

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

**Sistema de Manufatura Enxuta na Construção Civil – Estudo
de Caso**

Jeane Cristina Balbo

Maringá - Paraná
Brasil

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

Sistema de Manufatura Enxuta na Construção Civil – Estudo de
Caso

Jeane Cristina Balbo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Danilo Hisano Barbosa

**Maringá - Paraná
2016**

*“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes
coisas do homem foram conquistadas do que
parecia impossível.”*

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me direcionar para valiosa experiência que tive durante os 5 anos de faculdade.

Agradeço a meus pais, Sônia e Wilson, que possibilitaram esse conhecimento, sempre me apoiando e dando todos os incentivos possíveis. Também agradeço aos meus irmãos, Vitor, Nayane e Vinícius que foram minha inspiração durante toda essa trajetória. E a todos meus familiares, principalmente a minha vó, Josefina e minha tia Eliane, que foram minha segunda mãe durante esses anos.

Aos meus amigos, que espero levar sempre comigo, pelo companheirismo, momentos compartilhados, alegrias e tristezas, que me ensinaram muito e fizeram esses anos serem muito mais confortáveis longe de casa, se tornando minha segunda família.

E por fim agradecer ao meu professor orientador, Danilo, que me deu boas dicas e me direcionou da melhor maneira para a conclusão desse trabalho.

RESUMO

O trabalho apresentado é referente a um estudo de caso realizado em uma empresa metalúrgica no ramo da construção civil propondo a aplicação de conceitos do Sistema Toyota de produção, através de uma ferramenta chamada Mapeamento de Fluxo de Valor. O MFV permite a visão do fluxo do processo, possibilitando a identificação de desperdícios e melhorias por todo o fluxo, além de direcionar para utilização de ferramentas como *kaizen*, *kanban* e FIFO para deixar o processo mais enxuto. O objetivo do trabalho foi a redução do estoque entre processos e *lead time* de produção através de um sistema puxado e produção contínua. No final do trabalho, foi possível verificar os ganhos com a aplicação das melhorias sugeridas.

Palavras-chave: Sistema de Produção Enxuta, Mapeamento de Fluxo de Valor, Processo Contínuo

SUMÁRIO

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa	2
1.2	Definição e delimitação do problema	3
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo geral	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Lean Manufacturing	4
2.1.1	Sete Desperdícios	5
2.1.2	Ferramentas e Práticas do Lean Manufacturing	6
2.2	5W2H	7
2.3	Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).....	8
2.3.1	Família de Produtos	11
2.3.2	Mapa Atual (“ <i>As Is</i> ”).....	12
2.3.3	Mapa Futuro (“ <i>To Be</i> ”)	13
2.3.3	Plano de Implementação.....	15
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	18
4	ESTUDO DE CASO	19
4.1	Caracterização da Empresa	19
4.2	Produtos	20
4.3	Processo Produtivo da Empresa.....	25
4.4	Etapas para Implementação do MFV.....	33
4.4.1	Família de Produtos	33
4.4.2	Mapeamento do Estado Atual (“ <i>As Is</i> ”).....	36
4.4.3	Mapeamento do Estado Futuro (“ <i>To Be</i> ”).....	39
4.4.4	Plano de Implementação.....	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6	REFERÊNCIAS	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ícones Padronizados do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).....	10
Figura 2. Etapas para a Realização do Mapeamento de Fluxo de Valor	11
Figura 3. Mapa do Estado Atual (" <i>As Is</i> ")	13
Figura 4. Mapa do Estado Futuro (" <i>To Be</i> ").....	15
Figura 5. Loops.....	16
Figura 6. Organograma da Empresa	19
Figura 7. Vergalhão de Aço.....	20
Figura 8. Tela Metálica.....	21
Figura 9. Estribos.....	21
Figura 10. Treliça de Ferro	22
Figura 11. Coluna POP	23
Figura 12. Ferragem Armada	23
Figura 13. Arame Recozido.....	24
Figura 14. Pregos.....	25
Figura 15. Fluxograma Processo de Fabricação	25
Figura 16. Fluxograma do Processo - Parte 1.....	27
Figura 17. Fluxograma do Processo - Parte 2.....	28
Figura 18. Fluxograma do Processo - Parte 3.....	29
Figura 19. Gráfico de Valor de Venda por Produto	34
Figura 20. Gráfico do Faturamento por Produto	35
Figura 21. Gráfico do Faturamento do Vergalhão de Aço por tipo de Venda	36
Figura 22. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual	38
Figura 23. Gráfico de Comparação do Tempo de Ciclo pelo Takt – Time	40
Figura 24. Comparação do Lead Time Processo Atual e Futuro.....	41
Figura 25. Tempo de Ciclo do Estado Atual	42
Figura 26. Tempo de Ciclo do Estado Futuro	43
Figura 27. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxa de Variação Produto Interno Bruto (PIB) e Construção Civil.....	1
Tabela 2. Ferramentas e Práticas do <i>Lean Manufacturing</i>	6
Tabela 3. Matriz de Produtos e Etapas de Processos.....	12
Tabela 4. Matriz da Família de Produtos.....	33
Tabela 5. Tempo de Ciclo, Troca e Número de Operadores	37
Tabela 6. Estoque entre os Processos	37
Tabela 7. 5W1H.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIB Produto Interno Bruto

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MFV Mapeamento de Fluxo de Valor

VSM *Value Stream Mapping*

JIT *Just-in-time*

PCP Programação e Controle de Produção

TC Tempo de Ciclo

TR Tempo de Troca

TP Tempo de Processo

SMED *Single Minute Exchange Die*

1 INTRODUÇÃO

O setor de construção civil, responsável pela construção de casas, prédios, estradas e outras infraestruturas vem acompanhando o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Enquanto a economia brasileira crescia, a construção civil também disparou seus números, desta forma teve um aumento na demanda e, conseqüentemente, novas empresas surgiram para supri-la. Segundo o IBGE (2016) desde 2014 até hoje, o setor da construção civil vem decaindo junto com o PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro e VAB (Valor Acrescentado Bruto), conforme mostra a tabela abaixo:

Tabela 1. Taxa de Variação Produto Interno Bruto (PIB) e Construção Civil

TRIMESTRE	Construção Civil	VAB pb	PIB pm
2010			
1º TRIMESTRE	19,6	8,5	9,2
2º TRIMESTRE	18,0	8,0	8,5
3º TRIMESTRE	9,3	6,4	6,9
4º TRIMESTRE	7,4	5,2	5,7
ACUM. 4 TRIM.	13,1	7,0	7,5
2011			
1º TRIMESTRE	8,6	4,8	5,1
2º TRIMESTRE	7,3	4,2	4,6
3º TRIMESTRE	9,4	3,3	3,5
4º TRIMESTRE	7,7	2,4	2,5
ACUM. 4 TRIM.	8,2	3,7	3,9
2012			
1º TRIMESTRE	8,8	1,4	1,7
2º TRIMESTRE	1,9	0,7	1,0
3º TRIMESTRE	2,9	2,3	2,5
4º TRIMESTRE	(0,2)	1,9	2,5
ACUM. 4 TRIM.	3,2	1,6	1,9
2013			
1º TRIMESTRE	1,0	2,7	2,8
2º TRIMESTRE	7,8	3,9	4,1
3º TRIMESTRE	5,5	2,5	2,8
4º TRIMESTRE	3,6	2,4	2,4
ACUM. 4 TRIM.	4,5	2,9	3,0
2014			
1º TRIMESTRE	9,0	3,1	3,2
2º TRIMESTRE	(1,7)	(0,7)	(0,8)
3º TRIMESTRE	(7,6)	(1,0)	(1,1)
4º TRIMESTRE	(2,2)	(0,7)	(0,7)
ACUM. 4 TRIM.	(0,9)	0,1	0,1
2015			
1º TRIMESTRE	(8,3)	(1,7)	(2,0)
2º TRIMESTRE	(10,6)	(2,5)	(3,0)
3º TRIMESTRE	(6,3)	(3,8)	(4,5)
4º TRIMESTRE	(5,2)	(5,0)	(5,9)
ACUM. 4 TRIM.	(7,6)	(3,3)	(3,8)

Fonte: IBGE (2016)

O crescimento no setor, em preto, e depois a desvalorização do mesmo, em vermelho, trouxeram aumento na concorrência para as empresas inseridas nele, pois passou a ter pouca demanda e muita oferta. Portanto, as empresas, que atuam nesse setor, tem a necessidade de reduzir custos e despesas, aumentar qualidade, aumentar a velocidade de produção e se destacar em relação a seus concorrentes, para que assim possam aumentar sua eficiência e continuar atendendo o mercado. O *Lean Manufacturing*, modelo Toyota de produção ou produção enxuta, é um dos métodos que revolucionou os sistemas produtivos.

Segundo Rother e Shook (2003) produção enxuta é ter um processo que produza apenas o que o próximo processo precisa e no tempo que ele precisa. Assim, em um fluxo regular com o menor “*lead time*”, maior qualidade e menor custo, ligar desde o consumidor final até a matéria prima.

A permanência com uma competitividade das empresas não é garantida por um alto desempenho de produção, mas é um fator essencial. Para isso, as empresas precisam trabalhar com lotes de produção menores e cumprir novos requisitos de desempenho. E também reduzir custos, para que o excedente econômico tenha outros destinos de investimentos (ANTUNES *et al.*, 2008).

Dentro da filosofia *Lean Manufacturing* existe a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor, onde pode ser visto o processo de ponta a ponta, identificando todas as atividades que agregam ou não valor, afim de trata-los e tornar o processo mais enxuto.

Este trabalho identificará as oportunidades de melhorias no processo produtivo de uma empresa de produção de aço armado para construção civil, situada na cidade de São José do Rio Preto.

1.1 Justificativa

A empresa, na qual o trabalho foi desenvolvido, não possuía conhecimento dos tempos, estoques e gargalos dos seus processos. Desta forma, o processo possuía pontos de melhoria, ocasionando a diminuição da produtividade do mesmo e conseqüentemente da empresa. Com a finalidade de identificar os desperdícios no processo, propor soluções para eliminá-los e assim aumentar a produtividade da empresa, realizou o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), que

direcionou a empresa em questão para a melhoria do processo, eliminando tudo que não agregava valor e montando o mapa atual e futuro do processo.

1.2 Definição e delimitação do problema

O estudo tem como finalidade encontrar atividades que não agregam valor no processo de uma indústria no setor da construção civil, propor soluções para a eliminação destas e ainda mostrar a situação futura do processo sem essas atividades.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Realizar e analisar o mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) atual e futuro do processo produtivo de uma empresa do setor de construção civil.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Analisar tempo de produção através da realização de cronometragens das atividades do processo;
- Confeccionar Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) atual (“*As Is*”);
- Identificar atividades que não agregam valor no processo;
- Analisar desperdícios e gargalos no processo;
- Eliminar as atividades que não agregam valor, desperdícios e gargalos no processo propondo soluções com ferramentas da Engenharia de Produção;
- Analisar a diminuição de tempo quando for eliminada as atividades que não agregam valor, desperdícios e gargalos;
- Confeccionar Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) futuro (“*To Be*”).

2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* descreve o conjunto de princípios e técnicas de gerenciamento da produção desenvolvidas da segunda metade do século XX pela fábrica da Toyota no Japão. Outros termos que também referem-se a essa filosofia são: produção enxuta”, “STP” (Sistema Toyota de Produção) “JIT” (*Just in Time*) e “*Kanban*”. O fato dessa diversidade de nomes é explicada pela origem do sistema na indústria, segundo Saurin e Ferreira (2008), causando uma falta de consenso e adaptação dos conceitos até os dias de hoje.

Em 1990, James P. Womack criou o termo *Lean Manufacturing* para nomear a maneira de se trabalhar da Toyota, onde ganhou popularidade após o lançamento do livro “A máquina que o mudou o mundo” segundo Corrêa e Corrêa (2004). Segundo Shingo (1996), para que a filosofia não ficasse conhecida como STP, JIP e *Kanban* e assim causar estranhamento no entendimento, foi criado o termo “*Lean Manufacturing*”.

Segundo Womack (2004), o mercado japonês tinha algumas vantagens competitivas, o país encontrava recém destruído, pós Segunda Guerra Mundial, e havia grande concorrência externa.

Assim, o ex-diretor de operações da Toyota, Taichi Ohno, a fim de eliminar os desperdícios, diminuindo os custos, aumentando a qualidade e também agilizando a entrega de produtos aos clientes, deu início a criação e implementação de um novo sistema de produção em 1950, segundo Werkema (2006).

De acordo com Womack e Jones (2004) o pensamento *Lean*, é o alinhamento da sequência das ações que geram valor, buscando sempre a melhoria e assim se tornar mais eficaz. A filosofia do *Lean* está baseada em cinco princípios:

- Especificar Valor: é o que o cliente realmente valoriza;
- Identificação do Fluxo de Valor: é o processo como todo, desde a matéria – prima até a venda ao cliente final;
- Fluxo: simultaneamente a passagem de uma etapa para outra. A produção *Lean* torna essa passagem mais rápida diminuindo ociosidade e estoques desnecessários;
- Puxar: é produzir apenas o que os clientes desejam;

- **Perfeição:** é a integração dos quatro princípios anteriores buscando constantemente a melhoria.

2.1.1 Sete Desperdícios

Do japonês desperdício é igual a *muda*, que significada qualquer atividade exercida que consome recursos e não tem valor nenhum. O maior crítico do desperdício foi Toyota Taiichi Ohno (1912-1990), que identificou os sete desperdícios. (WOMACK e JONES, 2004)

Womack e Jones (2004) consideram o pensamento enxuto uma grande ferramenta contra os desperdícios. O pensamento é considerado enxuto pois faz cada vez mais com menos (tempo, espaço, esforço humano, equipamento).

Slack *et al.* (2009) mostra os sete tipos de desperdícios que foram identificados pela Toyota, sendo eles:

- **Estoque:** as causas da produção de estoque devem ser identificadas e o estoque eliminado.
- **Processo:** caso tenha projetos ou manutenção ineficazes o processo é um desperdício.
- **Produtos defeituosos:** os custos qualidade é bastante alto e este é um desperdício bastante significativo.
- **Movimentação:** a realização de trabalhos que não agregam valor é um grande desperdício, simplificar o trabalho é uma grande redução.
- **Superprodução:** produzir uma quantidade a mais do que é necessária para o próximo processo.
- **Tempo de espera:** o tempo de espera de operadores e máquinas devem ser levados em consideração, mas além desses, o tempo de espera do material é desperdício que deve se atentar.
- **Transporte:** as movimentações dentro da fábrica, de materiais e estoques, não agregam valor. Medidas como melhoramento no transporte, organização e layout podem ajudar a eliminar esse desperdício.

O oitavo desperdício é a subutilização de pessoas, referente a utilização de competências e habilidades mentais, criativas e físicas das pessoas. A cultura organizacional da empresa é uma das principais causas, como: má formação das pessoas, rotatividade de funcionários e ineficácia na contratação (KILPATRICK, 2003).

2.1.2 Ferramentas e Práticas do Lean Manufacturing

Para que o programa *Lean Manufacturing* consiga alcançar os resultados esperados, é necessário a aplicação de algumas ferramentas que auxiliarão o objetivo. As ferramentas são utilizadas para dizer “como” seguir os princípios que implementarão o sistema de manufatura enxuta.

Segue na tabela abaixo algumas ferramentas e práticas do *Lean Manufacturing*:

Tabela 2. Ferramentas e Práticas do *Lean Manufacturing*

Ferramentas	Descrição
Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)	Auxilia na visualização do fluxo, mais do que simplesmente os processos individuais e ajuda na identificação dos desperdícios (ROTHER; SHOOK, 2003)
5S	Organização do local de trabalho e padronização dos processos, de maneira a torna-los efetivos. (OHNO, 1997)
<i>Just in time</i>	Garantir que cada processo seja suprido os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo (SLACK, 1997).

Ferramentas	Descrição
<i>Kanban</i>	Controlar visualmente os processos, ordenando o trabalho, definindo o que, quanto, quando, como produzir, como transportar e onde entrega. Tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, priorizar a produção, controlar o fluxo de material, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e fornecer informações sobre o produto e o processo (MOURA,1994).
Nivelamento da Produção (<i>Heijunka</i>)	Adaptar os volumes de produção à demanda, mantendo o ritmo de produção e utilizando estoques quando necessário (SHARMA, 2003).
<i>Poka-yoke</i>	Detectar e evitar erros ou defeitos em determinada função ou inspeção. (SHINGO, 1996)
<i>Single Minute Exchange Die (SMED)</i>	Refere-se ao tempo de troca entre os lotes, ou seja, desde o fim da produção da última peça de um lote até o início da produção da primeira peça do lote seguinte. (SHINGO, 2000)

Fonte: MOURA (1994), OHNO (1997), ROTHER e SHOOK (2003), SHARMA (2003), SHINGO (2000) e SLACK (1997)

2.2 5W2H

Com o intuito de auxiliar na aplicação do PCDA a ferramenta surgiu no Japão no setor automobilístico. Segundo Polacinski (2012) o 5W2H é estabelecer plano de ação para atividades definidas. Também define a ferramenta como a resposta de sete questões:

1. O que?
2. Quem?
3. Onde?
4. Quando?
5. Por quê?

6. Como?
7. Quanto custa?

2.3 Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

Segundo Rother e Shook (2003) o fluxo de valor da produção é desde a matéria prima até chegar ao consumidor, onde ele foca no fluxo da produção em que hoje é muito desejado a produção enxuta. Também diz que o fluxo vai além de otimizar partes envolvidas no processo, ou seja processos individuais, mas sim melhorar o processo como um todo.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

O sucesso da ferramenta foi muito rápido pelo mundo, pelo fato de reunir, mostrar e analisar informações em pequeno espaço de tempo (NASH; POLING, 2008).

Para Nash e Poling (2008) a utilização da ferramenta no início era mais atrativa para gerentes, analista e engenheiros. Porém, desde o cargo mais alto da empresa, como diretor até o funcionário com menor tempo de empresa podem entender a ferramenta em pouco tempo. Jasti e Sharma (2014) também levantam a importância da ferramenta para os gerentes que auxilia a entender as condições da operação e enxergar oportunidades para melhorar o desempenho.

A utilização da ferramenta é considerada essencial para Rother e Shook (2003), pelos seguintes motivos:

- Possibilita você a enxergar o fluxo todo e não apenas processos individuais como: solda, prensa, etc;
- Mostra não apenas os desperdícios, mas também a fonte de onde eles se originam;
- Padroniza uma linguagem para falar sobre processos de manufatura;
- Apresenta informações do fluxo, assim facilita a discussão sobre a mesma;
- Agrupa conceitos e técnicas enxutas, diminuindo a implementação de técnicas sozinhas;
- Ajudam no processo de implementação enxuta, são a base para esta;

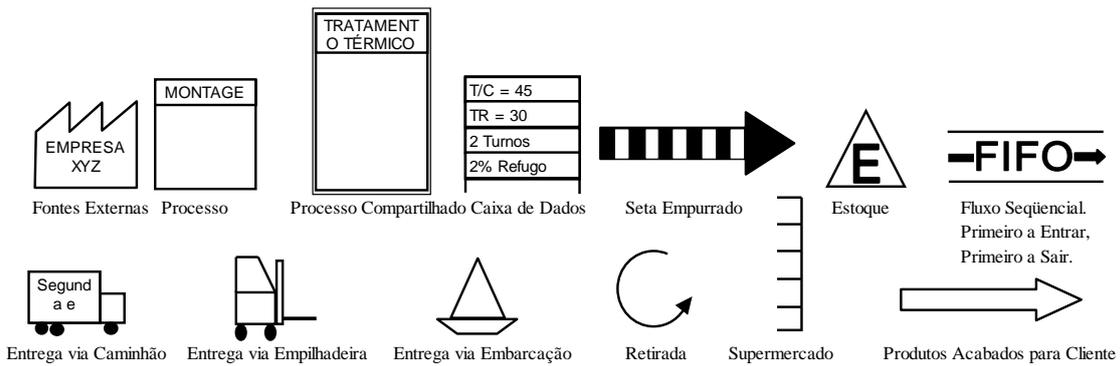
- Relaciona o fluxo de material com o fluxo de ferramenta;
- Mostra com detalhes como o processo produtivo deve ser para criar o fluxo. Ele descreve o que deverá ser feito para melhorar o processo.

O mapeamento deve ser feito tanto do fluxo do material quanto da informação. O fluxo de informação comunica o que cada processo deve produzir e o que fazer em seguida. Já o fluxo do material mostra o movimento do material dentro da fábrica (ROTHER e SHOOK, 2003).

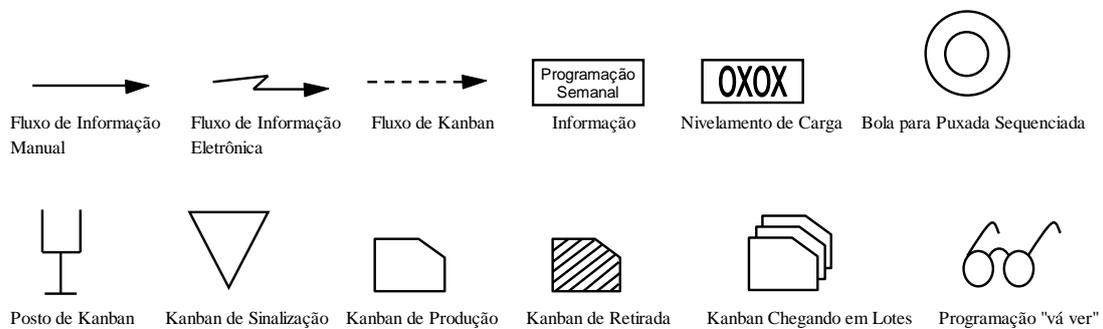
Rother e Shook (2003) diz: “Para criar um fluxo que agregue valor, você precisa de uma “visão”. Mapear ajuda você a enxergar e focar com uma visão de um estado ideal e melhorado”.

O MFV é formado por ícones padronizados, conforme a figura 1. Outros ícones podem ser criados dependendo das particularidades do projeto, segundo Araujo (2004).

Ícones do Fluxo de Material



Ícones do Fluxo de Informação



Ícones Gerais



Figura 1. Ícones Padronizados do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

Fonte: Lean Institute Brasil (2016)

Para a implementação do mapeamento de fluxo de valor, segundo Rother e Shook (2003) devem ser seguidos alguns passos iniciais:

- 1º. Selecionar uma família de produto;
- 2º. Coletar informações do processo e desenhar o mapa de fluxo de valor atual;
- 3º. Considerar o mapa de fluxo de valor atual e desenhar o futuro;

4°. Montar um plano de implementação para que possa chegar no mapa de fluxo de valor futuro.

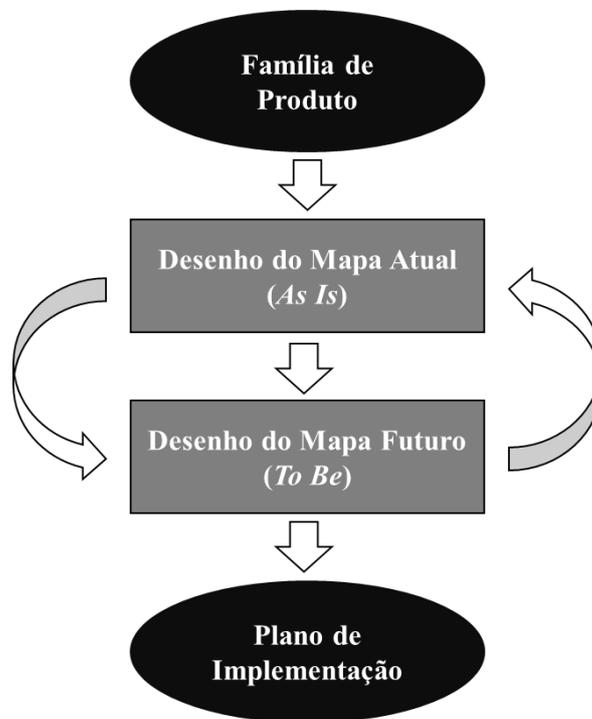


Figura 2. Etapas para a Realização do Mapeamento de Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (2003)

É considerado uma família de produtos quando um grupo de produtos compartilham de processos ou semelhantes. Quando na empresa existe uma diversidade grande de produtos, é utilizada a matriz de produtos e etapas de processos, a ferramenta que ajuda na identificação da família (ROTHER e SHOOK, 2003).

2.3.1 Família de Produtos

Segundo Pizzol e Maestrelli (2004) para que se tenha um MFV de sucesso é necessário que selecione uma família de produtos, onde todos os itens da família devem ser considerados. A seleção dos produtos que pertencem à mesma família é referente à similaridade dos processos e utilização de equipamentos em comum antes do embarque.

Com a finalidade de auxiliar no agrupamento de vários produtos em algumas famílias, Womack (2001) criou a matriz da família de produtos (Tabela 3) que deve ser alimentada com a lista de produtos e processos ou equipamentos utilizados:

Tabela 3. Matriz de Produtos e Etapas de Processos

		ETAPAS DE MONTAGEM E EQUIPAMENTOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	x	x	x		x	x		
	B	x	x	x	x	x	x		
	C	x	x	x		x	x	x	
	D		x	x	x			x	x
	E		x	x	x			x	x
	F	x		x		x	x	x	
	G	x		x		x	x	x	

Família de Produtos

Fonte: Womack (2001)

Assim, após finalizada a matriz de produtos, o próximo passo é a realização do MFV.

2.3.2 Mapa Atual (“As Is”)

Primeiramente realiza-se o trabalho de levantamento de dados da atual situação do processo, na qual é chamado de mapeamento de processos “As Is”, ou seja, como está o processo naquele momento. Após o levantamento dos dados, são mapeados os processos produtivos que fazem parte da família selecionada.

Para Rother e Shook (2003) o mapeamento é realizado pela união de ícones, Figura 3, que vão descrever o processo e fluxo. A figura abaixo, mostra um exemplo do mapeamento atual dado pelo autor.

Para Rentes et al (2003) é necessário identificar onde se localizam os estoques e a quantidade média em número de peças e em dias, tendo como base a média de consumo. Ainda segundo o autor, mostra que o fluxo de informações também é mapeado e inclui a programação dos processos, suas frequências, previsões e solicitações de material.

Segue abaixo o mapeamento atual, por Rother e Shook (1999):

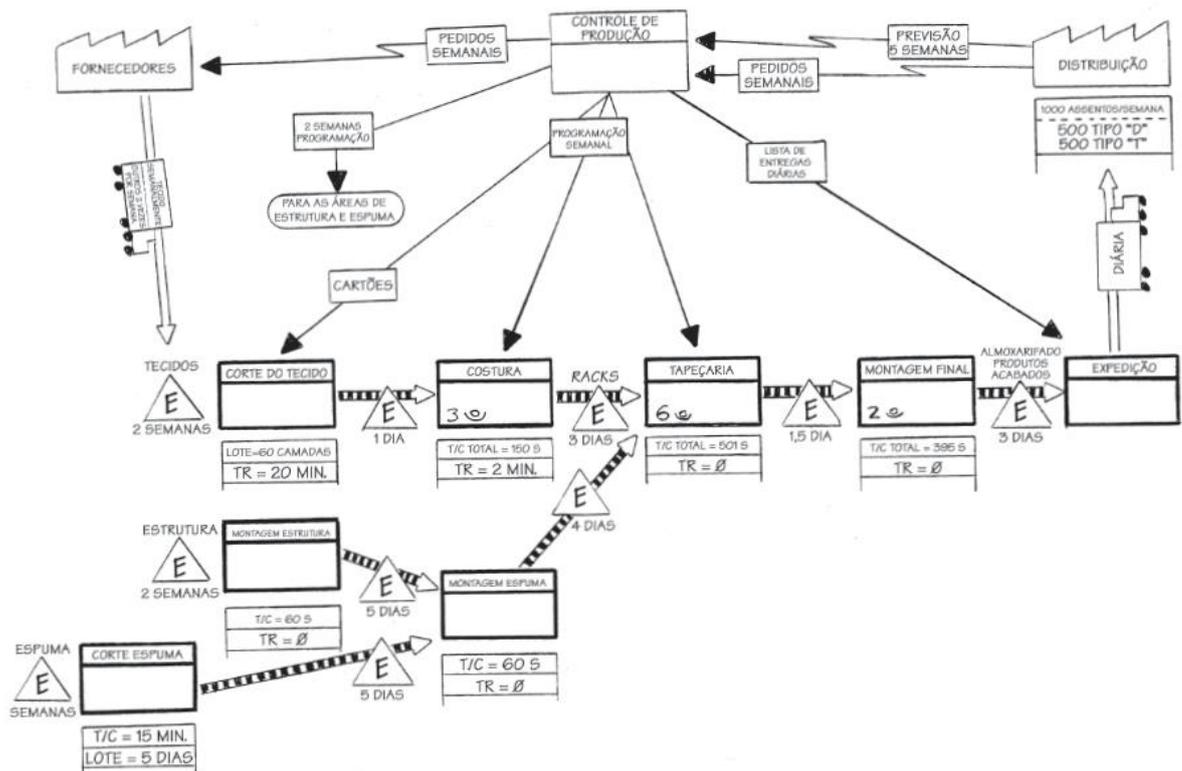


Figura 3. Mapa do Estado Atual ("As Is")

Fonte: Rother e Shook (2003)

Segundo Ferro (2008), alguns mapas possuem informações desnecessárias, na qual acaba sendo poluído. Ele também alerta que não é necessário um mapa perfeito e completo, mas sim um mapa que seja possível visualizar as mudanças.

Na etapa de realização do mapa atual surgem ideias para o mapa futuro, conforme indica a Figura 3. Rentes *et al.* (2003) diz que esse mapeamento já inclui o mapa futuro, pois os dois mapas estão superpostos, e na realização do “As Is” já surgem ideias para o “To Be”.

2.3.3 Mapa Futuro (“To Be”)

O mapa futuro nomeado também como “To Be”, quando traduzido para o português significa “ser”, ou seja, visão situacional de futuro após implementadas as melhorias, tem como objetivo aumentar a eficiência e eficácia da linha em estudo, através da otimização de processos e redução de desperdícios.

Para Rother e Shook (2003) deve-se considerar oito questões chaves para a confecção do mapa do estado futuro:

1) Qual é o *takt time*?

Takt time é o tempo que a fábrica deve produzir para suprir a demanda do mercado/cliente (MORÓZ, 2009).

A fórmula, para o cálculo desse tempo, segundo Rother e Shook (2003) é a divisão do tempo de trabalho disponível por turno pela demanda do cliente por turno.

2) Produzir para um supermercado de produtos acabados onde os clientes puxam ou diretamente para a expedição?

Para a escolha, deve-se considerar a confiabilidade do processo e o tempo de entrega ao cliente.

3) Em que local é possível utilizar o fluxo contínuo?

Utiliza-se o fluxo contínuo em processo que tenha o tempo de ciclo parecido. Caso o tempo de ciclo seja maior que *takt time*, deve utilizar o sistema *kanban* para reduzir o tempo de ciclo e manter abaixo do *takt time*.

4) Com o objetivo de controlar a produção dos processos fluxo, em que local é preciso introduzir sistemas puxados?

É preciso introduzir sistemas puxados quando o fluxo não é contínuo.

5) Em que ponto da cadeia produtiva será programado a produção?

É necessário programar a produção em apenas um ponto da cadeia, que será responsável por definir o ritmo do processo.

6) De que forma será nivelado o mix da produção?

7) Qual incremento de será liberado uniformemente?

8) Quais serão as melhorias realizadas?

Após respondida todas as questões chaves, deve-se registrar todas as informações e melhorias levantadas na análise dos tempos, processos e equipamentos. E confeccionar o mapa do estado futuro, conforme o modelo abaixo, ilustrado por Rother e Shook (2003):

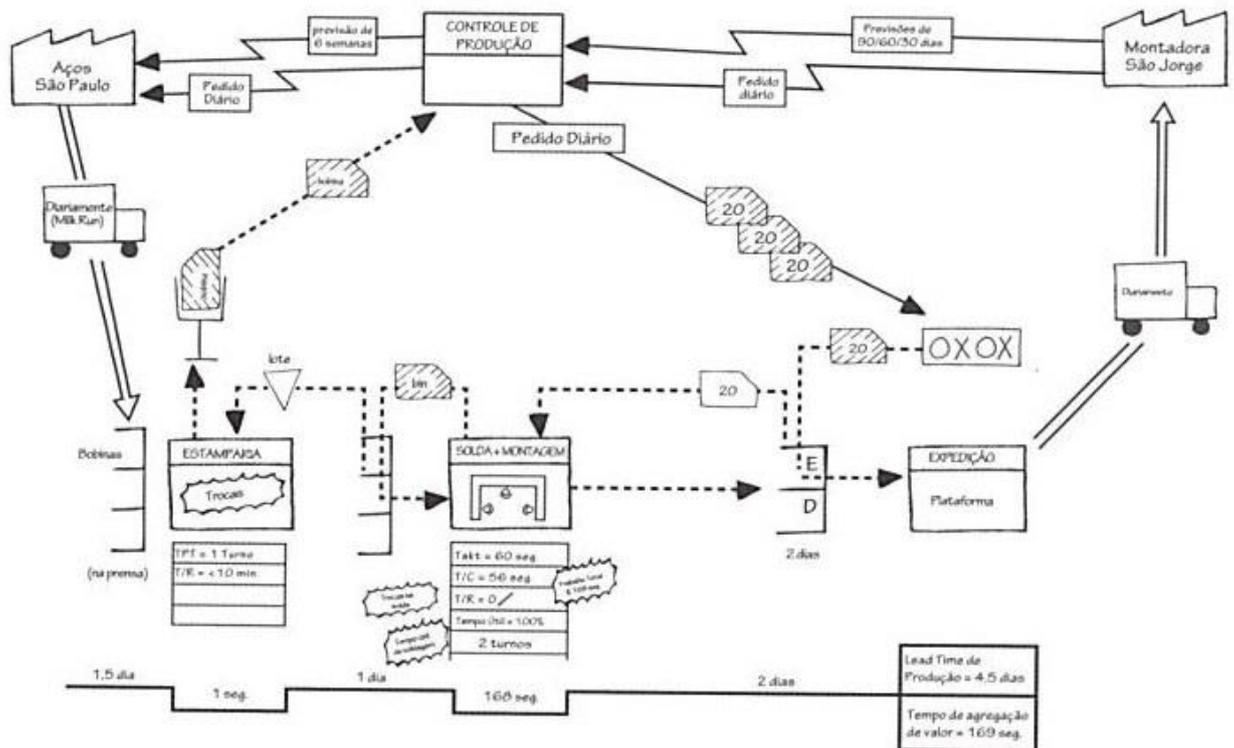


Figura 4. Mapa do Estado Futuro ("To Be")

Fonte: Rother e Shook (1999)

2.3.4 Plano de Implementação

O último passo é o plano de implementação, que indicará, por meio de um planejamento, como chegar ao estado futuro. Assim, conforme as ações forem colocadas em prática, deve se desenhar o mapa do estado futuro, assim realizando melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

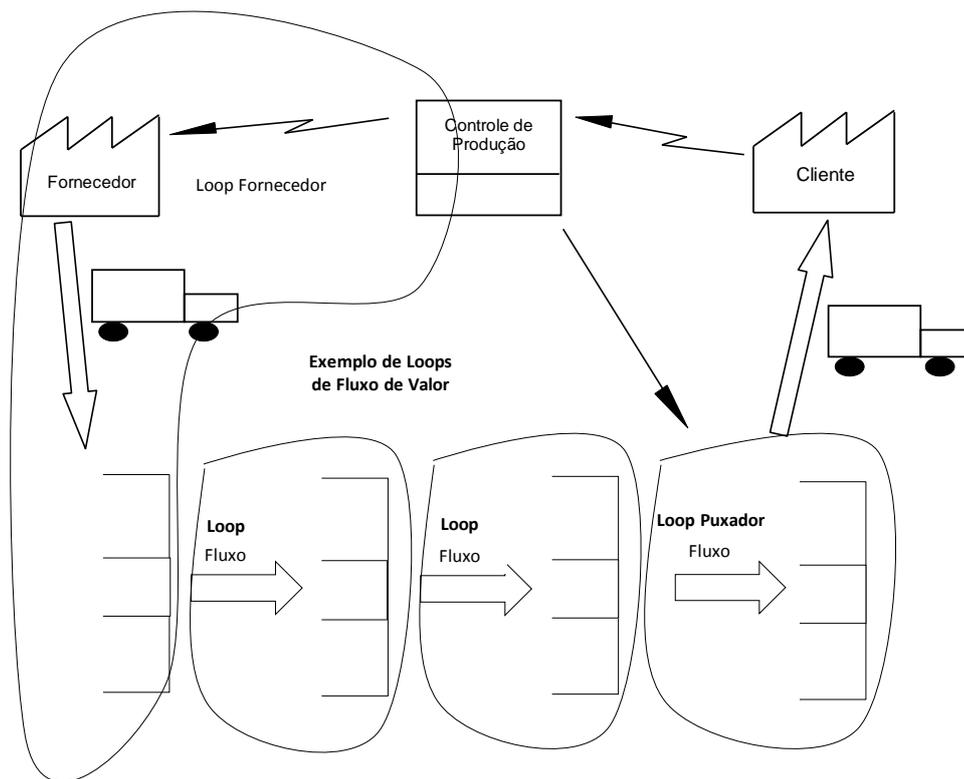


Figura 5. Loops

Fonte: Rother e Shook (2003)

Marodin e Saurin (2013) atentam, que o foco na implementação do MFV, faz com que ele uma das técnicas mais utilizadas para a implementação do sistema lean, tendo como resultado a diminuição do lead-time e aumento da produtividade.

Para que a implementação tenha sucesso, Rother e Shook (2003) consideram como mais importante nessa etapa, encarar como um processo de construção de uma série de fluxos conectados para uma família de produtos. Desta forma, os autores ressaltam que deve-se pensar em “loops do fluxo de valor”, auxiliar nesse processo.

Segundo Rother e Shook (2003) existem dois tipos de *loops* (Figura 5):

Loop Puxador: a loop puxador inclui o fluxo de material e de informação entre o cliente e o seu processo puxador. Este é o loop mais próximo do final, e a maneira como você administra esse loop impacta todos os processos anteriores naquele fluxo de valor.

Loops adicionais: antes do loop puxador, existem os loops do fluxo de material e do fluxo de informação entre as puxadas. Isto é, cada supermercado do sistema puxado no

seu fluxo de valor normalmente corresponde ao final de outro loop. (ROTHER e SHOOK, 2003)

3 MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho qualitativo consiste na coleta de dados incluindo além de informações escritas, imagens e ilustrações. Desta forma, segundo Gil (2010) este trabalho é qualitativo, onde se levantam todos os dados dos processos produtivos e assim, analisou, com o auxílio de estudos e conhecimento sobre o tema abordado, e finalmente identificaram as melhorias propondo soluções dentro do objeto de estudo.

O objetivo tem caráter exploratório, no qual, através de informações coletadas identificou oportunidades de melhoria no processo produtivo.

Se refere ao procedimento de estudo de caso, pois foram necessários estudos para o conhecimento do tema.

As etapas da pesquisa para o desenvolvimento do projeto foram as seguintes:

- 1°. Estudar e pesquisar sobre o tema abordado, com o intuito de trazer informações sobre produção enxuta, Mapeamento de Fluxo de Valor e ferramentas que auxiliam no processo produtivo.
- 2°. Coletar informações (seis meses; duas visitas) do processo produtivo referente aos tempos e estoques ocorrentes nele, identificando, através de observações e cronometragens, processos que não agregam valor, a fim de ter dados para a confecção do Mapeamento de Fluxo de Valor atual do processo. Depois de mapeado o processo, analisar os dados (um mês) e observações feitas durante a coleta e identificar oportunidades de melhoria. Como modelagem dos processos usou o BPMN (Business Process Model and Notation).
- 3°. Propor ferramentas do *Lean Manufacturing* que possibilitem a melhoria do processo de acordo com as oportunidades/desperdícios encontrados no Mapeamento de Fluxo de Valor, a fim de eliminar todas as atividades que não agregam valor no processo.
- 4°. Confeccionar Mapeamento de Fluxo de Valor futuro, apenas com as atividades que agregam valor ao processo e calcular o possível ganho caso seja implementada as ferramentas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Empresa

A empresa foi criada em 2014 no município de São José do Rio Preto - SP com objetivo de atender à necessidade de pequenas obras da construção civil de maneira mais flexível, comparado a outras empresas do setor. Para isso a empresa oferece como produtos desde projetos até materiais como ferro e aço para obra.

Segundo o BNDES (2011), a empresa se enquadra como pequena, segundo sua receita bruta operacional anual, devido ao seu faturamento maior que R\$ 360 mil e inferior a R\$ 3,6 milhões.

O quadro de funcionários hoje é composto por 21 funcionários, sendo que 4 são do setor administrativo e 17 da produção. Conforme a estrutura organizacional abaixo:

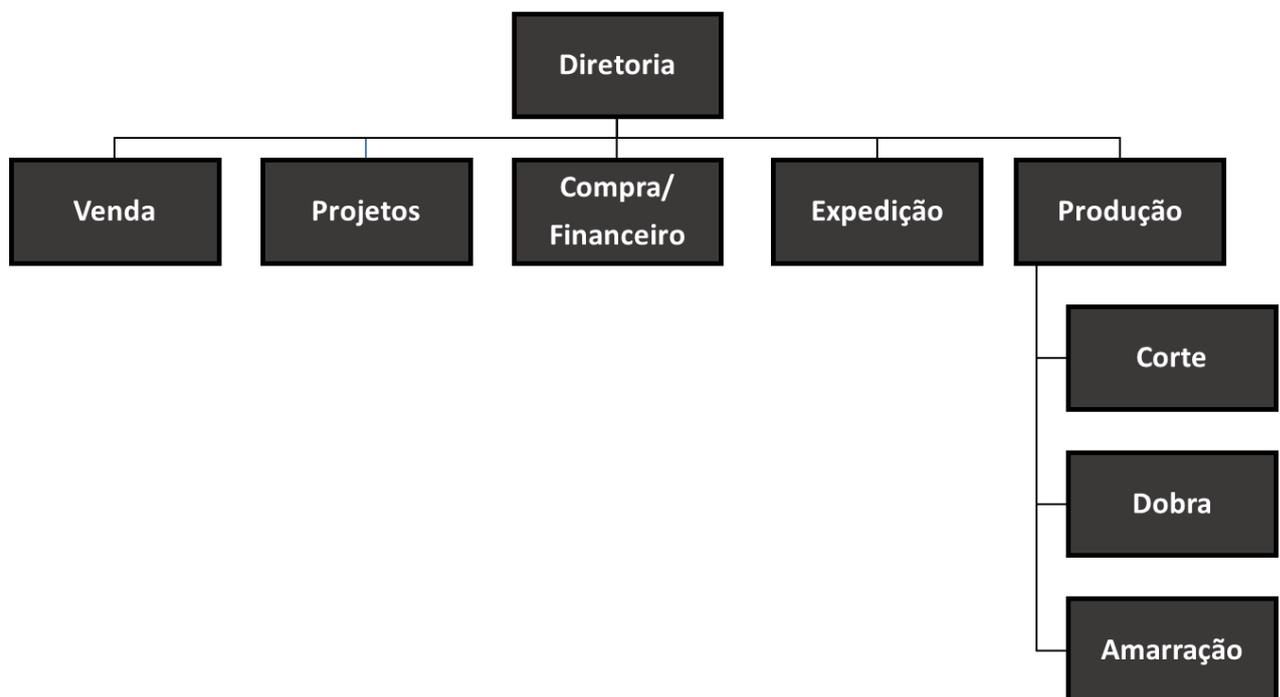


Figura 6. Organograma da Empresa

O processo produtivo é dividido em 3 setores: corte, dobra e amarração. O setor de corte é responsável por produzir ferros e aços de acordo com tamanho descrito na ordem de produção.

Após o corte, quando necessário, é realizada a dobra, está irá variar de acordo com o produto. E por fim, é realizada a amarração de um produto com outro.

Os produtos variam, seu tamanho e dimensões, de acordo com a necessidade do cliente. Alguns produtos são revendidos, como pregos, arame e vergalhão. E outros passam pelo processo de produção, como: tela metálica, estribos, treliça de ferro, coluna POP e ferragem armada. Além da produção a empresa oferece o serviço de montagem do ferro na obra.

Outros produtos que a empresa oferece é serviços de engenharia em geral e projetos de armação de ferragem. Os serviços de engenharia em geral são: projeto arquitetônico, acessibilidade e estrutural, muro de arrimo e gerenciamento de obras.

4.2 Produtos

A construção civil possui uma grande variedade de projetos, sendo que esses podem variar de tamanho, como por exemplo a construção de uma casa ou de um prédio, como também de estrutura, como por exemplo confeccionar uma piscina. Assim, seguem os produtos oferecidos pela empresa:

- Vergalhão de Aço (Figura 7): o produto é oferecido nas categorias CA-50 e CA-60 e garante maior aderência da estrutura ao concreto.

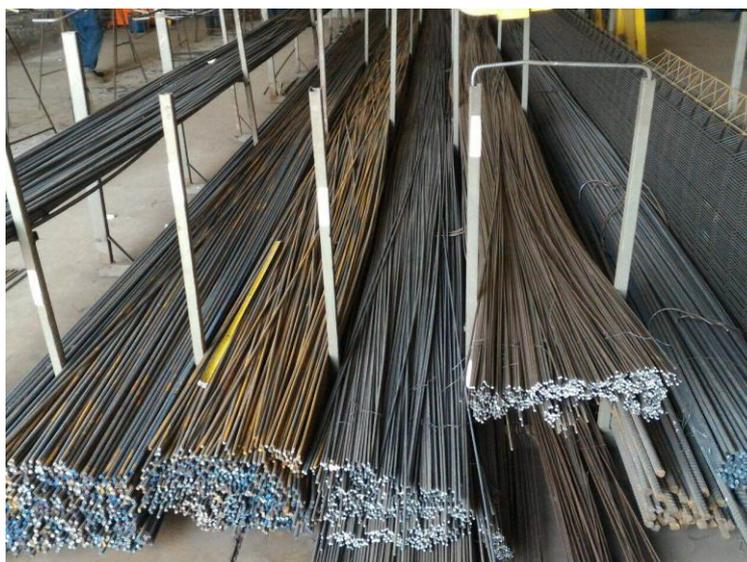


Figura 7. Vergalhão de Aço

- Tela Metálica (Figura 8): são telas soldadas em aço nervurado, onde estes são sobrepostos e soldados, assim formando quadrados/retângulos.

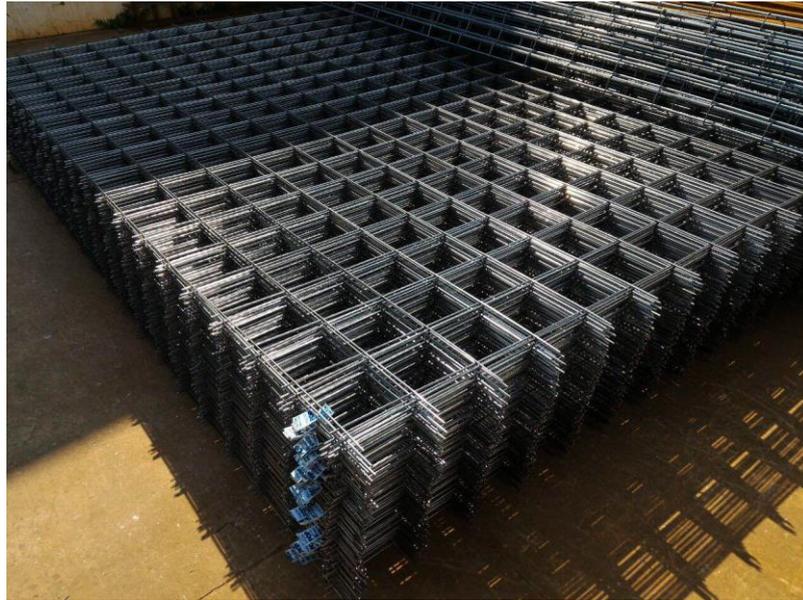


Figura 8. Tela Metálica

- Estribos (Figura 9): o produto é feito de acordo com a necessidade da obra, ele é composto por vergalhão de aço e passa pelo processo de dobra. Também é oferecido no formato quadrado, retangular e redondo. Ele constitui as vigas, colunas, baldrames, vergas e contravergas.



Figura 9. Estribos

- Treliça de Ferro (Figura 10): utilizada para pré-fabricar elementos de concreto esbeltos, leves e fáceis de manejar. As vigotas treliçadas e pré-lajes treliçadas tem como principal componente a treliça de ferro.



Figura 10. Treliça de Ferro

- Coluna POP (Figura 11): é recomendada para fabricação de vigas, cintas, colunas, baldrame, muros e para travamento de paredes. É produzida com tamanhos padronizados como também sob medida.



Figura 11. Coluna POP

- Ferragem Armada (Figura 12): produzida de acordo com projeto, composta por medidas exatas. Ela é comercializada tanto armada como apenas cortada e dobrada.



Figura 12. Ferragem Armada

- Arame Recozido (Figura 13): é um produto maleável, facilitando o trabalho em amarrações de armaduras de concreto armado, além de alta resistência. Comercializado nos tamanhos de 1kg, 8kg, 35kg, 50kg e 70kg.



Figura 13. Arame Recozido

- Pregos (Figura 14): é utilizado para junção de objetos, a maioria das vezes usado em madeira. No setor da construção civil, auxilia na produção de caixarias, cavaletes em obras, gabaritos e marcações e também em telhados e qualquer tipo de produtos de madeira.



Figura 14. Pregos

Os produtos oferecidos para realizar esses projetos com segurança têm especificações diferentes, conforme citado acima. Para suprir essas necessidades e atender a variedade de projetos no ramo da construção civil, a empresa possui uma grande variação dos produtos de acordo com especificações como: espessura, comprimento, largura, etc.

4.3 Processo Produtivo da Empresa

Para a fabricação dos produtos citados no tópico 4.2 e atender as necessidades dos clientes, entregando todas as variações descritas, a empresa tem como processos de fabricação:

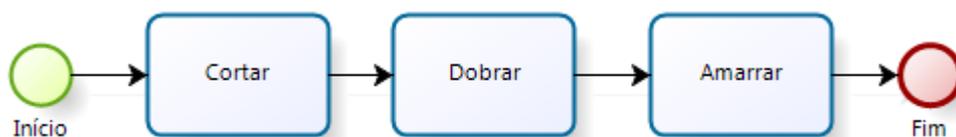


Figura 15. Fluxograma Processo de Fabricação

Depois de passar pela parte administrativa, que envolve desde a venda até a realização da ordem de produção, a qual é enviada para a produção, e desta forma, é dado início ao processo produtivo.

Primeiramente o produto é cortado, conforme especificado na ordem de produção. Alguns dos produtos tem tamanhos padrões, entretanto a empresa produz tamanhos exclusivos para o cliente, conforme solicitado.

Depois que o produto é cortado, ele passa pelo processo de dobra, se necessário. Assim como o corte, a dobra tem tamanhos padrões como também pode ser fabricada conforme a necessidade do cliente.

E por fim, o processo de amarração. Esse processo é para unir dois produtos e desta forma formar um terceiro.

Depois de descritas as macro etapas do processo produtivo, a Figura 16 mostra o processo geral, incluindo administração, produção e expedição. Segue abaixo:

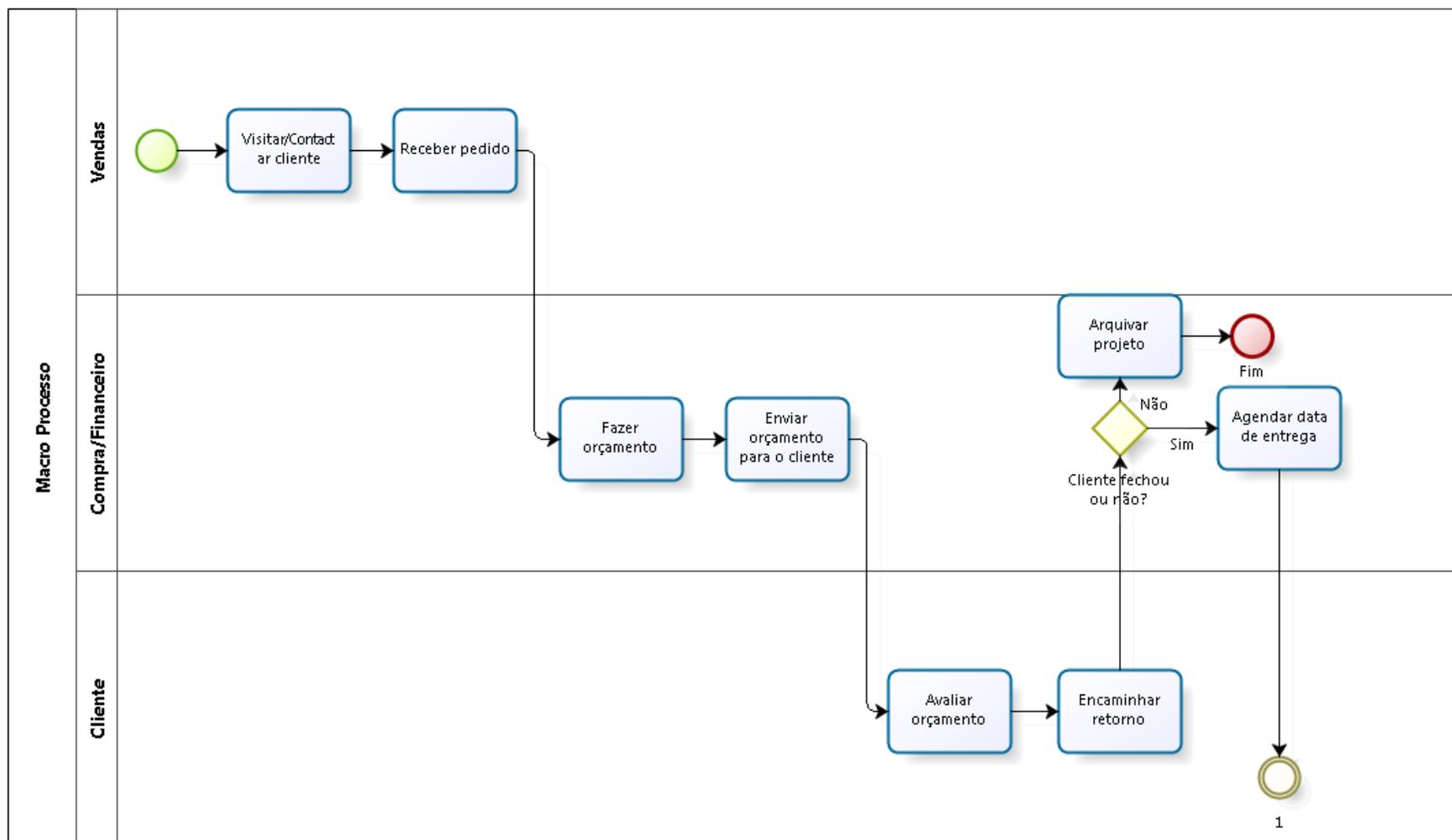


Figura 16. Fluxograma do Processo - Parte 1

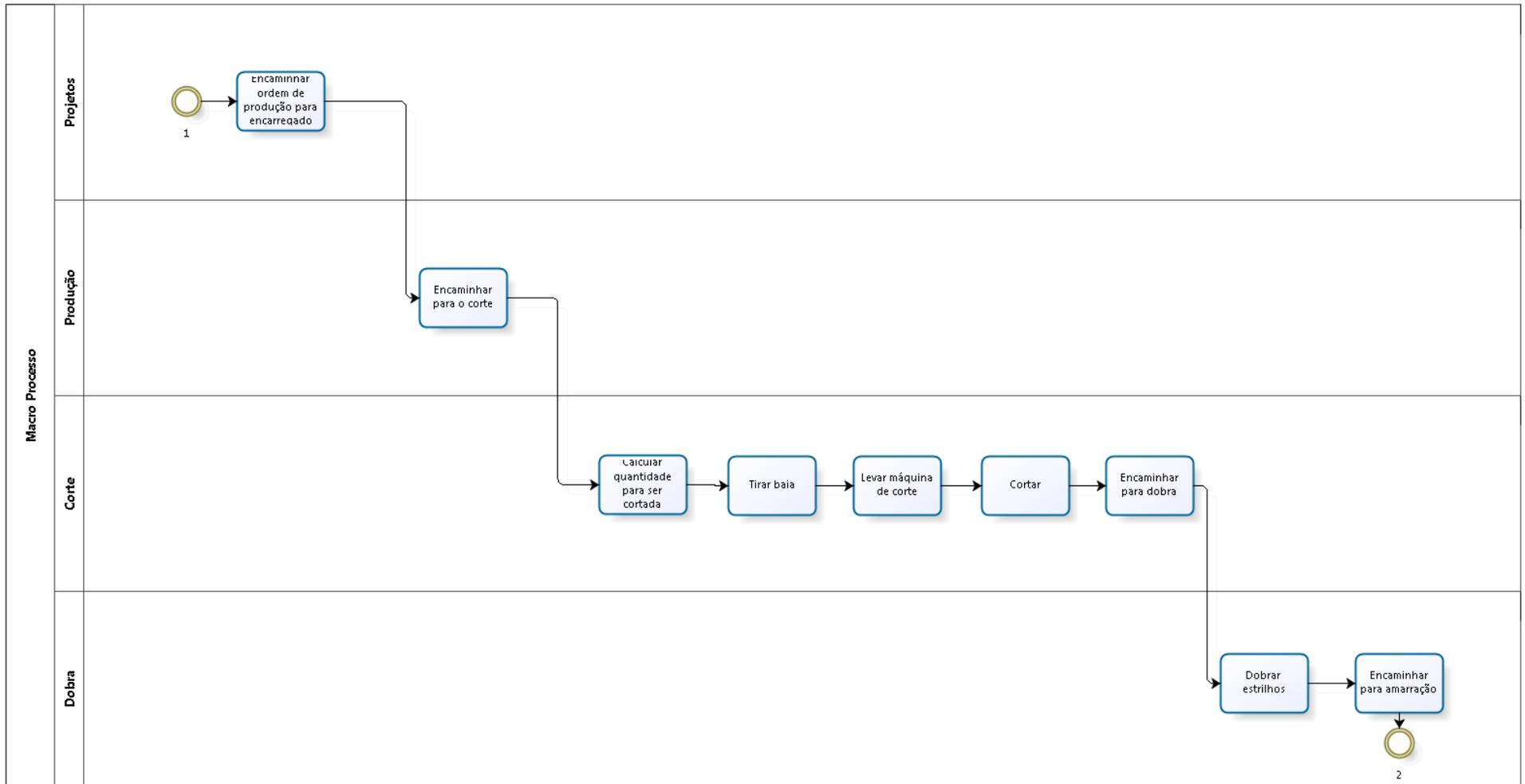


Figura 17. Fluxograma do Processo - Parte 2

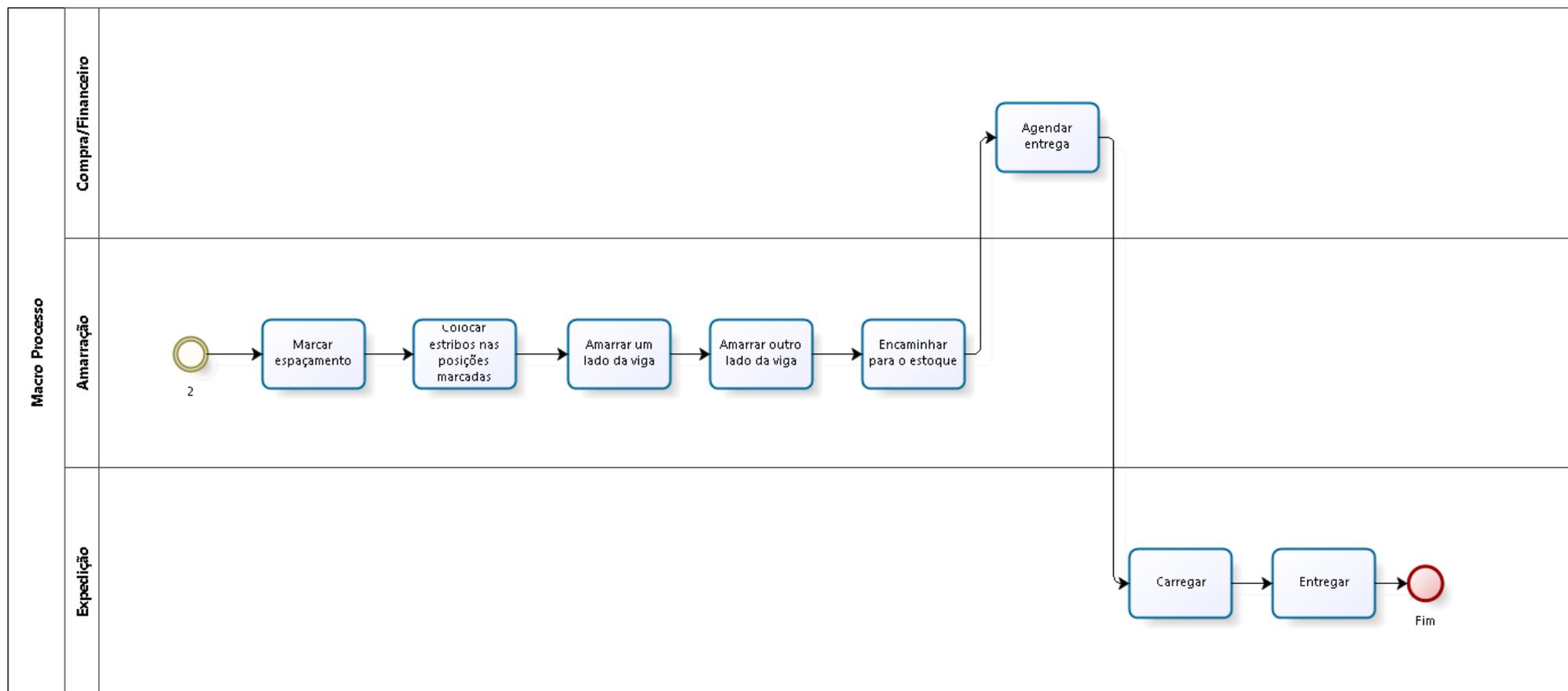


Figura 18. Fluxograma do Processo - Parte 3

- 1) **Visitar/Contactar Cliente:** Os clientes entram em contato por telefone ou pessoalmente. Na maioria das vezes são os clientes que procuram pelo produto, mas também existe um vendedor que faz visitas em obras oferecendo os produtos.
- 2) **Receber pedido:** O cliente passa tudo o que ele precisa para ser orçado.
- 3) **Fazer orçamento:** Normalmente um cliente pede vários itens diferentes em um orçamento e o tempo para fazer o levantamento de cada um é variado. O valor é estimado de acordo com a quantidade, especificações e os processos produtivos envolvidos.
- 4) **Enviar orçamento para o cliente:** A forma de envio do orçamento depende da preferência do cliente, podendo ser enviado via e-mail ou através de uma ligação telefônica, dependendo da preferência do cliente. A empresa possui um modelo padrão de orçamento online, entretanto primeiro é feito no papel e depois passado para o sistema.
- 5) **Avaliar orçamento:** Após enviado o orçamento para o cliente, é aguardada a análise do mesmo.
- 6) **Encaminhar retorno:** O cliente liga aceitando o orçamento, quando não retorna é considerado que não aceitaram ou já compraram de outra empresa. A empresa não retorna para saber a posição do cliente.
- 7) **Cliente fechou**
 - **Não:** O orçamento é descartado.
 - **Sim:** As quantidades em kg de ferro que serão usadas na montagem dos itens solicitados são colocadas no cadastro do cliente solicitante, através de um sistema usado pela empresa e são geradas as Notas Fiscais e os boletos para pagamento (quando solicitados), quando não, o cliente realiza o pagamento por cartão de débito ou de crédito.
- 8) **Agendar data de entrega:** As datas de entrega são agendadas de acordo com as localidades de entrega. A urgência do cliente também é levada em conta e tenta encaixar dentro do prazo que ele precisa, mas muitas vezes isso acaba não sendo possível. Após retornado o orçamento, já é informada a data de entrega para o cliente (que algumas vezes acaba não sendo cumprida, atraso).
- 9) **Encaminhar ordem de produção para o encarregado:** Todos os itens pedidos são escritos em um papel, pela administração, e passado para o encarregado de produção e

ele fica responsável por organizar e fazer com que o pedido seja produzido dentro do prazo.

- 10) Calcular quantidade para ser contada:** É passado para o encarregado de produção o tamanho, a quantidade de ferro, estribos e todas as especificações do cliente. O encarregado de produção analisa e encaminha para o responsável do corte a metragem e a quantidade de ferro que precisam ser cortados.
- 11) Tirar baia:** Os vergalhões ficam estocados em baias. Assim que o encarregado de produção passa a metragem total de ferro que precisa ser cortada, outros funcionários tiram os vergalhões para fora da baía e os preparam para o corte.
- 12) Levar para máquina de corte:** Depois que a quantidade necessária de vergalhões é puxada, eles são levados a máquina de corte (que fica ao lado das baias) para serem cortados.
- 13) Cortar:** Ajusta-se o tamanho e realiza-se o corte.
- 14) Encaminhar para dobra:** Depois de cortadas, as ferragens são encaminhadas para a dobra (caso haja). Também é ajustado o espaçamento e depois é dobrado. No caso da coluna teve a dobra dos estribos que ser.
- 15) Dobrar os estribos:** A produção dos estribos passa pelo mesmo processo dos vergalhões mais grossos; são tirados da baia, cortados com o tamanho correto, dobrados e armazenados.
- 16) Encaminhar para amarração:** Os vergalhões e estribos são levados para o local de amarração.
- 17) Marcar espaçamentos:** Com uma trena e gesso é marcado exatamente onde cada estribo deve ser amarrado, de acordo com as especificações da ordem de produção.
- 18) Colocar estribos nas posições marcadas:** As ferragens são colocadas em cima de cavales e os estribos são transpassados pelos vergalhões mais grossos e posicionados no local marcado com gesso para a amarração.
- 19) Amarrar um lado da viga:** Os estribos são amarrados de um lado da viga, com arames.
- 20) Amarrar outro lado da vida:** A viga é virada e todo o processo de amarração se repete do outro lado da viga.
- 21) Encaminhar para o estoque:** Após acabada a amarração o produto está pronto e é encaminhado para o estoque manualmente pelos funcionários.
- 22) Confirmar entrega:** Liga para o cliente e confirma a data e hora da entrega já pré-estabelecida.

23) Carregar: Nessa etapa, retira-se o produto que está em estoque e coloca no caminhão que irá transportar até o cliente

24) Entregar: O endereço de entrega é passado para o motorista, juntamente com o recibo que deve ser assinado pelo cliente no momento da entrega.

Mais de 60% dos produtos oferecidos pela empresa não passam por processos produtivos, eles são apenas revendidos da mesma maneira que chegam do fornecedor.

4.4 Etapas para Implementação do MFV

4.4.1 Família de Produtos

Conhecendo as famílias de produtos e o processo que foi detalhado no tópico 4.3, é possível confeccionar a matriz de produtos por etapas de produção, segue abaixo:

Tabela 4. Matriz da Família de Produtos

		ETAPAS DE MONTAGEM E EQUIPAMENTOS		
		Corte	Dobra	Amarração
PRODUTOS	Arame Recozido			
	Coluna POP	x	x	x
	Estribos	x	x	
	Ferragem Armada	x	x	x
	Pregos			
	Tela Metálica			
	Treliça de Ferro			
	Vergalhão de Aço			

Foi especificado na Tabela 4, os produtos sem sua variação de tamanho, largura ou espessura, pois esses passam pelo mesmo processo.

A maioria dos produtos não passam por processo, devido ao fato de serem apenas revendidos para os clientes que muitas vezes realizam os processos na própria obra.

De modo a escolher a família de produto a ser analisada nesse trabalho foram verificados dados de vendas de janeiro até julho de 2016.

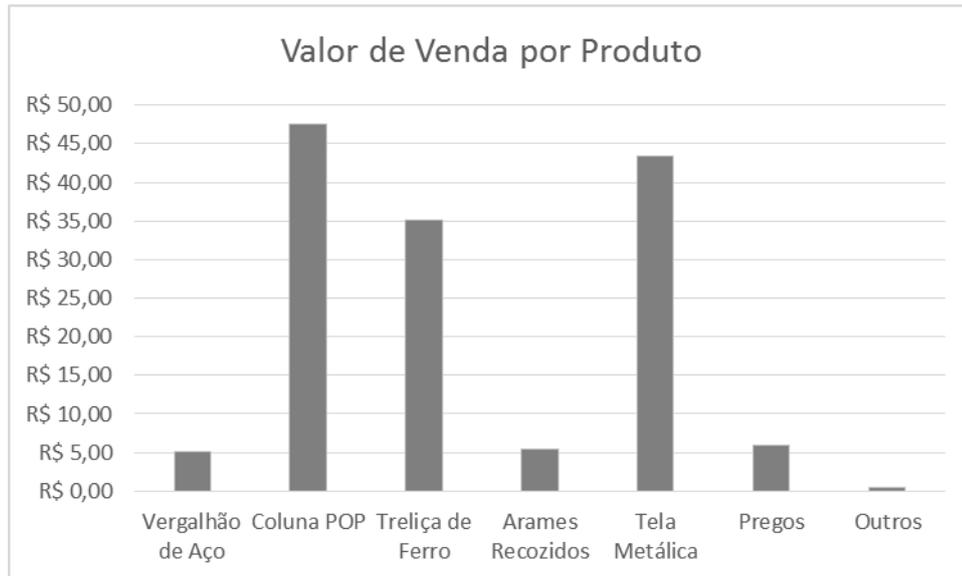


Figura 19. Gráfico de Valor de Venda por Produto

A Figura 1, mostra o valor de venda por produto, desta forma podemos ver que o produto com o maior valor é a coluna POP, esta passa por todos os processos produtivos.

Importante ressaltar que nem todos os produtos aparecem no gráfico por serem compostos pela modificação ou junção de dois ou mais produtos. Como é o caso da ferragem armada e estribos. Os estribos são feitos de vergalhão de aço e a ferragem armada é feita pela junção de vergalhão de aço com arames.

A coluna POP que aparece como com maior valor de venda, mostrada no gráfico acima, inclui apenas as colunas de medidas padronizadas, entretanto o cliente pode comprar com o tamanho que desejar, nesse caso, ela é vendida da mesma maneira que a ferragem armada.

Observando o gráfico abaixo, podemos analisar melhor o faturamento por produto:

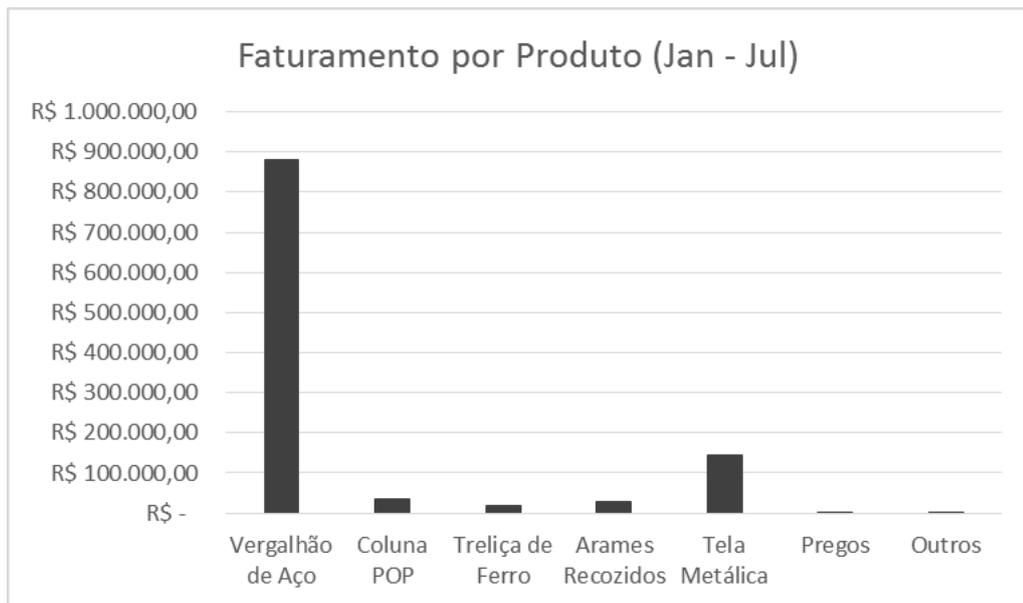


Figura 20. Gráfico do Faturamento por Produto

Como pode-se verificar na Figura 20, o produto que mais faturou nos seis meses analisados foi o vergalhão de aço, contudo esse produto serve de base para fabricação de outros produtos, mas também é vendido na sua forma in natura, conforme relatado acima. Quando este é vendido em sua forma in natura, sem passar por nenhum processo na empresa, ele é comercializado em unidades de barras. Já quando é utilizado para fabricação de outros produtos, como estribos, colunas e ferragem armada, ele é comercialização por peso em quilogramas.

Desta forma, a Figura 21 indica o valor faturado pelos dois tipos de vendas:

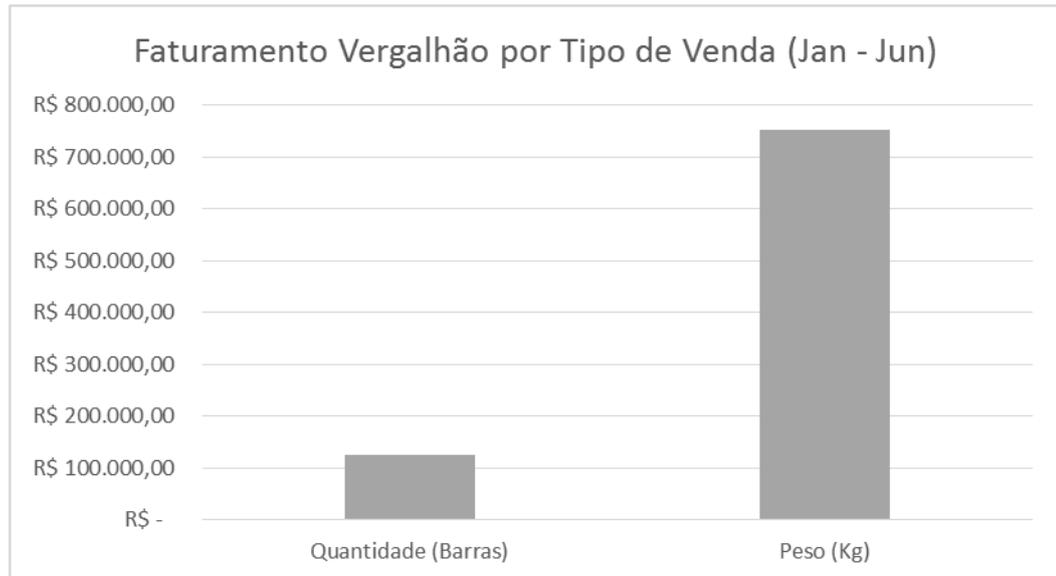


Figura 21. Gráfico do Faturamento do Vergalhão de Aço por tipo de Venda

Pode-se observar que o maior faturamento com vergalhões na empresa é para a produção de outro produto. O produto que é mais produzido com a venda de vergalhões por peso são as colunas sob medida para os clientes.

Analisando o faturamento dos produtos, a família de produto a ser selecionada é de a de colunas, pois além de ter o terceiro maior faturamento em produtos padronizados, também está na maior parte do faturamento dos vergalhões. Desta forma, se enquadra no produto que mais fatura para a empresa.

4.4.2 Mapeamento do Estado Atual (“As Is”)

Depois de definida a família a ser analisada, iniciou-se a observação do processo produtivo e o levantamento de dados do mesmo. Analisando os fluxos envolvidos nos processos pode-se confeccionar o Mapeamento do Estado Atual. As informações levantadas do processo mostram a realidade da empresa naquele momento, sem nenhuma influência externa, afim de melhorar ou prejudicar o processo.

A coleta dos tempos dos processos foi realizada durante o período do trabalho em questão. Esses foram levantados em visitas feitas na empresa, aumentando a confiabilidade das informações apresentadas a seguir. Em relação ao número de operadores nos processos, foi levantado com o encarregado de produção e também por meio de observações de alguns dias.

Para ilustrar melhor as informações levantadas, segue a tabela abaixo:

Tabela 5. Tempo de Ciclo, Troca e Número de Operadores

Processo	Tempo de Ciclo (seg)	Tempo de Troca (min)	Número de Operadores
Corte	43	1	1
Dobra	579	1	2
Amarração	932	4	2

O estoque entre os processos é variado de acordo com o próximo processo que será realizado. No caso do produto em questão, apenas os estribos passam pela dobra, como serão 9 colunas a serem produzidas, um estoque de 270 produtos. Depois da dobra para a amarração tem o estoque dos estribos que saíram da dobra. Enquanto os estribos são produzidos, os vergalhões que saíram do corte ficam em espera até que o processo acabe, como a quantidade necessária de vergalhões para formar uma coluna são 4, temos um estoque de 36. E por fim, formasse as 9 colunas, conforme representado abaixo:

Tabela 6. Estoque entre os Processos

Processos	Estoque entre Processos (unidades)	Tempo (min)
Corte -> Dobra	270	12
Corte -> Amarração	36	133,2
Dobra -> Amarração	270	40
Amarração -> Expedição	9	2940

A empresa não possui um lote padrão, a produção é realizada de acordo com o pedido do cliente, então o estoque entre os processos sempre será variado.

A partir das informações relatadas acima e com observações ocorrida no período de análise na empresa, confeccionou o Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual, segue abaixo:

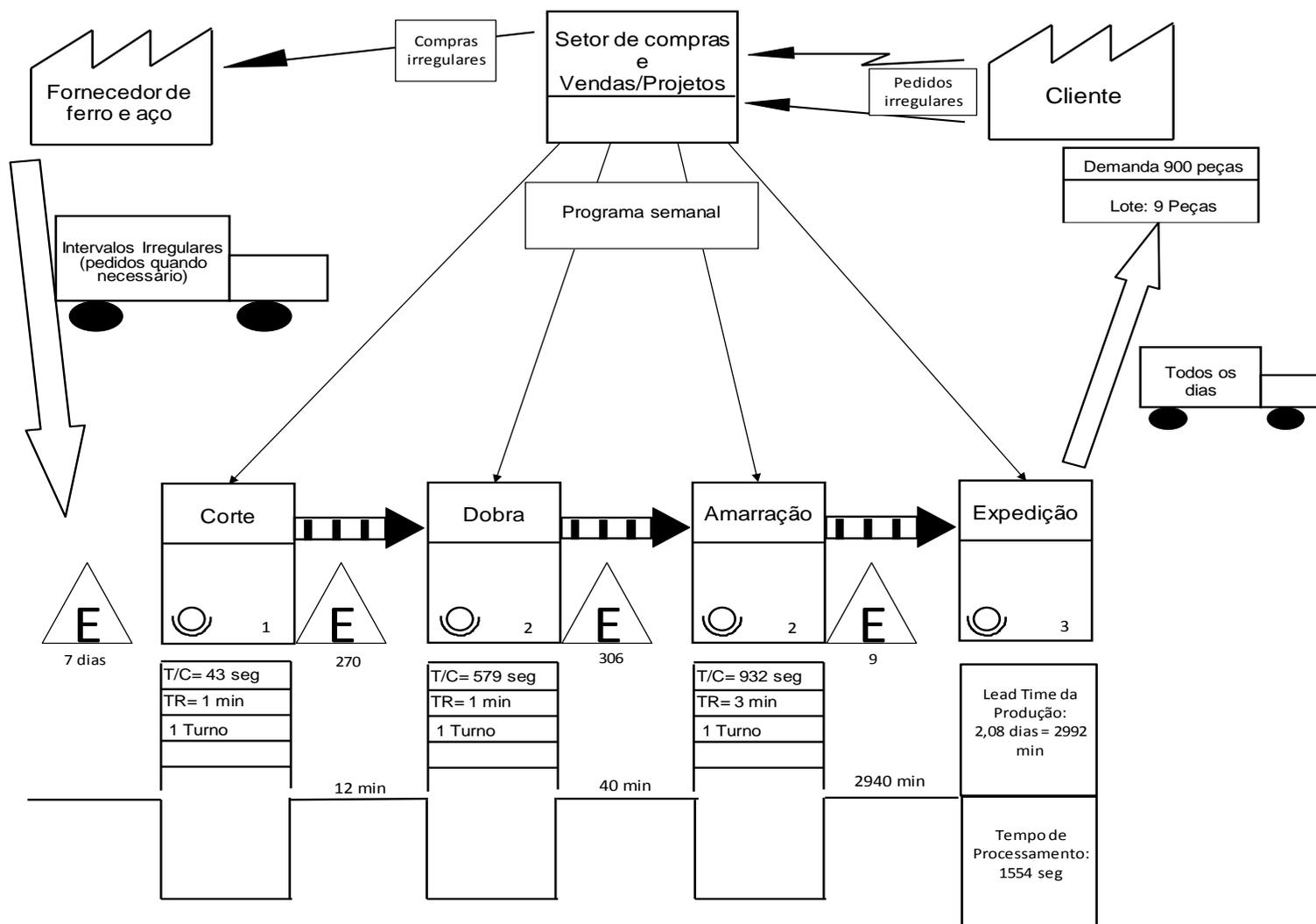


Figura 22. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual

A Figura 22 mostra a matéria-prima vindo de vários fornecedores por meio de compras irregulares, em que o tempo médio de entrega é aproximadamente 7 dias. E é passada para a produção através de programações semanais realizadas de acordo com a demanda e necessidade dos clientes. Depois é possível ver os estoques entre os processos, o primeiro tem 270 peças no estoque, que são as peças que passaram para o processo de dobra, os restantes das peças são direcionadas diretamente para a amarração, então o estoque antes da amarração são das peças que foram apenas cortadas e não passaram pela dobra, 36, e também das que passaram pelo processo de corte, 270. Assim, no total temos 306 peças esperando entre os processos.

Também é possível enxergar o tempo de estoque entre os processos e verificar que os dois que geram maior impacto são da dobra para amarração e da amarração para expedição.

O tempo de processamento cresce conforme se avançam nos processos, onde o processo que exige maior esforço é na amarração.

Assim pode-se verificar que o *lead time* do processo é 115 vezes maior que o tempo de processamento do produto.

Após levantada as informações para a criação no Mapeamento de Fluxo de Valor Atual, realizou-se *benchmarking* com a diretoria, juntamente com o encarregado de produção para análise do Mapa Atual. Desta forma, foi possível levantar os principais pontos desperdícios no processo: estoque, processo, tempo de espera e produtos com defeito.

Além dos desperdícios acima, também destacou algumas oportunidades de melhoria que interferem diretamente no processo: planejamento da produção e organização.

O objetivo do Mapeamento de Fluxo de valor é ter um processo que ocorra sem paradas, filas de esperas, conseguindo um menor *lead time* do processo. Para isso nos próximos tópicos serão sugeridas melhorias, a fim de gerar ganhos no fluxo.

4.4.3 Mapeamento do Estado Futuro (“To Be”)

O mapeamento do estado futuro tem como objetivo simplificar o processo atual trazendo ganhos futuros.

A primeira etapa para realizar a análise do estado atual é levantando o valor do *takt-time* da família de produtos selecionada. Considerando uma demanda média mês de 900 colunas,

produzidas em um turno, 44 horas semanais e 21 dias de trabalho, ou seja, 184,8 horas/mês ou 665280 segundos/mês. Assim, obtivemos um *takt-time* de 739,2 segundos por unidade, conforme demonstrado na equação abaixo:

$$Takt - time = \frac{665280 \text{ segundos}}{900 \text{ unidades}} = 739,2 \text{ segundos/unidade}$$

Desta forma, pode-se comparar o *takt-time* com o tempo de ciclo dos outros processos produtivos da família de produto selecionada. Verificou-se que o processo de amarração é único que possui tempo de ciclo maior que o *takt-time*:

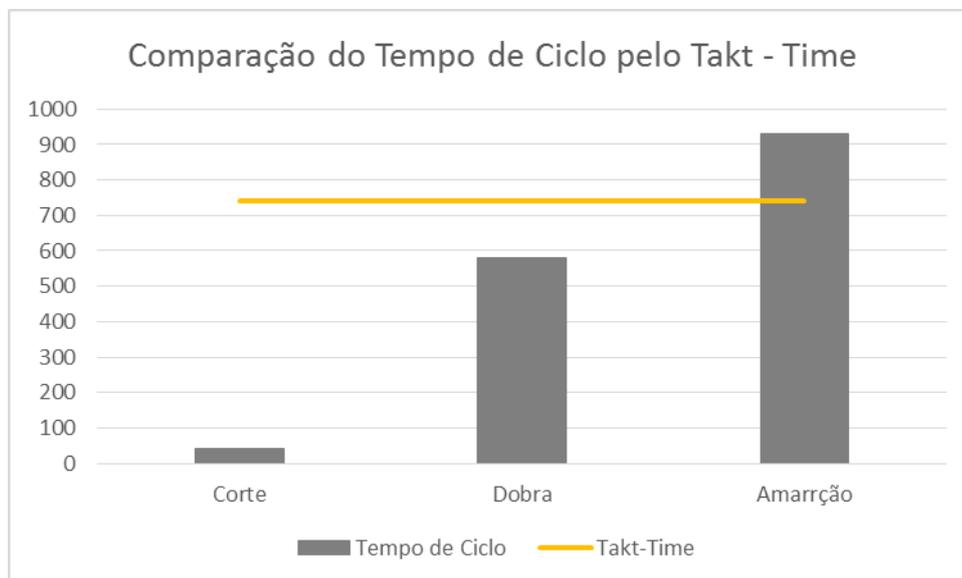


Figura 23. Gráfico de Comparação do Tempo de Ciclo pelo Takt – Time

Como observa-se na Figura 22, os processos não seguem um fluxo contínuo, ocorrendo sempre paradas entre eles. O motivo do aumento do tempo de estoque é pelo fato do processo anterior ser mais ágil que o processo seguinte, ocasionando paradas por falta de capacidade nos processos seguintes.

Para implementar o fluxo contínuo do processo, é necessário analisar tempo de ciclo e o tempo de preparação das máquinas. O tempo de preparação das máquinas é simples, são necessários apenas ajustes referentes as dimensões especificadas. Porém, no estado futuro mostra um *lead time* elevado entre os processos, por não existir planejamento e controle da produção. Um exemplo disso é que frequentemente são inseridos pedidos considerados de maior urgência na produção.

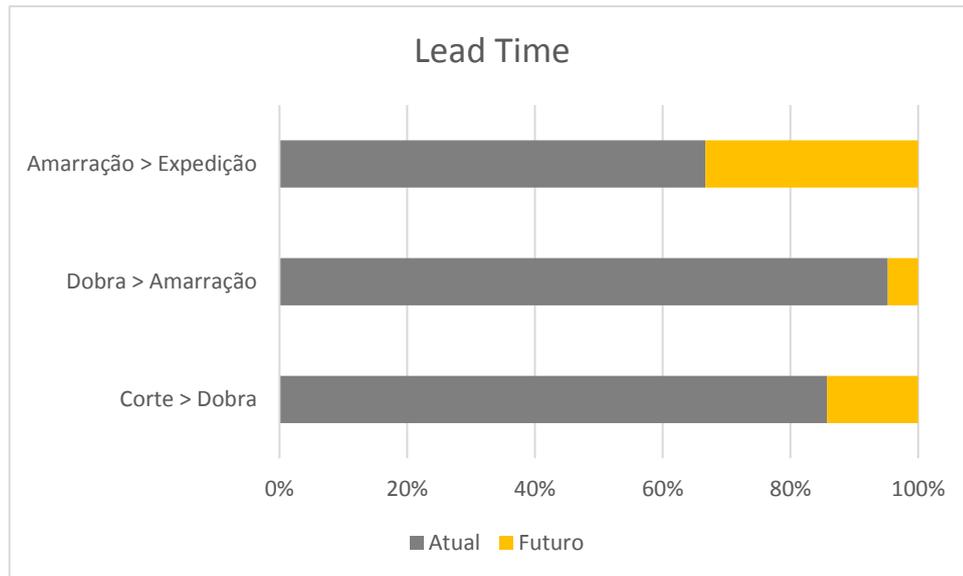


Figura 24. Comparação do Lead Time Processo Atual e Futuro

A Figura 24 mostra o *lead time* do processo atual e futuro, para produção de um lote, contendo 9 peças. Em que a produção é feita em parte. Primeiramente 306 peças são cortadas, posteriormente 270 são dobradas e por fim as 306 peças vão para o processo de amarração, sem existir um fluxo contínuo.

Para obter a diminuição do *lead time*, foi proposta a exclusão de intervenções pela adição de pedidos fora do planejado, além da aquisição de uma nova frota de entrega, que auxiliaria nas entregas dos produtos acabados e mudança no fluxo do processo.

Após realizadas as melhorias, o fluxo será contínuo e o *lead time* entre os processos será apenas o tempo necessário para a troca dos equipamentos. Entre o processo de corte para dobra, terá uma diminuição de 12 para 2 minutos, da dobra para amarração de 40 para 2 minutos e da amarração da expedição de 2940 para 1470 minutos, reduzindo, respectivamente em 83%, 95% e 50%.

O tempo de ciclo total do processo atual é influenciado por não existir um processo contínuo, assim, o processo posterior somente se inicia quando acaba o anterior, resultando no acumulado, um valor elevado. Além disso, o processo de amarração tem um tempo de ciclo maior que o *takt-time*, sendo assim um processo crítico da produção. Conforme mostra a Figura 25:

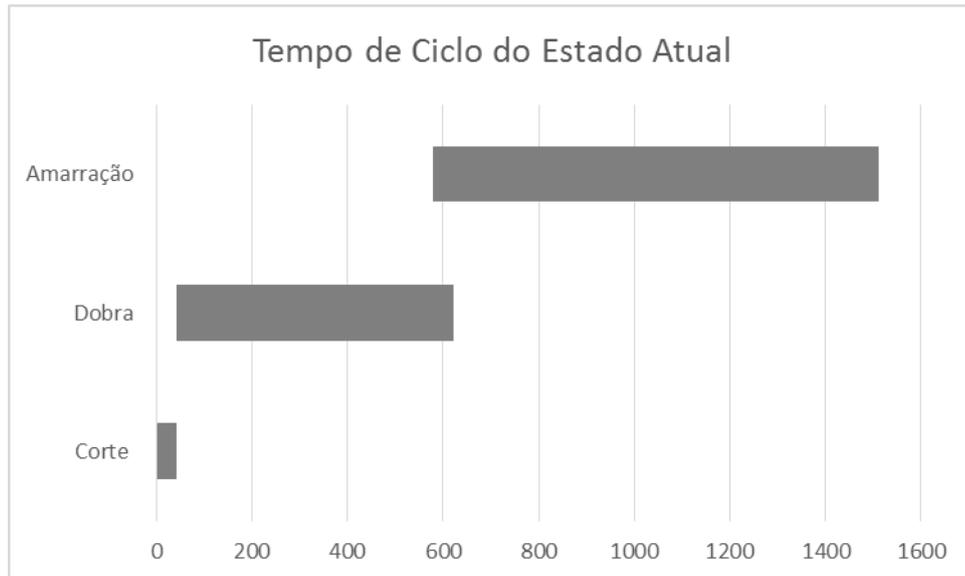


Figura 25. Tempo de Ciclo do Estado Atual

Na Figura 25, é possível concluir que o tempo de ciclo total do processo é de 1554 segundos.

Como proposta para a diminuição do tempo do processo de amarração e, conseqüentemente, aumentar a produtividade da empresa, foi sugerida a alocação de um colaborador a mais participando do processo de amarração, que é considerado crítico pelo seu tempo de processamento. Desta forma, é possível ter aumento de 33,3% na eficiência do processo.

Outro ponto de melhoria identificado é a continuidade das atividades, responsável pelo estoque e tempo de ciclo dos processos. Assim, pelo fato do produto ser personalizado pelo cliente, como forma de agilizar a produção foi sugerido a inserção do sistema FIFO (*First In, First Out*) entre o processo de corte e dobra e o restante será puxado por cartões *kanban* com supermercados, onde as informações contidas no *kanban* serão referentes apenas a quantidade dos produtos e as especificações seriam imputadas pela engenharia.

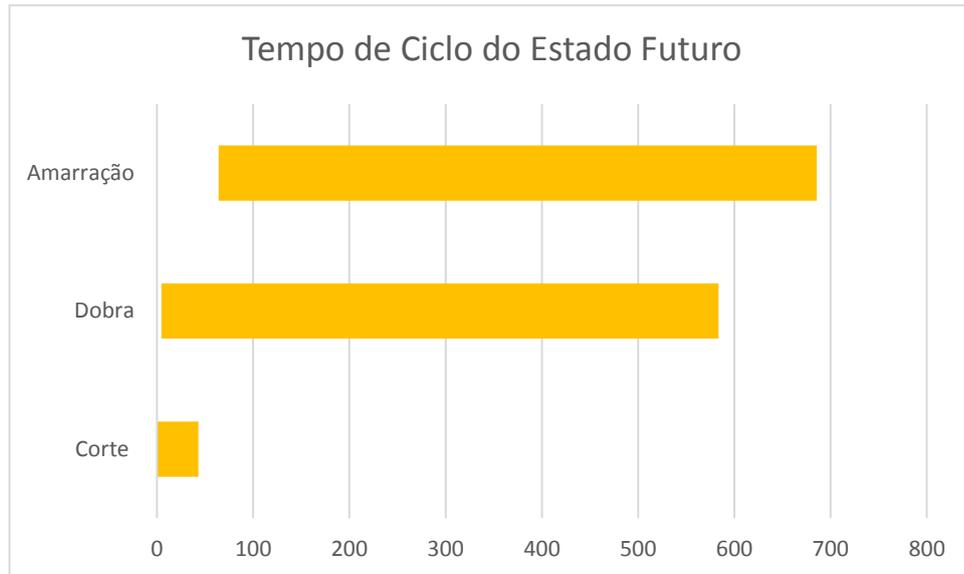


Figura 26. Tempo de Ciclo do Estado Futuro

Comparando a Figura 25 com a Figura 26 enxerga-se no estado atual um tempo de ciclo total de 1554 segundos e após a implementação do sistema contínuo, é possível obter um tempo de ciclo de 685,3 segundos, ou seja, 56% a menos.

Para alcançar a produtividade desejada e ser possível a implementação de um sistema contínuo eficiente, são necessárias algumas melhorias. Primeiramente, a formação de processos mais estáveis e eficientes, através de *kaizen*, que busca a melhoria por meio da metodologia enxuta dos processos. As implementações dos projetos poderão ser por meio do método PDCA ou *lean six sigma* com ferramentas da qualidade.

O primeiro passo seria a implementação da metodologia 5S, que ajudará na qualidade, organização, padronização e otimização da empresa.

Outra ação que deve ser realizada é o gerenciamento das atividades da produção e serviço, através da melhoria do PCP (Planejamento e Controle da Produção) da empresa. De forma que não deixe uma produção que foi iniciada sem ser finalizada, podendo planejar e controlar as demandas da produção e serviços, com os recursos existentes. Evitando assim, estoque entre processos e aumento do *lead time*, garantindo o cumprimento de prazos e quantidades.

Desta forma, tem-se um o seguinte mapeamento do estado futuro:

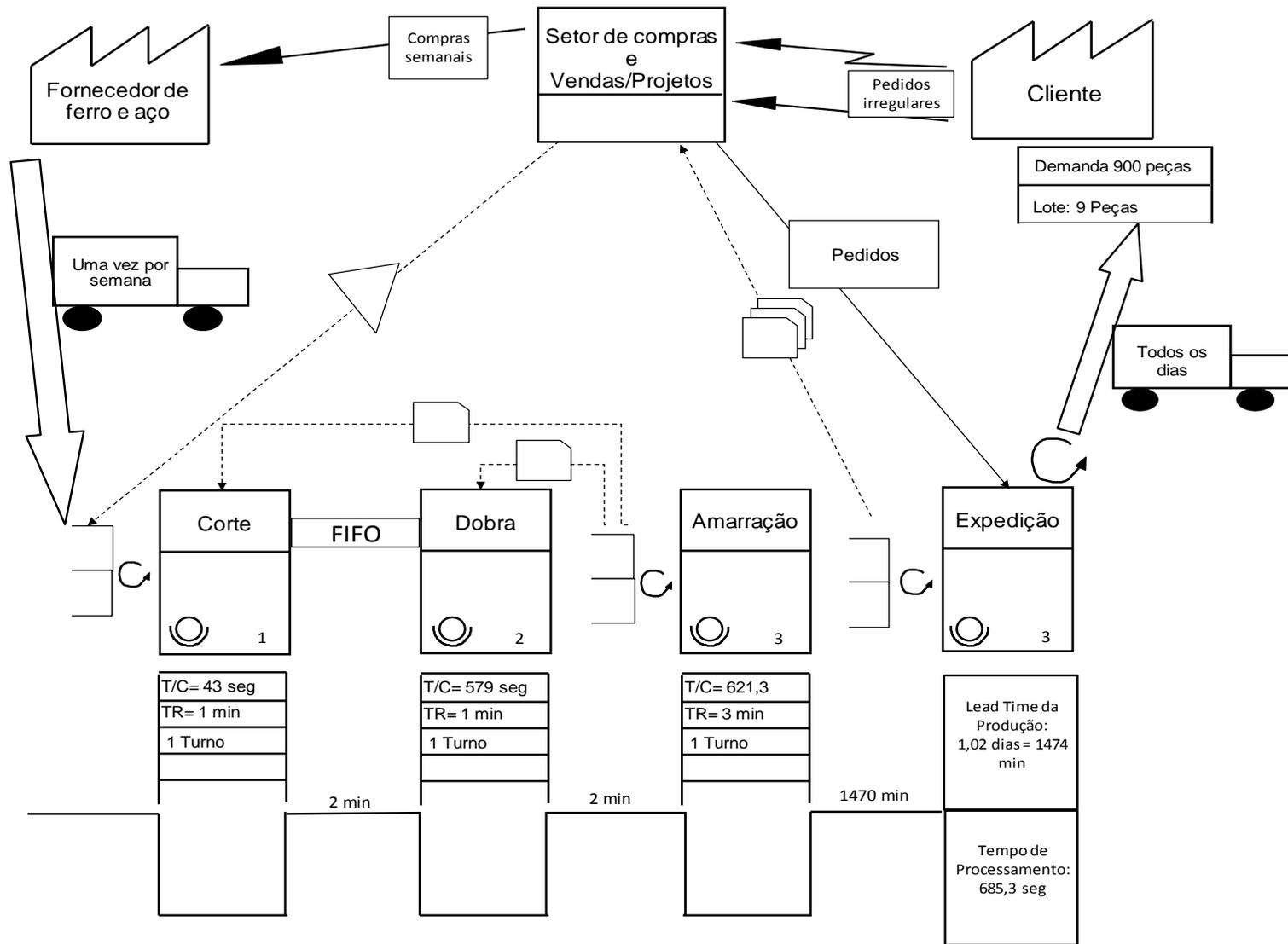


Figura 27. Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro

4.4.4 Plano de Implementação

Para realizar a implementação das ações, é sugerida a realização das mesmas em loops ou ciclos de fluxos:

- Loop marcador de ritmo:

Para realizar a marcação do ritmo, deverá ser introduzido um supermercado antes da expedição, que enviará para o setor de PCP, em que irá definir as dimensões do próximo produto e tamanho do lote. O processo que estabelece o ritmo da produção é a amarração, que puxa do processo de corte e dobra e resulta no produto acabado.

- Loop do processo intermediário:

O loop do processo intermediário irá começar com a implementação do 5S, juntamente com *kaizen*, assim deixando o ambiente melhor estabelecido. Após a primeira etapa, eventos de PDCA e *lean six sigma* deverão ser realizados diminuindo as variações entre os processos.

E por fim, a implementação do sistema contínuo através de *kanban* e o sistema FIFO.

- Loop fornecedor:

O último loop refere-se ao abastecimento de matéria prima, foi definida uma frequência de pedidos semanais, a fim manter um estoque mínimo e garantir abastecimento de todos os processos.

Para o cumprimento das ações necessárias para alcançar o mapeamento de estado futuro, foi feito um 4W1H:

Tabela 7. 4W1H

Condições (WHAT)	Responsável (WHO)	Local (WHERE)	Justificativa (WHY)	Procedimento (HOW)
Adquirir mais um frota de logística	Administração de Recursos Humanos	Expedição	Diminuir o <i>lead time</i>	Compra Veículo Contratação de novo funcionário
Alocar mais um funcionário para auxiliar na amarração	Encarregado de Produção	Amarração	Aumentar a produtividade do processo	Contratação de novo funcionário
Implementação da metodologia 5S	Departamento de Engenharia	Todos os setores	Aumentar a qualidade, padronização, organização e otimização dos processos.	Treinamento; Dia D; Criação de processo de auditoria; Auditorias bimestrais
Implementação de projetos PDCA	Departamento de Engenharia	Chão de fábrica	Aumentar a eficiência nos processos e a qualidade dos produtos	Metodologia PDCA.
Implementação de projetos Lean Seis Sigma	Departamento de Engenharia e Consultoria	Todos os setores	Aumentar a produtividade da empresa e eliminar desperdícios	Metodologia DMAIC.
Melhorar processo de PCP	Departamento de Engenharia e Encarregado de Produção	Engenharia	Planejar e controlar as demandas de serviço e produção	Processo PCP.

A Tabela 7 apresenta todas as ações que deverão ser realizadas, a fim de chegar no Mapa de Estado Futuro apresentado. O 5W1H também mostra o responsável pela ação, onde ela deve ser realizada, o motivo e como deve ser feita. Essa ferramenta da qualidade, organiza de maneira fácil e visual os próximos passos. Foi entregue para a empresa que se comprometeu cumprir todas as ações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, através de estudos embasados em conceitos do Sistema Toyota de Produção, pode-se analisar o fluxo de valor de uma família de produtos em uma metalúrgica do ramo da construção civil e propor melhorias por meio do Mapeamento de Fluxo de Valor.

O objetivo foi identificar oportunidades no processo e assim poder sugerir melhorias, a fim de eliminar os desperdícios, reduzir estoques, melhorar processo, diminuir o *lead time* e tempo de ciclo total do produto, conseqüentemente, diminuindo os custos da produção e aumentando a produtividade da empresa, fazendo com que a mesma seja mais competitiva no mercado. O objetivo que não foi atingido foi a análise das atividades que não agregam o valor, pois durante o trabalho o foco direcionou - se a mudança do fluxo e melhoria do mesmo.

Para atingir tais objetivos recomenda - se que a alta gerência da empresa siga todas as ações presentes no 5W1H e a qualidade de permanência das mesmas.

Desta forma, é possível reduzir *lead time* dos processos de corte, dobra e amarração, em 83%, 95% e 50%, respectivamente. Proporcionando menores custos no processo produtivo e maior satisfação do cliente, garantindo uma entrega mais rápida.

Com a redução do tempo de ciclo, através das melhorias propostas, verifica-se uma oportunidade de aumento de eficiência no processo de até 56%, comparado com o processo atual.

Sabe-se que as mudanças nos processos vão além de atuações nos processos e metodologias, precisa-se que haja uma renovação da cultura e gestão de mudança intensa da parte da alta liderança da empresa. Porém, a empresa se comprometeu a implementar os conceitos de produção enxuta, buscando a melhoria contínua e eliminação de desperdícios de forma constante, pois reconhece a necessidade de vantagem competitiva no cenário atual que o mercado se encontra.

O trabalho encontrou como dificuldade o entendimento da importância da melhoria por parte dos donos, visto que existe uma resistência em relação a mudanças.

A limitação do projeto foi a impossibilidade de extensão do trabalho a múltiplas plantas ou várias empresas, como sugere o método, e sim apenas a permanência no nível de processo. Porém, futuramente, sugere-se a extensão dos estudos para as abrangências maiores, tanto

internamente, com os demais processos da própria empresa, como também a verificação da ocorrência e em outras empresas do setor.

Referente as dificuldades encontradas são: limitação na frota da entrega de veículos, pequena quantidade de funcionários e falta de conhecimento em gestão por parte dos donos da empresa.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. C. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta utilizado os Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições e o Mapeamento do Fluxo de Valor**. Dissertação – Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

ANTUNES, Junico *et al.* **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CORDENAÇÃO DE CONTAS NACIONAIS – IBGE. **PIB e Construção Civil**. <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso 7 jun. 2016

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 690 p.

FERRO, J. R. **A Essência da Ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”**. Disponível em: https://www.lean.org.br/download/artigo_07.pdf. Acesso em 21/12/2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JASTI, N. K. V.; SHARMA, A. **Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: a case study from auto components industry**. International Journal of Lean Six Sigma, v. 5, n. 1, p. 89-116, 2014. <http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>

KILPATRICK, J. **Lean principles**. Utah Manufacturing Extension Partnership, p. 1-5, 2003.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Ícones para Mapeamento**. <http://www.lean.org.br/template.aspx>. Acesso em: 7 de jul. 2016

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A. **Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies**. International Journal of Production Research, v. 51, n. 22, p. 6663-6680, 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.826831>

MOURA, Reinaldo A. **KANBAN: A simplicidade do controle de produção**. Ed. IMAM, 1994.

MORÓZ, G. **Avaliação da aplicação da manufatura enxuta para a indústria moveleira.** 2009.105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

NASH, A. Mark, POLING, R. Sheila. **Mapping the total value stream:** A comprehensive guide for production and transactional processes. New York. CRC Press, 2008.

PIZZOL, Wilson Antônio; MAESTRELLI, Nelson Carvalho. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos.** 2004. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0107_0622.pdf

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO C. A. C. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor de uma situação real.** 2004. Disponível em <http://www.hominiss.com.br/artigos.asp>

O BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Classificação de porte por clientes.** <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>. Acesso 2 de agosto 2016.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em larga escala.** Ed. Bookman, 1997.

POLACINSKI. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de ervamate.** https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.admpg.com.br%2F2012%2Fdown.php%3Fid%3D3037%26q%3D1&ei=afbIUKvPKrLO0QHol4HYBA&usg=AFQjCNG_xK4MiwXLH-05YB4kSXiApwYP1g. Acesso em: 05 fev. 2017.

RENTES, A. F.; NAZARENO, R. R.; SILVA, A. L. **Mapeamento do Fluxo de Valor para Produtos com Ampla Gama de Peças.** In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto-MG, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. Lean Institute Brasil, 2003.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. **Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta**: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. *Gestão e Produção*, v. 15, n. 3, 2008.

SHARMA, Anand; MOODY, **Patrícia E. A Máquina Perfeita**. Ed. Pearson, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Lean seis sigma**: Introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196

