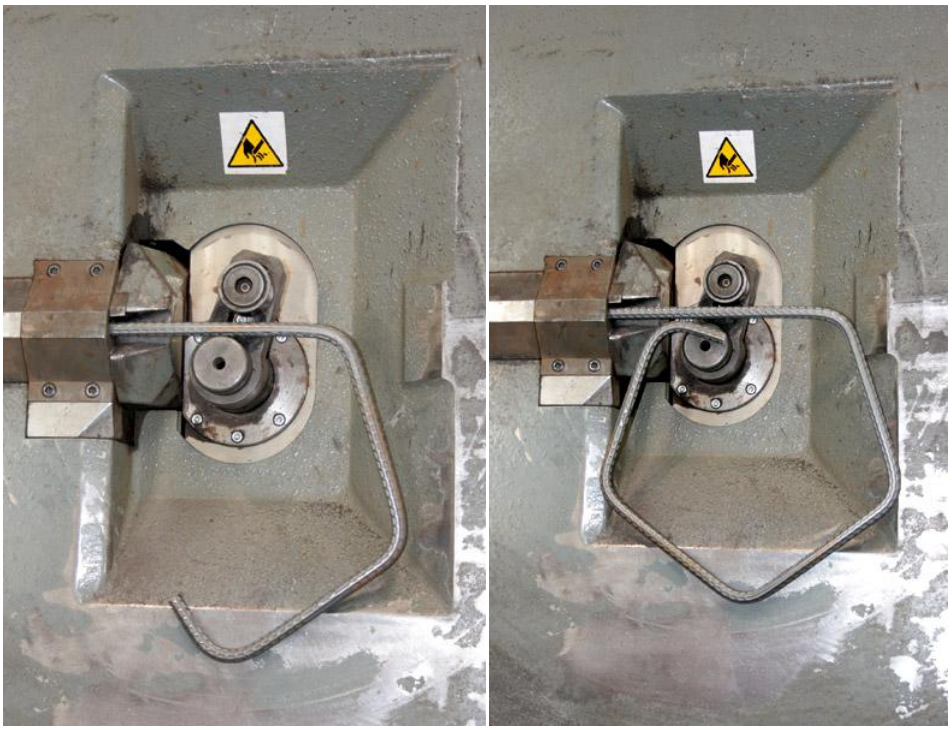


Figura 6. Aço em produção na estribadeira.

Fonte: Empresa X, 2012.

2.2.3 A PRODUÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO

O mapeamento do processo permite que sejam conhecidas, com detalhes, todas as operações que ocorrem durante a fabricação de um produto. No decorrer do tempo em questão 2010 a 2011, as variações que ocorrem no processo causaram ajustes, criando novos procedimentos, caminhos, que acabam por modificar o processo original (ROTANDARO, 2005). Por isso, para um mapeamento correto foi realizada uma analise do ano 2010 ao ano 2011, verificando quais eram a diferenças a serem consideradas diretamente no processo. Para mapear o processo deste estudo, foi utilizado um quadro de fornecedor a cliente final (Quadro 4).

Quadro 4. Fluxo fornecedor a cliente final

Fornecedores	**USINA SIDERÚRGICA**		**FABRICANTE DA ESTRIBADEIRA**	**FABRICANTE DA CORTADEIRA**	**OPERADORES**	**COMPANHIA DE ELETRICIDADE**	
Entradas	Aço em formato de bobinas de vergalhão (vide Figura 5)	Aço em formato de barras retas de vergalhão	Estribadeira (vide Figura 6)	Cortadeira	Mão de obra Especifica	Energia Elétrica	Força Pneumática do Compressor
Processo	Processo de Manufatura das peças conforme etiquetas						
Saídas	Acabamento Final / Carregamento						
Clientes	Cliente Final						

Fonte: Autor,2011

2.2.4 MATÉRIA PRIMA UTILIZADA NO PROCESSO

Para melhor explicação do conceito e informações da matéria-prima utilizada no processo, o vergalhão (visto no capitulo 2, item 2.2), é necessário explicar as propriedades destes materiais.

A. Vergalhões CA50: São barras de aço obtidas por laminação a quente de tarugos de lingotamento continuo e utilizados em armadura de concreto armado. É produzido conforme especificações da norma NBR 7480/96, fornecidos com sua superfície nervurada. Podem ser comercializados em barras retas e ou em rolos de acordo com a bitola e a usina fornecedora.

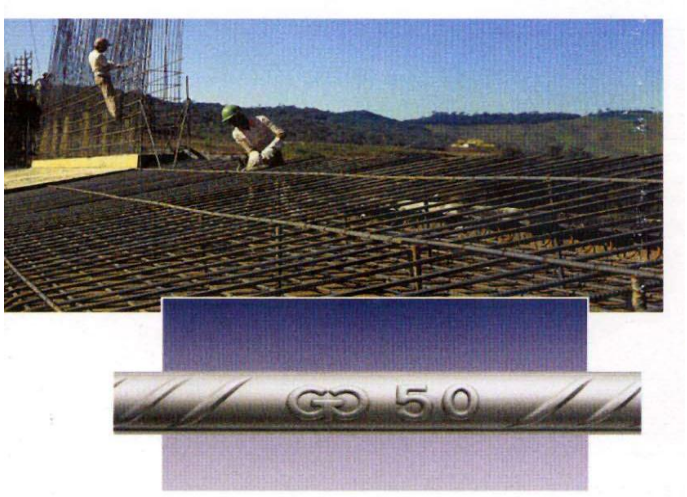


Figura 7. Exemplo de aço em rolo CA-50

Fonte: EMPRESA X, 2012.

VERGALHÕES CA-50

DIÂMETRO NOMINAL (DN) (mm)	MASSA NOMINAL (kg/m)	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DE ESCOAMENTO (fy) (MPa)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (MPa)	ALONGAMENTO MÍNIMO EM 10∅	DIÂMETRO DO PINO PARA DOBRAMENTO A 180° (mm)
6,3	0,245	500	1,10 x fy	8%	4 x DN
8,0	0,395				
10,0	0,617				
12,5	0,963				
16,0	1,578				6 x DN
20,0	2,466				
25,0	3,853				
32,0	6,313				8 x DN
40,0	9,865				

Figura 8. Divisões por diâmetro do aço CA-50

Fonte: EMPRESA X, 2012.

B. Vergalhões CA60: São barras de aço obtidas por trefilação do fio máquina, produzida segundo especificações da norma NBR 7480/96. Caracterizam pela alta resistência, que proporciona estruturas armado mais leves e pelo entalhes, que aumentam a aderência do aço no concreto. Não normalmente empregados para fabricação de lajes, tubos, entre outros. São também fornecidos em barras retas com o comprimento padrão de 12 metros ou em rolos de acordo com a usina fornecedora.



Figura 9. Exemplo de aço em rolo CA-60

Fonte: Empresa X, 2012.

VERGALHÕES CA-60

DIÂMETRO NOMINAL (DN) (mm)	MASSA NOMINAL (kg/m)	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DE ESCOAMENTO (fy) (MPa)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (fst) (MPa)	RELAÇÃO $\frac{fst}{fy}$	ALONGAMENTO MÍNIMO EM 10∅	DIÂMETRO DO PINO PARA DOBRAMENTO A 180° (mm)
3,40	0,071					
4,20	0,109					
5,00	0,154	600	660	≥1,05	5%	5 x DN
6,00	0,222					
7,00	0,302					
8,00	0,395					
9,50	0,558					

Figura 10. Divisões por diâmetro do aço CA-60

Fonte: Empresa X, 2012.

2.3 CONCEITO DO ÍNDICE PERDA METÁLICA

A perda metálica (PM) é a quantidade de sucata gerada para cada tonelada de material produzido, esta é a geração de sobras de material no processo cujo comprimento não é aproveitado e deve ser descartada nas caçambas. Ex.: amarrilhos de matéria prima, carepa gerada nas máquinas, material de regulagem, devolução de clientes, pontas abaixo do comprimento mínimo**.** Este índice de mensuração mensal é utilizado para comparação entre o valor planejado e o valor obtido em relação ao mês ou ano anterior. Conforme demonstrado no Quadro 5, o índice de controle (IC) da perda metálica, medido em kg/t, durante os períodos vigentes de 2008 e 2009 era relativamente alto, demarcado com o sinal vermelho (linha F) onde realizado (linha R) não atingiu a meta (linha P) não foi atendida, o que se concluía que o processo seguia sem controle e ações para redução deste índice. Na Figura 11, é ilustrado exemplo de armazenamento da sucata.

Quadro 5. Índice de Perda Metálica de 2008

Item de Controle	Colaborador			Resultados 2008												Farol acumulado
				JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Perdas Metálicas (kg/t)	EDUARDO ALVES FELICIO	R	P	28,10	28,10	28,10	28,10	28,10	28,10	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,05
			R	40,71	53,17	54,37	34,92	38,08	52,25	36,00	39,40	20,39	46,30	32,20	24,56	39,36
			F	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🟢	🔴	🔴	🟢	🔴

Fonte: Empresa X,2009.



Figura 11: a) Caçambas de armazenamento de sucata; b) Caçamba de descarte .

Fonte: Empresa X,2010.

2.4 REFERENCIAL TEÓRICO DA QUALIDADE

Atualmente, a indústria de uma forma geral considera que, a utilização de conceitos e práticas com o objetivo de qualificar o processo produtivo, tornou-se um pré-requisito para qualquer empresa que procure um crescimento sustentável ou um almeje diferencial comercial. A utilização do *Lean*, como motor deste processo, aplicando os conceitos, as ferramentas e as boas práticas, planeja tornar uma realidade possível, a redução dos custos e melhoria no processo mesmo com receita reduzida.

2.4.1 A PRODUÇÃO ENXUTA (LEAN PRODUCTION)

Nascida nos anos 50, momento de reestruturação do Japão após as guerras mundiais das décadas de 20 a 40 surge à empresa automobilística, *Toyota Motor Company*, criada pelo engenheiro *TAICHI OHNO*, considerado o maior responsável pela criação revolucionária do "Sistema Toyota de Produção" (STP), popularmente conhecida como *Just in Time*. A administração japonesa teve seu início no chão da fábrica, nos setores operacionais da manufatura, ou seja, a *Lean Enterprise* que visava fundamentalmente evitar qualquer tipo de desperdício e de promover o melhoramento contínuo no modo de produção.

A questão para os japoneses era a busca de um novo método de produção de automóveis no Japão, que conseguisse competir com no mercado global.

Neste momento surge a "Produção Enxuta". A produção enxuta teve em cenário a partir da década de 1980 como um sistema de manufatura com o objetivo de aperfeiçoar os processos e procedimentos na produção visando redução continua de desperdícios alinharem o processo e criar valor para o produto de acordo com as necessidades do cliente. Os fundamentos baseavam-se na qualidade e a flexibilização durante todo o processo, sendo alimentado por *feedback* imediato, tornado o trabalho mais satisfatório e transformar o desperdício em valor, assim ampliaram as portas do mercado automobilístico para a indústria automobilística japonesa. Este sistema de produção levou a empresa a resultados muito superiores aos obtidos pelas montadoras européias e norte-americanas, que na época adotavam o sistema de produção em massa (WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D, 2004).

O sistema de produção da Toyota é formado por quatro regras implícitas que guiam a concepção, o projeto, operação e melhoria de qualquer atividade, relação ou fluxo para o produto e serviço (SPEAR, S & BOWEN, H, 2002 *apud* MARTINS):

- Todo trabalho deve ser altamente especificado em seu conteúdo, seqüência, tempo e resultado;
- Toda relação cliente-fornecedor deve ser direta;
- O fluxo de trabalho e processo deve ser simples e direto;
- Qualquer melhoria deve se feita pelo método científico, e no nível mais baixo da organização;

Estas quatro regras requerem que as atividades, relações e fluxos de trabalho e processo possam sinalizar problemas automaticamente, e de acordo com isto que este sistema se torna flexível e adaptável as mudanças.

Para o sistema os maiores problemas são os detalhes, portanto vem deste a necessidade do trabalho ser altamente especificado. Temos na característica da montagem de um carro um bom exemplo, onde todos os parafusos são apertados na mesma seqüência, num mesmo tempo e no torque correto, aplicando este tipo de especificação para todas as atividades da empresa. Isso facilita ao funcionário saber se está executando uma tarefa corretamente ou não, reduzindo a variação do processo e permitindo que correções sejam realizadas imediatamente em casos de desvios. O Sistema Toyota de Produção visa à redução de custos por meio da completa eliminação dos desperdícios. No entanto, identificar quais são os desperdícios, não é uma tarefa fácil. Foi constituído por dois princípios direcionadores para facilitar este processo crítico (OHNO,1999). O primeiro é o *Just in time* (JIT), produzir somente o que é necessário, na quantidade necessária, e quando for necessário. Qualquer desvio destas verdadeiras necessidades da produção é considerado um desperdício. O segundo é o *Jidoka*, ou autonomação, que busca fazer com que qualquer problema de produção seja imediatamente evidenciado e parar de produzir quando os desvios forem detectados.

Os funcionários neste processo sabem que são seus fornecedores e clientes. Desta forma, quando um deste solicitar assistência, ele saberá a quem recorrer, como solicitar o auxilio e quais serão os serviços disponíveis.

A Toyota ensina que a melhor forma de fazer a melhorias é a de que se forem feitas modificações especificas, nós iremos obter resultados específicos, sendo estas melhorias estruturadas por experimentos explícitos, claros e verificados. As pessoas que trabalham neste

sistema possuem o conhecimento do ideal de pessoas ou produto, tal conhecimento pode motivá-los a realizar melhorias continuamente.

A identificação dos desperdícios é o passo inicial na concepção de um processo enxuto. Para a realização desta identificação, é necessário a pesquisa teórica das ferramentas praticadas neste estudo, como o mapa de fluxo de valor, o J*ust in time*, o 5's e o *benchmarking*.

2.4.2 DESPERDÍCIO

Segundo *TAICHI OHNO* (1997), o foco do sistema de produção enxuta é a eliminação total dos desperdícios. Os desperdícios, de uma maneira ampla, devem também ser identificados em toda cadeia do processo de cada produto, ou família de produtos, para posterior eliminação. Fazem parte dessa cadeia a definição do produto, o gerenciamento de informações, a partir confirmação do pedido até o planejamento detalhado da entrega, e a transformação física dos materiais. Tipos de desperdícios comuns são a sucata e o retrabalho (um dos objetivos de redução deste trabalho), etapas não necessárias de produção, transporte interno, estoques, entre outros. As etapas do processo devem ser desenhadas para poder ocorrer continuamente. No sistema enxuta, tenta se chegar à perfeição, apesar de que conforme os desperdícios identificados vão sendo removidos, outros não tão significativos podem surgir, assim com a definição de valor no processo que fica em constante avaliação:

> De acordo com (WOMACK & JONES, 1980) são identificados os sete tipos de desperdícios para o Sistema Toyota de Produção, apontou-se os seguintes: (1) *Superprodução*; (2) *Espera*: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações; (3) *Transporte Excessivo*: movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia; (4) *Processos Inadequados*: uso errado de ferramentas, sistemas e procedimentos; (5) *Inventário Desnecessário*: armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custo elevado; (6) *Movimentação Desnecessária*: desorganização do ambiente de trabalho e (7) *Produtos Defeituosos*: problemas de qualidade e entrega. Todos estes fatores desagregam valor no produto e foi esta visão que a Administração Japonesa buscou solucionar para poder ganhar nova fatia no mercado automobilístico.

2.4.3 MAPA DO FLUXO DE VALOR (MFV)

O mapa de fluxo de valor (*Value Stream Map*) criado na Toyota como fluxo de valor de informações e materiais é uma das mais poderosas ferramentas, utilizada para enxergar e entender o fluxo de material e informação na cadeia de valor e identificar os desperdícios e suas fontes.

Assim sendo, após a identificação do fluxo atual do valor, aplicamos todo o arsenal *LEAN* para eliminar e/ou reduzir os desperdícios que se manifestam na situação atual.

Com a aplicação supracitada de ferramentas e técnicas *LEAN*, desenvolvemos um novo mapa chamado de mapa do fluxo de valor futuro, onde deve se manifestar a verdade, último princípio *LEAN*.

A partir do Mapa de Fluxo de Valor futuro realiza-se um plano de ação de melhoria com os responsáveis, prazos e ganhos. Na maioria das vezes, para não dizer sempre, o fluxo de valor ganha velocidade e redução de custos. Também é ganha-se a ótica holística de processos, fundamental para o conhecimento da organização.

Mapear o Fluxo de Valor é percorrer o caminho de todo o processo de transformação de material e informação do produto. O mapeamento do fluxo completo abrange várias empresas e até outras unidades produtivas. SHOOK (1999) recomenda às empresas que iniciam o processo de implantação do Lean fazerem o mapeamento porta a porta.

O mapeamento é uma ferramenta essencial para enxergar o sistema, SHOOK (1999) aponta as principais vantagens:

- Ajuda a identificar o desperdício e suas fontes. (principal ação a ser tratada neste trabalho).

- É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

- Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais.

- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura.

- Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo.

- Aproxima conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de ferramentas isoladas.

- Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta.

- Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Dentro de uma fábrica o fluxo de material é o mais visível, mas existe o de informação, que diz para cada processo o que fabricar. Estes dois fluxos estão muito interligados e o mapeamento deve contemplar ambos. Mas as plantas da Toyota controlam sua produção de maneira bastante diferente. A informação flui de tal forma que o processo somente é acionado quando o processo seguinte o solicita.

As etapas do mapeamento do fluxo de valor são mostradas na Figura 12.

Para se fazer o mapeamento do fluxo de valor utiliza-se um conjunto padronizado de símbolos conforme Figura 14. É definida uma equipe multifuncional para que se obtenha maior clareza do processo, utilizando na identificação do mapa de fluxo de valor os símbolos da Figura 13.

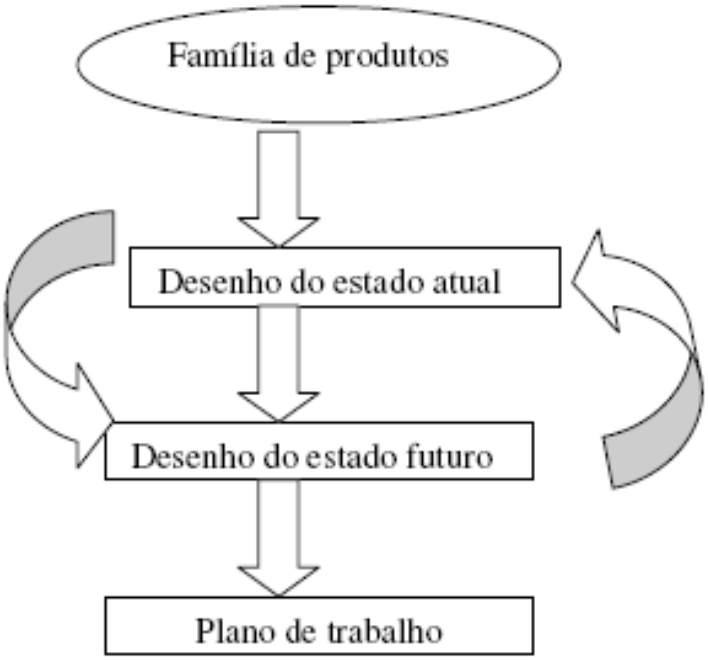


Figura 12. Etapas do mapeamento do fluxo de valor
Fonte: Rentes ,2000.

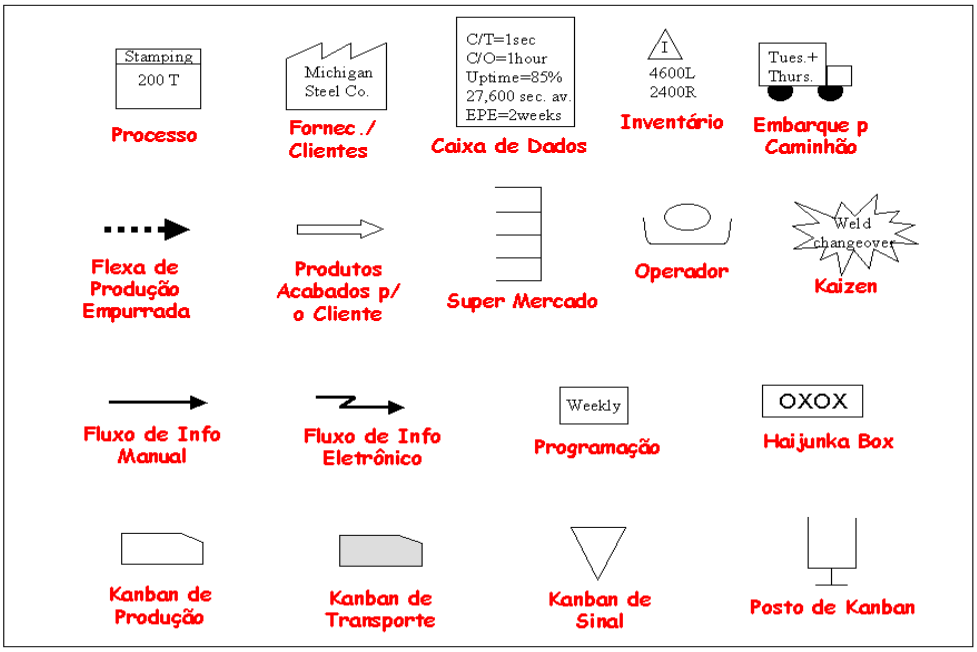


Figura 13. Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor
Fonte: RENTES,2000.

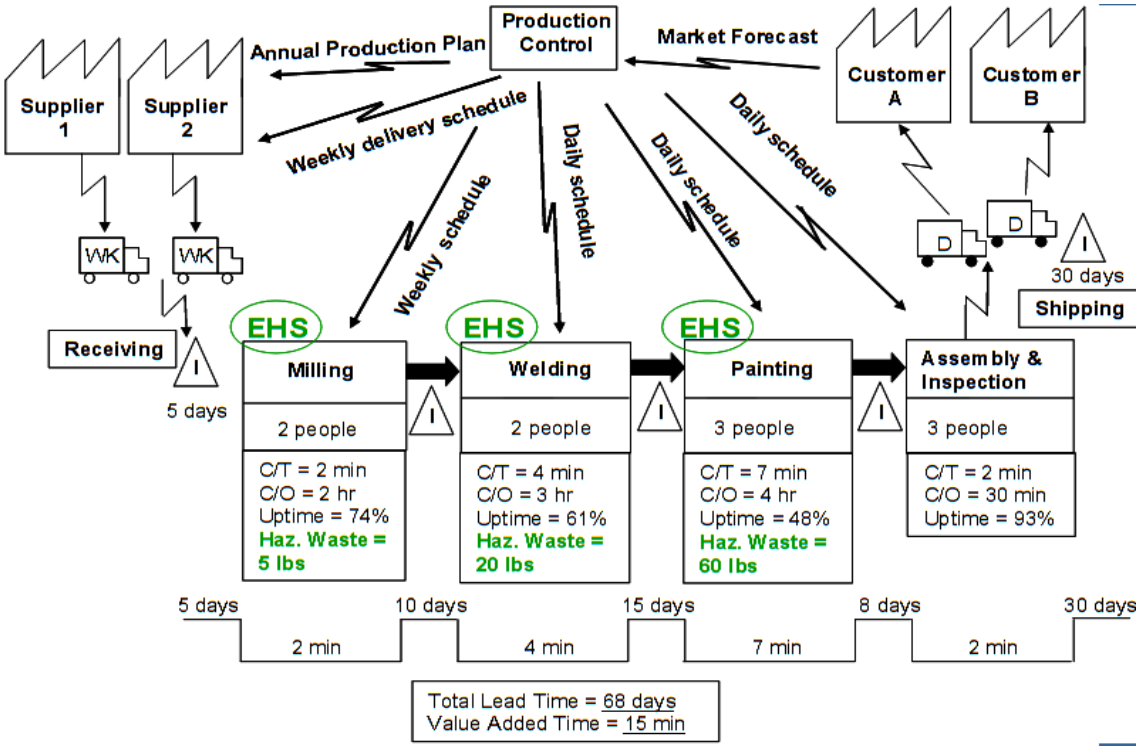


Figura 14. *Current State Value Stream Map with Environmental Data*

Fonte (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environment Protection Agency*),2011.

Quando trabalhamos com o *value stream map* temos que lançar mão de algumas ferramentas para preencher as lacunas deixadas pelo mapa do fluxo de valor.

O Quadro 6 ilustra quais são as ferramentas e para qual tipo de desperdícios estas são indicadas. Mostra também a capacidade de detalhamento de cada tipo de desperdício por cada ferramenta. A capacidade é classificada como: ferramenta adequada (sim), ferramenta não adequada (não) e ferramenta mais ou menos adequada (mais ou menos) (HINES & TAYLOR, 2000).

Quadro 6. Ferramentas da Produção Enxuta

		Ferramentas					
Desperdícios	Superprodução	Mapeamento de Atividade do Processo	Matriz de Resposta da Cadeia	Variedade de Produção	Mapa de Filro de Qualidade	Mapa de Amplficação da Demanda	Perfil de Tempo de Valor Agregado
	Defeitos	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos	sim
	Inventário Desnecessário	mais ou menos	não	não	sim	não	mais ou menos
	Processo Inadequado	mais ou menos	sim	mais ou menos	não	sim	mais ou menos
	Transporte Excessivo	sim	não	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos
	Defeitos	sim	não	não	não	não	sim
	Esperas	sim	sim	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos
	Movimentação Desnecessária	sim	mais ou menos	não	não	não	não

Fonte: PETER HINES & DAVID TAYLOR, 2000.

2.4.4 *JUST IN TIME* (JIT)

Processo que gerencia a produção, objetivando o maior volume possível de produção, usando o mínimo de matéria prima, recursos e estoque intermediários, no exato momento em que é requerido tanto pela linha de produção, quanto pelo cliente. Para utilização deste é necessário um controle rígido do processo para que o abastecimento aconteça exatamente quando solicitado, evitando os estoques desnecessários, escassez ou desperdício.

2.4.5 *LEAN MANUFACTURING* E O *JUST IN TIME*

Para *TAICHI OHNO* (1997), o sistema de produção enxuta possui dois pilares fundamentais: o *Just-in-Time* e a Autonomação, ou automação com um toque humano. A partir de um estudo feito por um consórcio de instituições de pesquisa no mundo todo, liderado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), chamado IMVP (*International Motor Vehicle Program*), que estudou detalhadamente as práticas e as técnicas de gestão na indústria automobilística, na segunda metade da década de 80, os lideres de pesquisa

concluíram que, para os anos seguintes, os fabricantes de automóveis teriam que se conformar com um novo modelo que se configurava como dominante nas pesquisas líderes, chamado de *lean manufacturing*. Esse novo modelo se diferencia pouco dos princípios do *Just in Time*, desenvolvido na Toyota e adotado em todo o mundo. Muitos adotam esta denominação para diferenciação entre os dois modelos, que de fato são muito parecidos (CÔRREA. H, 2004).

Ainda é fundamental destacar que o Sistema Toyota de Produção define as necessidades e o conceito de valor do ponto de vista do processo subseqüente na linha, ou seja, o consumidor. Finalmente que o Sistema Toyota depende da infra-estrutura humana. Pois, as plantas que praticam o princípio do JIT e *Jidoka* são extremamente propensas a paralisações, e serão paralisadas se as pessoas não forem capazes de resolver prontamente os problemas expostos e de maneira sistemática. Por isto a Toyota investe em programas internos de treinamento, estes esforços cultivam duas atitudes fortes que permeiam na organização: presenciar os fatos aonde eles ocorrem, e verificar por si mesmo para compreender a situação (*genchi genbutsu*) e eliminar a causa raiz dos problemas.

2.4.6 *KANBAN*

Kanban é o termo japonês que significa cartão. Este cartão age como disparador da produção (ou movimentação) por parte de centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais.

É um sistema puxado de controle de movimentação de material, o qual compreende um mecanismo que dispara a movimentação de um material de uma operação para a seguinte.

Existem três tipos de *kanban* (SLACK, 1999):

Kanban de transporte: é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um destino específico. Este contém informações como: número e descrição do componente, lugar de origem e destino, entre outras.

Kanban de produção: é um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste *kanban* normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do processo, materiais necessários para produção do componente, entre outras.

Kanban do fornecedor: são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar materiais ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido ele é similar ao *kanban* de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Existem basicamente dois tipos de sistemas de *kanban*: *kanban* de um cartão e *kanban* de dois cartões. O *kanban* de um cartão é utilizado quando os postos de trabalho estão próximos uns dos outros. Neste caso um mesmo quadro de *kanban* pode ser utilizado por dois centros produtivos. Neste sistema o centro consumidor retira um lote de peças e põe o cartão no quadro de *kanban*. O centro produtor, com base na situação do quadro de *kanban* e seguindo um sistema de prioridades, iniciará a produção daquele item a fim de repor a quantidade retirada do estoque. A Figura 15 ilustra um exemplo de cartão *kanban* na utilizado no Sistema Toyota de Produção.

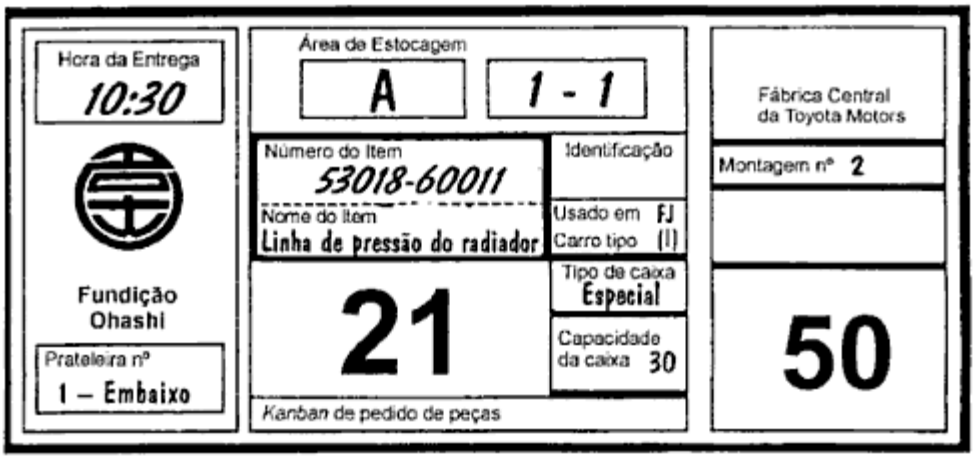


Figura 15. Exemplo de Cartão *Kanban*

Fonte: TAIICHI OHNO ,1997.

O sistema de dois cartões é utilizado quando existe uma distância física expressiva entre os centros de trabalho. O *kanban* de transporte e o *kanban* de produção utilizados em conjunto neste tipo de sistema. O de transporte serve para fazer a movimentação das peças. Este acompanha os lotes de peças até os centros consumidores. Ao iniciar o consumo das peças o cartão de transporte é colocado em um posto de recolhimento de cartões. Ao voltar ao centro produtor, este dispara a produção de um item específico através do cartão de produção correspondente, o qual é colocado no quadro de *kanban*. O cartão de transporte então retorna com um novo lote de material até o centro consumidor.

2.4.7 O CONCEITO 5's

O programa 5S é um conjunto de cinco conceitos simples que, ao serem praticados, são capazes de modificar o ambiente de trabalho, a maneira de conduzir suas atividades rotineiras e as suas atitudes. A melhor forma encontrada para expressar a abrangência e profundidade do significado desses ideogramas foi acrescentar o termo "Senso de" antes de cada palavra em português que mais se aproximava do significado original. Assim, o termo original 5S ficou mantido, mesmo na língua portuguesa. O termo "Senso de" significa exercitar a capacidade e apreciar, julgar e entender. Significa ainda: a aplicação correta da razão para julgar ou raciocinar em cada caso particular.

a) Senso de Autodisciplina é desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam elas escritas ou informais. Podemos dizer que ter Senso de Autodisciplina é desenvolver o hábito de conservar as melhorias obtidas, visando sempre a novos desafios. Para que isso ocorra, é preciso cumprir as normas, procedimentos e regulamentos estabelecidos mesmo que estes sejam verbais.

b) Senso de Asseio significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições sanitárias nas áreas comuns (lavatórios, banheiros, cozinha, restaurante, etc.), zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

c) Senso de Limpeza é eliminar a sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões. O mais importante neste conceito não é o ato de limpar e sim o ato de conservar o ambiente. Isto significa que além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas, de modo a podermos evitar que isto ocorra (bloqueio das causas). No conceito amplo, ter Senso de Limpeza é procurar ser honesto ao expressar, ser transparente, sem segundas intenções com os amigos, com a família, com os subordinados, com os vizinhos, etc.

d) Senso de Ordenação ou Organização é definir locais apropriados e critérios para estocar, guardar ou dispor materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados de modo a facilitar o seu uso e manuseio, facilitar a procura, localização e guarda de qualquer item. Popularmente significa cada coisa no seu devido lugar. Na definição dos locais apropriados, adota-se como critério a facilidade para estocagem, identificação, manuseio,

reposição, retorno ao local de origem após uso, consumo dos itens mais velhos primeiro, dentre outros.

e) Senso de Utilização é identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários e desnecessários, descartando ou dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades. O Senso de Utilização pressupõe que além de identificar os excessos e/ou desperdícios, estejamos também preocupados em identificar o porquê do excesso de modo que medidas preventivas possam ser adotadas para evitar que o acúmulo destes excessos voltem a ocorrer. Na erminologia da qualidade, denomina-se esta ação de bloqueio das causas.

No quadro abaixo, segue um resumo da definição de cada senso.

Quadro 7. Os 5 sensos

	JAPONÊS	PORTUGUÊS	
1º S	Seiri	Senso de	Utilização
			Arrumação
			Organização
			Seleção
2º S	Seiton	Senso de	Ordenação
			Sistematização
			Classificação
3º S	Seisou	Senso de	Limpeza
			Zelo
4º S	Seiketsu	Senso de	Asseio
			Higiene
			Saúde
			Integridade
5º S	Shitsuke	Senso de	Autodisciplina
			Educação
			Compromisso

Fonte: http://www.ptnet.com.br/5sensos/index.htm (01/09/2012).

2.4.8 *POKA-YOKE*

O conceito do *Poka Yoke* foi concebido inicialmente por SHINGO (1992), verificando que as características de controle em um determinado produto eram conduzidas, fundamentalmente, por meio de três técnicas baseadas em inspeção: inspeção por julgamento, inspeção informativa e inspeção na fonte. Na inspeção por julgamento, os produtos com defeito são separados dos produtos bons após o processamento, em geral através de amostragem, revelando alguns defeitos antes da entrega, mas não diminuindo o índice de defeitos verificados. Na inspeção informativa, dá-se o passo seguinte, ou seja, investigam-se estatisticamente as causas dos defeitos e essas Informações são transmitidas aos processos apropriados a fim de serem tomadas medidas para reduzir os defeitos. No entanto, com muita freqüência, essas informações demoram a chegar na origem do problema, o que faz com que os defeitos continuem a ser produzidos. A inspeção na fonte trabalha na origem do processo, dando um retorno imediato e evitando que os erros se transformem em defeitos. Esse tipo de inspeção é conduzido durante o tempo limitado em que a peça está sendo posicionada para uma operação, ou logo depois que ela sai da máquina, de maneira que, com essa inspeção, os erros podem ser corrigidos antes de se transformarem em defeitos. Logo, a inspeção na fonte constitui um importante aspecto para que se elimine o defeito dos processos de manufatura, em busca do que se denomina de Controle de Zero Defeito (SHINGO, 1986). Os dispositivos *Poka-Yoke* constituem meios para se garantir a não ocorrência desses defeitos. Estes, também denominados mecanismos de prevenção de erros, ou à prova de falhas, têm sua origem da língua japonesa (*yokeru*: evitar; *poka*: erros inadvertidos), sendo utilizados há muito tempo pela indústria manufatureira japonesa. Essa idéia foi sistematizada e aperfeiçoada por SHIGEO SHINGO como um meio de se atingir o zero defeito e, eventualmente, eliminar as inspeções para o controle de características da qualidade (SHIMBUN, 1988).

Um exemplo atual de aplicação do conceito de *poka-yoke* pode ser observado no design do novo plugue brasileiro, apresentado na Figura 16.

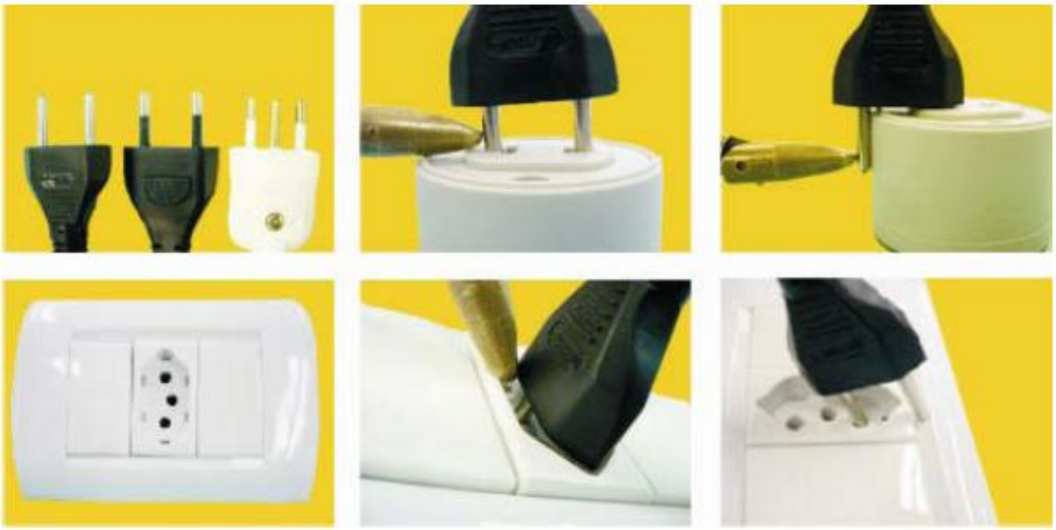


Figura 16. NOVO PLUGUE BRASILEIRO
FONTE: LABELO – PUCRS ,2007.

O novo plugue brasileiro é exemplo de um *poka-yoke* de posicionamento, que utiliza o *design* do produto como forma de restringir as variações de montagem e por consequência evitar erros, enganos e violações.

Um dispositivo *Poka-Yoke* dentro da manufatura tem como funções básicas a paralisação de um sistema produtivo (máquina, linha, equipamento etc.); o controle de características pré-estabelecidas do produto e/ou processo e a sinalização quando da detecção de anormalidades. Tais funções básicas são utilizadas para prevenir um defeito, impedindo a sua ocorrência ou detectando-o após o seu evento.

2.4.9 *BENCHMARKING*

Comparações das operações em um setor ou uma organização em relação aos seus concorrentes diretos e indiretos. Este acompanhamento das empresas líderes em seus segmentos envolve os mais diversos aspectos, com praticas e desempenho, podendo ocorrer interna ou externamente à organização, a fim de melhorar sua criatividade para atingir seus objetivos. Originalmente o termo *benchmark* deriva da agrimensura onde um “marco” (mark), cortado na rocha, funcionaria como ponto de referência.

O benchmarking preocupa-se em visualizar de que forma vai à operação. Pode ser visto, portanto, como uma abordagem para o estabelecimento de padrões de desempenho, portanto, são pesquisadas novas idéias e práticas, que podem ser aptas para serem copiadas e adaptadas. O sucesso do *benchmarking*, todavia, se deve mais a habilidade de estabelecer

padrões de desempenho e habilitar as organizações a copiarem processos umas das outras. O *benchmarking* consiste essencialmente em estimular a criatividade e proporcionar as operações a entenderem melhor como poderiam beneficiar os seus consumidores, e com isso pode ajudar a reforçar a idéia das contribuições diretas que uma operação tem para a competitividade da organização, para isto são necessários identificar as principais discrepâncias no processo da unidade, verificando o impacto competitivo e financeiro da organização e priorizar as áreas que necessitam de melhoria.

Conforme definido por SLACK (2008), podem ser definidos como:

- *Benchmarking* interno: comparação entre operações ou partes de operações que estão dentro da mesma organização. Ex: uma grande manufatura de veículos com diversas fábricas pode escolher fazer o benchmarking de cada fábrica em relação às outras.
- *Benchmarking* externo: comparação entre uma operação e outras operações que são partes de diferentes organizações.
- *Benchmarking* competitivo: comparação direta entre concorrentes do mesmo mercado ou de mercado similares.
- *Benchmarking* não competitivo: é o benchmark contra organizações externas que não concorrem diretamente nos mesmos mercados.
- *Benchmarking* de desempenho: é a comparação entre os níveis de desempenhos atingidos em diferentes operações.
- *Benchmarking* de prática: è uma comparação entre práticas de operação de uma organização, ou forma de fazer as coisas, com aquelas adotadas por outras operações.

2.4.10 GRÁFICO DE PARETO

Os Gráficos de Pareto nos ajudam a focalizar nosso esforço naqueles problemas que oferecem a maior oportunidade de melhoramento, por apresentar como se relacionam num gráfico de barras. A conclusão, é que a melhoria no processo, podemos eliminar as “causas” e, portanto conseguir um impacto significativo sobre os efeitos (WERKEMA,1995).

2.4.11 CONCEITO 5W1H

É um documento de forma organizada que identifica as causas, qual ação tomar e quando executá-la. Os elementos podem ser descritos como, exemplificados no Quadro 8.

WHAT – O que será feito;

HOW – Como será realizado;

WHY – Porque deverá ser executado

WHERE – O local onde será executado

WHEN – Quando será executado

WHO – Quem será responsável pela execução.

Quadro 8. Exemplo de 5W1H

O que ?	Quando ?	Quem ?	Por que ?	Onde ?	Como ?
Desenvolver novo fornecedor para matéria-prima	Setembro	Setor de qualidade			

Fonte: Autor,2011.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se o levantamento das causas da produção da sucata, utilizando o 5W1H. Desta forma, verificaram-se os pontos negativos e os pontos de atenção no processo de fabricação, a partir deste levantamento ações foram realizadas em cada ponto negativo.

Para questões referentes a estocagem de pontas e armazenamento de matéria-prima e material acabado, utilizou-se os conceitos do *Lean* para criar um endereçamento do estoque, identificando cada material para sua respectiva área. Para estocagem, foi testada a utilização de *poka-yokes*, que por normas de segurança, teve sua aplicação negada pela empresa.

Em relação à falta de controle no processo, utilizou-se o mapa de fluxo de valor para estruturar o processo e realizou-se a divisão da responsabilidade de cada área para o sucateamento.

Com base nos dados coletados em 2010, utilizou-se o gráfico de Pareto para a verificação dos menores índices de sucata durante o ano, e após esta análise, foram elaboradas metas de acordo com os conceitos do *benchmarketing*, com o objetivo da melhoria continua no processo de redução da sucata.

4. RESULTADOS

Foi elaborado um diagrama básico de 5W1H (Quadro 9), onde forma encontrados os pontos de atenção com o levantamento das possíveis causas que afetam o índice da perda metálica, iniciando a partir a definição da melhor utilização das ferramentas do *lean* .

Quadro 9. 5W1H elaborado na Empresa X.

ITEM	O QUÊ	QUEM	INÍCIO	TÉRMINO	POR QUÊ	ONDE	COMO
1	Fazer levantamento do estoque de sucata e pontas em Kg por bitola.	Colaborador Y	02/01/2011	05/01/2012	Facilitar a segregação por bitola e comprimento	JFA	Disponibilizando um horário fora do horário de produção e uma área de separação na fábrica.
2	Discriminar o estoque de pontas em intervalos e identificar com etiqueta padrão.	Colaborador Y	03/01/2011	13/02/2012	Facilitar o uso pelo operador	JFA	Disponibilizando o tempo necessário e local específico para estocagem das pontas.
3	Determinar local para estocagem das pontas separado dos vergalhões.	Colaborador Y	04/01/2011	13/01/2012	Facilitar o uso pelo operador	JFA	Disponibilizando o tempo necessário e local específico para estocagem das pontas.
4	Manter quadro de pontas na área atualizado com o estoque de pontas.	Colaborador Y	05/01/2011	29/12/2012	Facilitar o uso pelo operador	JFA	Treinando os operadores e um administrativo para conferência.
5	Conferir peso de sucata e pontas calculados pela planilha com o realizado.	Colaborador Y	08/01/2011	16/04/2012	Manutenção do Controle na Operação	JFA	Coletando a planilha na fábrica após utilização e conferindo com a sucata e pontas geradas durante o processo.
6	Estabelecer meta de sucata por bitola e fixá-las em local visível ao operador e realizando a divisão por operador e turno.	Colaborador Y	11/01/2011	03/02/2012	Reduzir a Perda metálica	JFA	Estabelecendo as metas juntamente com o operador e fixando na área.

Fonte: Autor.2011.

4.1 ENDEREÇAMENTO

Os itens 1 e 3 no Quadro 9, foram analisados seguindo os conceitos de endereçamento do *Lean Manufacturing*.

Com base nos preceitos do *Lean*, o endereçamento do material, variou de acordo com a dimensão da área necessária. O processo de armazenagem busca uma movimentação rápida, que elimine o tempo de espera e a necessidade de uma maior movimentação de materiais. Um segundo objetivo da utilização do endereçamento foi a melhor utilização do espaço físico disponível, otimizando o fluxo de materiais, mesmo com restrições como, por exemplo, a cultura voltada a produção e a baixa flexibilidade de troca de equipamentos. É importante mencionar que neste processo considerada a opinião dos operadores da área, pois os mesmos possuem experiência no processo de estocagem do setor.

As Figuras 17 e 18, ilustram o exemplo da mesma local de estocagem antes e depois da implementação do endereçamento, demonstrando como a utilização do endereçamento do podem melhorou também o aspecto de trabalho.

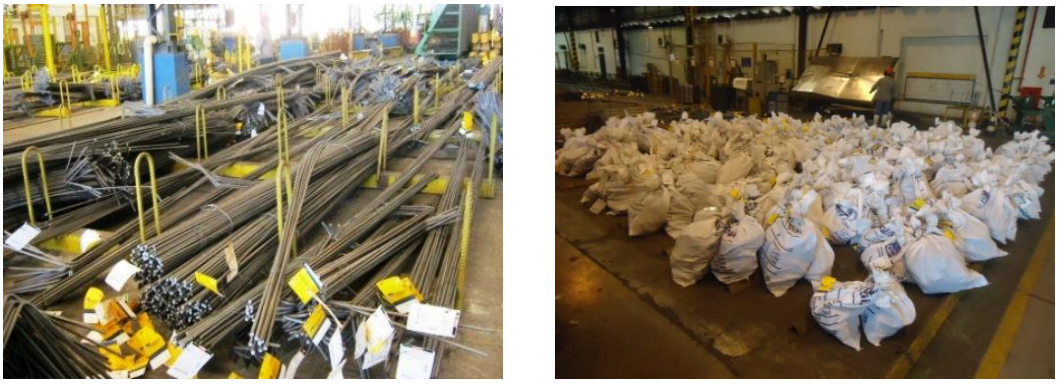


Figura 17. Exemplos de estocagem de material sem endereçamento.
Fonte: Empresa X,2012.



Figura 18. Exemplos de estocagem do material com a aplicação do endereçamento.
Fonte: Empresa X.2012.

4.2 PRÁTICA DO *KANBAN* E 5 SENSOS

O item 2 do Quadro 9, explica que todo material tido como resíduo de produção mas que ainda pode ser reaproveitado, é denominado de pontas e este deve ser estocado e separado entre feixes e identificados. Para resolução deste item, foi utilizado o conceito do Kanban para identificação de material e a aplicação de um conceito 5's, no caso, a organização. A diluição do estoque de pontas para estoque de material acabado, evita que este material seja sucateado, e também reduz o custo de estocagem. A Figura 20, demonstra a utilização de um quadro para identificação das pontas em um processo anterior prática do *Kanban* e 5's. A Figura 21, é ilustrado o quadro de acompanhamento do estoque de pontas com a após a adoção do *Kanban* e a utilização correta do quadro de controle. Na Figura 22 temos o exemplo real da etiqueta criada para identificação do material



Figura 19. Quadro antigo de conferência do estoque de pontas.
Fonte: Empresa X,2012.

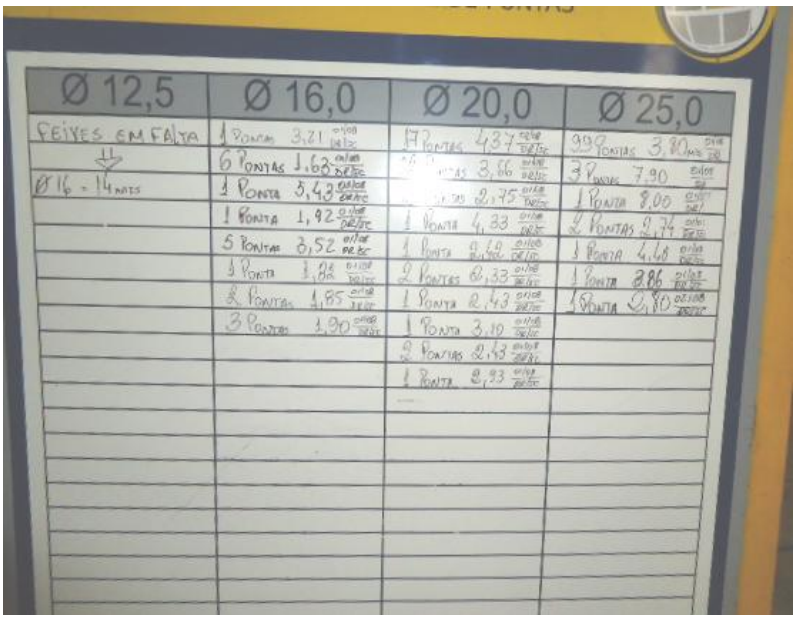


Figura 20. Quadro atualizado de conferência do estoque de pontas.
Fonte: Empresa X,2012.



Figura 21. a) Exemplo de Etiqueta de estocagem. b) Utilização para identificação.
Fonte: Empresa X,2012.

A cada utilização do estoque de pontas, a etiqueta é descartada, e o quadro atualizado, portanto, a organização e asseio diário é uma premissa para conservação deste processo. A Figura 22 demonstra a organização atual, fundamental para o controle no processo, onde ambiente estando limpo e organizado é possível visualizar as sobra de materiais, ou materiais com erros de produção no chão de fábrica.



Figura 22. Estocagem de pontas
Fonte: Empresa X,2012.

4.3 UTILIZAÇÃO DO FLUXO DE VALOR

O item 5 no Quadro 9, informa que para a continuidade do processo, é necessário que seja realizado o controle do processo, comparando as informações das sucatas geradas após a produção de cada setor. A pesagem da sucata é padronizada em cada setor, sendo que o ponto de atenção é a validação destes dados. Para padronizar este processo sem que sejam gerados discussões na operação sobre qual a responsabilidade de cada área, foi elaborado conforme a Figura 23, um fluxo de retirada de sucata, onde neste foi realizada a separação de acordo com o setor assim facilitando o controle no descarte. O Quadro 10 resume a responsabilidade de cada setor no processo de validação e descarte de cada setor.

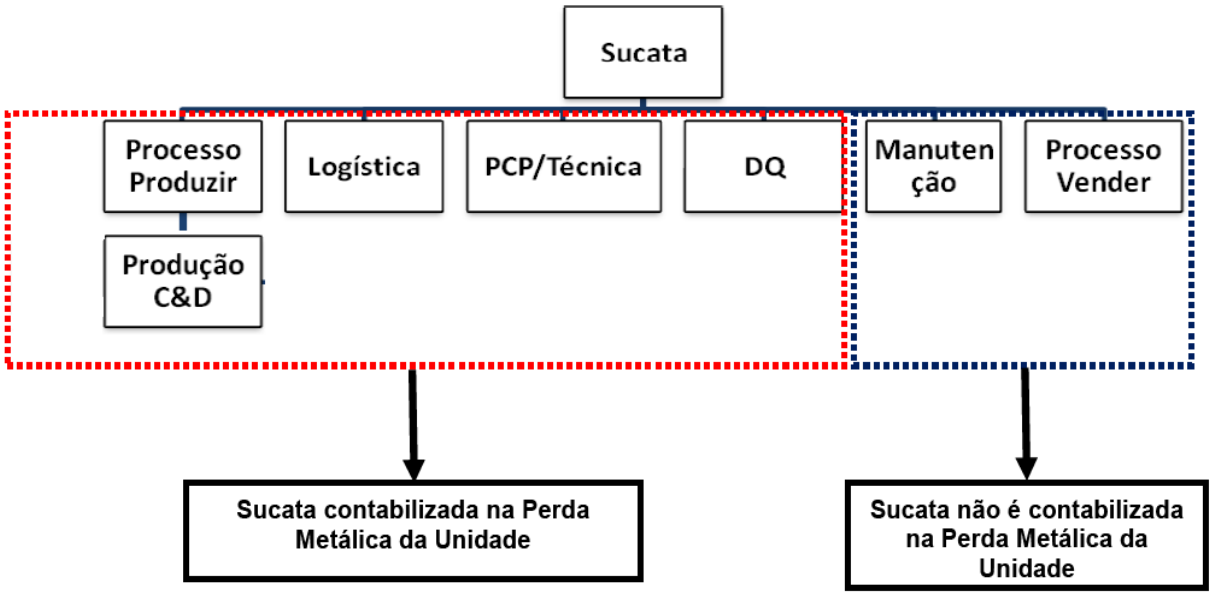


Figura 23 - Fluxo de Retirada de Sucata

Fonte: Autor,2010.

Quadro 10. Responsabilidades da sucata gerada.

Processo	Responsável
Sucata de Produção (C&D e Produtos Ampliados)	Área Produtiva
Sucata Processo Vender	Área Comercial
Sucata PCP/Técnica	PCP/Técnica
Sucata DQ	DQ
Sucata Logística	Logística

Fonte: Empresa X,2011

1) Sucata do Processo Produzir

Toda a sucata de produção (Sucata C&D e Produtos Ampliados) deve ser pesada e apontada. Após a pesagem das caçambas na fábrica, seu conteúdo deve ser depositado e na caçamba Grande de retirada de sucata. Esta caçamba será pesada na saída da unidade e por esta pesagem será contabilizada a sucata da unidade.

Considera-se como sucata de produção, toda e/ou qualquer perda gerada durante o processo produzir desde a entrada da matéria prima no equipamento até a disposição para o estoque, podendo ser em barra, rolo, amarrilho e/ou cintas de amarração. Para a sucata gerada por barra e rolo, deve ser realizada a separação por bitola, desde a bitola 4,2 mm até 25 mm.

2) Sucata do Processo Vender

Considera-se como sucata do processo Vender to todo material sucatado devido a motivos comerciais, ou seja, devido a erro de implantação de pedido, negociação comercial e outros motivos comerciais.

3) Sucata de Logística

Considera-se como sucata de Logística Interna todo material que for sucatado por problemas decorrentes de movimentação interna, estocagem e carregamento, deverá ser alocado na Logística.

4) Sucata de PCP/Técnica Considera-se como sucata de PCP/Técnica todo produto que necessita de sucateamento devido erro de PCP ou Técnica (ex:. Troca de Bitola, Erro de Formato, Digitação de Cota Errada).

5) Sucata de DQ

Refere-se ao sucateamento de materiais, cujo motivo seja erro de análise, padronização e definição causado pelo DQ.

6) Sucata de Manutenção

As sucatas de Manutenção devem ser depositadas em caçambas diferenciadas.

Toda Sucata de Manutenção, deve ser pesada e apontada.

4.4 UTILIZAÇÃO DO GRÁFICO DE *PARETO* PARA VERIFICAÇÃO DO *BENCHMARKETING*

No item 7, do Quadro 9, foi realizado o cálculo das metas de sucata por bitola, e onde as mesmas foram validadas com a operação e fixadas em local visível. Para esta análise, foi utilizado o gráfico de Pareto, avaliando dados coletados em 2010 (Quadro 11), onde foi a meta estabelecida de acordo com a maior concentração índices.

Quadro 11. Índice de Perda Metálica (kg/t) por Bitola em 2010.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
4,2	0,00	17,78	31,65	8,58	2,33	0,00	178,57	0,00	0,00	57,87	37,04	78,70
5	1,11	6,22	2,42	3,14	1,53	1,32	6,11	1,71	1,95	5,33	2,99	7,68
6,3	3,19	3,91	3,49	7,07	5,87	10,67	6,01	5,80	6,16	3,92	6,18	1,67
8	2,18	5,49	1,76	2,92	7,27	5,44	4,98	5,31	2,42	7,22	12,37	2,06
10	5,16	9,49	6,97	4,10	10,20	6,70	3,76	7,56	1,94	4,75	6,64	2,85
12,5	2,65	3,18	3,24	1,83	2,22	6,22	0,57	9,78	3,57	2,83	3,86	1,80
16	24,24	30,72	16,55	12,43	23,48	20,70	31,89	25,92	13,94	42,80	47,88	37,72
20	35,50	24,28	38,27	23,18	24,01	39,26	14,54	25,94	38,69	61,59	67,61	55,57
25	44,99	53,10	59,06	37,17	49,17	22,04	15,30	31,47	111,79	51,52	89,26	13,79

Fonte: Empresa X, 2010

Os gráficos 1 a 9, mostram o diagrama de Pareto analisado para as bitolas 4,2 a 25,0 mm,.

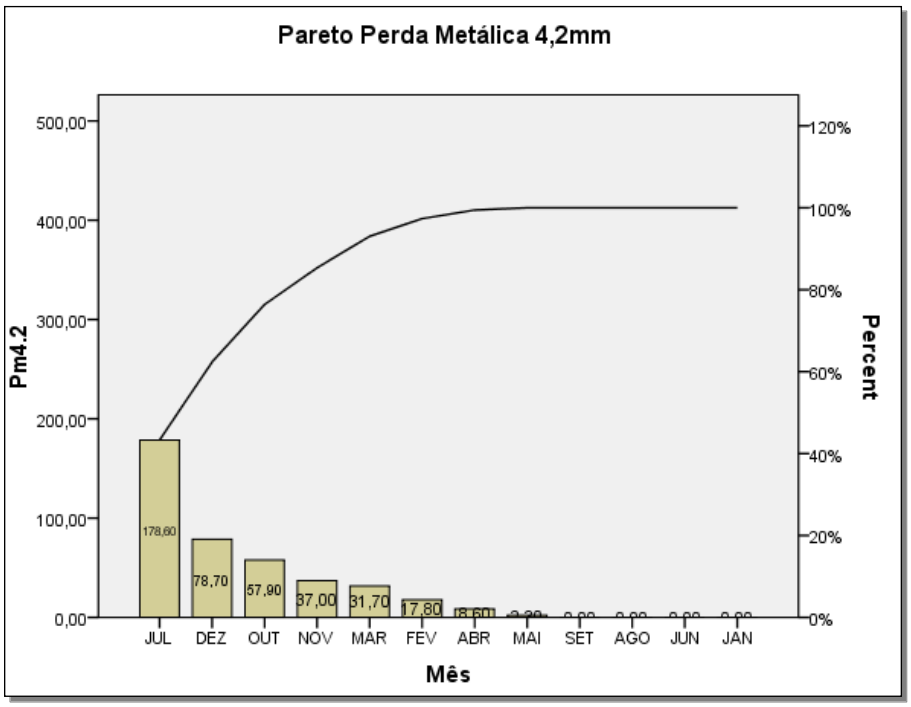


Gráfico 1. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 4,2 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

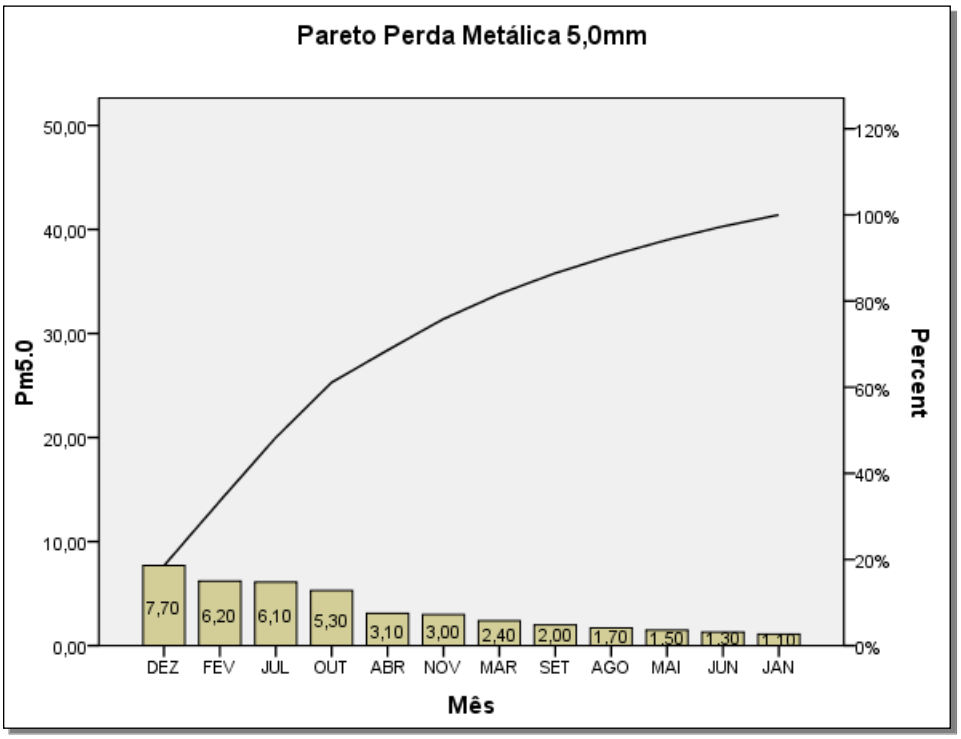


Gráfico 2. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 5,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

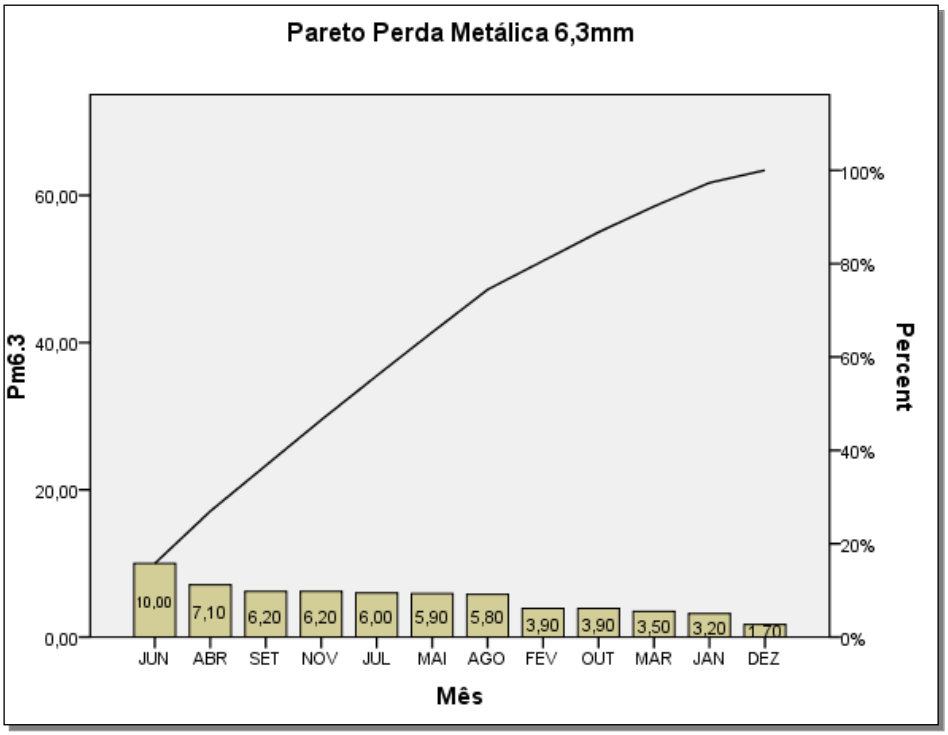


Gráfico 3. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 6,3 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

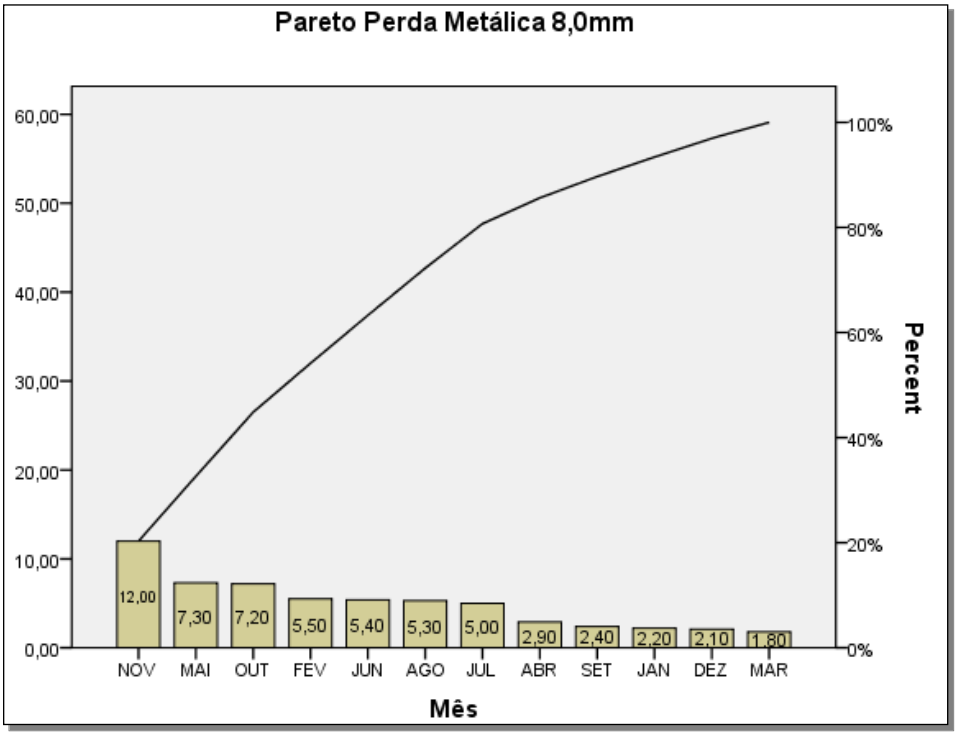


Gráfico 4. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 8,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

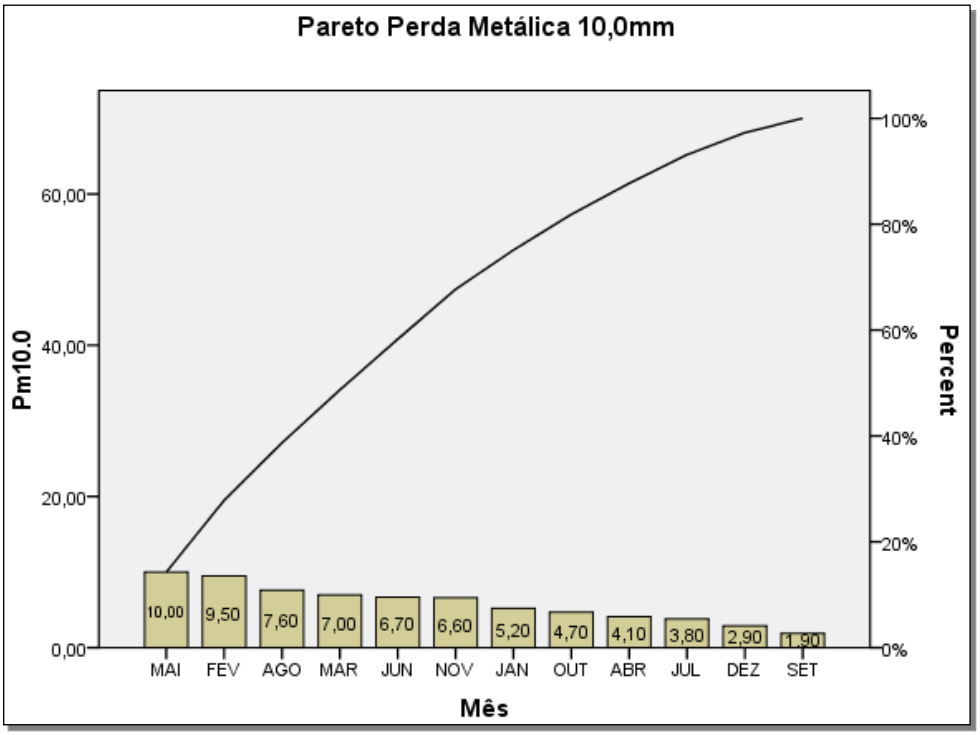


Gráfico 5. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 10,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

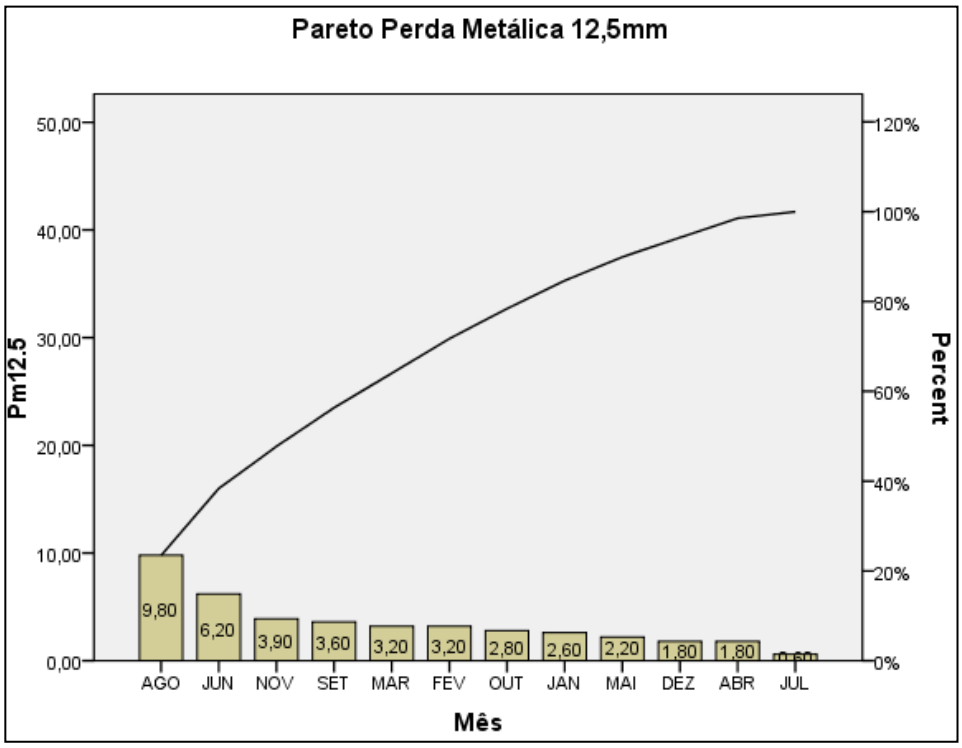


Gráfico 6. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 12,5 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

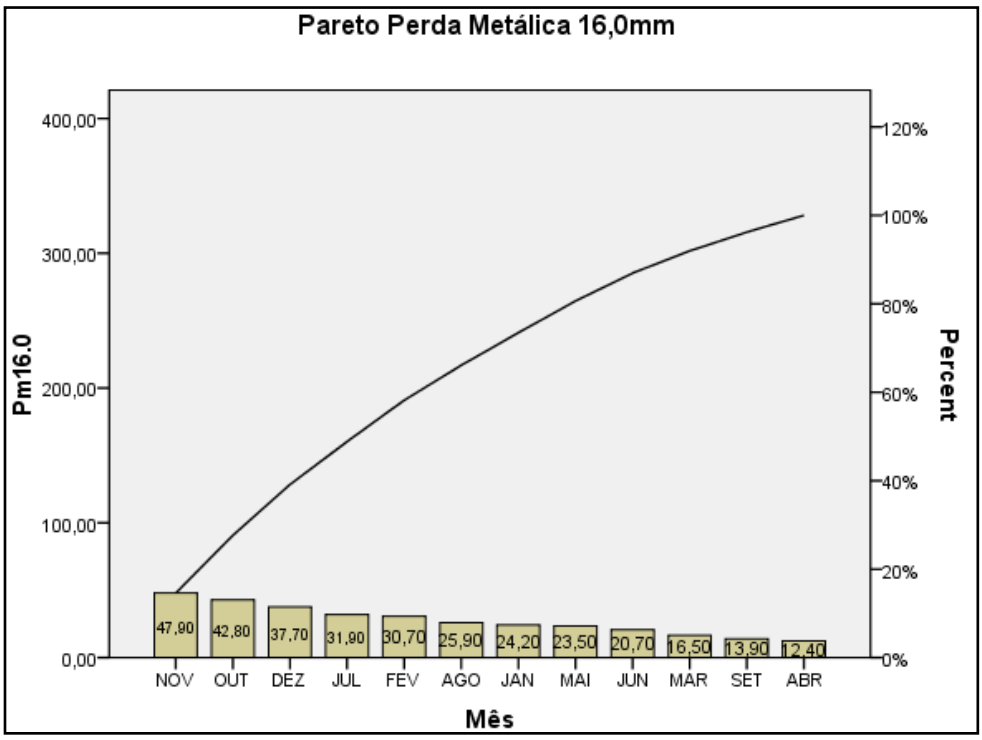


Gráfico 7. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 16,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

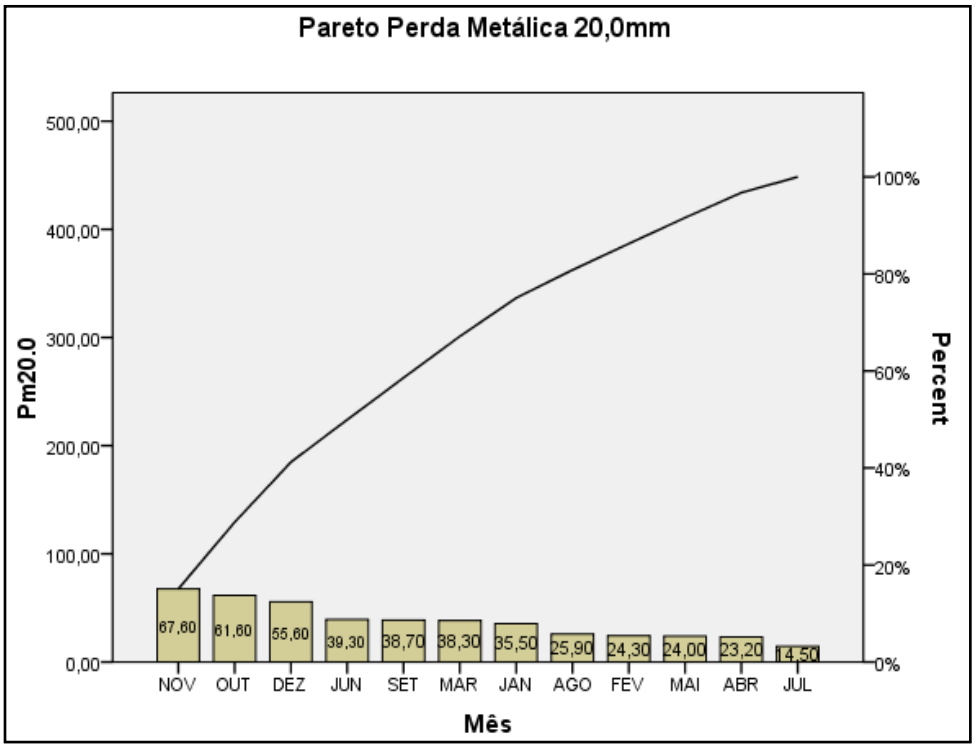


Gráfico 8. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 20,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

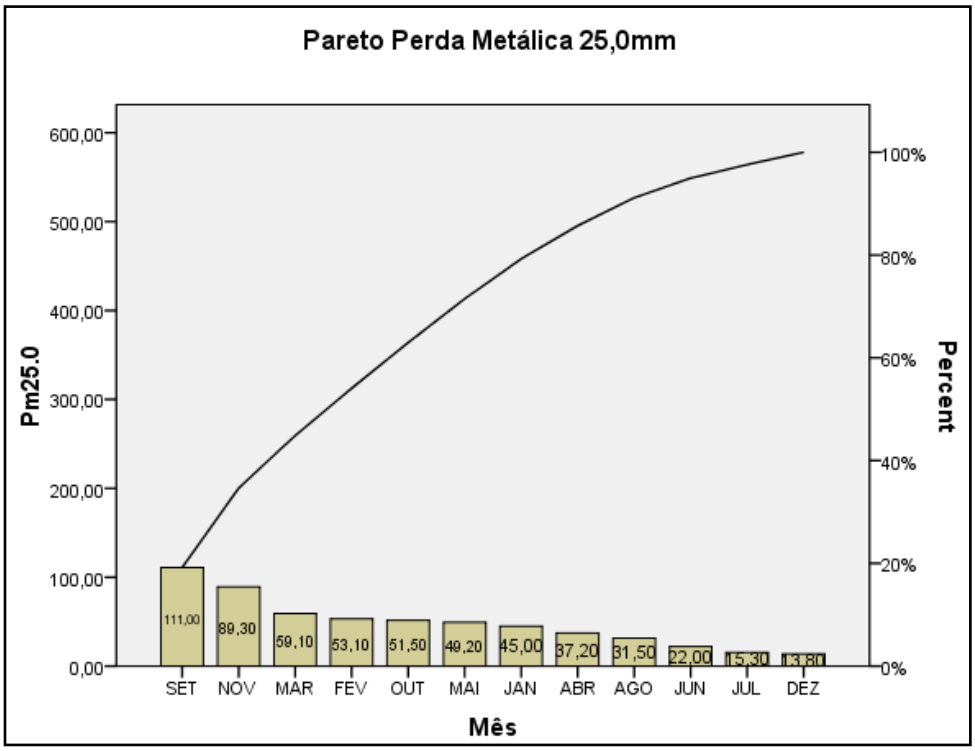


Gráfico 9. Índice de Perda Metálica (kg/t) para fio 25,0 mm em 2010.
Fonte: Autor,2012.

Com base nos dados dos Gráficos 1 a 9, foi analisado que o índice da perda metálica no 4,2 mm está defasado, sendo este motivo a baixa demanda de produção deste bitola portanto será considerado para este o mesmo valor da meta do 5,0m. Outro ponto de atenção foi o índice de perda metálica do 20,0 mm e do 25,0 mm, com valores altos, impactando no , resultado final, para este a melhor alternativa foi utilizar valores iguais ao 16 mm, com o objetivo de motivar sua redução.

- 4,2 mm – Valores concentrados em sua maioria em 0 kg/t, resultante da baixa ou nula produção deste material, para este caso será adotada com meta o mesmo valor para o 5,0mm em função de sua proximidade no peso de massa linear (0,104 kg/m e 0,154 kg/m).
- 5,0 mm – Valores concentrados entre 1,10 kg/t a 3,10 kg/t, portanto a meta a ser considerada será 3 kg/ton.
- 6,3 mm - Valores concentrados entre 3,20 kg/t a 6,20 kg/t, o que sugere uma média de 4,7 kg/t, sendo 5 kg/t com zero casa decimal.
- 8,0 mm - Valores concentrados entre 2,10 kg/t a 7,20 kg/t, o que sugere uma média de 4,65 kg/t, sendo 5 kg/t com zero casa decimal.
- 10,0 mm - Valores concentrados entre 3,8 kg/t a 7,0 kg/t, o que sugere uma média de 5,4 kg/t, sendo 5 kg/t com zero casa decimal.
- 12,5 mm - Valores concentrados entre 2,20 kg/t a 3,9 kg/t, o que sugere uma média de 3,05 kg/t. Com seu peso de massa linear é superior ao 10,0 mm (0,617 kg/m para o 10 mm e 0,963 kg/m para o 12,5 mm), a meta será igualada ao aço 10,0 mm (5kg/t).
- 16,0 mm - Valores médios entre 25,90 kg/t e 24,00 kg/t, o que sugere uma média de 24,95 kg/t, sendo 25 kg/t com zero casa decimal.
- 20,0 mm e 25,0mm – Adoção do valor do 16,0 mm em função altos índices médios em 2010.

O resultado final divulgado para a meta de 2011 está presente no Quadro 12. Os valores do *benchmarketing* estabelecidos foram repassados em comparação com o índice de perda metálica em unidade com o processo estabilizado.

Quadro 12. Índice de Perda Metálica *e benchmarketing* definidos.

Material (mm)	Meta (kg/t)	*Benchmarketing*
4,2	3	2
5,0	3	2
6,3	5	4
8,0	5	4
10,0	5	4
12,5	5	4
16,0	25	20
20,0	25	20
25,0	25	20
Perda Metálica	15	12

Fonte: Empresa X,2011.

Foi utilizado também como *benchmarketing* para atendimento da meta, a inclusão deste índice com, por exemplo, em bonificações salariais ou remuneração variável

4.5 RESULTADO FINAL

O resultado obtido para o índice perda metálica no ano de 2011 foi positivo conforme informado o Gráfico 10, com o cumprimento da meta nos períodos de Abril, Maio, Julho, Agosto e Dezembro.

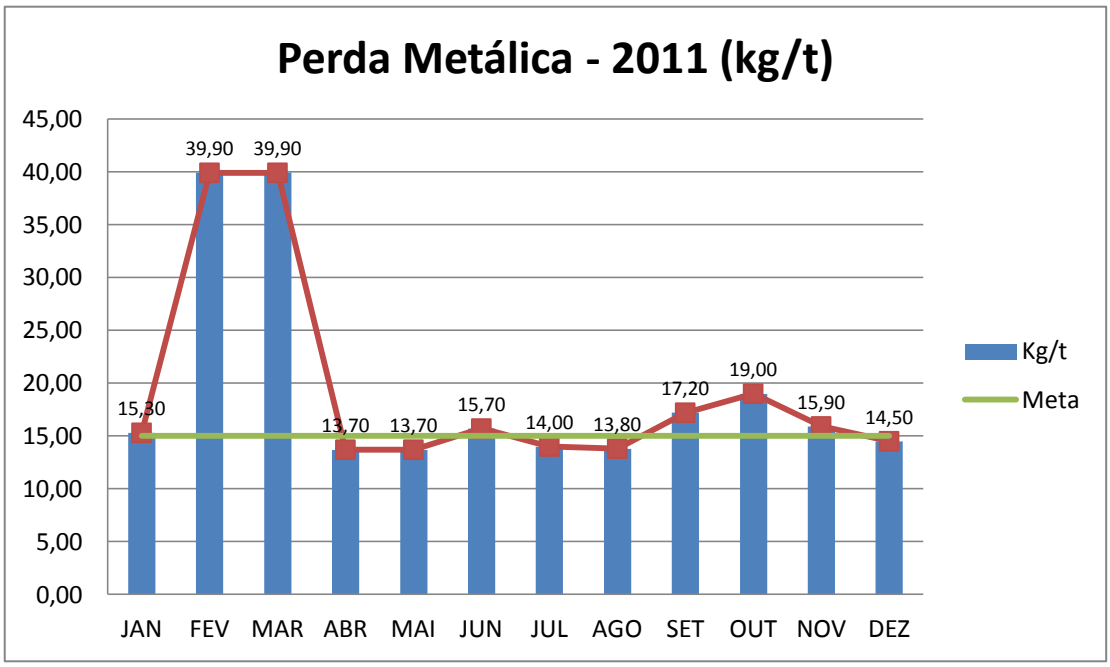


Gráfico 10. Resultado da Perda Metálica em 2011.
Fonte: Autor,2012.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução de um índice de resíduos, no mercado atual, se prova uma importante ferramenta motivacional para toda uma unidade. É de conhecimento público que expectativa é para que no ano de 2012, esta meta seja cumprida em todos os meses, sendo possível uma análise ainda mais criteriosa para melhoria no processo de redução. O resultado positivo atingido neste estudo, prova que avaliando as condições de cada unidade, é possível adotar práticas e melhorias para outras unidades de manufatura com a capacidade até dez vezes maior que a Empresa X.

Entre os pontos positivos que podemos destacar da aplicação das ferramentas do *Lean*, temos a eliminação de entraves na produção, a criação de um clima favorável no ambiente de trabalho e como principal melhoria visível, foi permitir que os colaboradores enxergassem o negócio de uma "forma diferente", reduzindo o a cultura de operação voltada somente para produção.

Este estudo, não tem pretensões de tornar referencia, na redução de resíduo, mas sim exemplificar que mesmo com a falta de recursos, os conceitos podem ser aplicados para uma melhoria significativa na gestão do processo, desta forma melhorar o resultado financeiro da unidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, HENRIQUE L**. Administração da produção e operações: manufaturas e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

HINES, P.; TAYLOR, D. ***Going Lean. A guide to implementation***. Lean Enterprise Research Center, Cardiff, UK.,2000.

KAMADA,S . **A Cadeia de Ajuda para Manter a Estabilidade Produtiva** – Lean Institute Brasil – <ww.lean.org.br> – Acesso em 07 Jun. 06 de 2012.

MARTINS. PETRONIO G; LAUGENI. FERNANDO P**. Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

OHNO, T.; **O sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

RECH. GABRIELA C. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas: a experiência de uma metalúrgica**. Porto Alegre, 2004. 14p. Tese (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

RENTES, A.R. Transmeth – **Proposta de uma Metodologia para a Condução de Processos de Transformação de Empresas**. 2000.Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ROTONDARO, R. G. Gerenciamento por processos. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P (Org). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, p.215-245, 2005.

SILVA, J. M; **O ambiente da qualidade na prática** - 5S. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. 260p.

SIDERURGIA BRASILEIRA: PRINCÍPIOS E POLÍTICAS**.** INSTITUTO DE AÇO BRASIL Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/publicacoes.asp>. Acesso em 08 Jun. 06 de 2011.

SHINODA. C. **A viabilidade de projetos de investimento em equipamentos com tecnologia avançada de manufatura**. São Paulo, 2008. 20p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

SHINGO, S. The Shingo ***Production Management System: improving process functions system***. Cambridge: Productivity Press:,1992.

SHINGO, S. ***Zero Quality Control: source inspection and Poka Yoke system***. Cambridge: Productivity Press, 1986.

SHOOK, J ; ROTHER, M (1999) – **Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SLACK,N; CHAMBERS,S; HARLAND,C. **Administração da Produção.** Ed. Atlas S. A., 2008.

TSOU, J. C.; CHEN, J. M.. ***Dynamic Model for a Defective Production System with Poka-Yoke***. Journal of Operational Research Society, 2005.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus Ltda, 2004.

ANEXO 1 - TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.