

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA**

Claudio Fahl Perdomo

**PROPOSTA DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE BARCOS DE  
LAZER DE MÉDIO PORTE - UMA APLICAÇÃO DOS  
CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA**

Florianópolis - SC

2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



Claudio Fahl Perdomo

**PROPOSTA DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE BARCOS DE  
LAZER DE MÉDIO PORTE - UMA APLICAÇÃO DOS  
CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação Em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos E. Ferreira

Florianópolis - SC

2010

Catálogo na fonte pela biblioteca universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

P433p Perdomo, Claudio Fahl

Proposta de uma linha de montagem de barcos de lazer de médio porte [dissertação] : uma aplicação dos conceitos de manufatura enxuta / Claudio Fahl Perdomo ; orientador, João Carlos Espíndola Ferreira. - Florianópolis, SC, 2010.

1 v.: il., grafs., tabs., mapas, plantas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia mecânica. 2. Manufatura enxuta. 3. Barcos - Construção. 4. Qualidade (Certificação). 5. Barcos - Indústria. I. Ferreira, João Carlos Espíndola. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. III. Título.

CDU 621

Claudio Fahl Perdomo

**PROPOSTA DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE BARCOS DE  
LAZER DE MÉDIO PORTE - UMA APLICAÇÃO DOS  
CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica

Florianópolis, 19 de março de 2010.

---

Prof. Eduardo Alberto Fancello, D.Sc.  
Coordenador do Curso

---

Prof. João Carlos. E. Ferreira, PhD  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Abelardo Queiroz, PhD  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>ª</sup>. André Ogliari, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



## AGRADECIMENTOS

À meus pais, Carlos Claudio Perdomo e Lady Fahl Perdomo, pelo total incentivo as minhas atividades acadêmicas e, também, pelo apoio moral e afetivo que me fortalece em todos momentos de minha vida.

À minha querida mulher Liana Seganfredo, que me incetiva e me acompanha em todos momentos, dando-me carinho e atenção, sem a qual não conseguiria estar findando mais essa etapa da minha vida.

À todos meus familiares que de alguma forma contribuíram e me apoiaram em mais uma etapa.

Aos colegas e amigos que fiz durante este curso: Javier, Aline, Darlei, Jonathas, Xavier, Gabriel, Lisiane, Gustavo, Davi, Kleber.

À meu orientador João Carlos Espíndola Ferreira, pela benevolência e compreensão, pois sem o seu apoio, certamente, não teria sido possível a conclusão deste estudo.

Enfim, ao estaleiro Schaefer Yachts por possibilitar a realização deste trabalho.



## RESUMO

O atual cenário competitivo entre as empresas colabora para que o nível de exigência por parte dos consumidores aumente, em virtude da diversidade de produtos encontrados no mercado. Por essa razão, as empresas de manufatura, para permanecerem competitivas, procuram focar sua atenção na melhoria do processo produtivo, buscando eliminar os desperdícios, reduzir o tempo e o custo para a fabricação dos produtos, melhorar a qualidade da informação para, assim, obter produtos de elevada qualidade, satisfazendo o cliente. Neste contexto encontra-se a indústria náutica brasileira, que está em crescente expansão, principalmente no ramo de barcos para lazer e pesca, setor em que se encontra o maior potencial náutico do Brasil, tendo em vista a sua grande e diversificada costa, imensas bacias hidrográficas e clima quente. Todavia, mesmo diante deste quadro, a fabricação de barcos para lazer no Brasil é ainda considerada artesanal, devido à baixa demanda destes produtos no mercado interno e externo, razão pela qual não há muito investimento na melhoria da qualidade do processo. Frente a isso, a presente dissertação, utilizando os conceitos de manufatura enxuta (“Lean Manufacturing”), derivados do Sistema Toyota de Produção, apresenta uma análise da linha de montagem de um barco de 30 pés em um estaleiro de médio porte, na região da grande Florianópolis, com o objetivo de mostrar a aplicabilidade dessa filosofia na melhoria do processo de fabricação de barcos. Para isso, realizou-se inicialmente uma pesquisa bibliográfica apresentando uma breve história da construção naval no Brasil. Na sequência, são mostradas as ferramentas para a aplicação do pensamento enxuto, que incluem o layout celular, fluxo de valor, nivelamento de operações e células de manufatura. Por fim, descreve-se a experiência proposta para o chão de fábrica propondo melhorias ao processo produtivo por meio de um gerenciamento visual de informações.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Indústria Náutica; Fabricação de Barcos; Qualidade..



## ABSTRACT

The current competitive environment between firms contributes to the level of demand from consumers increases, due to the diversity of products in the market. Therefore, the manufacturing companies to remain competitive, seeking to focus their attention on improving the production process, seeking to eliminate waste, reduce time and cost to manufacture the products, improve the quality of information to thus obtain products high quality, satisfying the customer. In this context we have the marine industry in Brazil, which is becoming increasingly widespread, especially in the business of boats and fishing trips, a sector in which it is the largest sailing potential of Brazil, with a view to its large and diverse coastline, immense basins and hot weather. But even before this picture, the manufacture of leisure boats in Brazil is still considered small-scale, due to low demand for these products in domestic and foreign markets, which is why there is not much investment in improving the quality of the process. Given this, the present research, using the concepts of lean manufacturing (Lean Manufacturing), derived from the Toyota Production System, presents an analysis of the assembly line of a boat 30 feet in a yard of medium size, in the region of Florianopolis, in order to show the applicability of this philosophy in improving the manufacturing process of boats. For this, there was initially a literature presenting a brief history of shipbuilding in Brazil. Following are shown the tools for the implementation of lean thinking, including the layout cell, value stream, leveling operations and manufacturing cells. Finally, we describe the proposed experience to the shop floor, drawing up a map of the value stream of the current state, and then proposed improvements to the production process by means of a visual information management.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Yacht Industry, Yacht Manufacturing; Toyota Production System;



## LISTA DE FIGURAS

Fig. 01 – A Base do Sistema Toyota de Produção.....	Pg. 18
Fig. 02 – Uma visão de sistema para o trabalho padronizado.	Pg. 26
Fig. 03 – Exemplo de Arranjo Físico Posicional.....	Pg. 32
Fig. 04 – Exemplo de arranjo físico por processo.....	Pg. 33
Fig. 05 – Exemplo de arranjo físico celular.....	Pg. 34
Fig. 06 – Exemplo de arranjo por produto.....	Pg. 34
Fig. 07 – Posição do processo - volume / variedade.....	Pg. 35
Fig. 08 – Exemplo de quadro de nivelamento (Heijunka Box).....	Pg. 39
Fig. 09 – Etapas do MFV.....	Pg. 45
Fig. 10 – Modelo “Phantom 300” da Schaefer Yachts.....	Pg. 53
Fig. 11 – Estrutura organizacional da empresa.....	Pg. 54
Fig. 12 – Arranjo físico por processo no setor de laminação..	Pg. 56
Fig. 13 – Arranjo físico por processo no setor de marcenaria.	Pg. 57
Fig. 14 – Arranjo físico por processo no setor de estofaria.....	Pg. 58
Fig. 15 – Arranjo físico posicional no setor de montagem.....	Pg. 59
Fig. 16 - Visão aproximada do processo produtivo.....	Pg. 60
Fig. 17 – Exemplo da atuação do programa 5S no estaleiro...	Pg. 63
Fig. 18 – Envolvimento de colaboradores nas práticas organizacionais.....	Pg. 64
Fig. 19 – Mapa 01 – Fluxo de valor “Macro”.....	Pg. 70
Fig. 20 – Mapa 02 – Kaizen no papel Mapa 01.....	Pg. 77
Fig. 21 – Mapa 03 – Fluxo de valor da montagem .....	Pg. 83
Fig. 22 – Mapa 04 – Kaizen no papel Mapa 03 .....	Pg. 88
Fig. 23 – Mapa 05 – Fluxo de valor do estado futuro.....	Pg. 99
Fig. 24 - Proposta de Layout Futuro.....	Pg. 107
Fig. 25 – Símbolos do fluxo de materiais e informações.....	Pg. 117



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Simbologia do MFV.....	Pg. 43
Tabela 02 – Gerenciamento visual de colaboradores.....	Pg. 65
Tabela 03 – Representação da estrutura do produto.....	Pg. 66
Tabela 04 – Cronograma de produção.....	Pg. 69
Tabela 05 – Ícones utilizados no mapa 01.....	Pg. 74
Tabela 06 – Ícones utilizados no mapa 03.....	Pg. 82
Tabela 07 - Análise do movimento de retirada de kit do almoxarifado.....	Pg. 87
Tabela 08 – Exemplificação de alteração de estrutura.....	Pg. 94
Tabela 09 – Cronograma de implantação do estado futuro na sede atual.....	Pg. 106



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CAD	- Computer Aided Design (Desenho Auxiliado por Computador)
FIFO	- First In First Out (Primeiro Entrar Primeiro Sair)
JIT	- Just in Time
MFV	- Mapeamento do Fluxo de Valor
MRP	- Manufacturing Resource Planning (Planejamento dos Recursos de Manufatura)
PCP	- Planejamento e Controle da Produção
STP	- Sistema Toyota de Produção
T/C	- Tempo de Ciclo
TR	- Tempo de setup



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>Pg. 01</b>
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	Pg. 02
1.2 JUSTIFICATIVA.....	Pg. 04
1.3 OBJETIVO GERAL.....	Pg. 04
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	Pg. 05
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	Pg. 05
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>Pg. 07</b>
2.1 HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO NAVAL NO BRASIL.....	Pg. 07
2.2 OS SISTEMAS DE FABRICAÇÃO.....	Pg. 08
2.2.1 Produção Artesanal.....	Pg. 08
2.2.2 Sistema Ford de produção em massa.....	Pg. 09
2.2.3 Sistema Toyota de Produção.....	Pg. 13
2.2.3.1 A evolução do sistema Toyota.....	Pg. 13
2.2.3.2 Fundamentos da Toyota.....	Pg. 16
2.2.3.3 Estabilidade da produção.....	Pg. 21
2.2.3.4 A Padronização.....	Pg. 25
2.2.3.5 Tipos de processos e arranjo físico de manufatura.....	Pg. 28
2.2.3.6 A filosofia Just-In-Time.....	Pg. 36
2.2.3.7 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	Pg. 42
2.2.3.8 Jidoka.....	Pg. 47
<b>3 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO.....</b>	<b>Pg. 51</b>
3.1 EMPRESA OBJETO DE ESTUDO.....	Pg. 51
3.2 SELEÇÃO DO OBJETO ESTUDO DE CASO.....	Pg. 51
3.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	Pg. 54
3.4 ANÁLISE DO ARRANJO FÍSICO DO ESTALEIRO.....	Pg. 55
3.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	Pg. 60
3.6 A QUALIDADE NO ESTALEIRO.....	Pg. 61
3.7 A BUSCA PELA PADRONIZAÇÃO.....	Pg. 65
3.8 MAPEANDO O FLUXO ATUAL.....	Pg. 68
<b>4 RESULTADO DA ANÁLISE.....</b>	<b>Pg. 71</b>
4.1 DESCRIÇÃO DO MAPA 01.....	Pg. 71
4.2 PARÂMETROS DO MAPA 01.....	Pg. 73
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA 01.....	Pg. 74
4.4 SUGESTÕES PARA MELHORIA DO FLUXO BASEADO NO MAPA 02.....	Pg. 77
4.5 PARÂMETROS DO MAPA 03.....	Pg. 81
4.6 DESCRIÇÃO DO MAPA 03.....	Pg. 84
4.7 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA 03.....	Pg. 86
4.8 SUGESTÕES PARA MELHORIA DO FLUXO BASEADO NO MAPA 04.....	Pg. 89
<b>5 MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO.....</b>	<b>Pg. 97</b>

5.1 DESENVOLVIMENTO DO MAPA FUTURO DA LINHA DE MONTAGEM.....	Pg. 100
5.2 FLUXOGRAMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO.....	Pg. 106
5.3 PROPOSTA DE LAYOUT FUTURO.....	Pg. 107
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>Pg. 108</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>Pg. 113</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>Pg. 116</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A crescente abertura do mercado internacional, impulsionada pela globalização, configura atualmente um mercado dinâmico e concorrido para todos os setores da indústria. A diversidade de produtos colabora para o aumento do nível de exigência por parte dos consumidores e, também, gera maior grau de competitividade entre as empresas de manufatura. O compromisso com a satisfação do consumidor potencializa cada vez mais o setor industrial no aperfeiçoamento de seus processos e produtos. No início do século 20 o mercado revelava-se inverso, onde as indústrias disponibilizavam um “único” produto/protótipo e os consumidores acabavam adquirindo-o por falta de opções. Hoje, quem configura o mercado industrial é o consumidor, cabendo à indústria fabricar produtos que satisfaçam as suas necessidades e desejos.

De uma maneira geral, atualmente o mercado mostra-se mais ramificado. Na busca da satisfação do consumidor e diante da variedade de culturas, o desenvolvimento de produtos torna-se cada vez mais específico. As empresas pressionadas por consumidores mais esclarecidos, em razão da inovação e do avanço tecnológico dos produtos, e por concorrentes cada vez mais preparados, são forçadas a utilizar estratégias de ajuste para se adaptar às mudanças no mercado que se sucedem de forma contínua.

Por essa razão, o conceito de produto padronizado (“standard”) perde força a cada dia, abrindo espaço para produtos e serviços que se adaptem aos diferentes nichos, exigindo maior flexibilidade nos sistemas de manufatura das indústrias, evidenciando, assim, a necessidade da busca de novas formas de aperfeiçoar o desenvolvimento de produtos, como também de ferramentas de gerenciamento que aumentem a competitividade da indústria através de uma produção flexível e com qualidade.

No entanto, a indústria deve ter sua atenção voltada ao conhecimento tecnológico, aprimorando constantemente os processos utilizados na fabricação, onde a qualidade do produto possui relação direta com a qualidade do processo e, com isso, buscar a diferenciação do produto para torná-lo mais identificável e competitivo no mercado.

Diante disso, é de ser relevado que num mercado onde os preços são estabelecidos pelo cliente e pela concorrência, a indústria deve concentrar maiores esforços na obtenção de um controle operacional de custo bem definido, por meio do aperfeiçoamento contínuo do processo

produtivo e da eliminação de desperdícios, o que propiciará um aumento na margem de lucro.

Para a indústria ampliar ou sustentar a capacidade de competir em médio e longo prazo, há uma dependência cada vez maior do processo produtivo. Para Schumpeter (2002), pressupõe-se neste caso o desenvolvimento de um produto utilizando-se uma infra-estrutura adequada, que permita a produção de um bem ou serviço de qualidade, que satisfaça as condições exigidas para seu uso prático e, conseqüentemente, retorno financeiro. O desenvolvimento só acontece com capacitação tecnológica, que deve estar inserida no setor produtivo para que se possa implantar a inovação.

Neste contexto competitivo encontra-se a indústria náutica brasileira, que está em crescente expansão, principalmente no ramo de barcos para lazer. O potencial náutico do Brasil é um dos maiores do mundo, devido à sua grande e diversificada costa, imensas bacias hidrográficas e clima quente. Com 7.480 quilômetros de extensão de costa, o Brasil oferece condições ideais para a prática de esportes aquáticos. Os rios, lagos, represas e hidrovias somam 32.550 quilômetros de águas navegáveis. Todavia, esse é um mercado ainda pequeno, quando comparado aos mercados norte-americano e europeu. (ACOBAR, 2009).

O empresário brasileiro via de regra prefere importar tecnologia a desenvolvê-la, pagando somente royalties sobre suas vendas, envolvendo, assim, menos riscos. Contudo, com a compra de tecnologia externa, a empresa nacional está fadada a ser de segunda linha, pois o interesse dos fornecedores estrangeiros não é vender o seu equipamento de ponta. Por outro lado, a indústria brasileira não pode dispensar a tecnologia externa, em virtude do ritmo de inovação no exterior ser ainda mais acelerado do que no Brasil. Cabe, portanto, à indústria nacional, uma postura equilibrada para inovar em projetos genuinamente brasileiros, com base nos recursos locais, buscando o contínuo aperfeiçoamento do processo produtivo.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A fabricação de barcos para lazer no Brasil é ainda considerada artesanal, devido à baixa demanda destes produtos no mercado interno e externo, e conseqüentemente, os estaleiros acabam não investindo no aprimoramento do processo produtivo. De acordo com a Associação

Brasileira dos Construtores de Barco e seus Implementos (ACOBAR), a relação barco/habitante no país é de aproximadamente 1/1600, tendo em vista que a frota nacional de embarcações em fibra de vidro, acima de 14 pés, é de apenas 53 mil unidades.

Segundo dados da International Boat Industry (IBI), nos Estados Unidos a frota dessas embarcações conta com 17 milhões de unidades, resultando em uma relação de 1/23. No Canadá, com 2 milhões e 200 mil barcos, é 1/15. A Itália, com 880 mil, tem 1/66 barco por habitante. Na Alemanha, a frota é de 800 mil e a relação é de 1/111. Na França, 1/120, com uma frota de 500 mil barcos. Calcula-se que o Brasil, para se equiparar aos países de primeiro mundo, deveria ter aproximadamente 300.000 embarcações de lazer, ou 1/150 barco por habitante, o que significa que há um déficit de 247 mil barcos.

Um dado recente é que o mercado nacional de barcos para lazer teve um crescimento acima da expectativa nos últimos anos, e cada vez mais se observa que a cadeia de suprimentos náuticos vem acompanhando esta demanda. Conseqüentemente, os estaleiros, vislumbrando o enorme potencial da indústria náutica, começam a investir mais no desenvolvimento de seus produtos e processos. Logo, a fabricação de barcos caminha rumo à produção em série, à automatização de alguns processos e na busca de um produto diferenciado e de qualidade.

Do mesmo modo, o estaleiro estudo de caso desta dissertação, onde o autor se apresenta inserido e, que, o mesmo, observou a expansão que houve no estaleiro desde a sua fundação para se adequar a demanda cada vez maior por barcos. Porém, em certo momento, o espaço físico e recursos permaneceram os mesmos e, conseqüentemente houve um aumento significativo de falhas nas peças, atrasos de fornecimento, atrasos na produção e variabilidade de componentes.

Diante desta situação problemática, o autor buscou implementar melhorias na linha de montagem de um barco de 30 pés em um estaleiro de médio porte, aplicando-se os conceitos da produção enxuta (“Lean”). Busca-se analisar a situação atual de fabricação artesanal, identificando as fontes de desperdícios e as oportunidades de melhoria no processo de montagem do barco, para que se possa desenvolver o estado futuro e propor melhorias por meio de um mapa descritivo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Essa dissertação de mestrado justifica-se pelas suas contribuições tecnológicas e industriais concentradas na área náutica, na qual há poucas contribuições referentes aos conceitos de manufatura enxuta aplicados ao chão de fábrica. Tendo em vista, os ganhos que um sistema de manufatura enxuta pode oferecer quando aplicado apropriadamente, a proposta desta pesquisa visa propor melhorias a linha montagem de um barco em um estaleiro de médio porte.

Faz-se necessário mencionar, que um estudo de caso visa detalhar um ambiente ou uma situação em particular e, no caso deste estudo, contribuindo para o entendimento dos fenômenos que envolvem a fabricação de barcos de lazer de médio porte. Neste caso, o estaleiro, estudo de caso, possui problemas com atraso de fornecedores, variabilidade de peças fornecidas e, principalmente, com a sincronização dos processos envolvidos no chão de fábrica.

Diante disso, o envolvimento da academia na prática industrial e na gestão da produção de um estaleiro, contribui para o desenvolvimento científico aplicado a indústria náutica brasileira. O estudo ilustra o assunto abordado permitindo explorar as tecnologias envolvidas e usar as informações obtidas na elaboração de novas hipóteses em pesquisas subsequentes. Visto que este assunto incentiva o universo acadêmico a estudos aprofundados na elaboração de projetos adequados à cultura regional, para possíveis implantações e publicações, exercendo desta forma uma das principais funções atribuídas à universidade.

## 1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta dissertação consiste em analisar o fluxo de informações e materiais de um estaleiro de barcos de lazer de médio porte, e propor melhorias a linha de montagem e aos processos envolvidos, através dos conceitos de manufatura enxuta e por meio de mapas de fluxo de valor visando à melhoria na sincronização e na qualidade dos processos.

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Integração dos conceitos de manufatura enxuta nos diversos setores envolvidos na linha de montagem do barco considerado como estudo de caso;
- Mapeamento do fluxo de valor na linha de montagem atual;
- Identificação de oportunidades de melhoria no processo de montagem (“muda”);
- Criação de um mapa futuro com propostas de melhoria na linha de montagem (“kaizen”);
- Contribuir com o entendimento do fluxo de materiais e informações num ambiente industrial náutico;

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação é dividida em seis capítulos, começando com a contextualização do tema; revisão bibliográfica; a metodologia; análise dos resultados obtidos e posterior conclusão e sugestões para futuros trabalhos que possam ser desenvolvidos na mesma linha de pesquisa. Segue uma breve descrição dos capítulos:

Capítulo 1: Introdução: Introdução ao tema, contextualização do estudo de caso, apresentação da problemática, justificativa, objetivos e estrutura do trabalho.

Capítulos 2: Revisão bibliográfica: Fundamentação teórica da dissertação, em que será exposta a filosofia “lean”, de modo a explicitar o conceito do pensamento “enxuto”. Far-se-á, para isso, uma abordagem dos conceitos de qualidade derivados do sistema Toyota de produção.

Capítulo 3: Metodologia para Análise: Neste capítulo será descrito a análise da situação atual da linha de montagem do barco de 30 pés, que será representada por um mapa de fluxo de valor.

Capítulo 4: Resultados da Análise: Apresentar-se-á, de forma detalhada, a análise desenvolvida em chão de fábrica, sendo realizada uma explanação dos resultados e a programação das ações corretivas.

Capítulo 5: Mapeamento do Estado Futuro: Serão mostradas as propostas de melhoria na linha de montagem do barco de 30 pés, através de um mapa de fluxo de valor.

Capítulo 6: Conclusões e Recomendações: Conclusão do trabalho apresentado, identificação de pontos inerentes a futuras pesquisas, sendo evidenciadas possíveis contribuições.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO NAVAL NO BRASIL

A indústria da construção naval é muito antiga no Brasil, advindo dos tempos coloniais, onde os portugueses, que na época da descoberta eram os mais ávidos navegadores e grandes construtores navais. Eles logo perceberam as vantagens de construir navios aqui, aproveitando a abundância e excelência das madeiras e a mão-de-obra indígena.

De acordo com a SOBENA (Sociedade Brasileira de Engenharia Naval), as primeiras embarcações construídas no Brasil foram dois bergantins fabricados no Rio de Janeiro em 1531. Após abertura deste mercado muitos estaleiros foram se instalando ao longo de nosso litoral, dentre eles, o Arsenal de Marinha da Bahia, em Salvador, que foi considerado o mais importante para projeção do Brasil no mercado naval. Fundado por Thomé de Souza, o estaleiro construiu dezenas de navios, inclusive grandes naus, que eram os maiores navios de guerra do seu tempo.

Logo, em 1763, funda-se o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, existente até hoje, cuja primeira embarcação fabricada foi a nau S. Sebastião em 1767. Mas a maior façanha do estaleiro carioca foi por volta de 1770, com a construção da nau Padre Eterno, sendo o maior navio do seu tempo em todo o mundo. Na primeira metade do Século 19, o Arsenal da Bahia foi o maior estaleiro construtor, sendo o Arsenal do Rio de Janeiro principalmente um centro de reparos navais, circunstância essa que forçou a modernização das instalações do estaleiro carioca, com o intuito de atender os primeiros navios a vapor que começavam a chegar. Por essa época, o Arsenal chegou a atingir um progresso técnico comparável ao que havia nos centros mais avançados da Europa. Outro centro importante de construção naval no Século 19 foi o estaleiro de Ponta d'Areia fundado por Visconde de Mauá, que construiu mais de uma centena de navios (Velasco, 1997).

Assim, a partir de 1840 a demanda por barcos no Brasil começou a crescer e a ampliação e modernização dos estaleiros foram contínuas e notáveis. Com a implantação de novas oficinas e com a vinda dos primeiros brasileiros com um curso formal de engenharia naval na Europa, o Brasil conseguiu pioneirismos notáveis, como a construção do primeiro navio a hélice em 1852, o primeiro navio

encouraçado em 1865, e o primeiro de construção inteiramente metálica em 1883. Em 1890 foi construído o cruzador Tamandaré, de 4.537 toneladas, cujo porte só seria ultrapassado 72 anos depois.

A partir de 1890, em uma época de grande evolução na indústria mundial, o Arsenal do Rio estagnou e entrou em um processo de decadência irreversível, e em pouco tempo tornou-se obsoleto e quase inútil. Os 47 anos seguintes foram de decadência e quase total paralisação da construção naval brasileira. Mesmo assim, contam-se nesse período algumas tentativas de reativação, como a fabricação de um pequeno petroleiro 340-B, de 1.500 toneladas, por encomenda do governo argentino, sendo este o primeiro navio construído para exportação.

A volta da construção naval brasileira se deu por volta de 1937, com o novo Arsenal de Marinha da Ilha das Cobras, Rio de Janeiro. E, diante de uma era de avanços tecnológicos o Brasil começou a retomar força, destacando-se os navios de estrutura soldada e, por volta de 1950, novidades como a pré-fabricação de grandes blocos para compor uma superestrutura de alumínio.

Com a da Lei nº 3.381, de 24 de abril de 1958, criou-se o Fundo da Marinha Mercante (FMM) e posteriormente a organização do GEICON (Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval), que faziam parte do Plano de Metas do Governo Juscelino Kubitschek, contribuindo para o renascimento da grande construção naval mercante no Brasil. De acordo com Velasco (1997), com esse fundo, o Brasil passou a ser em 1972 o segundo parque industrial de navios mercantes do mundo, perdendo apenas para o Japão, justo porque o Brasil não possuía exportações mundiais como o Japão e dependia exclusivamente das encomendas internas, principalmente militares, resultando na dependência dos estaleiros brasileiros ao FMM até os dias de hoje.

## 2.2 – OS SISTEMAS DE FABRICAÇÃO

### 2.2.1 – Produção Artesanal

A evolução dos sistemas de fabricação na indústria naval ocorreu de forma exponencial, sendo que durante muito tempo todo produto dependia da habilidade do artesão, e ao longo dos anos houve a sistematização dos processos para a obtenção de produtos em série.

Tal evolução deve-se principalmente aos avanços tecnológicos na área da mecânica, que foram evidenciados na indústria automotiva, onde no início do século 20 a produção criou novos conceitos. Para comprar um carro, naquela época, bastava visitar um produtor/artesão da região, e dirigir-se ao dono da oficina para que o mesmo tomasse nota das exigências do cliente para iniciar a fabricação do carro.

Meses depois o carro estava em estado “pré-fabricado”, ou seja, o cliente tinha que testar o veículo na estrada acompanhado de um mecânico da oficina, para que o mesmo pudesse ajustá-lo de acordo com o gosto do cliente e, depois de ajustado, o carro seria único, praticamente um protótipo, e o seu custo seria bastante elevado. De acordo com DENNIS (2008), pode-se identificar as seguintes características da produção artesanal:

Uma força de trabalho composta de negociantes semi-independentes com habilidades em desenho, máquinas e montagem. [...] Volume de produção baixa e altos preços. [...] Somente os ricos podiam comprar. [...] Organizações descentralizadas: pequenas oficinas de máquinas forneciam a maioria das peças. O dono/empresário coordenava o processo e contactava diretamente os fornecedores, trabalhadores e clientes. [...] A qualidade era imprevisível, uma vez que cada produto era, essencialmente, um protótipo. [...] Utilização de máquinas de uso geral: estas eram usadas para cortar, perfurar e polir as peças. [...] Ações de melhoria não eram amplamente compartilhadas. [...] Os nostálgicos vêem a produção artesanal como uma era dourada em que a arte era importante e as empresas davam atenção especial a cada cliente.

### 2.2.2 – Sistema Ford de produção em massa

Em torno de 1905, Taylor (1990) procurou identificar a melhor forma de fazer o trabalho baseado em princípios científicos, primeiro separando o planejamento da produção, uma vez que a mão de obra não possuía instrução para planejar o trabalho. Assessorado por engenheiros industriais, Taylor realizou diversos experimentos e estudos, na busca de

obter a melhor forma de realizar um trabalho. Entre algumas de suas inovações destacam-se:

- Trabalho padronizado: estabelecer a melhor forma de realizá-lo;
- Estudo de tempos e movimentos: ferramenta para o trabalho padronizado;
- Tempo de ciclo: o tempo que o trabalho leva;
- Medição e análise contínua do processo;

O livro “The Principles of Scientific Management”, escrito por Taylor em 1911, teve uma grande importância no âmbito administrativo, tendo o mérito de ser o primeiro texto a apontar a gestão como uma atividade separada e perfeitamente identificável. Nela Taylor desenvolve as conclusões das suas investigações sobre a forma mais eficiente de realizar as tarefas individuais, criando o que ficou conhecido como a gestão científica do trabalho.

Após ter identificado cada movimento e na realização de ações de cada tarefa, Taylor determinou o tempo ideal para executar o trabalho. A partir deste tempo estabelecido, o gestor poderia então avaliar a qualidade do trabalho individual, devido à determinação de um padrão de trabalho. Para isso, o treinamento do trabalhador visava a execução das tarefas do modo que a sua gerência indicasse, obedecendo sempre sem questionamentos a finalidade de suas tarefas, devendo apenas ficar atento aos comandos dos instrutores.

A tarefa consiste de atribuições específicas determinadas pela gerência, enquanto que o trabalho compreende na sua complexidade um conjunto de tarefas com uma finalidade determinada, de modo que a tarefa pode ser executada por um trabalhador, independente de saber sobre a finalidade e/ou importância dentro de um determinado processo produtivo.

Paralelamente ao desenvolvimento do conceito de produção em massa de Taylor, de acordo com Chiavento (1993), surgiu um empreendedor estadunidense chamado Henry Ford, que iniciou a sua vida como simples mecânico, chegando posteriormente a engenheiro-chefe da Detroit Automobile Company. Esta fábrica fechou dois anos mais tarde, pois seus diretores eram contrários a adotar a produção em massa como modelo padrão, algo desconhecido para época.

Henry Ford fundou assim a Ford Motor Company, a qual fabricou um modelo de carro a preços populares dentro de um plano de vendas e de assistência técnica de grande alcance, revolucionando a

estratégia comercial da época. Logo, entre 1906 e 1907 ele implantou na companhia a política de produzir um carro padronizado, através de montagem em série, de forma a produzir automóveis em massa em menos tempo e a um custo relativamente baixo, e que necessitasse um mínimo de cuidado com sua manutenção (MAIA, 2003).

Entretanto, Chiavenato (1993) destaca que Ford foi um homem realmente inovador para sua época, devendo-se citar que ele adotou três princípios básicos:

- Princípio de intensificação:** consiste em diminuir o tempo de produção, com o emprego imediato dos equipamentos e da matéria-prima e a rápida colocação do produto no mercado;
- Princípio da economicidade:** consiste em reduzir ao mínimo o volume do estoque da matéria-prima em transformação. Por meio desse princípio, ele conseguiu fazer com que o trator ou o automóvel fossem pagos à sua empresa antes de vencido o prazo de pagamento da matéria-prima adquirida, bem como do pagamento de salários.
- Princípio de produtividade:** consiste em aumentar a capacidade de produção do homem no mesmo período (produtividade) por meio da especialização e da linha de montagem. Assim, o operário pode ganhar mais, num mesmo período de tempo, e o empresário ter maior produção.

Para Ford (1922), o resultado da produção em massa que implantou em sua fábrica é “a economia de pensamento e a redução ao mínimo do movimento do operário e, sendo possível, deve fazer sempre uma só coisa com um só movimento”.

No conceito de Taylor e na prática industrial de Ford, uma vez estabelecida e separada cientificamente cada parte do processo produtivo, a empresa necessitaria apenas de um ser humano com competência o suficiente para a realização daquela tarefa específica. Se esta tarefa por sua vez fosse apenas apertar um determinado parafuso, não haveria portanto a necessidade de um encarregado possuir qualquer conhecimento para realizá-la e, dependendo da tarefa poderia até mesmo ser realizada por mulheres, crianças e pessoas com algum tipo de deficiência.

A concretização da linha de montagem padronizada deu-se entre 1912 e 1914, incluindo linhas de montagem com movimento

contínuo por meio de esteiras rolantes, possibilitando a montagem recorde de um carro completo em 93 minutos. O sucesso desta implantação deve-se não somente à linha de montagem, mas também à criação de peças intercambiáveis, fator determinante para facilitar a montagem. Posteriormente, em 1925, um carro a cada 15 segundos era finalizado nas linhas de montagem. Em 1926 a Ford Motor Company já tinha 88 usinas e empregava 150.000 pessoas, fabricando então dois milhões de carros por ano.

A produção em massa evidenciou alguns problemas em como coordenar a montagem, uma vez que quando um dado processo tivesse sido completado, o sistema o conduziria para o processo seguinte, gerando assim instabilidade. Filas eram comuns nas linhas de montagem, devido à velocidade de alguns trabalhadores na execução de tarefas ser maior que a de outros.

Nessa mesma época o empresário e gestor norte-americano Alfred Sloan Jr. foi o presidente da General Motors (GM), também fabricante de carros, entre 1923 e 1946. Durante os 23 anos em que ficou à frente da GM, Sloan (2009) contribuiu bastante para a arte de administrar uma grande corporação. Quando ele entrou na empresa, na década de 1920, a GM era um emaranhado de negócios dispersos e desordenados.

Endividada e com a produção à beira do colapso, a General Motors quase foi à falência. Sloan assumiu a presidência em 1923, e a maneira pela qual ele reorganizou a empresa tornou-se modelo para quase todas as entidades corporativas no resto do século 20. Ele dividiu a GM em unidades autônomas que ficaram sujeitas apenas aos controles financeiro e político de uma pequena equipe central. Entretanto, de acordo com Dennis (2008):

Sloan reconheceu que o sistema de produção em massa exigia gerenciamento profissional. Ele descentralizou as vastas operações da GM em cinco divisões automotivas e várias divisões de peças. Cada uma delas era administrada por um gerente geral e reportava para uma pequena sede corporativa. Cada centro de lucro usava medidas padronizadas para reportar ao gerente sênior que administrava objetivamente, “com números”.

Com a combinação dos conceitos de Taylor, da prática industrial de Ford e das técnicas de administração de Sloan, obtém-se

assim a produção em massa tradicional. Estabelecidos como grupos organizados de trabalhadores no controle de tarefas e funções no trabalho, o sistema perdura vitorioso até hoje, porém apresentando significativos sinais de conflito.

Vale lembrar, Ford foi o primeiro a introduzir a produção em massa nos tempos recentes, mas idéia foi inicialmente desenvolvida em Veneza centenas de anos antes, onde navios eram fabricados dessa forma, utilizando partes pré-manufaturadas e linhas de montagem.

Nesta época, de acordo com George Jr. (1974), desenvolveram-se métodos de produção em massa para navios de guerra no Arsenal de Veneza, no seu auge, século XVI, o Arsenal empregava cerca de 16000 pessoas que aparentemente eram capazes de fabricar um navio (Galera) por dia, com todos acessórios bélicos.

Utilizando-se de técnicas de produção em massa, o novo sistema era muito mais rápido e exigia menos madeira. Basicamente, construía-se primeiro a quilha do barco separadamente, substituindo o antigo sistema romano de construir o casco numa peça única, no entanto, uma produção em série que só se veria posteriormente na Revolução Industrial.

### 2.2.3 – Sistema Toyota de Produção

#### 2.2.3.1 – A evolução do sistema Toyota

A essência do Sistema Toyota de Produção (STP) começou com o conceito de automação inteligente, chamado "Jidoka", que nasceu nos teares criados por Sakichi Toyoda, o fundador do grupo Toyota. Na época, por tradição, a tecelagem era um trabalho artesanal, onde o tecelão trançava os fios horizontais entre os fios verticais, por meio de movimentos repetitivos de ida e volta.

Observando sua mãe trabalhando no tear manual, Sakichi Toyoda pensava em maneiras de facilitar a tecelagem, e inventou um equipamento de tear manual feito em madeira, em 1890. Esse equipamento era de fácil operação e quase 50% mais eficiente que os produtos anteriores, pois o tecelão podia mover o condutor do fio para frente e para trás com uma só mão, fornecendo o fio horizontal ao mesmo tempo. Não satisfeito, Sakichi começou a trabalhar em teares mecânicos, vindo a criar em 1896 o primeiro tear mecânico do Japão.

Em 1924 Sakichi e seu filho Kiichiro executaram um feito histórico, criando o “Modelo G”, sendo o primeiro tear mecânico de alta velocidade do mundo que fornecia o tecido e o fio horizontal com segurança, sem interromper o trabalho. Sakichi e Kiichiro instalaram, ainda, um medidor fino de metal nos fios verticais que deslizavam e interrompiam o processo no instante que o fio arrebentasse.

Tal procedimento foi necessário porque os teares tradicionais desperdiçavam material, tendo em vista que os fios verticais arrebentavam frequentemente. Além disso, o trabalho até então era realizado exclusivamente por operadores que eram responsáveis por verificar alguma anormalidade no processo, interrompendo-o para tomar as providências necessárias. Portanto, tal inovação foi absolutamente extraordinária para a época.

Diante disso, Sakichi aperfeiçoou seu sistema criando sensores sofisticados com a função de detectar possíveis “falhas” utilizando-se de artifícios mecânicos, em que um operador podia observar mais de 30 teares simultaneamente e identificar as irregularidades mais rapidamente. Os avanços tecnológicos de Sakichi não cessaram, vindo a ser criadas, posteriormente, máquinas capazes de parar o processo automaticamente caso ocorresse algum problema, eliminando desta forma a necessidade de operadores para observá-los, o que resultou em uma significativa redução de peças com defeito (GHINATO, 2000).

Por sua vez, Kiichiro, além de ajudar seu pai na implementação do “Modelo G”, foi responsável por instalar o sistema de produção dos teares automáticos na fábrica da Toyota em 1926, nos quais aplicou os métodos americanos de linha de produção em massa. Posteriormente, Kiichiro, ao viajar para Europa e América do Norte em 1929, se deparou com uma enorme frota de veículos nas ruas, e isto o motivou a dar início à produção de automóveis.

Contudo, na época, o Japão não detinha tecnologia nem base econômica viáveis para a instalação de uma indústria de carros, mas Kiichiro ignorou as incertezas do mercado e montou uma oficina anexa à fábrica de teares para desenvolver pequenos motores. Em 1935 sua equipe lançou um protótipo automotivo, denominado “Modelo A1”. Já no ano seguinte, Kiichiro incorporou suas operações automobilísticas aos processos utilizados nos teares e começou a operar paralelamente uma fábrica de automóveis iniciando assim a produção do primeiro carro para passageiros, o modelo Toyota AA.

Refinando os métodos americanos de produção em massa aplicados em sua fábrica, Kiichiro desenvolveu o conceito da produção “just-in-time”, que é a essência do Sistema Toyota de Produção. A idéia

era eliminar o desperdício da produção, produzindo somente o necessário, no momento certo e na quantidade certa.

Todavia, com o início da 2ª Guerra Mundial em 1939, Kiichiro teve seus esforços interrompidos. Somente anos depois, com o fim da guerra, Kiichiro entregou o comando de sua fábrica a seu primo Eiji Toyoda, instruindo-o a colocar a fábrica dentro dos padrões norte-americanos de tecnologia em um prazo de três anos, uma vez que a produção de automóveis nos Estados Unidos era oito vezes maior do que a do Japão. Entretanto, a Toyota não possuía capital e equipamentos para tal implementação, razão pela qual Eiji designou um gerente chamado Taiichi Ohno para sua oficina de máquinas, com o objetivo de desenvolver um sistema de produção mais eficiente.

Diante disso, Eiji e Ohno procuraram uma maneira de aumentar o valor da produtividade de cada operário e, simultaneamente, otimizar seus recursos de equipamentos e capital. Para isso, Ohno observou a sistemática de funcionamento dos supermercados norte-americanos, e pôde perceber que as peças eram entregues sem que fossem solicitadas, ou seja, as prateleiras estavam cheias e, mesmo assim, continuavam a ser reabastecidas, o que gerava superprodução e, conseqüentemente, desperdício. Por essa razão, Ohno, com base no conceito “just-in-time” de Kiichiro, inventou um tipo de sistema completamente diferente, em que o abastecimento das peças era realizado por meio de cartões (“Kanban”) que informavam quando o pedido era solicitado e, somente a partir disso, realizava-se a reposição.

Dessa forma, os “Kanbans” asseguravam que os processos fabricassem apenas o necessário para substituir as peças utilizadas pelos processos seguintes (OHNO, 1997). Para a implantação do sistema de Ohno a cooperação ativa dos operários era essencial. Contudo, no começo houve resistência, pois as pessoas não queriam abrir mão de seus métodos habituais de trabalho. Por esse motivo, Ohno teve a iniciativa de ir até o local e ensinar as pessoas a utilizarem o seu sistema, com total apoio e entusiasmo de Eiji Toyoda.

Este método de produção foi aos poucos sendo aceito e se transformando na estrutura da produção “just-in-time” e da automação inteligente “Jidoka”, caracterizando, assim, o Sistema Toyota de Produção. Tal sistema veio a obter atenção global depois da crise de Petróleo de 1973, porque a Toyota recuperou-se mais rápido do que outros fabricantes de carros, em virtude de seu sistema de produção.

Em seguida a General Motors Corporation e a Toyota se uniram em um empreendimento conjunto para fabricar carros compactos nos Estados Unidos, sendo, então, criada a New United Motor

Manufacturing Incorporated (“NUMMI”), na Califórnia, em 1984. Todavia, no início as diferenças na língua e cultura foram um grande desafio, o que não impediu que o Sistema Toyota de Produção fosse implementado, resultando na melhor fábrica de automóveis classificada por sua qualidade nos Estados Unidos.

A fábrica tornou-se um símbolo de cooperação industrial de sucesso entre o Japão e os Estados Unidos. Um livro publicado pelo Instituto de Tecnologia de Massachussets aclamou o Sistema Toyota de Produção, intitulado-o como "A máquina que mudou o mundo", ajudando a disseminar esse método de produção, nomeando-o “lean manufacturing”, que significa manufatura enxuta.

### 2.2.3.2 – Fundamentos da Toyota

O Sistema Toyota de Produção continua evoluindo e reagindo às constantes mudanças e circunstâncias do mercado, inclusive com o compromisso de continuar aprimorando cada fase de produção e operação, visando contribuir permanentemente para a melhoria na qualidade do processo. Para isso, Taiichi Ohno concebeu o STP a partir da prática produtiva, que representa fazer mais com menos recursos e dar aos clientes o que eles querem.

Todavia, para a maioria das indústrias o custo de seu produto baseia-se nos princípios clássicos da contabilidade, onde o custo de produção acrescido do lucro estimado resulta no preço final do produto. Contudo, para STP o preço é fixo e o lucro é determinado a partir da subtração dos custos de produção.

Desta forma, observa-se que a única maneira de aumentar o lucro é reduzir os custos com a produção, por meio de sistemas<sup>1</sup> que visem a melhoria do processo produtivo. Para Dennis (2008), os sistemas possuem as seguintes características:

Cada parte do sistema tem um objetivo definível. Por exemplo, o objetivo do motor do carro é fornecer força motriz. [...]

As partes do sistema são interdependentes. O motor de um carro depende do subsistema de combustível para obter energia química e do subsistema de transmissão para fazer as rodas andar. [...]

Podemos compreender cada parte ao ver como essa se insere no sistema. Porém, não conseguimos compreender o sistema identificando as partes não montadas. Um carro não pode ser compreendido simplesmente ao ver suas partes – afinal, um helicóptero também tem motor, sistema de combustível e transmissão – mas em como essas partes se encaixam uma nas outras. [...]

Para entender o sistema, devemos entender seu objetivo, suas interdependências e suas interações. O motor de um carro pode estar funcionando bem, mas se a coluna de transmissão está fora do lugar, o carro não se moverá. Ou seja, devemos pensar no todo e nas diferentes partes.

Para poder explicar o Sistema Toyota de Produção aos funcionários e fornecedores, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda criaram o gráfico chamado de “Casa da Toyota”, e escolheram o formato de uma casa por ser algo familiar que transmite estabilidade. De acordo com a Léxico Lean (2003), a representação se dá na forma da fig. 01:

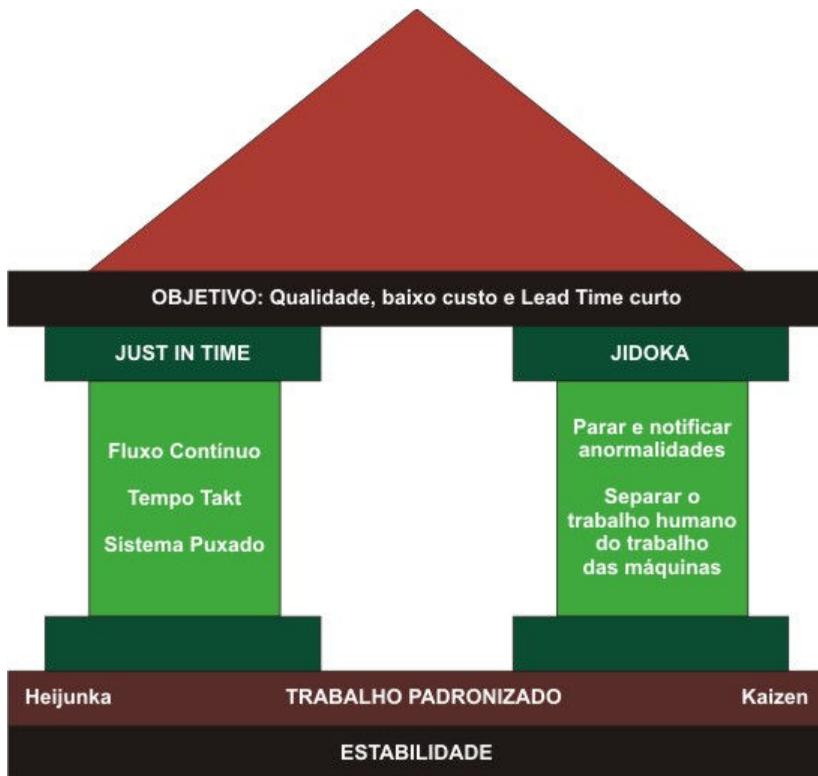


Fig. 01 – A Base do Sistema Toyota de Produção (adaptado pelo autor)  
(Lexico Lean, 2003)

Base (Heijunka): estabiliza a variabilidade da programação de produção, reduz o “lead-time” total, coordena as vendas, a programação e as necessidades dos clientes.

Pilar Esquerdo (“just-in-time”): elimina os desperdícios da produção, cria um fluxo otimizado do produto e da informação, minimiza o inventário e a área ocupada.

Pilar Direito (“Jidoka”): integra a qualidade ao processo, separa o homem da máquina usando a automação inteligente de baixo-custo, utiliza sistemas a prova de erros, melhora os equipamentos e a confiabilidade.

Telhado (Objetivo): produção com baixo custo, num prazo menor e com qualidade.

Para melhor compreender os termos utilizados no STP, vale destacar os conceitos do muda, mura e muri, assim explicitados por Dennis (2008):

“**Muda** significa “desperdício”, ou qualquer atividade que o cliente não está disposto a pagar [...] **Mura** se refere à falta de regularidade ou flutuação no trabalho, geralmente causadas por planos de produção oscilantes. [...] **Muri** quer dizer “difícil de fazer” e pode ser causado por variações na produção, maus projetos de funções ou de ergonomia, mau ajuste de peças, ferramentas ou gabaritos inadequados.” (Grifou-se).

Taiichi Ohno classificou o termo muda em sete categorias:

**Muda (perdas) pelo Excesso de Produção** [...] produzir mais do que o necessário resulta em tremenda perda – consumo de matéria-prima antes do necessário; uso inútil de mão-de-obra e equipamentos; acréscimos de maquinaria; aumento de cargas de juros; espaço adicional para armazenar o excesso de estoque; aumentos dos custos do transportes e custos administrativos. De todos os muda, o excesso de produção é o pior. Dá às pessoas um falso sentimento de segurança, ajuda a encobrir todos os tipos de problemas e obscurece [...]

**Muda (perdas) pelo Excesso de Estoque** [...] produtos finais, produtos semi-acabados ou peças e suprimentos mantidos em estoque não agregam valor. Ao contrário, aumentam o custo operacional, ocupando espaço, exigindo equipamento adicional e instalações como depósitos, guindastes e sistemas de transporte computadorizados. Além disso, um depósito exige mão-de-obra adicional para operação e administração. Enquanto o excesso de itens permanece no estoque juntando poeira, nenhum valor é agregado. Sua qualidade se deteriora ao longo do tempo. E ainda pior, podem ser destruídos por um incêndio ou outro desastre. [...]

**Muda (perdas) pelo Excesso de Refugos e Retrabalhos** [...] os refugos interrompem a produção e exigem retrabalho dispendioso. Frequentemente, os refugos precisam ser descartados – a pior perda de recursos e esforço. No ambiente atual de produção em massa, uma máquina automatizada de alta velocidade que não funciona corretamente pode gerar um grande número de produtos defeituosos antes que o problema seja identificado. Os refugos também podem danificar moldes e máquinas caras. [...]

**Muda (perda) pelo Excesso de Movimento** [...] todo movimento corporal de uma pessoa não diretamente relacionado à agregação de valor é improdutivo. Quando uma pessoa está caminhando, por exemplo, não agrega valor. Em especial, qualquer ação que exija grande esforço físico por parte do operador – por exemplo, levantar ou carregar um objeto pesado – deve ser evitada, não só porque é difícil, mas porque representa muda. A necessidade de um operador para carregar um objeto pesado pode ser eliminada; basta rearrumar o objeto. [...] Para identificar o muda pelo excesso de movimento, devemos analisar cuidadosamente a forma como os operadores usam suas mãos e pernas, rearrumar a posição das peças e desenvolver ferramentas e matrizes adequadas. [...]

**Muda (perda) pelo Excesso de Processamento** [...] às vezes, a tecnologia ou projeto inadequado resultam em muda no próprio processamento do trabalho. Uma abordagem indevidamente prolongada ou o excesso de processamento de uma máquina, o uso improdutivo de uma prensa e as rebarbas são exemplos de muda pelo excesso de processamento que pode ser evitado. [...] Eliminar muda do processamento é algo que se pode conseguir com frequência através de técnicas de baixo custo que emprega o bom senso. [...]

**Muda (perdas) pelo Excesso de Espera** [...] esse tipo de muda ocorre quando as mãos do operador estão ociosas; quando o trabalho de um operador fica em compasso de espera devido a desequilíbrios de linha, falta de peças ou paralisação de máquina; ou quando o operador

está simplesmente monitorando um equipamento enquanto ele executa uma tarefa que agrega valor. Esse tipo de muda é fácil de detectar. Mais difícil de detectar é o muda de espera de processamento de máquina ou trabalho de montagem. Mesmo quando o operador parece estar trabalhando duro, uma grande quantidade de muda pode existir sob a forma dos segundos ou minutos que o operador gasta esperando a chegada do próximo item de trabalho. Durante esse intervalo, o operador permanece simplesmente observando a máquina, desperdiçando seu tempo. [...]

**Muda (perdas) pelo Excesso de Transporte [...]** o transporte é uma parte essencial das operações, mas a movimentação de materiais ou produtos não agrega valor. Ainda pior, frequentemente ocorre dano durante o transporte. Dois processos independentes exigem transporte. Para eliminar o muda nessa área, a chamada ilha isolada – qualquer processo fisicamente distante da linha principal – deve ser incorporada à linha, sempre que possível. (Grifou-se) (IMAI, 1996).

A “Casa Toyota” representa, portanto, os elementos do sistema Toyota de Produção, que visa proporcionar aos seus operários um melhor entendimento desse sistema e, desta forma, conseguir implementá-lo de forma simples e de uma maneira em que todos os operários possam por em prática seus conceitos e, assim, colaborar para redução dos custos de produção e o aumento dos lucros.

### 2.2.3.3 – Estabilidade da produção

De acordo com o dicionário Aurélio (1986), a palavra estabilidade significa “1. qualidade de estável; firmeza, solidez, segurança. 2. Fis. Propriedade geral dos sistemas mecânicos [...]”. Por sua vez, dentro dos conceitos de manufatura enxuta, com a estabilidade é possível o desenvolvimento de uma produção capaz de prover resultados significativos ao longo do tempo. Caso isso não ocorra ter-se-á variabilidade dos processos, gerando-se um sistema instável e difícil de ser controlado.

A busca da estabilidade da produção advém de uma prática de gestão japonesa que visa excelência e procura aprimorar a produção com as ferramentas disponíveis, sendo que essa identidade filosófica pode ser aplicada a qualquer área da vida. Em japonês a palavra grafada para essa filosofia é kaizen, formada por dois ideogramas: kai, que significa mudança e zen, que significa melhor (DENNIS, 2008).

Kaizen, portanto, quer dizer melhoria contínua, que está focada na eliminação de muda, de forma a agregar mais valor ao produto ou serviço com um mínimo de investimento, o que somente é possível alcançar a partir de processos padronizados. O kaizen (que poderia ser representado pela subida de uma escada) só pode ser considerado seguro e contínuo se a padronização de suas operações (degraus) for “construída” de forma sequencial e de maneira sólida e consistente.

A estabilidade obtida por meio da filosofia kaizen começa com um gerenciamento visual, utilizando-se o sistema 5S para dar suporte ao trabalho padronizado. O 5S é aplicado juntamente com os conceitos de manutenção preventiva total (MPT) e just in time, os quais são responsáveis pela obtenção de informações reais e verdadeiras, proporcionando assim a tomada de decisões corretas frente aos problemas ocorridos na produção.

As técnicas 5S também são conhecidas como “Housekeeping”, desenvolvidas por meio de um trabalho intensivo em um contexto de manufatura. São atividades que não envolvem tecnologias e teorias gerenciais, e são assim conceituadas Imai (1996):

**Seiri:** distinguir os itens necessários e desnecessários em “gemba” (palavra em japonês que significa “lugar verdadeiro”) e descartar os desnecessários.

**Seiton:** arrumar todos os itens restantes após o seiri.

**Seiso:** manter máquinas e o ambiente de trabalho limpos.

**Seiketsu:** ampliar o conceito de limpeza às pessoas e praticar continuamente as três etapas acima.

**Shitsuke:** desenvolver autodisciplina e criar o hábito de engajar-se nos 5 “S” estabelecendo padrões.

O método 5S visa combater eventuais perdas e desperdícios nas empresas e indústrias, educando o pessoal envolvido diretamente com a

sua aplicação, objetivando aprimorar e manter o sistema de qualidade na produção. Deste modo, o 5S auxilia a reorganização da empresa, facilitando a identificação de materiais, descarte de itens obsoletos e melhoria na qualidade de vida e ambiente de trabalho de todos os membros da empresa.

O trabalho padronizado é uma das práticas fundamentais da produção enxuta, que tem origem no modelo de produção em massa de Taylor, fundamentada nas medidas de tempo e movimento. Alguns dos benefícios trazidos pela padronização são o aumento de tempo produtivo (tanto dos operários quanto das máquinas envolvidas no processo), redução de falhas, regulamentação das funções e organização do trabalho de cada operário.

1º Senso – Separar (seiri): consiste em identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários, descartando e dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades. O ato de “guardar” é um instinto natural das pessoas e o senso de utilização visa identificar os excessos e/ou desperdícios por elas criados, identificando o seu “porquê”, adotando, assim, medidas preventivas para evitar que ocorram novamente.

2º Senso – Classificar (seiton): significa "cada coisa no seu devido lugar". É definir locais apropriados e critérios para estocar, guardar ou dispor “tudo” de modo a facilitar o uso, manuseio, procura, localização e guarda de qualquer item. 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.

3º Senso – Limpar/Inspeccionar (seiso): ter senso de limpeza é eliminar a sujeira e sua fonte ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente. O mais importante neste conceito não é o ato de limpar, mas o ato de "não sujar", ou seja, além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas. Resume-se em eliminar a sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente (parede, armários, o teto, gaveta, estante, piso) bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões.

4º Senso – Padronizar (seiketsu): 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, usar EPI (Equipamento de Proteção Individual) e cuidar para

que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

5º Senso – Manter (shitsuke): é desenvolver hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam escritas ou informais, bem como a cultura, buscando contribuir sempre para melhoria do ambiente de trabalho com sugestões e instruindo os colegas a aplicar boas práticas. Este hábito é resultado do exercício da força mental, moral e física. Não se trata de uma obediência cega, submissa, “Atitude de Cordeiro”, e sim uma demonstração de respeito a si próprio e aos outros.

Além disso, o 5S conduz naturalmente ao conceito de “manutenção produtiva total” (MPT), ou como originalmente conhecido, “total productive maintenance” (TPM). Durante muito tempo as indústrias funcionaram com sistema de manutenção corretiva e, com isso, ocorriam desperdícios, retrabalho, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. Com o aprofundamento das técnicas 5S, pode-se partir para uma análise do funcionamento e procedimentos de trabalho de cada setor envolvido e, a partir dos problemas que a manutenção corretiva apresentava, passou-se a dar ênfase à manutenção preventiva.

Por sua vez, o conceito de MPT tem enfoque nesse tipo de manutenção, tendo sido utilizado o conceito de manutenção produtiva total porque o objetivo global da TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc.), e em termos humanos (conhecimento, habilidades e atitudes), visando melhorar o rendimento operacional. As melhorias devem ser conseguidas por meio de:

- instrução aos operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária;
- capacitação dos mantenedores para serem polivalentes;
- capacitação dos engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção ou que exigem menos recursos;
- incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento, bem como do seu operador;

Em outras palavras, a MPT representa uma mudança na mentalidade do operador, onde o mesmo será responsável pelo equipamento que opera, de modo que o processo não tenha interrupções. Por sua vez, Dennis (2008) afirma que a MPT significa envolver todos na eliminação de seis grandes perdas, sendo elas:

Tempo de parada:

1. Avaria de equipamento;
2. Atrasos na montagem e nos ajustes;

Perdas de velocidade ou perdas ocultas:

3. Tempo ocioso e pequenas paradas – a máquina está funcionando, mas não há produtos sendo processados;
4. Velocidade reduzida – a velocidade real da máquina é menor do que a velocidade projetada;

Defeitos:

5. Defeitos de processamento;
6. Rendimento reduzido.

Portanto, o 5S e a MPT são determinantes na obtenção da estabilidade da produção, sendo o 5S um método para organizar e padronizar o local de trabalho, e por meio de uma MPT pode-se manter os equipamentos em constante funcionamento, de maneira que os dois métodos possam dar suporte ao gerenciamento visual da produção.

#### 2.2.3.4 – A Padronização

No conceito de produção em massa e, de acordo com Chiavenatto (2007), Taylor observou que os operários só aprendiam a tarefa observando outro operador e, conseqüentemente, verificou que esta observação levou a diferentes métodos para executar a mesma tarefa. Contudo, existe sempre um jeito mais fácil ou mais eficiente de executar a tarefa, e o aperfeiçoamento destes métodos inicia-se com uma análise científica da tarefa com intuito de estudar o tempo e o movimento, justo para a tarefa não ficar a critério do operador.

Para Taylor (1990), a organização do trabalho tem início na padronização das máquinas e equipamentos, ferramentas e instrumentos de trabalho, matérias-primas, com intuito de reduzir a variabilidade presente no processo produtivo, além de eliminar o desperdício e aumentar a eficiência. Em suma, um padrão é um referencial de uma determinada medida ou forma, adotado como critério.

Os padrões representam o desempenho desejado, enquanto a padronização é a aplicação de padrões que se resumem na aplicação de métodos para se obter uniformidade e redução de custos. A padronização pode conduzir à simplificação, isto é, observa-se que

quanto mais uniforme o processo menor será a variabilidade e as “exceções” que podem comprometer o procedimento.

Conforme a figura 2, a padronização passa a ser uma preocupação constante na obtenção da eficiência, onde Dennis (2008) representa a padronização como um sistema.

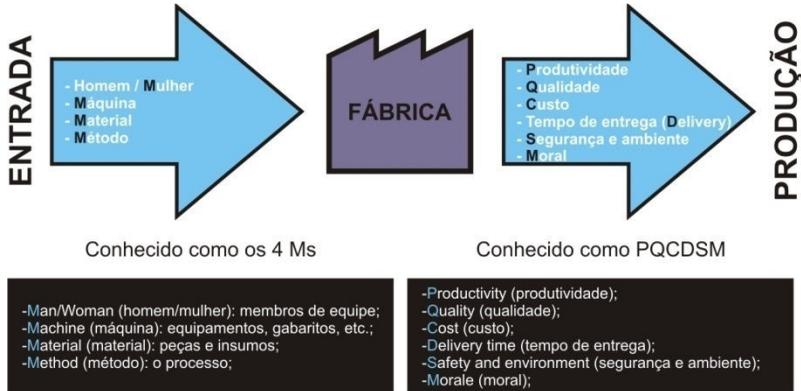


Fig. 02 – Uma visão de sistema para o trabalho padronizado.  
 Dennis (2008). (adaptado pelo autor)

O trabalho padronizado, no sistema STP, enfoca o movimento humano e o desenvolvimento de processos centrados nelas mesmas, com o objetivo de facilitar o fluxo de informações ou materiais e segurança. A padronização é requerida principalmente quando há instabilidade na produção, e está relacionada a diversos fatores como, por exemplo, falta de peças, não-conformidade das peças, defeito em máquinas ou ferramentas, segurança, espaço físico, ergonomia e muitos outros. Logo, técnicas como 5S e MPT fornecem a base para estabilidade, servindo como suporte para a padronização. Diante disso, existem três elementos determinantes para se chegar à padronização: determinar e analisar a melhor maneira de realizar a sequência de trabalho, avaliar a quantidade de peças em estoque presentes durante o processo e determinar o tempo takt.

Takt time: este termo vem do alemão, onde takt significa compasso, ritmo, e o objetivo do tempo takt consiste em alinhar a produção à demanda do cliente, fornecendo um ritmo ao sistema de produção, conhecido como sistema puxado (pull system), sendo um dos principais indicadores para a aplicação do conceito de manufatura enxuta. No entanto, o tempo takt é diferente de tempo de ciclo, que é o tempo real para se completar um processo. A interação entre os dois tipos de tempo

deve ser sincronizada para dar suporte a processos em células que visam a produção um de cada vez. Além disso, facilita o entendimento da produção através de uma simples observação visual, como por exemplo, se o tempo takt for igual a um minuto, e após dois minutos não for produzido nenhum produto, pode-se concluir que há uma anormalidade na linha.

Sequência de trabalho: define a ordem da execução do trabalho em um determinado processo, de maneira a evidenciar claramente a melhor forma de realizar cada tarefa. Ela pode ser representada de diversas maneiras, como por exemplo fotos, diagramas, fluxogramas, vídeos, etc. A definição da sequência deve ser feita de forma minuciosa, englobando todos os aspectos do trabalho como: maneira de manejar a peça, como inserir a peça na máquina, como é feito o transporte para processo seguinte, qual a melhor postura de trabalho (ergonomia), como deve ser o movimento de mãos e pés, que ferramentas seriam adequadas e como manuseá-las. Em outras palavras, efetua-se um estudo da tarefa de maneira a explorar os segredos para realizar aquele trabalho, e por meio da padronização desta sequência. Diante disso, fica mais fácil perceber os diversos pontos que podem ser melhorados, proporcionando suporte à criatividade dos operadores e administradores na melhoria daquele trabalho.

Peças em processo: os trabalhos que requerem peças para prosseguir o processo são determinantes para que o operário não fique parado em frente à máquina. O estoque em processo, conhecido como WIP (Work in Process), pode também revelar anormalidade na cadeia produtiva. Existem situações onde estoques (buffers) entre processos se fazem necessários, como os seguintes exemplos: (a) necessidade de baixar a temperatura de um equipamento antes de começar a próxima operação; (b) máquinas com ciclo automático; (c) peças complementares que são utilizadas para verificação da qualidade da peça processada; (d) operação da máquina é inversa aos processos.

Para auxiliar o desenvolvimento da padronização do trabalho utiliza-se quadros, diagramas e tabelas de maneira a sequenciar a tarefa e facilitar a compreensão diante de representações visuais, onde qualquer anormalidade é facilmente percebida. De acordo com Dennis (2008), pode-se exemplificar algumas destas ferramentas:

**Quadros de capacidade** [...] determina a capacidade de uma máquina em um processo [...] documenta os tempos manuais e da máquina [...] o tempo de setup é o tempo necessário para trocar a

máquina de uma composição para outra. O setup para uma mesma pode incluir a troca de ferramentas, ajustes na montagem da máquina. [...]

**Tabela de combinação de trabalho padronizado** [...] Elementos de trabalho e sua sequência [...] Tempo por elemento de trabalho [...] Tempo de operador e de máquina [...] A interação entre operadores e máquinas ou entre operadores diferentes [...]

**Diagrama de trabalho padronizado** [...] este tipo de diagrama ajuda a racionalizar o leiaute e treinar funcionários [...] leiaute de trabalho [...] etapas de processo e tempos [...] itens cruciais de qualidade e segurança [...] estoque WIP padronizado.

**Folhas de elemento de trabalho** [...] um elemento de trabalho é a ação, ou o grupo de ações, mínima necessária para o avanço de um processo. [...] que definem [...] ações que fazem parte do elemento de trabalho [...] o fundamento lógico [...] imagens e fotos que salientam os pontos chaves [...] registro de revisão. [...]

Dentre os conceitos do STP, Ohno (1997) ressalta que o trabalho padronizado é um processo que tem como meta o “kaizen”, visto que se o trabalho não sofre alteração é sinal de que o processo está regredindo. Logo, por meio de diretrizes, busca-se identificar as oportunidades de melhoria, tais como: economia de movimento, o fluxo de trabalho perante o leiaute de manufatura, posicionamento de ferramentas e equipamentos, definição de gabaritos, uso de ferramentas ergonômicas, entre outras.

### 2.2.3.5 – Tipos de processos e arranjo físico de manufatura

De acordo com Tubino (1997), o estudo detalhado de um objeto ou fenômeno freqüentemente requer a elaboração de uma classificação dos seus tipos ou variações existentes. O objetivo principal de uma classificação é ajudar a entender o objeto em estudo, de maneira que possam ser estabelecidas relações entre características inerentes observadas, ferramentas de análise apropriadas, problemas típicos,

soluções particulares, e outras categorias com suas classes e subclasses propostas.

Uma das utilidades das classificações dos sistemas de produção é permitir discriminar grupos de técnicas de planejamento e gestão da produção apropriadas a cada tipo particular de sistema, o que racionaliza a escolha e a tomada de decisão sobre qual delas adotar em uma determinada situação. Diante da diversidade de produtos no mercado, observam-se particularidades no sistema de manufatura para cada tipo de produto, fatores como dimensões, variedade de componentes, demanda, localização e transportes são determinantes no planejamento do processo. Slack (2002) destaca cinco tipos diferentes de processos de manufatura, sendo eles:

**Processos de projeto** [...] processos do tipo “projeto” são os que lidam com produtos discretos, usualmente bastante customizados. Com muita frequência, o período de tempo para fazer o produto ou serviço é relativamente longo, como é o intervalo entre a conclusão de cada produto ou serviço. Logo, baixo volume e alta variedade são características do processo de projeto. As atividades envolvidas na execução do produto podem ser mal definidas e incertas, às vezes modificando-se durante o próprio processo de produção. Exemplos de processos de projeto incluem navios, a maioria das atividades das companhias de construção, a produção de filmes. [...] A essência de processos de projeto é que cada trabalho tem início e fim bem definidos, o intervalo de tempo entre o início de diferentes trabalhos é relativamente longo e os recursos transformadores que fazem o produto provavelmente serão organizados de forma especial para cada um deles. [...]

**Processos de jobbing** [...] também lidam com variedade muito alta e baixos volumes. Enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente a ele, em processos de jobbing cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros. Os recursos de produção processam uma série de produtos, mas, embora todos os produtos exijam mesmo tipo de atenção,

diferirão entre si pelas necessidades exatas. Exemplos de processos jobbing compreendem muitos técnicos especializados, mestre ferramenteiros e ferramentarias especializadas, restauração de móveis. [...] Os processos jobbing produzem mais itens e usualmente menores do que os processos de projeto [...] o grau de repetição é baixo. A maior parte dos trabalhos provavelmente será única. [...]

**Processos em lotes ou bateladas** [...] freqüentemente podem parecer-se com os de jobbing, mas os processos em lotes não tem o mesmo grau de variedade dos de jobbing. Como o nome indica, cada vez que um processo em lotes produz um produto, é produzido mais do que um produto. Dessa forma, cada parte da operação tem períodos em que se está repetindo, pelo menos enquanto o “lote” ou a “batelada” está sendo processado. O tamanho do lote poderia ser apenas de dois ou três produtos; neste caso, o processo em lotes diferiria pouco do jobbing, especialmente se cada lote for um produto totalmente novo. Inversamente, se os lotes forem grandes, e especialmente se os produtos forem familiares à operação, os processos em lotes podem ser relativamente repetitivos. Por esse motivo, o processo em lotes pode ser baseado em uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade do que outros tipos de processos. Exemplos de processos em lotes compreendem manufatura de máquinas-ferramentas, a produção de alguns alimentos congelados especiais, a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis e a produção da maior parte de roupas. [...]

**Processos de produção em massa** [...] são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto. Uma fábrica de automóveis, por exemplo, poderia produzir diversos milhares de variantes de carro se todas as opções de tamanho do motor, cor, equipamentos extras etc. forem levadas em consideração. É, entretanto, essencialmente uma operação em massa porque as diferentes variantes

de seu próprio produto não afetam o processo básico de produção. As atividades na fábrica de automóveis, como todas as operações em massa, são essencialmente repetitivas e amplamente previsíveis. Como exemplos de processos de produção em massa têm-se a fábrica de automóveis, a maior parte de fabricantes de bens duráveis, como aparelhos de televisão, a maior parte dos processos de alimentos como o fabricante de pizza congelada, uma fábrica de engarrafamento de cerveja e uma produção de CDs. [...]

**Processos contínuos** [...] situam-se um passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volumes ainda maiores e em geral terem variedade ainda mais baixa. Normalmente, operam por períodos de tempo muito mais longos. Às vezes, são literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis, e produzidos em um fluxo ininterrupto. Também podem ser contínuos pelo fato de a operação ter que suprir os produtos sem uma parada. Processos contínuos muitas vezes estão associados a tecnologias relativamente inflexíveis, de capital intensivo com fluxo altamente previsível. Exemplo de processos contínuos são as refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas e algumas fábricas de papéis. [...]

Cada tipo de processo em manufatura ou serviços implica em uma forma diferente de organizar as atividades das operações com diferentes características de volume, variedade, variação de demanda, contato com o consumidor, devendo-se considerar também os leiautes de manufatura específicos para cada tipo de processo.

No caso do planejamento do leiaute de manufatura, leva-se em consideração a disposição das máquinas, equipamentos, os serviços de suporte, as áreas definidas para os mesmos, com a finalidade de minimizar o volume de materiais e o seu movimento. De fato, busca-se fazer a melhor combinação de material, equipamento e mão-de-obra no espaço disponível, integrando todos os recursos de produção em um conjunto lógico e ordenado.

Em um primeiro plano, deve-se analisar os produtos a serem fabricados, suas quantidades, os serviços de suporte e o tempo despendido na produção. Além disso, o arranjo físico deve possuir flexibilidade em caso de modificações, facilidade de organização da produção, satisfação e segurança física do pessoal envolvido na produção, facilitando-se a supervisão.

Logo, o arranjo físico da produção está diretamente relacionado à capacidade, a produtividade das operações e na utilização de recursos que podem representar mudanças de custos elevados e dificuldades técnicas para futuras reversões, uma vez que o arranjo físico não é imutável. Em seguida, após definir-se o tipo de processo deve-se definir o tipo de arranjo físico, que na prática, segundo Slack (2002), resume-se em quatro tipos básicos:

•**Arranjo físico posicional:** o produto a ser transformado fica parado, e a movimentação fica por conta dos recursos transformadores, que se deslocam até o produto para efetuar o processo (figura 3). O produto ou o sujeito do serviço é muito grande para ser movido, requerendo grandes áreas, grande movimentação de recursos e pessoas, envolvendo grande atividade de transporte e, sua eficácia depende da programação da produção e do acesso ao local de transformação.



Fig. 03 – Exemplo de Arranjo Físico Posicional  
 Fonte: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas>

•**Arranjo físico por processo:** os recursos (colaboradores e equipamentos) são organizados em torno do processo, tratando-se de um processo intermitente, em que se agrupam postos de trabalho ou departamentos de acordo com a função (figura 4). Isto significa que, quando clientes, as informações e produtos fluem através da operação, percorrendo um roteiro de processo a processo de acordo com as suas necessidades. Isto implica em uma grande movimentação de materiais,

mão-de-obra especializada, porém menos vulnerável a paradas e, devido a máquinas semelhantes agrupadas, maior a flexibilidade para troca de produto.

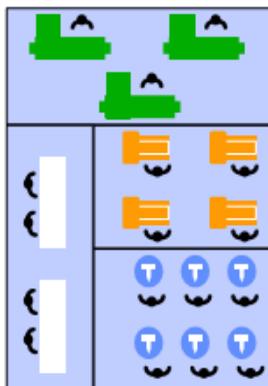


Fig. 04 – Exemplo de arranjo físico por processo  
Fonte: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas>

•**Arranjo físico celular:** os recursos transformados são pré-selecionados ao entrar na operação, para movimentarem-se em uma parte específica da operação (ou célula), na qual se encontra todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento (figura 5). Célula significa dois ou mais postos de trabalho distintos localizados proximamente, nos quais um número limitado de peças ou modelos é processado utilizando fluxos lineares de manufatura. Utiliza o conceito de famílias de produtos, podendo ser agrupada como um arranjo físico, por processo ou por produto. Devido a seus baixos estoques intermediários, menor é a movimentação de materiais, mas por outro lado pode apresentar certa dificuldade no balanceamento da capacidade das máquinas.

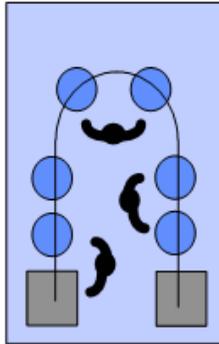


Fig. 05 – Exemplo de arranjo físico celular

Fonte: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas>

•**Arranjo físico por produto:** os recursos transformadores são localizados linearmente, de acordo com a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado (figura 6). Diante disso, o fluxo de produtos, informações e clientes é muito claro e previsível, reduzindo a movimentação de estoques em processo, tornando o controle mais fácil. Porém, este tipo de leiaute está mais suscetível a paradas e também pouca flexibilidade quanto a mudanças de produto, onde os operários e as máquinas são fixos. As tarefas são especializadas, e em função do espaço ou do projeto este arranjo pode tomar a forma de um L, O, S ou U. A exemplo disso pode-se citar um programa de vacinação em massa, a montagem de automóveis, restaurante self-service, entre outros.

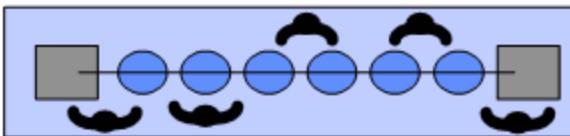


Fig. 06 – Exemplo de arranjo por produto

Fonte: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas>

A partir da caracterização do volume e da variedade de uma operação, a decisão sobre qual leiaute adotar dificilmente varia dentre os quatros tipos básicos. Existe uma sobreposição das faixas de volume e variedade, de acordo com a figura 7.

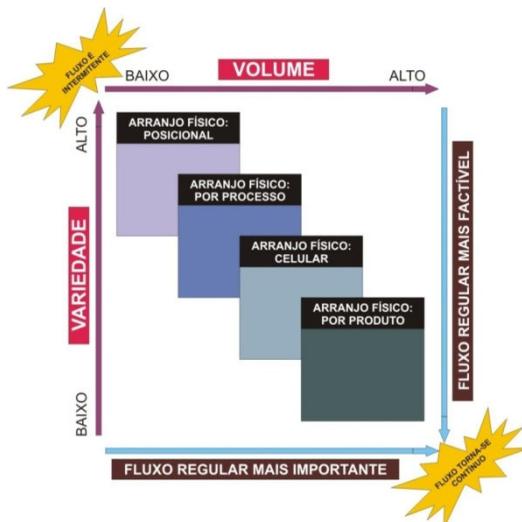


Fig.07 – Posição do processo no contínuo volume – variedade influencia seu arranjo físico e conseqüentemente, o fluxo dos recursos transformados. Slack (2002) (Adaptado pelo autor)

•**Arranjos físicos mistos:** combinação de alguns ou todos tipos básicos de arranjo, usando o tipo básico de forma “pura” nas diferentes partes da operação. Um exemplo consiste em departamentos organizados de acordo com os tipos de processos, enquanto o produto flui através de um layout por produto.

O fluxo de pessoas, informações e materiais através da operação é determinado pelo tipo de arranjo físico escolhido, num extremo o arranjo físico posicional (alta variedade e baixo volume) com fluxo intermitente e, no outro extremo o arranjo físico por produto (baixa variedade e alto volume) com fluxo mais contínuo.

A mudança de arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração por causa das dimensões físicas dos recursos de transformação movidos. Isto porque o rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento, levando à insatisfação do cliente ou a perdas na produção.

Um arranjo físico mal planejado pode levar a padrões de fluxo longos ou confusos, estoques de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

### 2.2.3.6 – A filosofia Just-In-Time

As fábricas convencionais de manufatura em massa “empurram” o produto ao longo do sistema, implicando em produzir sempre, mesmo quando não há demanda. Por outro lado, na produção “puxada” produz-se apenas quando há um pedido do cliente, e portanto estas fábricas se baseiam na demanda projetada para elaborar um cronograma mestre. Cada departamento recebe um pedido para produzir peças que outro departamento precisará, e como os tempos de troca geralmente são longos, lotes grandes são comuns.

Atualmente, as organizações buscam modificações processuais e estruturais que lhes permitam ser mais competitivas. Dentre essas mudanças, um dos caminhos adotados é a modernização de seus sistemas, tanto gerenciais como produtivos, através da adoção de inovações como o JIT (Just-In-Time), que é representado como um dos pilares da “casa Toyota”. Para Ferraes Neto (2000), a aplicação do conceito de “puxar” a produção, e do JIT, consegue-se reduzir o volume de inventário e propiciam maior flexibilidade ao sistema produtivo.

Para Slack (2002), o JIT é uma abordagem que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na quantidade certa, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Dennis (2008) destaca que a Toyota introduziu o conceito JIT nos anos 1950 como uma reação a problemas como: dura concorrência, preços fixos ou em queda, inovação tecnológica, alto capital, entre outros. Já a implantação do JIT na América do Norte, na década de 1980, além de outras técnicas japonesas, tiveram um breve crescimento, e depois foi abandonada quando o solo mostrou-se infértil. A produção JIT segue algumas regras simples:

1. Não produza um item sem que o cliente tenha feito um pedido.
2. Nivele a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranqüila em toda fábrica.
3. Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples (chamadas kanban).

#### 4. Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas.

O sistema JIT pode ser considerado um programa de controle de qualidade e, para isso, os sistemas de produção devem funcionar com níveis de estoque e WIP próximos de zero. Em razão dessa condição, a qualidade torna-se chave para a produção.

Logo, a programação do estoque pode ser governada pelo controle “empurrado” ou pelo controle “puxado”, que é a essência do JIT. Dentro da filosofia JIT, ressalta-se duas ferramentas fundamentais para a sua implantação, o Kanban e o Heijunka (Porto, 1995).

O Kanban resume-se em um sistema capaz de conduzir à produção pelo sistema JIT, a partir da utilização de ferramentas visuais, geralmente cartões que fornecem instruções aos fornecedores e clientes internos e externos. Os cartões podem ser de dois tipos, o de produção e outro para movimentação.

O Kanban de produção determina o tipo e a qualidade que o processo precedente deve produzir e, usualmente, contém as seguintes informações: descrição da peça, descrição do processo, capacidade do contenedor, local para estocagem e número de emissão do Kanban.

Por outro lado, o Kanban de movimentação detalha o tipo e quantidade de produto que o processo subsequente deve retirar do processo precedente e, visualmente, contém as seguintes informações: descrição da peça, capacidade do contenedor, número de emissão do Kanban, centro de trabalho precedente e seus respectivos locais de estocagem. Para compreender em profundidade o Sistema Kanban, Ohno (1997) propôs um conjunto de seis regras básicas:

Regra 1: o processo subsequente vem retirar do processo precedente as peças e materiais necessários nas quantidades necessárias;

Regra 2: o processo precedente produz itens na quantidade e na seqüência indicada pelo Kanban;

Regra 3: impedir a superprodução e os transportes excessivos;

Regra 4: o Kanban deve funcionar como uma ordem de fabricação afixada diretamente nos itens (mercadorias);

Regra 5: produtos com defeito não devem ser enviados ao processo seguinte;

Regra 6: o número de Kanbans deve ser continuamente reduzido para aumentar a sensibilidade aos problemas existentes.

O sistema Kanban procura, essencialmente, minimizar o inventário em processo e os estoques de produtos acabados, reduzir o lead time de produção, descentralizar o controle da produção, fornecer os materiais sincronizadamente, em tempo e qualidade, e reduzir os defeitos através da diminuição dos lotes de fabricação. Além do kanban, a técnica do Heijunka também é fundamental dentro dos conceitos do JIT. A palavra Heijunka significa distribuir de maneira nivelada o mix de produção através do tempo.

Este nivelamento evita a produção de grandes lotes, e caso exista um defeito neste lote, o efeito será disseminado nos processos precedentes. Além disso, minimiza-se os estoques de produtos acabados, estabilizando-se a demanda dos recursos de produção, uma vez que produz-se basicamente os mesmos produtos a cada dia de produção, e consequentemente o aprendizado e o controle ficam mais fáceis de serem compreendidos.

Diante disso, busca-se, por meio desta ferramenta, a redução do lead time para o cliente, eliminando longos tempos de espera entre a produção de diferentes modelos e reduzindo-se também o desequilíbrio e a sobrecarga sofrida pelos operadores, bem como dos fornecedores.

O tempo takt (que dita o ritmo de produção para a linha) é calculado considerando-se a demanda e as horas disponíveis. Porém, em função do componente ou peça a ser fabricada, o tempo de ciclo pode ser maior do que o tempo takt, o que leva à necessidade de um nivelamento da produção, que consiste nesse caso na produção em intervalos repetitivos de curta duração, produzindo-se constantemente itens diferentes, garantindo um fluxo contínuo, onde são nivelados os recursos da produção.

Apresentando-se como exemplo o modelo Fordista, tem-se toda a produção de um produto denominado “A”, depois toda a produção de um produto “B” e, por fim, toda a produção de um produto “C”. Entretanto, no conceito JIT deve-se ter intervalos de fabricação entre os produtos, de forma que os produtos “A”, “B” e “C” sejam produzidos de forma intercalada, em pequenos lotes, a fim de atender não somente a demanda solicitada, como também permitir que a linha possua flexibilidade para absorver pedidos de última hora de qualquer um destes produtos.

Além disso, se houver atrasos em qualquer um dos intervalos de fabricação destes produtos, apenas algumas entregas serão feitas fora do prazo. No entanto, para que seja possível a produção intercalada ou lotes de tamanho unitário em um sistema altamente flexível, é necessário que o tempo de setup seja cada vez menor, onde os ajustes sejam mínimos e

rápidos. Portanto, para trocas excessivamente demoradas, o sistema perde sua flexibilidade, resultando em atrasos de produção e entrega.

Em outras palavras, Heijunka é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda no longo prazo. Logo, a programação da produção através do heijunka permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção e, conseqüentemente, permite minimização dos inventários.

No entanto, com a evolução tecnológica e a experiência acumulada no chão de fábrica, desenvolveram-se técnicas para auxiliar o nivelamento Heijunka, como é o caso do quadro de gerenciamento visual. Este quadro, também conhecido por “Heijunka Box”, auxilia os operadores a fazerem a programação da produção, através do controle dos estoques de peças prontas. Além da quantidade a ser produzida, é função do quadro indicar o ritmo e horários em que devem ser feitos os vários produtos pela linha.

De acordo com Tardin (2001), o Heijunka Box é dividido em duas partes: (a) a parte inferior retrata a Situação de Estoque; e (b) a parte superior é chamada de Ordem de Produção, sendo essa desmembrada em produtos representados por seus kanbans (ver figura 8). No entanto, a quantidade de kanbans é definida pelo número máximo de peças que ter-se-á de estoque de cada produto. Logo, a Ordem de Produção deve ser suficientemente grande para alocar o número necessário de cartões em um determinado período de tempo.

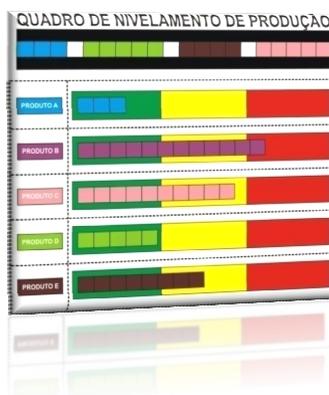


Fig 08 – Exemplo de quadro de nivelamento (Heijunka Box)

O quadro funciona da seguinte maneira: toda vez que um produto for consumido pelo cliente, o kanban que o acompanhava entra no quadro na área do produto, dentro da Situação de Estoque. Cada uma destas áreas de produto é dividida em três faixas (verde, amarela e vermelha) que mostram a situação em que os produtos estão.

Quando os cartões voltam para o quadro eles são inseridos primeiramente sobre a faixa verde, depois sobre a amarela e finalmente sobre a vermelha. A faixa vermelha deve suportar cartões o suficiente para se fazer o setup da linha, mais o tempo de espera, e mais um tempo de segurança. Os operadores devem produzir o produto que atingir ou estiver na iminência de atingir a faixa vermelha primeiro. Caso haja cartões somente sobre as demais faixas, não há necessidade de produzir aquele produto.

Desse modo, os operadores só produzem aquilo que está sendo consumido pelo cliente. Quando se trabalha neste ritmo, evita-se manter os estoques em níveis muito altos ou muito baixos, onde Tardin (2001) coloca que:

[...] a Ordem de Produção é uma régua onde os operadores colocam os kanbans na sequência de produção, e marcam os horários em que eles devem ser produzidos (a parte onde se anotam os horários é conhecida por Régua de Tempo). Esses horários dependem do takt time, isto é, caso a demanda aumente, os produtos devem ser fabricados mais rapidamente e vice-versa. [...]

Em vista disso, um dos pontos fortes do quadro é que a programação de produção deve ser feita no chão-de-fábrica, pelos próprios operadores. O que eles têm de fazer consiste em observar qual produto está em quantidade mais crítica em estoque, e produzi-lo no ritmo do cliente.

O produto mais crítico é aquele que possui cartões mais próximos à faixa vermelha. Deste modo, elimina-se a necessidade de se ter um programador fazendo a programação diária da linha, dando-lhe mais tempo para se preocupar com outros problemas.

O Quadro de Nivelamento de Produção é chamado de gerenciamento visual, e de acordo com Tardin (2001) com ele pode-se obter as seguintes informações:

[...] **o estoque de cada produto em qualquer instante:** para isto, basta saber o número de cartões que há de cada produto, a quantidade que cada cartão representa dele e contar quantos cartões do produto estão no quadro. [...]

**sabe-se se a produção está atrasada ou adiantada:** sobre o quadro existe um relógio. Os operadores devem respeitar os horários da Ordem de Produção. Desse modo, evita-se o excesso de produção, no caso dos operários se adiantarem; e caso a linha se atrase, todos os que passarem pelo quadro notarão e questionarão os motivos do atraso, se foi devido a uma quebra, falta de material, ou outro motivo. [...]

**sabe-se quando fazer um novo pedido de material:** Deve-se decidir quando fazer o pedido de material junto ao fornecedor. Por exemplo, no instante em que a faixa verde estiver repleta de cartões, é feito o pedido. [...] sabe-se se estamos trabalhando com estoque demais ou de menos: Se os cartões dificilmente atingem a faixa amarela, pode-se estar trabalhando com estoque demais. Se a faixa vermelha, que é o estoque de segurança, é usada constantemente, deve-se investigar as causas disso. Pode-se estar com estoque insuficiente, ou podem estar ocorrendo muitas paradas da linha (quebras, falta de material e problemas de qualidade). [...]

**antecipa-se situações de falta de componentes:** a programação fica visível a todos da linha, que sabem o que produzirão com uma boa antecedência, bem como os fornecedores internos da linha, que sabem o que e quando entregar a ela. [...]

Diferente disso, a demanda do cliente pode apresentar mudanças ou sazonalidades e, neste caso, cabe à empresa: (a) absorver as mudanças diárias na demanda com uma loja de produtos finais; ou (b) funcionar com um pouco de hora extra a cada turno; ou (c) ajustar o tempo takt, como é exigido, e alternar o número de operadores. De acordo com Dennis (2008), classifica-se três tipos de sistemas puxados:

•**Sistema puxado tipo A:** são os mais comuns e exigem reabastecimento ou preenchimento de lacunas que são criadas na loja de produtos ou

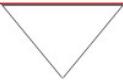
peças finais quando o cliente retira uma peça ou produto. Cartões kanban fornecem a autorização de produção e a sequência através de uma caixa de heijunka. A loja de produtos finais está localizada no final da linha de produção, e o tamanho da loja depende do ritmo de produção e retirada. Logo, os sistemas de tipo A funcionam melhor quando os pedidos do cliente são freqüentes e os lead times são curtos e estáveis, exigindo, desta forma, alguns produtos finais e estoque.

•Sistema puxado tipo B: são usados quando há baixa freqüência de pedidos e quando o lead time é longo. No entanto, o marca-passo deste tipo é mais fluxo-acima que o do tipo A, onde o trabalho fluxo abaixo ocorre sequencialmente através de rotas FIFO (First In, First Out). Logo, fabricantes de produtos customizados, que são característicos deste tipo de sistema, devem manter o fluxo FIFO em cada etapa do processo, e cuidadosamente regular a quantidade de trabalho liberado através da cadeia de etapas FIFO. Diante disso, as pequenas peças necessárias para fabricar os produtos são armazenadas ao lado da linha, geralmente uma loja pequena, e as peças grandes, que possuem maior valor, não são armazenadas no local, de maneira a reduzir os custos de estoque.

•Sistema puxado tipo C: este sistema é uma combinação dos tipos A e B, funcionando paralelamente, onde cartões kanban fornecem autorização e a sequência de produção através das caixas de heijunka tipos A e B. No entanto, este tipo de sistema funciona melhor com fabricantes que produzem tanto itens de alta e baixa freqüência.

### 2.2.3.7 – Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) foi desenvolvido para auxiliar o entendimento da situação atual da produção, e colabora também na identificação de possíveis melhorias. Esta ferramenta possui uma linguagem que consiste de símbolos gráficos, exemplificados na tabela 1 (Rother e Shook, 2003). A ferramenta do mapa de fluxo de valor é importante pois proporciona uma visão sistêmica do processo, fazendo com que se consiga enxergar o fluxo de informações e materiais (anexo 1).

ÍCONES DO FLUXO DE MATERIAL			
			
Fontes Externas		Caixa de Dados	Estoque
			
Entrega via Caminhão	Seta Empurrado	Produtos acabados Para cliente	Fluxo Sequencial Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair
			
Supermercado		Retirada	
ÍCONES GERAIS			
			
Necessidade de Kaizen	Pulmão ou Estoque de Segurança	Operador	
ÍCONES DO FLUXO DE INFORMAÇÃO			
			
Fluxo de Informação Manual	Fluxo de Informação Eletrônica	Informação	Nivelamento de Carga
			
Kanban de Retirada	Kanban de Produção	Kanban de Sinalização	Posto de Kanban
			
Kanban Chegando em Lotes	Bola para Puxada Sequenciada	Programação "vá ver"	
Tabela 01 – Simbologia do MFV			

De acordo com os princípios enxutos, o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo e não

apenas os processos individuais, e buscar melhorar o todo e não somente as partes isoladas. Rother e Shook (2003) afirmam que para criar o fluxo de valor enxuto, o mapeamento do fluxo de valor, sendo uma ferramenta bastante simples, desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores, e que consiste em mapear o valor do fluxo de material, de informação e das fontes de desperdícios. Em outras palavras, o mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que ajuda a identificar o fluxo do material e da informação dentro de uma organização.

Para elaborar o mapa, deve-se apenas seguir os caminhos que o material percorre na produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, desenhando-se cuidadosamente uma representação visual de cada processo no fluxo. Normalmente o mapa de fluxo de valor é feito em uma única página, mostrando desde o recebimento da ordem de serviço até a entrega do produto final (RENTES, 2004).

O fluxo de material é desenhado na parte inferior dos mapas, da esquerda para a direita e, na medida em que se percorre o fluxo de material de uma família de produtos, poderão ser encontrados lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa do estado atual, pois eles mostram onde o fluxo está parando. Por sua vez, o fluxo de informação é desenhado na parte superior dos mapas, da direita para a esquerda. Na medida em que se identifica como cada processo é executado, incluindo informações sobre o que fazer e quando fazer para o seu processo cliente, podem ser identificados os movimentos de materiais que são empurrados pelo processo e não puxados pelo cliente.

Na produção empurrada, os processos fornecedores tenderão a produzir peças que os seus processos clientes não precisam naquele momento, e tais peças serão empurradas para o estoque, em um sistema de "lote e empurra" que torna quase impossível o estabelecimento de um fluxo contínuo completo. Tal fluxo contínuo é fundamental para atingir o objetivo principal da manufatura enxuta, que é a criação de um fluxo de valor enxuto. Pelo exposto, nessa condição empurrada, cada processo tem a sua própria programação, operando como uma ilha isolada, não conectada ao processo seguinte, onde cada um produz em ritmos diferentes (RENTES, 2004).

Diante disso, a implementação dos conceitos da manufatura enxuta, por meio do MFV, permite a visualização da cadeia de valor, ajudando na tomada de decisões sobre o fluxo representado, tornando seu entendimento mais lógico. Em vista disso, o MFV no estado atual retrata a situação real do fluxo de produção, e posteriormente inicia-se o mapeamento do estado futuro, que apontará as potenciais melhorias que

o fluxo necessita, baseadas nos dados extraídos do mapa atual. Logo, o processo de mapeamento inicia-se seguindo o fluxo do produto ao longo do sistema produtivo, observando-se os acontecimentos dentro das diversas transformações.

Visto que, para elaborar o mapa, é importante uma precisa coleta de dados, que podem incluir os seguintes: (a) tempo em que o produto permanece parado na linha de produção; (b) distância que o produto percorre de um processo a outro; (c) número de vezes que o produto precisa ser retrabalhado; (d) quanto tempo é gasto em atividades que não adicionam valor ao produto.

Logo, as atividades de um operador manual precisam ser analisadas, pois é onde são identificados excessos de muda (desperdício), e por meio dos dados coletados da análise, verificar-se-á a necessidade de estudar cada elemento com profundidade, visando reduzir os desperdícios e diminuir o tempo de operação. De acordo com Rother e Shook (2003), a aplicação do mapa segue as etapas descritas na figura 9.

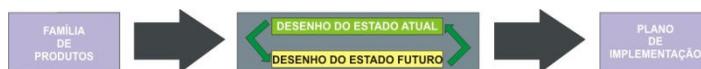


Fig 09 – Etapas do MFV.

(Fonte: adaptado de Rother e Shook , 2003)

- Primeira etapa:** selecionar uma família de produtos, composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos.
- Segunda etapa:** desenhar o estado atual e o estado futuro, que são feitos a partir da coleta de informações no chão de fábrica, onde as setas entre esses dois estados, apresentados na figura 9, têm duplo sentido, indicando que o desenvolvimento de ambos são esforços superpostos. As idéias sobre o estado futuro virão à tona enquanto se estiver mapeando o estado atual, assim como o mapa do estado futuro mostrará importantes informações sobre o estado atual que passaram despercebidas anteriormente.
- Terceira etapa:** preparar um plano de implementação que descreva, em uma página, como se planeja chegar ao estado futuro e, tão breve quanto possível, colocá-lo em prática. Então, assim que esse estado futuro torna-se uma realidade, um novo mapa deverá ser desenhado, que é a melhoria contínua no nível do fluxo de valor. Portanto, sempre deverá haver um mapa do estado futuro em implementação, do contrário o mapa do estado atual e todo o esforço para desenhá-lo são puro

desperdício, a menos que se utilize esse mapa para rapidamente criar e implementar o mapa do estado futuro, buscando eliminar as fontes de desperdício, agregando valor ao produto (RENTES, 2004).

Rother e Shook (2003) afirmam que, para que o estado futuro consiga efetivamente atingir o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, é fundamental obedecer algumas regras relacionadas aos princípios enxutos, apresentadas a seguir:

- produzir de acordo com o tempo takt.
- desenvolver fluxo onde possível: fluxo contínuo significa produzir-se uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, com um mínimo de desperdícios.
- utilizar supermercados para controlar a produção onde o fluxo não se estende aos processos anteriores: freqüentemente há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível, necessitando-se desta forma a fabricação em lotes. Para isso, é preciso instalar um sistema puxado com base em supermercados, onde o processo cliente vai ao supermercado e retira somente o que precisa e quando precisa, cabendo ao processo fornecedor produzir apenas para o reabastecimento. Em suma, o objetivo de se utilizar um sistema puxado entre dois processos, baseado em supermercados, é prover uma maneira de "ordenar" o processo anterior a produzir um item solicitado pelo processo posterior.
- enviar programação do cliente para somente um processo de produção, chamado de processo puxador: utilizando-se de um sistema puxado com supermercado, geralmente será necessário programar somente um ponto no fluxo de valor porta-a-porta, sendo esse ponto chamado de processo puxador, pois a maneira como se controla a produção nesse processo define o ritmo para todos os processos anteriores. Logo, a transferência de materiais do processo puxador até os produtos deve ocorrer em um fluxo contínuo.
- utilizar o Kanban para o controle de produção.
- nivelar o mix de produção.
- nivelar o volume de produção: criar um processo “puxador inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador. Deve-se estabelecer um ritmo de produção consistente e nivelado, criando um fluxo de produção previsível que, por sua natureza, alerte para os problemas de tal modo que se possam tomar rápidas ações corretivas. O incremento de trabalho liberado é chamado de pitch, que é calculado pela multiplicação do

tempo takt pela quantidade de transferência de produtos acabados no processo puxador.

•desenvolver a habilidade de produzir toda peça, todo dia, nos processos anteriores ao processo puxador: por meio da redução dos tempos de troca e produzindo lotes menores, os processos serão capazes de responder as mudanças da produção mais rapidamente. Requer-se, assim, menos estoques nos supermercados, e para isso aplicam-se métodos para determinar tamanho de lotes considerando o tempo necessário para troca, dado pela diferença entre o tempo disponível e o tempo necessário para atender os pedidos dos clientes.

#### 2.2.3.8 – Jidoka

O conceito de automação inteligente, chamado "Jidoka", que nasceu nos teares criados por Sakichi Toyoda, o fundador do grupo Toyota, tornou-se a essência do STP. De fato, em 1926 ele conseguiu fabricar um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha rompessem.

Assim, ele conseguiu dispensar a atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversas máquinas. Esta inovação revolucionou a tradicional e centenária indústria têxtil, tendo Sakichi vendido sua patente em 1930 para a Platt Brothers da Inglaterra e aplicado todo o dinheiro nas pesquisas para a fabricação de automóveis.

Posteriormente, Ohno (1990) chamou os conceitos derivados de Sakichi de Jidoka, ou seja, facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. Na verdade, a palavra jidoka significa simplesmente “automação” (que é uma combinação das palavras “autonomia” e “automação”). "Ninben no tsuita jidoka" ou "Ninben no aru jidoka" expressam o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano.

No entanto, dentro do contexto de engenharia industrial da Toyota, Jidoka consagrou-se como sinônimo de "automação com toque humano". Assim como o JIT contribui diretamente para a redução do lead time, o Jidoka contribui para a garantia da qualidade.

Diante disso, a “casa Toyota” apresenta o Jidoka como um dos seus pilares, tendo a “separação homem-máquina” como seus principais elementos. No mesmo sentido, Ghinato (2007), expõe que:

[...] a idéia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador pára a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas da linha. A ação imediata do supervisor ou dos engenheiros de produção, após a parada da linha ou da máquina, é obtida através de um sistema de informação visual conhecido como "Andon", que consiste, via de regra, em um painel luminoso fixado em posição de visibilidade total em cada linha. Neste painel, sinais luminosos (às vezes acompanhados de sinais sonoros) indicam a condição da linha e, em caso de parada, apontam exatamente qual o posto que requer assistência. A paralisação da máquina ou da linha, com a imediata pesquisa para levantamento e correção das causas, é o procedimento chave na obtenção dos índices de qualidade superiores das fábricas da Toyota em relação as outras montadoras de veículos. [...]

Quando Ohno iniciou suas experiências com o jidoka, as linhas de produção paravam a todo instante, mas à medida que os problemas eram identificados, o número de erros diminuía drasticamente, em outras palavras: “pare a produção, para que a produção nunca pare”. Em virtude disso, desenvolveram-se técnicas para implementação do conceito jidoka, como o “poka-yoke”.

De acordo com Dennis (2008), poka significa erro inadvertido e yoke significa prevenção. Poka-yoke significa implementar dispositivos simples, de baixo custo, que, ou detectem situações anormais antes que ocorram, ou uma vez que essas tenham ocorrido, parem a linha para prevenir defeitos.

Entretanto, Shingo (1996), consultor da Toyota durante muitos anos, encarregou-se de aprimorar este conceito e disseminá-lo em indústrias do mundo inteiro, classificando os dispositivos poka-yoke da seguinte forma:

- Método das Etapas: evita que o operador realize por engano uma etapa que não faz parte da operação, aplicando-se movimentos padronizados;
- Método do Controle: pára a linha ou a máquina de forma que a ação corretiva seja imediatamente implementada;
- Método da Advertência: detecta a anormalidade e sinaliza a ocorrência através de sinais sonoros ou luminosos para atrair a atenção dos responsáveis;
- Método do Contato: detecta a anormalidade na forma ou dimensão através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto;
- Método do Conjunto: utilizado em operações executadas numa seqüência de movimentos ou passos pré-estabelecidos, garantindo que nenhum dos passos seja negligenciado;

Os dispositivos Poka-yoke visam a otimização ou automação das tarefas que necessitariam da atenção ou memorização por parte do operador, objetivando a minimização dos erros ou até o descarte das peças defeituosas. No entanto, o sistema Poka Yoke foi desenvolvido para dar suporte à resolução de problemas e à tomada de decisão.

Vale lembrar que os poka-yoke reduzem a sobrecarga física e mental do trabalhador ao eliminar a necessidade de verificar constantemente os erros que resultam em defeitos. Logo, os erros mais comuns são: erros de processo, peças faltando, peça errada processada, erros de ajuste, entre outros.

Por fim, o Jidoka, em outras palavras, busca estabelecer um sistema de produção capaz de detectar e reagir imediatamente aos erros. Para isso separa o trabalho humano do trabalho da máquina, fazendo com que esta seja capaz de detectar e responder, o mais rápido possível, às anomalias da produção, para que a causa raiz da anormalidade seja encontrada, aumentando assim os padrões de qualidade do sistema.

Graças à revolução no modo de produção, a fabricante japonesa se internacionalizou rapidamente, a ponto de conseguir superar, em 2008, a soberania da General Motors. Contudo, no meio desse processo, a montadora deu um passo em falso, que resultou no recall de cerca de 9 milhões de unidades, que atingiram o pilar mestre da montadora, cuja história foi construída em torno da qualidade total e do sistema homônimo, denominado produção enxuta.

A Toyota se deparou com um defeito no pedal do acelerador e no freio ABS, dentre os modelos do recall, aproximadamente 200 mil do híbrido Prius, símbolo da nova era da mobilidade e projeto mais promissor da empresa.

Os preços das ações caíram 14% desde o anúncio do recall, corroendo o valor de mercado da empresa em U\$ 21 bilhões, de acordo com a declaração explicitada pela própria montadora. Com a globalização e o aumento na complexidade das operações, diversas empresas têm atuado em centenas de países com milhares de parceiros. Num cenário como este é praticamente certo que um dia haverá algum tipo de problema a ser contornado, onde o processo de fabricação das empresas terceirizadas pode estar fora dos padrões exigidos pela montadora e, com isso, o gerenciamento de toda essa rede se torna mais complexo.

No entanto, a montadora já se mobilizou para corrigir o defeito e, está investigando as causas que geraram esta falha e, apesar dos aspectos negativos de um recall, um bom gerenciamento desta situação pode diminuir seus impactos. Desta maneira, torna-se inevitável um plano de ação global, o qual contemple a criação e o treinamento de uma equipe multidisciplinar para o assunto.

Melhorar a comunicação entre consumidores, distribuidores, revendedores e parceiros. Rastreabilidade dos produtos na cadeia de distribuição e criação procedimentos necessários para alertar as autoridades governamentais envolvidas. Infelizmente problemas deste tipo não ocorrem somente com grandes corporações, as pequenas empresas também estão sujeitas a falhas.

Em face do exposto neste capítulo, pode-se compreender a profundidade do conceito de manufatura enxuta que, de modo geral, baseia-se na compreensão do fluxo de informações e materiais necessários em um determinado processo. De igual forma, objetivo desta dissertação inicia-se com uma análise no chão de fábrica do estaleiro e, baseado na bibliografia explicitada analisar-se-á, no próximo capítulo, o fluxo do processo em chão de fábrica, para desenvolver um mapa do fluxo de valor da situação atual do chão de fábrica.

### 3 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Em uma primeira etapa deste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abrangendo os princípios da manufatura enxuta visando aplicá-los de maneira prática em chão de fábrica. Para o desenvolvimento deste trabalho, buscou-se primeiramente definir a área a ser estudada, escolhendo-se uma família de produto, tendo em vista a sua importância estratégica no estaleiro utilizado para o desenvolvimento deste trabalho. Para a família escolhida, efetua-se o mapeamento e análise da situação atual, descrevendo-se como os dados são obtidos no chão de fábrica, para posteriormente elaborar-se o mapa do estado futuro, contendo sugestões de melhoria.

Deve-se mencionar que alguns assuntos pesquisados nesta dissertação não poderão ser apresentados em detalhes, uma vez que se referem a dados internos do estaleiro.

#### 3.1 EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

Fundado em novembro de 1992, o estaleiro Schaefer Yachts Ltda. é considerado o segundo maior fabricante de barcos de lazer do Brasil, já tendo produzido cerca de duas mil embarcações de fibra de vidro desde a sua fundação. O estaleiro fica localizado na cidade de Palhoça, no estado de Santa Catarina, possui uma planta com cerca de 600m<sup>2</sup> em sua fase inicial e aproximadamente 12000m<sup>2</sup> em sua sede atual. Atuando nos mercados interno e externo, tem parceiros em países das Américas, dos continentes europeu e africano. O estaleiro conta com sete modelos de lanchas, que variam de 26 a 50 pés, e sua produção mensal gira em torno de 40 lanchas por mês. Os barcos produzidos pelo estaleiro Schaefer Yachts levam a marca “Phantom”, e são modelos reconhecidos por sua excelente navegabilidade, sofisticação e luxo.

#### 3.2 SELEÇÃO DO OBJETO ESTUDO DE CASO

O estaleiro considerado neste trabalho possui atualmente sete modelos de lanchas, são elas:

- Phantom 260 (26 pés, cabinada);
- Phantom 260 Open (26 pés, offshore);
- Phantom 300 (30 pés, cabinada);
- Phantom 360 (36 pés, cabinada);
- Phantom 385 (38,5 pés, cabinada, flybridge);
- Phantom 500 Fly (50 pés, cabinada, flybridge);
- Phantom 500 HT (50 pés, cabinada, hard top);

O produto escolhido para o estudo de caso desta dissertação é o modelo “Phantom 300” (figura 10), que é considerada a lancha brasileira mais vendida da história em sua categoria, com cerca de 800 embarcações vendidas, incluindo-se nesta contagem os seus modelos antecessores Phantom 275 e a Phantom 290.

Por ser a lancha mais vendida do estaleiro, ela possui uma demanda maior em relação aos outros modelos. Todos modelos passam pelos mesmos setores e processos, diferenciando-se apenas no setor de montagem, onde cada modelo possui uma área específica dentro do arranjo físico do estaleiro.



Fig.10 - Modelo “Phantom 300” da Schaefer Yachts

Para este modelo, será realizada uma análise visando a visualização do atual fluxo de valor do processo de montagem, e isto será feito acompanhando-se o seu processo de montagem do início até a sua entrega.

### 3.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

O estaleiro conta com aproximadamente 500 colaboradores diretos, divididos nos diversos setores da cadeia produtiva da empresa. A estrutura organizacional da produção do estaleiro pode ser observada no organograma apresentado na figura 11.

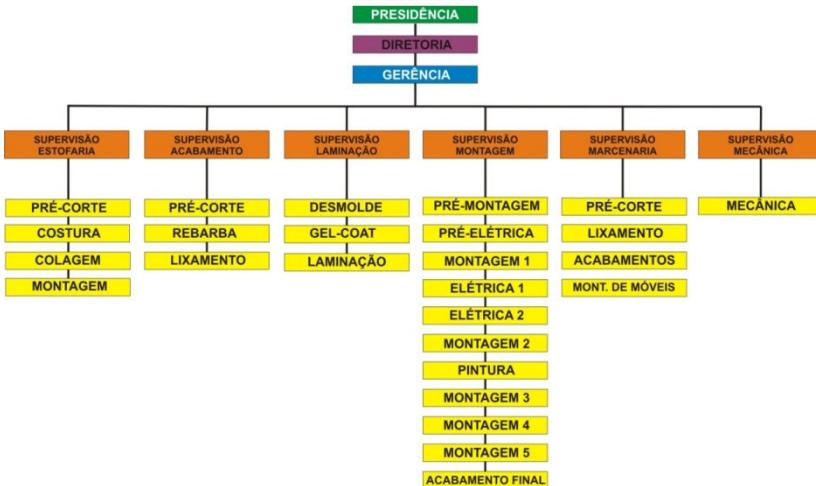


Fig. 11 – Estrutura organizacional da produção.

Abaixo é apresentada uma descrição resumida dos setores produtivos envolvidos na fabricação de barco no estaleiro Schaefer Yachts:

- Estofaria: fabricação de estofados, forros e acabamentos;
- Acabamento: lixamento e enceramento de peças de fibra de vidro;
- Laminação: fabricação de peças em fibra de vidro;

- Montagem: instalação de circuitos elétricos, pintura, montagens em diferentes níveis, pintura e acabamento final;
- Marcenaria: fabricação de móveis, divisórias (anteparas) e acabamentos;
- Mecânica: instalação e testes de motores;

### 3.4 – ANÁLISE DO ARRANJO FÍSICO DO ESTALEIRO

A sede do estaleiro pode ser inicialmente caracterizada como um layout de manufatura mista. Isto se deve à adaptação do processo produtivo à crescente demanda por barcos, uma vez que o fluxo de materiais, peças e barcos acabados ou semi-acabados tem aumentado continuamente.

Exige-se assim mais espaço físico dentro da área fabril, o que levou à realocação de setores como modelagem e marcenaria para que fosse possível ampliar os limites do setor de montagem. Em razão disso, o estaleiro locou três galpões industriais próximos à sede, um para a modelagem e os outros dois para a marcenaria, e esta realocação foi essencial para que o estaleiro pudesse atender a demanda.

Desta forma, estabeleceu-se outra concepção na gestão da produção da empresa, onde os setores são considerados fornecedores internos, facilitando a visualização do processo produtivo para os administradores.

Para melhor definir o atual arranjo misto, descrever-se-á o fluxo de trabalho dos três fornecedores internos do estaleiro: a laminação, marcenaria, estofaria e, por fim, o setor de montagem (cliente).

•Laminação: o setor de laminação (figura 12) consiste de um galpão arejado com grandes portões, devido às dimensões das peças produzidas no setor. O processo necessita basicamente de espaço para que os moldes de cada modelo de barco fiquem fixos em uma área determinada do setor, justo porque estes moldes são de peças de grandes dimensões, como casco, convés, casaria, contra-teto, contra-piso e chassi. Por outro lado, os moldes para as peças menores ficam alocados em uma grande prateleira central, local em que há também uma área específica para a preparação das mantas de fibra de vidro, além de pequenas centrais móveis de equipamentos e ferramentas utilizados para realizar o processo de laminação. A matéria-prima e o colaborador devem se deslocar até o molde, pois este se encontra fixo no setor.

O arranjo físico do setor de laminação pode ser considerado como arranjo físico funcional (SLACK, 2002), ou seja, existem áreas dedicadas a realizarem um procedimento em específico.



Fig. 12 – Arranjo físico por processo no setor de laminação

•**Marcenaria**: este setor também pode ser definido como um arranjo físico funcional, devido às áreas dedicadas a um processo específico dentro do galpão. O setor é constituído por dois galpões, separados por uma rua, com uma distância em torno de 50 metros entre os galpões, conforme mostrado na figura 13. Um dos galpões realiza a fabricação de cavaletes e carrinhos de madeira utilizados para o transporte de barcos prontos, em que há sub-setores como: tratamento químico, corte, desbaste, aplicação de lâminas de madeira, pintura e montagem. O outro galpão fica responsável em fabricar os móveis e as divisórias dos barcos, cujo arranjo físico também possui subdivisões como: usinagem em máquina CNC (2 eixos), corte, montagem. Estas peças também passam pelos processos de tratamento químico e aplicação de lâminas, os quais se localizam no outro galpão.

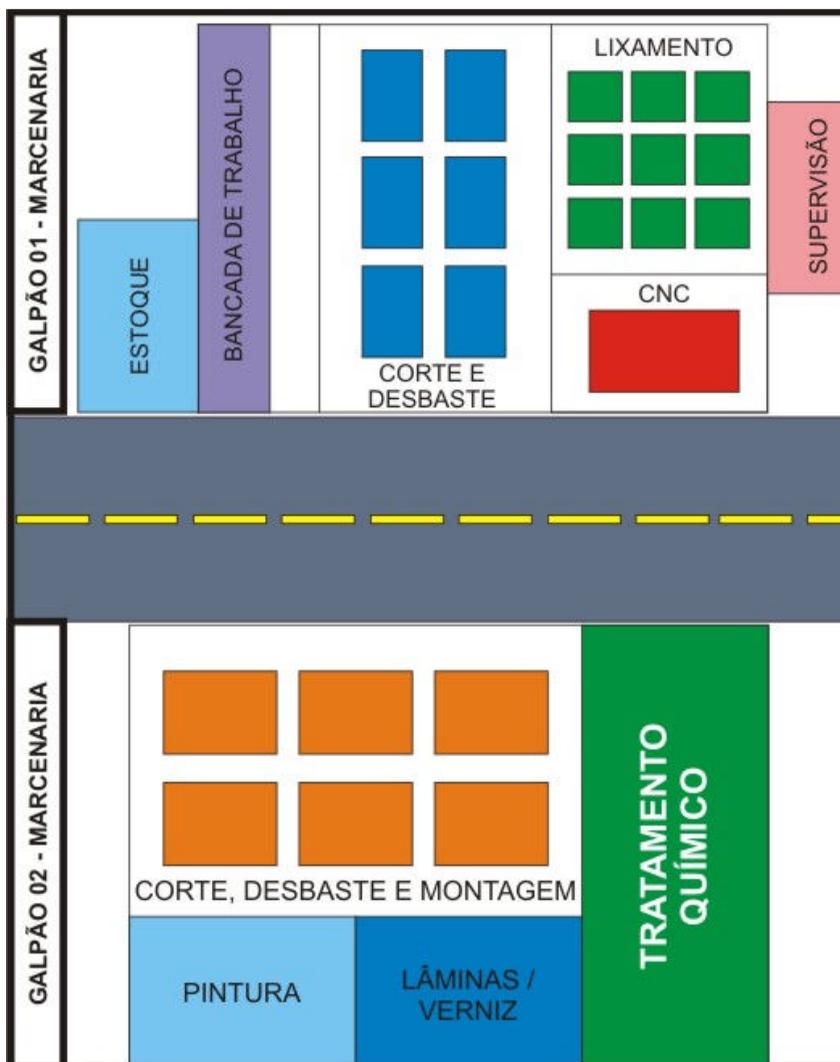


Fig. 13 – Arranjo físico por processo no setor de marcenaria

•Estofaria: o fluxo de processo deste setor também ocorre de forma setorial, onde as máquinas ou serviços são aglomerados em áreas específicas do setor. O fluxo deste setor consiste basicamente em receber a matéria prima, prepará-la e agrupá-la com outras peças, realizando o acabamento e a montagem final. Os sub-setores da estofaria abrangem os seguintes processos: costura, corte, colagem, preparação de

espuma e montagem do estofado. Desta forma, a estofaria caracteriza-se como um arranjo físico funcional, conforme se verifica na figura 14.

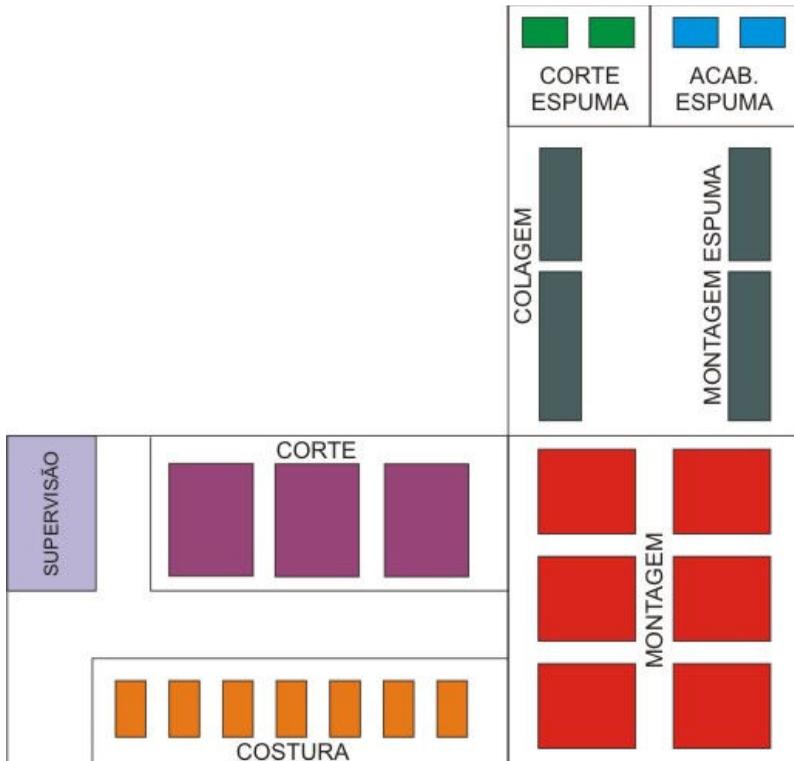


Fig. 14 – Arranjo físico por processo no setor de estofaria

•**Montagem da Phantom 300**: este setor caracteriza-se como o último processo para entregar o produto. Logo, a montagem é cliente dos outros três setores descritos anteriormente, ou seja, dos fornecedores internos. Vale lembrar que dentro das áreas físicas do estaleiro, cada modelo de lancha possui uma linha (setor) de montagem dedicada. Portanto, o setor de montagem do modelo Phantom 300 pode ser considerado como um arranjo físico por projeto, que também pode ser chamado de arranjo físico posicional (SLACK, 2002). Entretanto, o barco também realiza um pequeno movimento dentro do setor, e tal movimento é necessário devido às diferentes etapas da montagem (figura 15).

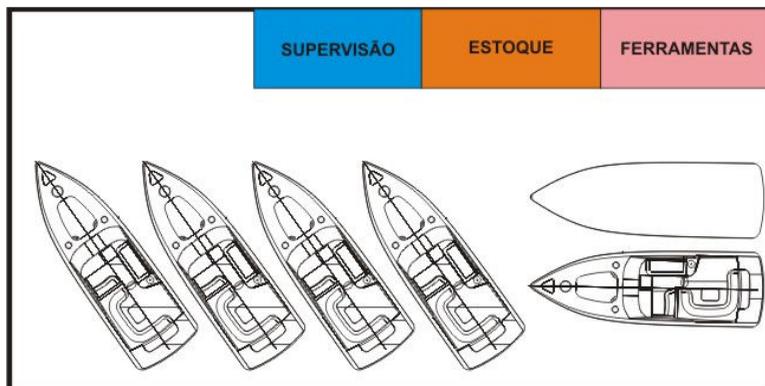


Fig. 15 – Arranjo físico posicional no setor de montagem da Phantom 300

Analisando-se o arranjo físico do estaleiro, considerando-se a cadeia produtiva do modelo Phantom 300 desde a fabricação de peças de fibra de vidro até a montagem final, pode-se perceber a presença de uma combinação de diferentes tipos de arranjos físicos.

Isto é, o estaleiro possui três setores considerados fornecedores internos, que se caracterizam por arranjos físicos por processo, onde cada um deles possui sub-setores com serviços e máquinas dedicados. No entanto, o setor de montagem caracteriza-se como um arranjo físico posicional que, devido ao tamanho do produto, os colaboradores e os materiais vão ao encontro à embarcação.

Além disso, existem pequenas células de manufatura que são compartilhadas por alguns modelos de barco, como por exemplo a pré-elétrica e elétrica. Nestas células são realizadas tarefas seguindo o fluxo do arranjo, como: receber, montar, climpar e conferir. Portanto, a combinação de diferentes tipos de arranjos físicos dentro da área da empresa caracteriza o layout de manufatura do estaleiro como misto.

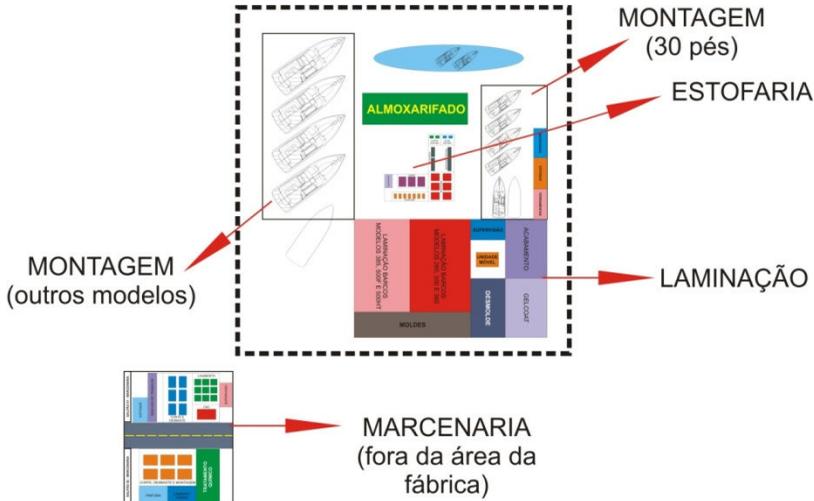


Fig. 16 – Visão aproximada do arranjo físico misto do estaleiro

### 3.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Deve-se destacar que o estaleiro possui um sistema de produção muito próximo do artesanal, uma vez que o estaleiro ainda depende da experiência dos colaboradores. Logo, não se pode determinar o tempo real de fabricação da maioria dos processos, uma vez que não houve um planejamento aprofundado da produção no início da história do estaleiro.

Isto se deve ao fato que a demanda prevista na época era muito baixa, até porque o mercado náutico de luxo é ainda muito recente no Brasil. Entretanto, é importante salientar a dificuldade que o empresário do ramo náutico brasileiro enfrenta perante as oscilações do mercado, principalmente com a matéria prima utilizada na fabricação.

Entretanto, o sucesso do produto no mercado fez com que a produção do estaleiro aumentasse e, conseqüentemente, o processo produtivo teve que se adequar a essa nova demanda, mesmo que utilizando os métodos iniciais.

Para que o mapa atual seja entendido com clareza, descrever-se-á resumidamente o processo produtivo da lancha Phantom 300. Primeiramente, o desenho da lancha foi desenvolvido no setor técnico,

utilizando-se o sistema CAD (software AutoCAD®) para a elaboração de desenhos e planos, além de outras atribuições técnicas.

Com a confirmação da venda do produto, o setor de programação e controle da produção (PCP) recebe a ordem de compra, e elabora um plano de produção.

Vale lembrar que o produto possui uma enorme variedade de componentes, desde insumos para a fabricação de peças, como também uma gama produtos e materiais acabados utilizados na montagem do barco. Logo, a variedade de componentes presentes na embarcação, os atrasos de fornecimento, as exigências de qualidade das peças, a falta de suprimentos náuticos na rede nacional, colaboram para o aumento do lead-time de produção.

Vale lembrar também que a baixa demanda por barcos faz com que não se consiga obter preços competitivos nos produtos de consumo do estaleiro, acarretando assim preços elevados dos diversos componentes.

Por sua vez, os setores recebem a ordem de produção, além de um cronograma de atividades para estabelecer os prazos. Paralelamente a isso, os fornecedores recebem o pedido por meio de um sistema computadorizado com datas definidas para a entrega de peças ou serviços. Finalmente, após o estaleiro receber a matéria-prima do fornecedor, o PCP libera a ordem para iniciar a produção.

### 3.6 – A QUALIDADE NO ESTALEIRO

Com a expansão do estaleiro, percebeu-se a necessidade de providenciar medidas para melhorar a qualidade dos produtos e processos. Para isso, iniciou-se em 2002 o programa 5S, visando a melhoria da gestão da produção, diante do volume de materiais, pessoas e processos envolvidos.

Por sua vez, o planejamento e a implantação do programa foram executados por uma empresa de consultoria, o que levou posteriormente à criação de um setor responsável pela qualidade dentro do estaleiro.

Os 5S buscou promover a disciplina na empresa através da consciência e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo. Para isso, convocaram-se colaboradores das mais diversas áreas da fábrica para formar equipes de qualidade e, por meio de palestras e workshops, foram certificados e

transformados em multiplicadores. Logo, os cinco sentidos foram gradativamente sendo executados no estaleiro.

Como o processo de transformação do ambiente de trabalho não ocorre de um dia para o outro, houve inicialmente muita resistência à mudança. No entanto, obteve-se êxito em 90% dos setores envolvidos neste processo, porém houve períodos em que o quinto sentido, o de manter o ambiente de acordo com as regras do 5S, foi desconsiderado devido à alta rotatividade de alguns setores.

A exemplo disso destaca-se o setor de laminação, que possui aproximadamente 300 colaboradores diretos trabalhando em meio a odores químicos, partículas de fibra de vidro no ar, resina grudada nos sapatos, ou seja, um ambiente com um nível elevado de insalubridade.

Os colaboradores não estavam cientes da técnica 5S, e com isso ficou difícil manter o ambiente equilibrado, e a disseminação da informação da qualidade dentro do setor ficou um pouco estagnada. Posteriormente, o setor de qualidade voltou a agir por meio de diretrizes criadas para treinar os colaboradores, antes do mesmo iniciar suas atividades.

Em consequência desse treinamento pode-se estabelecer certa “normalização” dentro do setor, e todos os colaboradores passaram a estar conscientes de suas responsabilidades perante o programa de qualidade do estaleiro. A figura 17 mostra algumas fotos da melhoria no ambiente de trabalho, antes e depois do programa 5S.



Fig. 17 – Exemplo da atuação do programa 5S no estaleiro

Deve-se mencionar que a etapa que envolveu maior esforço do estaleiro foi a manutenção deste programa. Observou-se que não bastava apenas seguir os parâmetros estabelecidos do programa, mas estimular o colaborador a querer se envolver neste processo.

Entretanto, através dos setores de qualidade e recursos humanos, iniciaram-se atividades para promover o envolvimento do colaborador com o estaleiro (ver figura 18). Tais atividades incluíram palestras com temas que envolviam assuntos como saúde, nutrição, atividade física, leitura, entre outros.



Fig. 18 – Envolvimento de colaboradores nas práticas organizacionais

Em linhas gerais, o envolvimento do setor produtivo nestas atividades promoveu o aumento do grau de satisfação do colaborador, além de um maior envolvimento no programa de qualidade. Em virtude da implantação do programa 5S no setor produtivo, as informações das atividades do trabalho, dos recursos e da mão de obra começaram a ficar mais evidentes. Isto se deve ao “gerenciamento visual”, ou seja, numa bancada de trabalho onde os itens têm suas posições identificadas, fica fácil perceber quando uma ferramenta está faltando.

Além disso, medidas simples como a demarcação da área de circulação de pessoas no chão de fábrica e também a identificação das atividades do colaborador, proporcionaram um melhor entendimento visual da produção.

A exemplo deste gerenciamento visual pode-se destacar o uniforme dos colaboradores do estaleiro (ver tabela 2), onde cada setor é identificado com uma cor de camiseta e, portanto, fica evidente para o supervisor as atividades que um determinado colaborador está realizando naquele momento.

<b>SETOR</b>	<b>COR</b>
<b>Almoxarifado</b>	<b>vermelho</b>
Assistência Técnica	cinza
<b>Brigadistas</b>	<b>amarelo</b>
<b>Estofaria</b>	<b>verde claro</b>
<b>Marcenaria</b>	<b>laranja</b>
<b>Mecânica</b>	<b>azul escuro</b>
<b>Montagem “Modelo 300/360”</b>	<b>verde escuro</b>
<b>Montagem “Modelo 500F/500HT”</b>	<b>azul claro</b>

Tabela 02 – Gerenciamento visual de colaboradores

O estaleiro tem pretensão de obter certificação para seu processo produtivo, como exemplo a ISO (International Organization for Standardization). Portanto, o estaleiro deu seus primeiros passos na busca da padronização, utilizando-se dos 5S.

### 3.7 A BUSCA PELA PADRONIZAÇÃO

Perante a variedade de informações para gerenciar a produção, buscou-se estabelecer uma base de dados com as informações necessárias para fabricar o barco. Esta base, chamada de “estrutura do produto” (tabela 3) possui as especificações, como descrição da matéria-prima, quantidade, valores e prazos, e tais informações são necessárias para criar os padrões de trabalho.

Folha: 01	Relação Simplificada das Estruturas	DT.Ref.:02/10/09
Hora.: 17:40:08		Emissão: 02/10/09
PH2900007	KIT COMPLETO DE PECAS - PH 300	
01	MG2900000 MONTAGEM ESTOFAMENTO	Qtd: 1,00 PC
02	CJ2900621 CJ MATERIAL CONSUMO ESTOFARIA 300	Qtd: 1,00 UN
03	010010005 LAMINA ESTILETE 18 mm	Qtd: 4,00 PC
03	020060033 DISCO LIXA 36 5 TIPO C	Qtd: 1,00 PC
03	020060058 PLASTICO BOLHA LARG 1,20 X 100 m	Qtd: 90,00 MT
03	030090004 ALCOOL LIQUIDO	Qtd: 2,00 L
03	030090014 ESTOPA	Qtd: 1,00 KG
03	050130005 GRAMPO PCW 50/7 INOX CX C/ 6600 PCS	Qtd: 0,12 CX
03	050130007 GRAMPO PCW 50/4 INOX CX C/ 4000 PCS	Qtd: 0,53 CX
03	050130008 GRAMPO PCW 50/10 INOX CX C/ 12400 PCS	Qtd: 0,30 CX
03	050150003 COLA COVOFIX ESPECIAL	Qtd: 1,40 KG
03	050150013 FITA DE EMPACOTAMENTO TRANSPARENTE	Qtd: 2,00 PC
03	050150101 COLA BRASCOLOK CA 41(BONDER) 100GR	Qtd: 0,50 PC
03	050150171 COLA BRASCOVULT APR 2523 14 kg	Qtd: 5,40 KG
03	090360002 SOLVENTE B 21 1 1	Qtd: 3,00 PC
03	140590055 LINHA NZ 60 BRANCA	Qtd: 0,44 RL
03	140590060 LINHA NYLON 25	Qtd: 0,27 RL
03	140590081 LINHA NZ 20 COR: 1310 (SITA)	Qtd: 0,25 RL

Tabela 03 – Representação de parte da estrutura do produto.

Conhecida também como “bill of material”, a estrutura fica armazenada em um servidor que é controlado por um software específico, administrado por uma equipe especializada. A estrutura foi elaborada pela administração da empresa, de forma a atender os requisitos necessários para a fabricação dos barcos, onde a montagem das embarcações acontece por etapas.

O fluxo de materiais para a produção foi planejado em forma de kits, e cada etapa da montagem recebe um kit de itens necessário para efetuar uma determinada tarefa. No kit, encontra-se além da matéria-prima a ser instalada, os fixadores, estopas e tecidos para limpeza, utilizados na execução da tarefa.

A tabela 2 mostra um exemplo de parte da estrutura de montagem de um estofamento. A estrutura de produto está organizada em três níveis: o primeiro nível 01 corresponde à tarefa de montar; o

nível 02 corresponde ao kit necessário, e o nível 03 contém a descrição do kit.

Desta forma, a estrutura padronizou os itens necessários na montagem do barco no estaleiro, isto porque, a partir desta informação base, pode-se elaborar as ordens de produção, resultando em um gerenciamento mais claro da produção.

Com isso os gargalos da produção ficaram mais evidentes, e a partir disso pode-se identificar os problemas em menor tempo, e posteriormente tomar ações necessárias na sua resolução. Vale lembrar que ajustes na estrutura são freqüentes, os quais ocorrem devido às constantes atualizações de alguns produtos utilizados no barco, como por exemplo o GPS, sistema de som, radar, rádio, entre outros.

Tais produtos são constantemente substituídos por versões mais modernas, e por isso os produtos do estaleiro devem acompanhar estas atualizações. No entanto, a alimentação dos dados no sistema deve ter um cuidado especial.

No estaleiro, por exemplo, percebeu-se que existem nomenclaturas diferentes para um mesmo material, e isto pode causar confusão nos dados, resultando em atrasos na execução da tarefa. Diante disso, percebeu-se a necessidade de melhorar a comunicação entre os setores da cadeia produtiva.

Por sua vez, iniciou-se um procedimento para que reuniões semanais fossem executadas entre gerentes, supervisores e pessoal do setor de PCP, com o intuito de promover a comunicação entre os setores, e realizar “brainstorming” na resolução de problemas. Mesmo reconhecendo que ainda há um caminho significativo a ser percorrido para a produção chegar ao ideal, observou-se o impacto direto que as técnicas 5S provocaram no chão de fábrica.

Nos meses posteriores à implantação completa do 5S na área produtiva, verificou-se a redução no desperdício dos materiais utilizados no chão de fábrica, bem como a melhoria nos tempos de execução de tarefas e nas atividades gerenciais, devido ao gerenciamento visual das atividades. Além disso, o início do processo de padronização deve-se à criação de uma base de dados confiável, necessária para a fabricação do produto, e a qualidade da informação tornou-se vital para o funcionamento adequado da produção.

Contudo, o processo de padronização se dá de forma gradativa e contínua, e a filosofia advinda do STP começou a tomar forma, e ao final o kaizen tornou-se o lema do estaleiro.

### 3.8 MAPEANDO O FLUXO ATUAL

Em face do exposto, o autor coletou informações no chão de fábrica, após implementação dos 5S e, utilizou-se da técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) na elaboração de um mapa do estado atual da linha de montagem do barco “Phantom 300”. Por sua vez, o processo de padronização da produção ainda não foi concluído no estaleiro, e isto se deve à necessidade de estudar com profundidade os elementos de trabalho, onde ainda não foi possível determinar o tempo real dos processos.

Isto se justifica pelo fato de que a quantidade de tarefas, principalmente na montagem, é grande e diferenciada, sendo diretamente proporcional à variedade de materiais e produtos utilizados na montagem. Desta forma, buscou-se executar as técnicas advindas dos conceitos de Taylor (1990), as quais consistem em:

- trabalho padronizado: estabelecer a melhor forma de realizar a tarefa;
- estudo de tempos e movimentos: entendimento do tempo e do movimento necessário para executar uma tarefa, e para isso utiliza-se técnicas de cronometragem industrial, além de uma análise do movimento do colaborador;
- tempo de ciclo: o tempo que o trabalho leva;
- medição e análise contínua do processo: o monitoramento das informações da produção deve ser constantemente verificado, justo para que se possa identificar qualquer anormalidade ou promover alguma melhoria.

Entretanto, para dar início ao mapeamento na linha de montagem da Phantom 300, foi realizado um levantamento de dados referente às vendas, por meio de consultas ao banco de dados dos setores de PCP e Comercial, visando obter o tempo de fabricação do produto. Em seguida, baseado na média de venda dos seis meses anteriores, contabilizados a partir de janeiro de 2009, verificou-se um lead time de 25 dias para o produto em estudo.

Este tempo de fabricação é determinado pelos tempos de ciclo dos processos somados aos tempos de estoques em processos. Como o estaleiro se baseia em médias advindas do histórico de produção, o tempo calculado é aproximado. Atualmente, o ritmo de produção do

estaleiro é regido por um cronograma de atividades, elaborado pelo PCP, paralelamente à emissão da ordem de produção (tabela 4).

	CLIENTE PRODUÇÃO	CLIENTE	14 - 15/09	16 - 17/09	18 - 19/09	21 - 22/09	23 - 24/09	25 - 28/09	29 - 30/09	01 - 02/10
890	28/set	OO1	rebarba	M1	M2	M3	M4	M5	Inspeção	
			Acab / kts	Pré-Mont.	Pré/M/V	Mont.Move	Motor	Polimento	Técnica	
			Pre-elétr	Elétrica 1	Gab.band	Elétrica 2	ACB Final			
			Fab. Estofaria		For.Acab.	Toldo	Estofado			
891	30/set	OO2	Laminação/rebarba	M1	M2	M3	M4	M5	Inspeção	
			Desmolde	Pré-Mont.	Pré/M/V	Mont.Move	Motor	Polimento	Técnica	
			Acab / kts p	Movel Pto	Gab.band	Elétrica 2	ACB Final			
			Pre-elétr	Elétrica 1		Pintura	Entrega.Car	reta		
			Fab. Estofaria		For.Acab.	Toldo	Estofado			
892	2/out	OO3	laminação/rebarba	M1	M2	M3	M4	M5		
			Fab Move/Desmolde		Pré-Mont.	Pré/M/V	Mont.Move	Motor	Polimento	
			Mad. Estof.		Acab / kts p	Movel Pto	Gab.band	Elétrica 2	ACB Final	
			fibra estof.		Pre-elétr	Elétrica 1	Estofado	Pintura	Entrega.Car	reta
					Fab. Estofaria	For.Acab.	Toldo	Estofado		
893	6/out	OO4	laminação/rebarba	M1	M2	M3				
			Fab Move/Desmolde		Pré-Mont.	Pré/M/V	Mont.Move	Motor		
			Mar.cnc/f	Mad. Estof.		Acab / kts p	Movel Pto	Gab.band	Elétrica 2	ACB Final
			F Motor	fibra estof.		Pre-elétr	Elétrica 1	Estofado	Pintura	Entrega.Car
						Fab. Estofaria	For.Acab.	Toldo	Estofado	

#### Legenda

- Produção no Prazo
- Produção Atrasada
- Produção Finalizada com Atraso
- Falta de Peças
- Letras em Azul - Separação KIT
- Motores na Empresa
- Sábado Trabalhado

Tabela 04 – Cronograma de produção

Por meio deste cronograma, tem-se noção do status da produção, podendo-se perceber visivelmente a presença de alguns gargalos. Entretanto, os mapas de fluxo de valor fornecem uma melhor compreensão da produção, e nesta dissertação são apresentados dois mapas de fluxo de valor em dois níveis: o primeiro nível fig. 19 (mapa 01) é uma representação “macro” de toda a cadeia produtiva do barco em estudo, enquanto o segundo nível (mapa 03) representa somente as atividades de montagem da Phantom 300, que será apresentado no próximo capítulo, onde os mapas serão descritos em detalhes, realizando-se paralelamente uma análise de seus efeitos na cadeia produtiva.

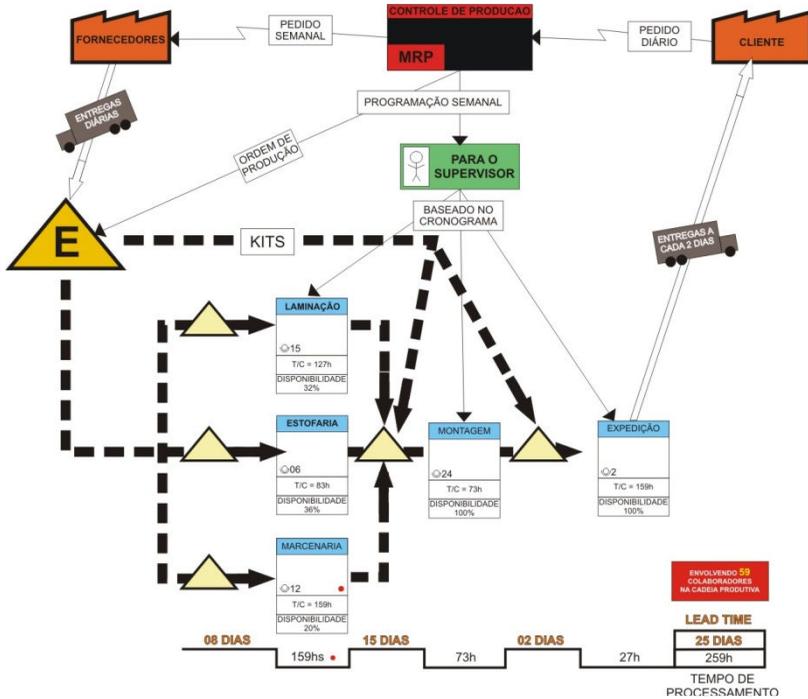


Fig. 19 – Mapa 01 (Fluxo de Valor “Macro”)

## 4. RESULTADOS DA ANÁLISE:

### 4.1 DESCRIÇÃO DO MAPA 01 “MACRO”

Atualmente o estaleiro se concentra em melhorar a qualidade do seu processo, e para isso buscou-se implantar conceitos ou técnicas que possam resultar na melhoria requerida. No entanto, como mencionado anteriormente, as técnicas e conceitos da manufatura enxuta estão aos poucos sendo inseridos na cadeia produtiva da empresa, por meio de reuniões e palestras, onde os supervisores e o corpo administrativo estão envolvidos nestas atividades.

Em virtude disso, o autor iniciou um levantamento de dados em junho de 2009, para avaliar a aplicabilidade destes conceitos na linha de montagem do modelo “Phantom 300”. Para isso, contou-se com a colaboração do supervisor geral das montagens do estaleiro, do supervisor da linha 300, do gerente PCP e dos líderes do chão de fábrica.

Em virtude da característica artesanal de manufatura do estaleiro, o autor passou certo tempo buscando compreender o fluxo de materiais e informações necessárias para fabricação de uma embarcação. Em razão disso, percebeu-se a necessidade de criar um mapa “macro” de toda a cadeia do barco, com o intuito de “visualizar” a produção por meio do mapa.

Este fluxo inicia-se com o processo de compra do barco, onde o modelo “Phantom 300” possui 95% de seus itens padronizados pela fábrica, enquanto os 5% restantes são reservados para customização de alguns itens. Entretanto, essa customização é determinada pelo setor comercial, que realiza pesquisas de mercado para estabelecer o que pode ser selecionado pelo cliente.

Dentre estes itens tem-se equipamentos eletrônicos como GPS, antena e rádio VHF, sonar, sistema de som, entre outros. Por outro lado, atualmente o ramo de equipamentos eletrônicos náuticos possui uma velocidade de atualização de produtos muito elevada, isto é, quando se refere à versão (modelo) mais recente de algum aparelho, a diferença entre o modelo novo e o antigo não é maior que seis meses.

Em vista disso, o cliente sempre almeja o modelo mais recente, e portanto o estaleiro deve estar atento às mudanças destes acessórios, para disponibilizar ao cliente o que há de melhor no mercado.

Após a pesquisa de mercado, a área comercial elabora duas ou mais opções de cada item eletrônico, ou seja, um modelo simples e um mais avançado, porém da mesma marca. Logo, o cliente escolhe, dentre as opções oferecidas pelo estaleiro, a que melhor atende suas necessidades, sendo que todas as opções disponibilizadas possuem garantia do estaleiro.

Contudo, há clientes que desejam outras marcas de produtos que não são oferecidas pelo estaleiro, e para atender esta solicitação o estaleiro providencia o equipamento requerido pelo cliente, porém não lhe concede garantia. Deve-se mencionar que a customização não fica somente atrelada aos itens eletrônicos, mas abrange também a decoração interna do barco, no que se refere à cor ou textura de móveis e estofados, ficando também a critério da escolha do cliente, perante os parâmetros estabelecidos pela área comercial do estaleiro.

Posteriormente à definição das características escolhidas pelo cliente, que podem ser efetuadas nas lojas de revenda, como também na própria sede do estaleiro, dá-se início à produção. Então, o PCP recebe o pedido por meio do sistema eletrônico e elabora as Ordens de Produção (OP) necessárias para a fabricação do barco. Neste momento, o PCP imprime a documentação contendo as operações necessárias, e entrega pessoalmente ao supervisor da linha 300. Paralelamente a isso, um pedido de compra de acessórios e peças é enviado aos fornecedores externos, por meio de software eletrônico MRP (“Material Requirement Planning”).

Consequentemente, o supervisor e o gerente PCP analisam os pedidos semanais realizados, e com isso elaboram um cronograma de atividades, baseando-se no tempo estabelecido para entrega, que neste caso são 25 dias (lead time). Por tais razões, o supervisor precisa informar os setores envolvidos na cadeia para que os mesmos se adequem ao cronograma, e para isso são realizadas reuniões semanais entre supervisores e gerentes. De modo geral, na linha 300, o supervisor deve informar aos três fornecedores internos as características das peças solicitadas pelos clientes, para que cada setor realize uma programação que atenda o cronograma de atividades estabelecido pelo PCP.

Enfim, as peças e produtos solicitados aos fornecedores externos começam a chegar via transporte rodoviário, e o setor de almoxarifado faz a conferência entre o que consta no sistema e o que chegou para poder liberar para a produção. O almoxarifado possui equipes destinadas a montar kits de peças para cada etapa de montagem dos diversos modelos de barcos do estaleiro, e estes kits são montados de acordo com a estrutura do produto que fora estabelecido pela

administração. Os itens contidos nos kits são diversos, podendo conter somente uma peça e seus fixadores, como também produtos para limpeza do trabalho e equipamentos de proteção individual (EPI's) descartáveis. Após a montagem dos kits, os mesmos ficam aguardando até o momento em que a fábrica solicitar a liberação.

Após a conferência da matéria-prima utilizada pelos três fornecedores internos, o almoxarifado entrega o material diretamente nos setores, que possuem áreas específicas para estocagem de matéria-prima. Posteriormente, o processo de montagem do barco só se inicia com a entrega das peças grandes de fibra de vidro, fornecidas pela laminação, que neste caso são o casco e o convés. Logo, durante o processo, os fornecedores internos como estofaria e marcenaria entregam suas peças em etapas distintas da montagem e, paralelamente a isso, o setor de montagem retira do almoxarifado central os kits utilizados no processo.

Finalmente, após o processo de montagem, com o barco “acabado”, realiza-se um “check list” baseado nos dados da estrutura e, também, de acordo com as características requeridas pelo cliente. Após a conferência, a empresa transportadora contratada pelo estaleiro carrega o barco em um caminhão específico para o transporte deste tipo de produto e, conseqüentemente, a embarcação é expedida.

#### 4.2 PARÂMETROS DO MAPA 01 “MACRO”

Para a execução do Mapeamento do Fluxo de Valor, será utilizada a representação gráfica criada pelo Lean Enterprise Institute. No entanto, não foi possível realizar uma análise específica dos elementos do trabalho, devido à variedade de tarefas e seus diversos elementos. Para isso, adotou-se uma média baseada no histórico da produção e na experiência de supervisores e líderes do chão de fábrica, para determinar: (a) um tempo estimado para executar as tarefas; (b) o número de colaboradores envolvidos em cada etapa. Vale lembrar que estes dados foram necessários para a realização de uma análise da aplicabilidade dos conceitos de manufatura enxuta na linha de montagem de um barco de 30 pés.

Em face do exposto, o autor, auxiliado pelos responsáveis dos setores no chão de fábrica, desenhou o mapa, de maneira a proporcionar a visualização do fluxo de materiais e informações, e este mapa é apresentado na figura 19. Em razão de aspectos específicos dos

processos da empresa considerada, foram adotados alguns elementos diferentes daqueles tradicionalmente utilizados em MFV. A tabela 5 mostra a simbologia utilizada neste primeiro mapa (fig. 19).

ÍCONE	DESCRIÇÃO
	Planejamento e Controle de Produção (PCP)
	fornecedores e/ou cliente
	estoque central
	estoque entre processos
	o processo e número de colaboradores envolvidos
	transporte
	supervisor
	fluxo “empurrado”
	dados
	dados eletrônicos
	produtos acabados
	descrição de informações(ex.: kits)

Tabela 05 – ícones utilizados no mapa 01

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA 01 “MACRO”:

No caso presente, o mapa 01 (fig. 19) representa o fluxo de valor atual da manufatura da embarcação e, conseqüentemente, apresenta-se de forma totalmente funcional. Com o mapa pode-se “enxergar” o fluxo de materiais e informações dentro do estaleiro, especificamente a cadeia produtiva do modelo “Phantom 300”.

Porém, durante a criação do mapa verificou-se uma instabilidade da produção, onde atrasos na entrega das peças eram constantes, peças fornecidas com defeito, falta de preparo do colaborador. Tal instabilidade contribuiu para o aumento do lead time do produto.

De acordo com a definição de Ohno (1997), a primeira análise realizada referiu-se à identificação de alguns dos sete tipos de muda

(desperdício), mas, por meio do mapa 01 (fig. 19) pôde-se identificar três tipos de muda no estaleiro.

a) Muda pelo excesso de retrabalho: esse tipo de muda é facilmente verificado dentro da realidade do estaleiro, e a constante falta de qualidade das peças fornecidas está diretamente relacionada à instabilidade da produção. Neste ponto, percebeu-se a importância de desenvolver fornecedores que possam atender a demanda do estaleiro com produtos de qualidade. Atualmente o estaleiro possui alguns fornecedores de peças metálicas e de peças acrílicas e plásticas, quase que “dedicados” à fábrica, porém a reduzida qualidade das peças fornecidas acarreta em instabilidade da produção, devido à necessidade de retrabalho destas peças. No entanto, as peças fabricadas em fibra de vidro no estaleiro também podem apresentar grandes variações, devido ao processo de laminação, onde a fibra com resina e catalisador contrai-se. Além disso, as condições do ambiente podem causar uma significativa alteração nas dimensões da peça.

b) Muda por excesso de movimento: identifica-se no mapa 01 (fig. 19) o muda por excesso de movimento, causado pela localização do fornecedor interno (marcenaria). Este setor está localizado a 60 metros da sede do estaleiro, e as peças por setor fabricadas são movimentadas por carrinhos de mão e conduzidas por um colaborador do mesmo setor, e tal colaborador possui qualificações para trabalhar com madeira, e não no transporte. De igual forma, as peças de fibra de vidro possuem grandes dimensões, e para movimentá-las para a montagem necessita-se em média de quatro colaboradores do setor de laminação.

c) Muda por excesso de espera: a falta de peças fornecidas para o estaleiro resulta em muda por excesso de espera. Na falta de peças, alguns processos não podem dar continuidade sem o término da etapa anterior. Essa condição é perceptível no mapa 01 (fig. 19), onde a linha do tempo, na parte inferior do mapa, mostra o tempo WIP dos materiais. De igual forma, fica evidente que a falta de opções de matéria-prima e produtos náuticos no Brasil obriga o estaleiro a importar estes itens, e desta forma o estaleiro fica suscetível aos trâmites burocráticos de importação, e ao longo prazo de entrega das mercadorias. Este é de fato um dos principais motivos de falta de peças no estaleiro, e dentre tais itens tem-se os equipamentos eletrônicos de última geração, a motorização, os produtos químicos utilizados na fabricação e os acessórios náuticos com atributos estéticos.

Deve-se ressaltar o esforço do supervisor da linha e dos gerentes de PCP em administrar estes tipos de muda, que inclui o fato da existência de um percentual significativo de clientes que, após fechar o contrato de compra, resolvem mudar de idéia referente a algum dos itens escolhidos no ato da compra, entre eles eletrônicos, tecidos e estofados. Em virtude da clientela ser muito restrita (por terem alto poder aquisitivo), e devido ao fato da demanda por barcos ser pequena, o estaleiro, com o objetivo de concretizar a venda, se flexibiliza para atender a solicitação do cliente, uma vez que o cliente deve sair satisfeito com o produto. Tais razões acarretam os seguintes problemas:

- pedidos de urgência para fornecedores internos e externos;
- modificação dos dados do produto no sistema, o que gera retrabalho sobre as OPs e na estrutura dos consumíveis;
- extravio do material já instalado;
- estocagem do material ou produto que fora inutilizado e, no caso dos eletrônicos e motores, pode resultar na obsolescência do produto;
- instabilidade na produção.

O mapa de estado atual (fig. 19) proporcionou a visualização dos pontos considerados gargalo, e que necessitam de atenção constante, para que a embarcação seja expedida com qualidade. Para isso, utilizaram-se caixas de texto em forma de balão para representar melhorias e um ícone representado por um óculos para identificar os pontos que necessitam atenção (fig. 20).

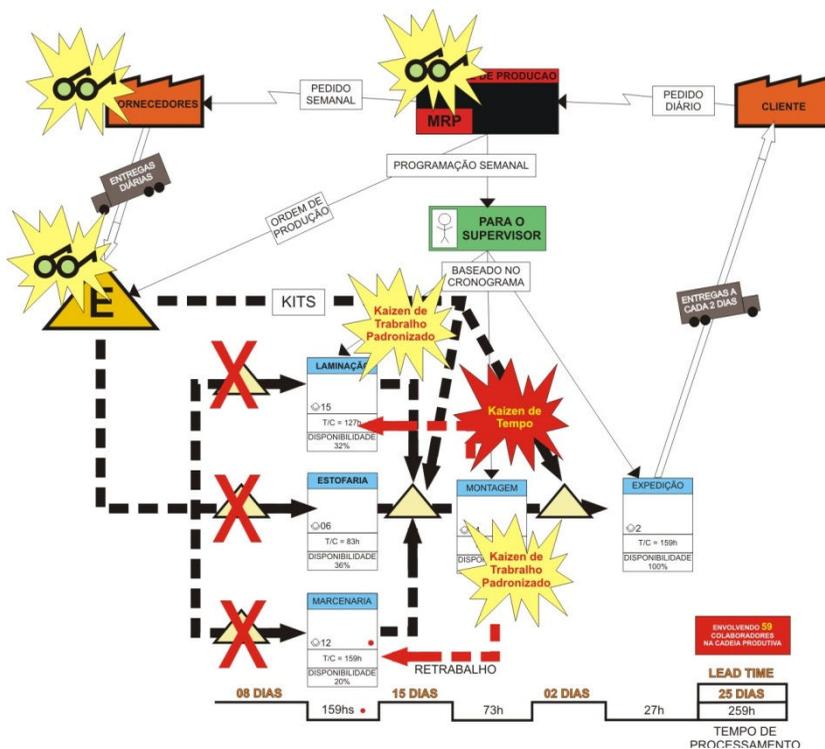


Fig. 20 – Mapa 02 (Kaizen no papel Mapa 01)

#### 4.4 SUGESTÕES PARA MELHORIA DO FLUXO BASEADO NO MAPA 02:

A partir dos dados identificados, foram percebidos os gargalos da produção, e perante o fluxo de materiais e informações, busca-se uma produção que se torne “puxada”, seguindo a filosofia enxuta. No entanto, o mapa 02 (fig. 20) explicita três observações distintas sobre os pontos que necessitam melhoria, sendo o Kaizen de trabalho padronizado, o Kaizen de tempo, e os óculos, que representam atenção/observação.

•**Kaizen do trabalho padronizado:** este kaizen refere-se à melhoria nos procedimentos de trabalho, e sugere-se que cada setor envolvido na cadeia produtiva do estaleiro deva se unir e contribuir para a formação

de uma equipe responsável pelos métodos e processos do estaleiro. Iniciam-se estas atividades contabilizando o número de tarefas necessárias em cada etapa do processo de fabricação, descrevendo todos os elementos de trabalho e realizando cronometragem.

Somente a partir disso é que se torna possível migrar para um nível mais elevado de qualidade (certificação de qualidade). Além disso, é importante a documentação destas atividades. De modo geral, o know-how do estaleiro não pode ficar vinculada aos colaboradores, ou seja, existem determinadas tarefas que somente alguns sabem realizá-las. Neste momento é que, se percebe a necessidade de documentação e, uma vez que o trabalho tenha sido estudado e definido, é que se pode começar a falar em padronização, pois assim a informação pode ser disseminada e replicada de maneira mais efetiva.

Consequentemente, o número de falhas e desperdícios reduzir-se-ão significativamente, e, além disso, qualquer anomalia na produção seria facilmente identificada, pelo fato de haver um padrão para se basear. Somente com o domínio da informação necessária para fabricar um barco é que se pode buscar a melhoria do processo como um todo.

•Kaizen de tempo: o longo tempo necessário para executar uma determinada tarefa afeta diretamente o lead time do produto, e na prática é normalmente necessário realizar horas extras para poder cumprir o cronograma estipulado. No mapa 01 (fig. 19) verificou-se que o processo de montagem é responsável por 65% do tempo gasto para produção da lancha, e isto corresponde a cerca de 75% dos custos de fabricação do barco. No entanto, deve-se realizar um estudo para a redução da velocidade de execução das tarefas de montagem, e esta atividade está relacionada diretamente ao kaizen de trabalho padronizado.

•Atenção e Observação: o ícone dos óculos está indicando, no mapa 02 (fig. 20), pontos chave que exigem melhorias e ajustes, dentro do processo produtivo. Pode-se observar a exigência de atenção no PCP, fornecedor e almoxarifado central. Primeiramente, deve-se mencionar que a estrutura do produto no sistema ainda não se apresenta de forma completa e com dados confiáveis, e portanto a melhoria sugerida para este caso será implementada por meio de um trabalho minucioso, sendo necessário detalhar todos os materiais envolvidos no processo, como também seus processos.

Para que isso seja possível, é necessário que o PCP, auxiliado pelos supervisores, melhore a classificação dos produtos perante o

sistema. Como exemplo disto tem-se a codificação utilizada dentro estaleiro, onde algumas famílias de produtos são demasiadamente abrangentes (por exemplo, família “produtos em geral”). Este tipo de classificação acaba por gerar confusão para quem alimenta o sistema e para quem o utiliza para consultas, resultando em duplicidade de produtos lançados no sistema, acarretando em compra “duplicada”, ou seja, compra do mesmo produto, porém com descrições e famílias diferentes.

Em virtude disso, há a necessidade de um tempo bastante elevado para reajustar os parâmetros adotados no sistema atual, e fazer com que todos envolvidos na cadeia de produção do produto estejam de acordo. Como exemplo desta situação, pode-se citar a denominação de uma peça estreita de madeira, onde alguns a chamam de ripa, outros de régua e alguns de travessa. Portanto, a nomenclatura pode até parecer sem importância, mas com a classificação correta pode-se alcançar melhorias significativas na velocidade de leitura da estrutura ou de alguma operação.

Além disso, deve-se mencionar as situações em que o produto foi alterado de última hora para atender a solicitação de um determinado cliente, e como a linha de produção encontra-se em um estágio avançado de montagem, gera-se pedidos de urgência, resultando na instabilidade da produção. Para melhorar o fluxo de fabricação do barco, e paralelamente atender a todas as exigências requeridas pelo cliente, se faz necessário rever os parâmetros utilizados no processo de negociação (venda). Nesse caso, sugere-se a inserção de cláusulas no contrato, como por exemplo deixar claro para o cliente que alterações solicitadas após o fechamento oficial da compra acarretariam diretamente em atraso na entrega do barco.

Ao contrário disso, destaca-se, por meio do mapa 03 (fig. 21), que o almoxarifado central está diretamente relacionado aos problemas frequentes de falta de peças, bem como de não-conformidade das mesmas. Observando-se o mapa, pode-se perceber que o almoxarifado transfere a sua carência de peças e insumos para o setor produtivo, além permitir que peças defeituosas compradas de fornecedores externos sejam enviadas assim mesmo para a produção, e somente no momento de ser utilizada é que se percebe o erro. No entanto, no mapa 03 (fig. 21) exige-se atenção tanto com os fornecedores como com o almoxarifado, uma vez que é o almoxarifado que lida com as oscilações externas do mercado, influenciando diretamente o fornecedor.

Para isso, sugere-se que o estaleiro se envolva mais com os fornecedores, e com isso requerer maior qualidade das peças,

evidenciando as exigências do estaleiro. Com este envolvimento, o fornecedor possuirá maior entendimento do ritmo de produção do estaleiro e, conseqüentemente, poderá concentrar esforços para se adequar às exigências.

No entanto, muitas vezes é necessário que o estaleiro invista no fornecedor, visando contribuir para a melhoria do mesmo, por exemplo, no maquinário do processo produtivo e/ou na logística. Percebe-se que tais atitudes ao longo do tempo resultam em aumento da qualidade, ou seja, com um investimento de médio a longo prazo, pode-se desenvolver fornecedores que se adequem às exigências do estaleiro, conferindo também uma maior confiabilidade à cadeia de suprimentos.

Em síntese, a falta de opções na cadeia de suprimentos náuticos no Brasil faz com que o estaleiro fique restrito a uma minoria de fornecedores que muitas vezes não atendem os requisitos de qualidade. Vale lembrar que a rede de suprimentos estrangeira, no caso da Europa e Estados Unidos, possui uma significativa variedade e qualidade, porém o estaleiro tem preferência por produtos nacionais por dois motivos: prazos de entrega menores e menor custo. Isto porque, devido à demanda por barcos ser menor, torna-se difícil conseguir preços competitivos em caso de importação. Contudo, com a inexistência de alguns produtos no Brasil, o estaleiro muitas vezes não possui outra alternativa senão importar.

Por outro lado, o estaleiro pode adotar medidas internas para impedir a entrada de peças defeituosas e suprir a constante falta das mesmas, e para isso sugere-se a implantação de um setor de inspeção dentro das dependências do almoxarifado. De fato, o baixo volume de produção e a alta variedade de componentes podem dificultar a inspeção (muri), mas isto se justifica pelos dados analisados do histórico de produção (tabela 4), onde se verificou a constante falta de peças. Como exemplo de peças faltantes tem-se o motor, eletrônicos, peças de inox, madeiras especiais, peças acrílicas, entre outras. No caso de peças defeituosas, tem-se os acessórios elétricos, chicotes, peças em aço inox, entre outras.

Em face do exposto, a adoção de um setor de inspeção torna-se necessária, e para a execução dos procedimentos de inspeção é necessária a contratação de mais colaboradores, bem como a sua capacitação visando educá-los nos parâmetros de qualidade estabelecidos pelo estaleiro. Por sua vez, o setor de inspeção utilizar-se-ia de ferramentas como paquímetros, trenas, balanças, escala de cores (para conferência de atributos estéticos), desenhos, fotos, entre outros. Com isso, poder-se-á identificar todas as peças defeituosas que entram

no estaleiro, de maneira a evitar que as mesmas sejam encaminhadas para o processo produtivo, o que geraria atrasos na linha. Caso tal peça fosse para a linha, haveria o muda de excesso de espera, pois o colaborador que recebeu a peça com defeito teria que esperar até que uma peça boa seja enviada pelo fornecedor.

Além desses fatos, vale lembrar que a falta de preparo do almoxarifado resulta em falha na montagem dos kits. Estes erros resultam em efeitos visíveis no chão de fábrica, como a constante movimentação e filas dos colaboradores no setor de almoxarifado. Como exemplos desses erros tem-se: (a) kits que foram montados com uma peça com quatro furos continham apenas dois parafusos; (b) peças que são similares visualmente, porém possuem características de furações e posições diferentes, as quais são misturadas nos kits, sendo identificadas somente no momento de uso do kit.

Conclusão da análise do mapa 01 (fig. 19): verificou-se a importância da elaboração de um mapa “macro” de toda a cadeia produtiva do modelo “Phantom 300”, visando proporcionar um melhor entendimento do fluxo atual do estaleiro. De fato, o MFV contribuiu de maneira determinante para o entendimento visual do fluxo dos materiais e processos, sendo possível identificar os gargalos da produção, os pontos que necessitam melhoria. Por outro lado, foi possível também sugerir melhorias no processo, por meio de um olhar analítico aos ícones representados no mapa. Enfim, a análise do processo produtivo forneceu base para que se desenvolvesse um MFV no processo de montagem, e para isso foi necessário desmembrar os seus sub-processos, e em um momento posterior elaborou-se o mapa de fluxo de valor da montagem, que se observa no mapa 03 (fig. 21).

#### 4.5 PARÂMETROS DO MAPA 03 (“LINHA DE MONTAGEM”)

De igual forma, adotou-se a simbologia proposta pelo Lean Enterprise Institute para desenvolver um mapa específico do processo de montagem. Vale lembrar que não pode-se realizar uma análise específica dos elementos do trabalho, devido à variedade de tarefas e seus diversos elementos. Para isso, adotou-se uma média baseada no histórico da produção e na experiência de supervisores e líderes do chão de fábrica.

No entanto, o autor verificou que o segundo mapa (fig. 20) foi elaborado em um menor intervalo de tempo. Nesse mapa foram utilizados alguns aspectos diferentes do primeiro mapa, e a tabela 6 mostra a simbologia utilizada neste segundo mapa (fig. 21).

ÍCONE	DESCRIÇÃO
	Planejamento e Controle de Produção (PCP)
	fornecedor externo
	fornecedores internos
	estoque central
	estoque entre processos
	o processo e número de colaboradores envolvidos
	transporte
	supervisor
	fluxo “empurrado” (materiais)
	dados (informação)
	dados eletrônicos (informação)
	produtos acabados; (peças prontas)
	descrição de informação importante (ex.: kits)
	o colaborador realizando o transporte / grande movimentação de colaboradores
	colaborador “prestador de serviço”

Tabela 06 – ícones utilizados no mapa 03

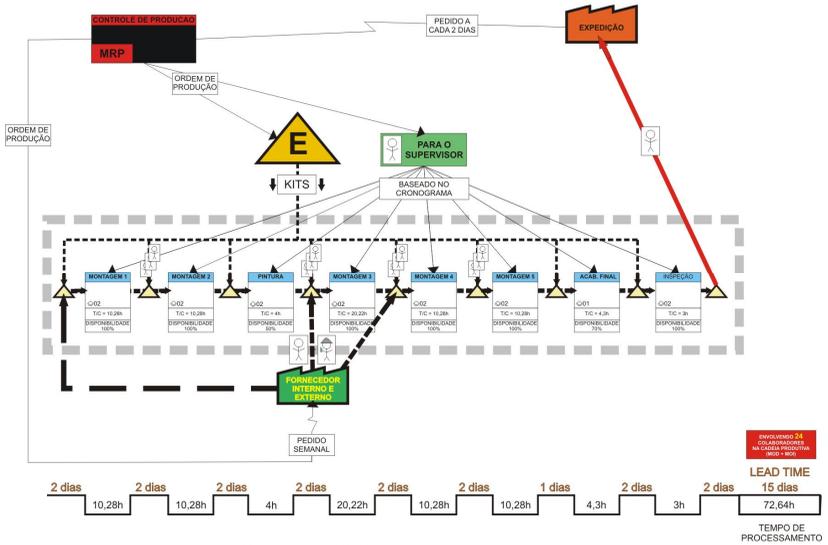


Fig. 21 - Mapa 03 (Fluxo de Valor da Montagem)

#### 4.6 DESCRIÇÃO DO MAPA 03 (“LINHA DE MONTAGEM”)

O primeiro mapa (fig. 19) apresentado nesta dissertação revelou dados importantes para auxiliar na construção do segundo mapa (fig. 21), onde foi possível “enxergar” a trajetória do material, elementos que agregam ou não valor ao produto. Assim, foram iniciadas as atividades de mapeamento em folha A3 do setor de montagem do modelo “Phantom 300”.

Em razão do desdobramento gráfico deste mapa (fig. 21), para as atividades de montagem, representou-se os três fornecedores internos com ícones de cores diferenciadas dos fornecedores externos, e considerou-se a expedição como sendo o “cliente”. O setor de montagem está dividido em oito etapas de processamento, sendo elas: montagem 1, montagem 2, pintura, montagem 3, montagem 4, montagem 5, acabamento final e inspeção.

A montagem do barco só inicia com a entrega das peças grandes de fibra de vidro advindas do fornecedor interno, que neste caso corresponde à laminação. Portanto, o casco e o convés são as peças necessárias para iniciar o processo. Posteriormente, a montagem 1 realiza atividades de pré-montagem elétrica, que consistem em: preparar painéis elétricos, montar acessórios como relógios, mostradores, interruptores, disjuntores, e ainda montar a rede de chicotes elétricos no casco. Paralelamente, monta-se os acessórios estruturais, considerados “brutos”, como chassi, entradas de ar, tanques de água e combustível, ou seja, peças que não serão poderiam ser colocadas depois do fechamento do barco.

Deve-se mencionar que os materiais utilizados neste processo são solicitados verbalmente pelo supervisor, que disponibiliza uma lista para seus colaboradores contendo a descrição dos kits necessários para aquele processo. Portanto, o colaborador, de posse da lista, se desloca até o almoxarifado central, e retira os kits necessários para realizar sua atividade naquele momento. Vale destacar que o almoxarifado central é compartilhado por todos os modelos de barco.

Em seguida, na montagem 2, realiza-se a junção do casco com o convés, por meio de pontes que mantêm as peças suspensas, o que possibilita um fácil manuseio das peças maiores, montando-se então outras peças grandes como targa, plataforma e tampas de inspeção. Na sequência, o barco é conduzido, por meio de um trator de pequeno porte, até a câmara de pintura, e inicia-se a aplicação de tinta no casco. No caso de pedidos em que o cliente não solicita pintura, a embarcação é

expedida na cor branca advinda do gel-coat utilizado nas etapas iniciais de laminação.

Pintado ou não, o barco retorna à linha, e na montagem 3 realiza-se a montagem das peças de aço inox, como cunhos, passacabos, âncoras e guarda-mancebos. Alguns colaboradores da marcenaria se deslocam até a montagem 3 e executam a pré-montagem de móveis e divisórias e, de igual forma, outro colaborador da estofaria também se desloca até o barco para efetuar a instalação de “forras”. Além disso, nesta etapa realiza-se a instalação de toldos, que é efetuado por fornecedor externo, que efetua a instalação da peça na embarcação dentro das dependências do estaleiro.

Por sua vez, a montagem 4 recebe os estofados prontos da estofaria, como também finaliza os móveis. Instala-se nesta etapa os opcionais selecionados pelo cliente, como também todos os acessórios eletro/eletrônicos utilizados por uma embarcação. Nesta etapa é normalmente necessário um tempo elevado para instalar, checar e liberar, pois se o cliente optar por um acessório que o estaleiro não disponibiliza, e portanto não possui garantia, o colaborador necessita compreender os requisitos de instalação do dispositivo selecionado.

Do mesmo modo, devido à elevada velocidade de inovação dos equipamentos eletrônicos, essa situação se repete constantemente, onde o colaborador deve adequar-se à nova tecnologia para executar sua instalação de maneira correta.

Posteriormente, na montagem 5, por meio de um guindaste, monta-se o motor escolhido pelo cliente, instala-se os acessórios na “casa de máquinas”, e em seguida a embarcação é conduzida até um açude na parte externa do estaleiro. Com o barco na água, realiza-se inúmeros testes no motor, seguindo especificações do fabricante e, por fim, o barco retorna para a linha.

Neste momento, inicia-se o trabalho de acabamento final, que consiste em verificar e ajustar fechaduras, portas, forros, móveis, tecidos, tapetes, persianas, gaiutas, entre outros. Paralelamente, realiza-se a limpeza no interior e no cockpit (externa) da embarcação e, de igual forma, realiza-se o polimento das peças de fibra e aço inox.

Finalmente, de posse da estrutura do pedido do cliente, a inspeção inicia o processo de verificação total dos itens instalados. Por meio de um check-list, percorre-se toda a embarcação buscando-se eventuais falhas, com o intuito de confirmar o cumprimento de todas solicitações do cliente. Então, com a inspeção finalizada, encaminha-se a embarcação para o cliente, i.e., a expedição.

#### 4.7 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DO MAPA 03 (“LINHA DE MONTAGEM”)

Como mencionado no item 4.3, o MFV na linha de montagem foi executado visando conhecer o fluxo de materiais e informações no estado atual de produção, para que se possa identificar os desperdícios, sugerir melhorias, e propor um mapa do estado futuro. Baseado nos dados extraídos do primeiro mapa (fig. 19), identificou-se quatro tipos distintos de muda: desperdício pelo excesso de refugos e retrabalho; desperdício pelo excesso de movimento; desperdício pelo excesso de processamento; desperdício pelo excesso de espera.

1. Desperdício pelo excesso de retrabalho: esse tipo de muda é facilmente verificado dentro da realidade do estaleiro, onde a constante falta de qualidade das peças fornecidas resulta em retrabalho e, em paradas da linha, pois não foi possível encaminhar a peça para o processo seguinte, porque a mesma não se encontrava dentro dos padrões requeridos. Não somente as peças fornecidas, mas também algumas peças fabricadas no estaleiro, como por exemplo as peças de fibra de vidro, devido ao seu processo, podem apresentar variações dimensionais significativas.

2. Desperdício por excesso de movimento: não é diferente o desperdício identificado no primeiro mapa (fig. 19), embora percebeu-se que neste mapa desdobrado (fig. 21) a proporção do desperdício é bem maior. Primeiramente, destaca-se a enorme distância entre os galpões do estaleiro, distância esta causada pelo crescimento repentino do estaleiro nos últimos anos, e na falta de opções de espaço físico o estaleiro não hesitou em alugar galpões industriais próximos à sede. Uma vez que adotou-se uma simbologia específica para observar o movimento dos colaboradores, identificou-se que o transporte de peças realizado pelo colaborador no chão de fábrica afeta quase 40% do tempo de processamento. Em virtude disso, elaborou-se a tabela 7, para contabilizar e exemplificar o movimento do colaborador no momento em que ele/ela necessita buscar um kit para a montagem 2 no almoxarifado.

KIT	Deslocamento Linha p/ almoxarifado (s)	Atendimento Almoxarifado (s)	Retorno p/ Linha (s)
01	312	910	376
02	216	810	334
03	276	768	356
04	294	611	338
05	246	624	361
06	268	716	392
07	270	762	390
08	306	602	388
09	244	732	368
10	282	685	357
<b>MÉDIA</b>	<b>271,4s (00:04:50)</b>	<b>722s (00:12:03)</b>	<b>366s (00:06:10)</b>

Tab. 07 – Análise do movimento de retirada de kit do almoxarifado

Deve-se destacar o movimento dos colaboradores na busca de peças, sendo essa uma das maiores fontes de desperdício na linha de montagem. Apesar da marcenaria ser o setor que fica mais distante, o maior movimento ocorre dentro do estaleiro. Este desperdício se deve por dois motivos: (a) a localização física, onde o mesmo encontra-se distante, e as peças são transportadas por carrinhos de mão; (b) os móveis utilizados nas embarcações necessitam de muitos ajustes em função da geometria complexa do barco, e portanto uma grande movimentação entre o setor de montagem e a marcenaria é necessária para se chegar ao ajuste completo do móvel embutido na embarcação.

3.Desperdício por excesso de espera: a falta das peças fornecidas para estaleiro resulta neste desperdício, uma vez que, na falta de peças, alguns processos não podem ser efetuados sem que a etapa anterior seja cumprida. Esta é a causa principal das paradas e atrasos na linha, havendo falta de equipamentos eletrônicos de última geração, de motorização, e de acessórios náuticos com atributos estéticos.

4.Desperdício por excesso de processamento: este tipo de desperdício, também conhecido por perda por correção, está relacionado aos desperdícios 1 e 3 acima. Em outras palavras, este desperdício está relacionado à necessidade de se corrigir produtos com defeito.

De modo geral, a partir das informações coletadas em chão de fábrica, pode-se enxergar, por meio do mapa atual (fig. 21), os gargalos e identificá-los, realizando-se kaizen, e o mesmo é o mapa 04 (fig. 22).

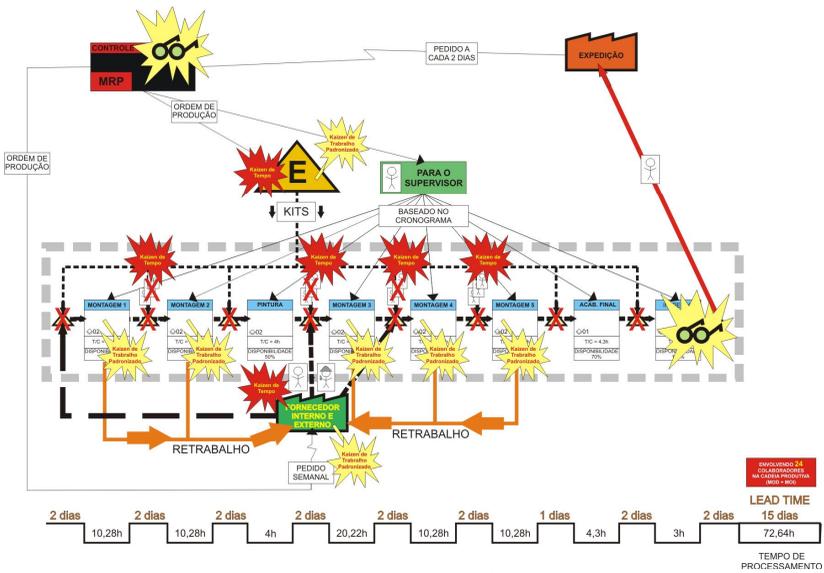


Fig. 22 - Mapa 04 (Kaizen ilustrado no Mapa 03)

#### 4.8 SUGESTÕES PARA MELHORIA DO FLUXO BASEADO NO MAPA 04

Em face do exposto, percebeu-se por meio do mapa (fig. 22) os gargalos da produção, dessa forma, tentar-se-á transformar a produção empurrada para que se torne puxada. Da mesma forma, como fora explicitado na análise do mapa 02 (fig. 20), realizou-se o kaizen, analisando-se os caminhos percorridos pelos materiais e a rede de informações. Desenhou-se e questionou-se sobre as diversidades dos processos envolvidos, e muitas dúvidas surgiram, as quais só puderam ser respondidas acompanhando-se o chão de fábrica. Em seguida, pode-se identificar os pontos que necessitam de melhoria, sendo o kaizen de trabalho padronizado e o kaizen de tempo os que foram mais evidenciados.

•Kaizen do trabalho padronizado: diante da variedade de tarefas na linha de montagem, exige-se maior atenção do estaleiro em padronizar seus procedimentos, recomendando-se assim que os métodos e processos necessários para a montagem do barco devam ser explicitados, cronometrados, padronizados e registrados. Diante disso, baseando-se nos desperdícios identificados no fluxo do processo, por meio do kaizen no papel, observou-se que o trabalho realizado pelo colaborador ainda fica a critério do mesmo. Neste caso, sugere-se a implantação de roteiros de processos, para que se tenha maior compreensão dos elementos de trabalho, consistindo em desenvolver-se um estudo dos movimentos necessários para executar a tarefa, realizar-se um levantamento das ferramentas utilizadas, como também os seus “consumíveis”, e por fim realizar-se a cronometragem do processo. A partir do registro destes elementos, o processo poderá ser replicado em outras circunstâncias, como também a informação ficará disponível para a empresa, caso algum colaborador se desligue da empresa. Com o processo padronizado, torna-se mais fácil perceber os pontos onde um determinado processo pode ser melhorado. Embora registrar e cronometrar não é garantia de que o trabalho será executado de acordo com o padrão, deve-se fornecer suporte ao trabalho por meio de gabaritos, moldes, calibres, diagramas, gráficos, manuais ou planos. Desta forma, poder-se-á visualizar a essência do trabalho, e trabalhar continuamente na melhoria de cada elemento, visando sempre a qualidade do processo.

No mesmo sentido, sugere-se melhorias no fluxo de trabalho do almoxarifado central. Primeiramente, melhorando o layout físico e, em seguida, contratando ou realocando mais colaboradores para este setor. E este fato deve-se ao fluxo excessivo de pessoas e materiais no setor, uma vez que o almoxarifado central atende as montagens de todos os modelos de barco, além de fornecedores internos e externos, como também os materiais consumidos para manutenção do estaleiro. Em outras palavras, a simultaneidade exigida do almoxarifado para o atendimento de todas as linhas fica prejudicada pelo fato dele não possuir espaço físico suficiente para acomodar todas as peças, e também devido à falta de colaboradores realmente dedicados a atender a produção. Isto porque o colaborador que deveria atender a produção destina mais tempo organizando e classificando o seu ambiente de trabalho do que realmente atendendo as necessidades da produção, e com isso impede o fluxo contínuo de materiais e informações no setor.

Além destes fatos, baseando-se no mapeamento realizado, ficou evidente a necessidade de inspeção das peças recebidas, sugerindo-se, como mencionado anteriormente, que o almoxarifado central incorpore um setor de inspeção. Neste caso, também é necessário fornecer suporte para a realização do trabalho do setor, como por exemplo treinamento básico de metrologia para os colaboradores, fornecimento de gabaritos, instrumentos de medição, tabelas comparativas, desenhos, fotos, entre outros. Em face do exposto, sugere-se a inspeção de 100% dos itens introduzidos no almoxarifado, que neste caso justifica-se pela alta variedade de materiais, baixos volumes e a confiabilidade requerida pelo tipo de produto (barco).

A partir disso, espera-se reduzir o número de colaboradores circulando na área do almoxarifado requerendo a substituição de peças defeituosas por novas ou requerendo uma determinada peça faltante do kit utilizado. Além disso, o atendimento do almoxarifado, no estado atual, recebe os colaboradores da produção em um balcão, onde se confere no sistema a Ordem de Produção, seguindo para recolher das prateleiras as peças e/ou kits solicitados, enquanto no mesmo instante outro colaborador de outra linha de barco também está no balcão aguardando para ser atendido. Neste caso, o outro colaborador será atendido somente depois que as peças e kits solicitados pelo primeiro colaborador forem entregues, que de fato configura desperdício por espera.

Durante a análise do mapa 04 (fig. 22), evidenciou-se o desperdício por excesso de espera e o desperdício por excesso de movimento. Logo, por meio da tabela 07, verifica-se um exemplo da

situação atual da trajetória do colaborador para retirar um kit do almoxarifado. Neste caso, o colaborador precisa se deslocar até o almoxarifado central para retirar as peças necessárias para efetuar seu trabalho que, no entanto, despende um grande tempo de sua atividade esperando ser atendido no balcão do almoxarifado, como também efetua um grande movimento para se deslocar até o almoxarifado. Logo, a linha de montagem do modelo 300 é uma das únicas linhas que tem sua localização próxima ao almoxarifado, embora o colaborador necessite se deslocar de qualquer forma.

Em face do exposto, sugere-se a eliminação do atendimento de balcão do almoxarifado, pois ele contribui diretamente para o aumento dos desperdícios já identificados. Com a realização do kaizen no papel no mapa 04 (fig.22), ficou claro a trajetória necessária para os colaboradores efetuarem seus trabalhos que, no caso do mapa, identificou-se este movimento por meio de um ícone representativo, conforme a tabela 6. No entanto, para eliminar-se o atendimento de balcão, pode-se sugerir a adoção de um ou mais supermercados na linha de montagem, a qual pode se tornar o processo puxador da linha, fazendo com que o processo flua continuamente. Em vista disso, o colaborador irá retirar a peça ou kit necessário para seu trabalho, e no mesmo instante em que o material é retirado, um pedido de reposição de peça deve ser enviado ao almoxarifado. Assim, elimina-se os dois tipos de desperdício identificados, melhorando-se o fluxo de trabalho do almoxarifado, reduzindo-se drasticamente o movimento de pessoas no setor, e aumentando-se a área física interna do almoxarifado, pois o material necessário para a montagem do modelo 300 encontrar-se-á em linha.

De igual forma, se faz necessário também a adoção de supermercados na linha de montagem, pelo fato deles proporcionarem a eliminação de estoques entre os processos. Isto ocorre porque o colaborador, sabendo da demora no atendimento no balcão, acaba por retirar do almoxarifado os materiais necessários naquele momento, e retira também os materiais que ainda não necessita, para aproveitar o seu deslocamento até àquele local. Assim, a área demarcada para a realização de algum processo fica prejudicada com o acúmulo destes materiais entre os processos, e conseqüentemente aumentam as chances de ocorrerem acidentes, além de colaborar para a deterioração do material, justo por não estar devidamente embalado ou acomodado.

Para melhorar a padronização do trabalho, sugere-se trabalhar com o conceito Jidoka, onde durante o levantamento dos elementos de trabalho, deve-se ficar atento aos processos que podem ser

automatizados, eliminando-se o excesso de mão de obra na fabricação das peças. Como exemplo disso tem-se o trabalho realizado pelo setor de marcenaria, onde a adoção de novas máquinas de corte CNC pode colaborar significativamente para a redução do lead-time. Tal aumento se deve ao fato de que todo móvel utilizado pela embarcação necessita de ajustes para que o mesmo possa ser montado. Portanto, baseando-se no histórico de produção, pode-se classificar os tipos de ajustes, e solicitar à engenharia o programa de comando numérico (NC) necessário para cortar todas as peças que compõem o móvel. Do mesmo modo, existem vários processos que também necessitam automatização, como os cortes realizados nas peças de fibra de grande porte, necessários para passar tubos e chicotes elétricos, que poderiam já ser rebarbados por uma máquina CNC de três eixos.

Não somente equipamentos, mas a aquisição de softwares específicos a alguma atividade também se faz necessária, como por exemplo no setor de estofaria, que pode utilizar um software para realizar a planificação das superfícies estofadas, eliminando-se desta forma os enormes gabaritos que ocupam o espaço físico do setor. Por outro lado, a linha de montagem da Phantom 300 possui poucos elementos que podem ser automatizados, devido à geometria do barco, onde a instalação das peças ou equipamentos necessita do ajuste e das técnicas manuais do colaborador.

Como mencionado anteriormente, neste trabalho adotou-se médias baseadas no histórico da produção, que foram necessárias para a elaboração deste mapa (fig. 22), em virtude da falta de especificação destes dados. Logo, a maior necessidade do estaleiro no estado atual é a padronização de seus processos, pois com o elevado crescimento do estaleiro em um período curto de tempo, houve a necessidade de realizar-se o levantamento dos elementos de trabalho para se poder controlar e melhorar a qualidade do processo. No mesmo sentido, o estaleiro, por meio do setor de qualidade, iniciou o programa 5S, que já apresentou bons resultados transformando o ambiente de trabalho de cada setor, além de envolver os colaboradores e administradores na busca por uma produção eficaz e de qualidade. Algumas atividades que foram efetuadas são apresentadas abaixo:

- Kaizen de tempo: verificou-se que o processo de montagem é responsável por 65% do tempo gasto para produzir a lancha, e isto representa cerca de 75% dos custos de fabricação do barco. Logo, com a análise do tempo realizada no momento da realização do kaizen no papel do mapa 04 (fig. 22), identificou-se os pontos da produção que apresentaram algum atraso na execução de uma determinada tarefa. De

fato, 40% destes atrasos estão relacionados à falta de padrão na execução das tarefas, enquanto os 60% restantes são atribuídos à falta de peças no estaleiro, sugerindo-se então a utilização de buffers na produção para suprir a falta de peças.

Para isso, deve-se realizar um levantamento das peças que constantemente atrasam e classificá-las, separando as peças comuns da linha, das peças “especiais” (opcionais). Diante disso, sugere-se a incorporação de buffers entre os processos da linha, onde os mesmos serão constituídos apenas de peças padrão em quantidades suficientes para fabricar as embarcações. Em outras palavras, a linha de produção terá peças “adiantadas”, e neste caso sugere-se trabalhar com a quantidade de peças necessárias para fabricar duas embarcações completas, garantindo desta forma a entrega semanal de barcos. Deve-se mencionar que as peças opcionais não serão incluídas nestes buffers, devido às constantes paradas na linha em função da falta de peças ou da baixa qualidade das mesmas, e por meio destes buffers poder-se-á criar o fluxo contínuo dos materiais e das informações na montagem do barco.

Por outro lado, o tempo requerido para a montagem de uma embarcação está diretamente relacionado aos métodos e processos utilizados na execução das tarefas de montagem, e em razão disso um estudo de tempos e movimentos se faz necessário. No caso presente, o colaborador não executa a tarefa com o melhor método, e nem com o mais rápido, pois seu interesse está em saber qual atividade lhe fora determinado. Por tais razões, sugere-se a elaboração de planilhas que descrevam os elementos de uma determinada tarefa de maneira seqüencial, sendo que essa planilha deve conter dados como: ferramentas utilizadas; tempo de ciclo; tempo de setup, etc.

•Atenção e Observação: deve-se ressaltar que a estrutura do produto no sistema ainda não se apresenta de forma completa e com dados confiáveis, e, portanto, sugere-se realizar uma análise minuciosa da estrutura do produto, desmembrando-se a estrutura em seus diversos subníveis para possibilitar o detalhamento completo dos itens utilizados na fabricação do barco. A exemplo disso, pode-se citar a família “peças gerais”, que é utilizada para codificar itens que vão de um simples produto de limpeza aos produtos consumíveis pelo setor de manutenção. Esta classificação genérica para vários tipos de produtos diferentes dificulta o fluxo das informações e gera, muitas vezes, conflitos. De modo a exemplificar, uma possível alteração da estrutura do produto, segue a tabela 08:

<b>EXEMPLIFICAÇÃO DE MUDANÇA DE ESTRUTURA DO PRODUTO</b>		
<b>SITUAÇÃO ATUAL</b>		
<b>Família</b>	<b>Descrição</b>	
11	Elementos Fixação	
12	Eletrodomésticos	
13	Fibras	
14	Madeiras e Laminados	
15	Estofaria	
16	Acrílicos e Vidros	
17	Inox	
18	Tintas e Vernizes	
19	Peças Plásticas	
20	Ferragens	
91	Conjunto de Peças	
92	Madeiras	
93	Montagem	
94	Montagem de Peças	
95	Móveis	
96	Peças em Geral	

<b>SITUAÇÃO FUTURA</b>		
<b>Família</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observação</b>
10	Madeira	Materia Prima
11	Elementos de Fixação	Materia Prima
12	Fibras	Materia Prima
13	Espumas e Tecidos	Materia Prima
14	Peças plasticas	Materia Prima
15	Vidro	Materia Prima
16	Tintas, vernizes e solventes	Materia Prima
17	Inox	Materia Prima
80	Peças de Fibra	Peça desenvolvida
81	Estofados	Peça desenvolvida
82	Peças de Madeira	Peça desenvolvida
83	Peças Plásticas	Peça desenvolvida
93	Montagem nível 1	Montagem
94	Montagem nível 2	Montagem
95	Montagem nível 3	Montagem
96	Montagem nível 4	Montagem
97	Montagem nível 5 (Final)	Montagem

Tabela 08 – Exemplificação da alteração de estrutura

No exemplo apresentado, situação atual, evidenciou-se a generalidade das informações da estrutura, onde percebe-se que os itens da família 90, possuem similaridades, como no caso da “montagem” e “montagem de peças” e, para complementar a família 96 “Peças em Geral”. No entanto, percebe-se tamanha confusão que isso pode gerar,

primeiro que o colaborador ao olhar o código não saberá descrever o que aquele número representa. Já no caso da situação futura, ordenou-se a matéria prima, de maneira que cada tipo de material tenha seu número distinto, que de igual forma, aplica-se as peças desenvolvidas na empresa.

Este tipo de classificação facilita o fluxo de informações, justo por facilitar a compreensão do colaborador, onde, o mesmo pode observar o número e dizer se é matéria prima ou peça desenvolvida, como também que tipo de material tal número representa. Por outro lado, as montagens podem ser classificadas em diferentes níveis, a exemplo disso, 2 peças (família 80 e 81) formam um conjunto de primeiro nível 93 e, quando agrega-se mais peças a essa montagem, a mesma automaticamente sobe para o nível superior (94) e, assim sucessivamente.

Sugere-se que o PCP, auxiliado por gerentes e supervisores, analise rigorosamente os dados no sistema, e se necessário reclassifique determinados produtos. Entretanto, a alteração dos dados da estrutura deverá ser executada somente pelo especialista designado da empresa, isto porque uma simples alteração pode causar sérios problemas na estrutura do produto. Com a apropriada alteração na estrutura do produto, o banco de dados do estaleiro poderá apresentar dados mais precisos sobre o próprio produto, e, consequentemente, facilitar o gerenciamento da produção, por meio de uma estrutura adequada para a realidade do estaleiro.

Por outro lado, o processo de inspeção final evidencia os problemas ocorridos durante a montagem do barco, onde primeiramente o colaborador que executará a atividade deverá ter em mãos a estrutura do produto específica para o barco em que será feita a inspeção, isto porque cada barco expedido possui algum tipo de customização. No entanto, durante a inspeção, algumas vezes identifica-se vários itens que não foram instalados, como também a falta de peças na linha e acabamentos mal executados.

Em razão disso, dependendo do problema identificado, a embarcação necessita voltar aos processos anteriores, o que sobrecarrega os processos anteriores, além de aumentar o lead-time. Em face do exposto, sugere-se a adoção de inspeção por processo, ou seja, ao final de cada etapa de um processo realiza-se a inspeção somente dos itens que constam na estrutura para aquele processo, e em vista disso poder-se-á identificar imediatamente qualquer tipo de anomalia.

Pode-se adotar cartões, por exemplo, onde um cartão percorre toda a linha de montagem, e assim que cada processo finaliza a inspeção, este processo, carimba o papel, e o processo posterior só deverá iniciar as atividades com o cartão carimbado do processo anterior.

Por meio da análise da situação atual pode-se elaborar um mapa do estado futuro, contendo sugestões para eliminar as fontes de desperdício através da implementação de uma produção com fluxo contínuo (puxada), onde cada processo se aproxima o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam.

## 5. MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

Neste capítulo serão descritas as etapas necessárias para a elaboração de um mapa de fluxo de valor do estado futuro para a linha de montagem, baseando-se em toda a análise realizada no capítulo anterior, onde os diversos desperdícios encontrados foram identificados e explanados.

Busca-se eliminar o desperdício por meio da implementação de uma cadeia de produção baseada nos princípios da manufatura enxuta, onde os processos são individuais e articulados aos clientes por meio de uma produção puxada, onde cada processo produz apenas o que lhe foi solicitado no momento exato. Além disso, busca-se um melhor gerenciamento da produção por meio de diretrizes estabelecidas pela empresa, capazes de garantir a qualidade dos processos.

No entanto, durante a análise da situação atual, ficou evidente que não basta se ater somente aos materiais e informações e, sim, compreender o processo como um todo, ou seja, desde o pedido até a expedição. A essência deste entendimento tem como objetivo, evidenciar qual nível de qualidade é exigido para embarcação, de acordo com os requisitos dos clientes e diante uma análise dos concorrentes no mercado náutico.

Para contribuir com futuros trabalhos de manufatura enxuta, o autor, baseado na experiência adquirida em chão de fábrica, realizou um levantamento prévio das informações necessárias para o desenvolvimento do pensamento enxuto para auxiliar na criação do mapa de fluxo de valor do estado futuro. Logo, este entendimento foi classificado em 6 etapas, descritas abaixo:

- 1- O Produto: conhecer o produto com profundidade (embarcação), ou seja, compreender e analisar cada item incluso na embarcação, de modo geral, sem a compreensão de como o produto final deve ser, o processo de análise do fluxo de valor se torna mais difícil;
- 2- Comercialização do Produto: o entendimento das operações de venda e de suporte da assistência técnica colaboram diretamente para o entendimento do perfil do cliente e, para conhecer os requisitos que o mercado (náutico) exige;
- 3- Administração: compreensão do fluxo de informações, recursos humanos e materiais necessários para montagem de uma embarcação. Somente com o entendimento da situação atual é

que se pode perceber o fluxo como todo, onde os desperdícios e pontos de melhoria ficam mais evidentes e, conseqüentemente, estes dados serão a base para o desenvolvimento do mapa do estado futuro;

- 4- Arranjo físico: classificação e entendimento do tipo de arranjo utilizado, este se faz necessário para compreender a trajetória dos colaboradores e materiais dentro da planta da fábrica, em vista disso, existem situações em que o tipo de arranjo impede o desenvolvimento de um fluxo contínuo;
- 5- Processo: entendimento das operações e suboperações, desmembramento de todas tarefas necessárias para realizar um trabalho. Vale lembrar, que nesta etapa os princípios científicos de Taylor, se fazem necessários, justo por que nesta etapa, deve-se ater aos tempos e os movimentos dos materiais entre os processos e, analisar a habilidade do operador em executar determinada tarefa.
- 6- Expedição: entendimento de como o produto será transportado e, com isso, compreender o tempo necessário para fabricação do produto prevendo o tipo de transporte.

No entanto, diante do exposto no capítulo anterior, nem todos os problemas apontados no mapa futuro poderão ser resolvidos de imediato, em razão do pouco espaço físico do estaleiro, da localização dos setores e da dificuldade de locomoção dos equipamentos.

Deve-se mencionar que o estaleiro pretende ampliar sua produção para fabricar barcos maiores e também melhorar a qualidade de sua produção, e para isso a nova sede encontra-se em fase de projeto, onde a planta do estaleiro contará com uma área 10 vezes maior que a atual, com capacidade para fabricar barcos de até 100 pés.

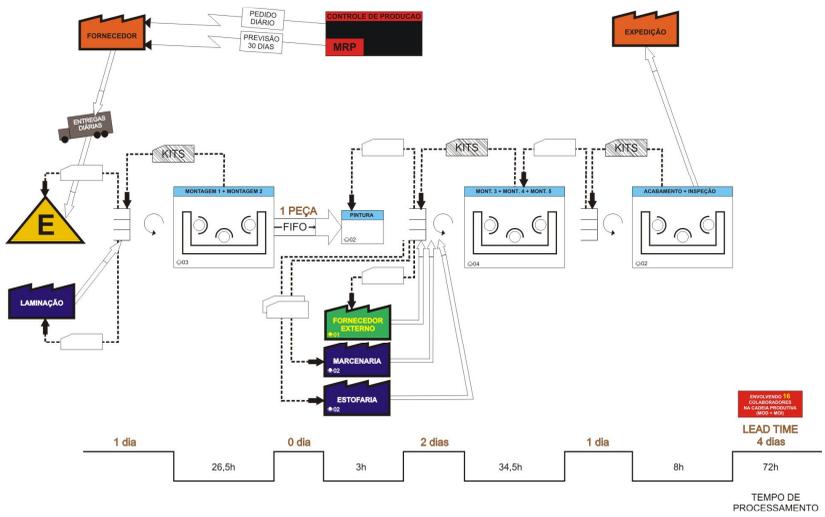


Fig. 23 - Mapa 05 (Mapa do Fluxo de Valor do estado futuro)

## 5.1 DESENVOLVIMENTO DO MAPA FUTURO DA LINHA DE MONTAGEM

Para a elaboração do mapa futuro (fig. 23), utilizou-se inicialmente um questionário com oito perguntas, baseadas nas regras explicitadas por Rother e Shook (2003). Posteriormente, o mapa do estado futuro foi construído seguindo-se a lógica seqüencial estabelecida em Rother e Shook (2003).

### 1. Qual é o tempo takt?

Tempo disponível	
<b>4 semanas</b>	<b>20 dias trabalhados</b>
<i>8h e 45min por dia</i>	<i>31500s/dia</i>
<i>1 intervalo de 10min por dia</i>	<i>-600s/dia</i>
<b>TOTAL DISPONÍVEL</b>	<b>154500 s/semana</b>

- Demanda: 10 barcos por mês;
- Produção média semanal: 2,5 barcos;
- Produção a cada dois dias para expedição;
- Tempo Takt  $\frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Demanda}} \Rightarrow \frac{154500s (\text{semana})}{2,5 (\text{semana})} \Rightarrow 61800s$  por barco
- Tempo Takt: 17,07 horas

### 2. A produção será para um supermercado de produtos acabados? Ou diretamente para a expedição?

De modo geral, no estaleiro, a produção é diretamente para expedição, devido à customização do produto solicitada pelo cliente, e também pela relativamente baixa demanda por barcos. Logo, esta customização praticamente impossibilita a instalação de um supermercado de produtos acabados, além da dificuldade causada pelas grandes dimensões do produto.

Vale lembrar que os equipamentos náuticos, principalmente os eletrônicos, possuem uma velocidade elevada de atualização e, diante de uma nova versão de cada componente, a produção para um supermercado de produtos acabados levaria à obsolescência dos equipamentos, acarretando então a necessidade de retrabalho, mais gastos e desequilíbrio na produção

### ***3. Onde é possível desenvolver um fluxo contínuo?***

Almoxarifado: no estado atual, cada etapa do processo requer a peça, e o colaborador solicita a peça diretamente no balcão do almoxarifado, o que acarreta atraso na produção, filas, e além disso muitas peças com defeitos são encaminhadas à produção. Logo, no estado futuro, adotar-se-á um setor de inspeção para bloquear a entrada de peças defeituosas na produção, bem como será contratado um grupo de movimentadores de materiais que abastecerão diretamente cada processo por meio de supermercados.

Marcenaria: para o estado futuro, adotar-se-á equipamentos de comando numérico, como um centro de usinagem para madeira, para cortar e perfurar os móveis utilizados pela embarcação, economizando tempo e melhorando a qualidade do móvel ou antepara. Além disso, adotar-se-á uma pequena estação de trabalho, administrado pela marcenaria, para ajustes de móveis e anteparas na linha de montagem, para que pequenos ajustes requeridos pelo móvel possam ser realizados na própria linha. Como exemplos de tais processos tem-se o lixamento, corte e furação, utilizando-se de lixadeiras e serras manuais.

Montagem: para o estado futuro adotar-se-á kanbans, necessários para equilibrar a produção e garantir o suprimento das peças padronizadas utilizadas pelas estações: montagem 1, montagem 2, montagem 3, montagem 4 e montagem 5. Como exemplos destas peças padronizadas tem-se: cunhos, passa cabos, chicotes, painéis, tanques, arruelas, entre outras. Portanto, as peças opcionais serão fornecidas pelo almoxarifado, por meio de um supermercado específico para essas peças. Quase 90% dos barcos vendidos são pintados, e no caso da estação de pintura, decidiu-se por adotar o FIFO (First In, First Out), justo porque alguns barcos não são pintados e, em certos momentos, algum barco proveniente da assistência técnica para uma reforma, logo, o primeiro que chega é o primeiro que sai.

### ***4. Onde é preciso introduzir sistemas puxados com supermercados?***

Para as células de “Montagem 1 + Montagem 2”, também a célula “Montagem 3 + Montagem 4 + Montagem 5” e a célula de “acabamento e inspeção”, introduziu-se um supermercado de com peças padrão, administradas por meio de kanbans, onde o almoxarifado abastece o supermercado com kits e o processo anterior o abastece com

o produto em sua primeira fase. Portanto, esses kanbans armazenam os kits para os quais, no caso do estado futuro, sugere-se o armazenamento de apenas uma unidade por kanban, isto porque algumas peças possuem grandes dimensões e podem ocupar um grande espaço no arranjo físico do estaleiro.

De fato, as células mencionadas são grandes consumidoras de materiais, e diante das informações obtidas do mapa do estado atual (fig. 21) sugere-se a produção para um supermercado de peças (kits). No entanto, como alguns itens são customizados, eles não serão incluídos nos supermercados, apenas as peças básicas e padronizadas.

### ***5. Em que ponto único da cadeia de produção (“processo puxador”) você programará a produção?***

Considera-se a célula de “Acabamento + Inspeção” como sendo o ponto puxador de todo o processo produtivo, isto porque nesta etapa é que se verificam todos os itens contidos na embarcação, ou seja, os processos anteriores acabam enviando materiais para essa etapa, além do fato que após a inspeção o produto já é expedido. No caso do estaleiro o produto final pode ir navegando até o cliente ou via transportadora terceirizada.

### ***6. Como nivelar o mix de produção?***

Como mencionado anteriormente, o mix de produtos utilizado nas embarcações possui uma grande variedade de itens, e diante disso estes produtos são organizados em forma de kits pelo almoxarifado, e distribuídos por meio de movimentadores de materiais entre os supermercados adotados no mapa do estado futuro (fig. 23). Portanto, seguindo a codificação desenvolvida pelo estaleiro, os supermercados são controlados por meio de kanbans que, em outras palavras, são contenedores (recipientes) que armazenam as peças (kits). Eles são identificados com a codificação correspondente à peça que ele contém, como também inclui informações sobre a origem da mesma.

Cada kanban possui dados completos das peças ou kits, e como exemplo de funcionamento tem-se a primeira etapa de montagem do barco, que se inicia com a retirada dos kits contidos nos contenedores, e o colaborador coloca o cartão referente à peça retirada em um quadro, para que posteriormente o “movimentador de materiais” (colaborador do almoxarifado responsável em manter o supermercado sempre abastecido) possa visualizar os cartões.

Os kanbans de cada supermercado são constituídos por peças padrão do barco, ou seja, peças que fazem parte da estrutura física e do funcionamento hidro-elétrico da embarcação. No entanto, as peças customizáveis ou “especiais” são codificadas e identificadas, e dispostas no supermercado em um kanban de maior capacidade, e além disso os itens especiais são descritos e expostos em um painel no próprio supermercado.

O painel também serve para que os montadores coloquem os cartões referentes às peças retiradas utilizadas no processo, para que, posteriormente, o movimentador de materiais tome as devidas providências ao visualizar os cartões no painel. Em outras palavras, os kanbans e o painel auxiliam o gerenciamento da linha, onde o supervisor da montagem pode acompanhar visualmente o fluxo de materiais e informações.

Em seguida, os cartões são deslocados até o almoxarifado, por meio de movimentadores de materiais, para retirar as peças do estoque e alimentar o supermercado. Sugere-se que o estoque do almoxarifado também trabalhe com apenas uma unidade de cada peça do kit, visando providenciar o abastecimento imediato do supermercado e evitar obsolescência ou danificação das peças no estoque.

Além disso, simultaneamente, deve-se entrar com os dados no sistema e emitir o pedido de reabastecimento do estoque aos fornecedores por meio do próprio sistema, ou seja, eletronicamente, e desta forma evita-se o deslocamento do montador até o almoxarifado para buscar peças. No caso do estado futuro, as peças necessárias para aquela etapa de montagem encontram-se ao lado da célula na forma de um supermercado, seguindo assim os conceitos da manufatura enxuta, onde as peças (kits) estão no local solicitado e no momento solicitado e, desta forma, tornam o fluxo do processo contínuo e equilibrado.

### ***7. Quais incrementos de trabalho você liberará uniformemente do processo puxador?***

O incremento de trabalho do estaleiro está baseado no tempo takt e na quantidade de peças acabadas pelos processos, e para o estaleiro a fabricação ocorre por meio da produção unitária, e não por meio de lotes:

Takt-Time (17:07hs) x 1 peça por bandeja

Neste caso, o incremento de trabalho será o próprio tempo takt, onde a cada 17:07h o movimentador de materiais traz o próximo kanban, ou seja, o próximo incremento de trabalho para a estação seguinte. De igual forma, o supervisor da montagem perceberá que se após 17:07hs um kanban não estiver terminado, deverá estar havendo algum problema na produção que demanda atenção imediata do supervisor.

### ***8. Quais melhorias de processo serão necessárias para "fazer fluir" o fluxo de valor, conforme as especificações do mapa do estado futuro?***

De posse do mapa do estado futuro proposto (fig. 23), para que o fluxo de materiais e informações possa fluir de forma contínua e equilibrada, serão necessárias as melhorias descritas abaixo a serem implementadas nos processos do estaleiro. Um dos fatores primordiais para que o mapa futuro seja viável é a alteração do espaço físico do estaleiro, e neste caso será necessário ampliar o espaço para montagem. Este fato se deve à existência de supermercados de produtos entre cada etapa do processo, além do espaço necessário para que os gabaritos de montagem possam ser armazenados, e também devido a uma estação de ajustes de móveis na linha de montagem.

A automação nos processos se faz necessária, isto porque analisou-se no estado atual que determinadas peças requerem vários ajustes para que a montagem seja realizada, e como exemplo destas peças tem-se: móveis, anteparas, tampas de inspeção, vistas de acabamento, espumas isolantes, pintura, entre outras. No caso do estado futuro, as peças e acessórios serão fabricadas por máquinas de comando numérico, como por exemplo uma Router CNC, que será programada para que peças de fibra, plástico, tecidos, madeiras e compósitos possam ser cortadas e aparadas com precisão.

Já no caso da montagem, a criação de gabaritos para realizar a pré-montagem dos itens se faz necessária, onde o montador pré-monta o periférico fora da embarcação, e com o auxílio de uma ponte rolante, possa deslocar a peça para ser montada no barco, lembrando que este fato depende das dimensões da peça.

Para melhor exemplificar esta situação, pode-se citar o móvel da embarcação, onde as peças devem ser montadas em um gabarito feito de tubos de aço, que após esta montagem é carregado e conduzido por meio da ponte rolante, e o montador controla o movimento até se encaixar em sua respectiva posição. Salienta-se também o fechamento das peças de fibra, como o casco e o convés que, no entanto, são peças

pesadas e com grandes dimensões, o que torna difícil a condução e montagem das mesmas.

Outro ponto que necessita melhoria é a administração das informações e dos materiais necessários para a montagem do barco, onde por meio do mapa do estado atual (fig. 21) pode-se observar alguns momentos em que a montagem fica sujeita a desequilíbrios e atrasos. Para melhorar esta situação, adotar-se-á quadros de nivelamento, funcionando visualmente como um heijunka box, porém administrado por kanbans. Estes quadros serão fixados juntamente com os kanbans, para que o montador retire a peça e coloque o cartão da peça retirada no quadro. Depois, o movimentador de materiais recolhe o cartão para que o item seja repostado imediatamente.

Contudo, visando contribuir para que o processo flua, necessita-se da especialização do almoxarifado, onde se faz necessário o treinamento dos colaboradores em metrologia, informática e logística. Esta especialização deve-se ao fato da criação de um setor de inspeção dos materiais e produtos comprados pelo estaleiro, e também na melhoria do atendimento à fábrica, em termos da qualidade das informações e dos materiais remetidos para a produção.

Vale lembrar que o estaleiro não depende exclusivamente do atendimento do almoxarifado, e sim das peças e materiais fornecidas ao estaleiro. No entanto, os atrasos dos fornecedores externos, identificados no mapa atual (fig. 21), possuem relação direta com o equilíbrio da produção. Para que a montagem do barco tenha êxito, é necessário o fornecimento just-in-time para o almoxarifado, e para isso considera-se que um melhor relacionamento do estaleiro com o fornecedor resultará em uma maior estabilidade do processo, maior previsibilidade dos fatos, e uma melhor qualidade de fornecimento.

No mesmo sentido, sugere-se, para as peças importadas, trabalhar com um sistema Milk-run, onde o estaleiro demanda de uma variedade de produtos e materiais, porém com baixo volume. O Milk-run, que necessita de um forte relacionamento com o fornecedor, pode contribuir significativamente na eliminação dos atrasos, onde os fornecedores externos “conversam” entre si para agilizar o fornecimento dos mais diversos materiais solicitados, em um único transporte.

Finalmente, pode-se citar um fator interno de extrema importância para a viabilidade deste mapa futuro (fig. 23), onde se faz necessária a documentação dos procedimentos de engenharia. Para isso, a engenharia deve concentrar esforços otimizando os processos de montagem, contabilizando recursos, tempo e qualidade. Esta documentação é necessária para que os colaboradores possam replicar

os padrões estipulados pelos documentos, e é durante o processo de repetição destes procedimentos que surgem as melhorias. No entanto, a produção deve estar sempre em processo de desenvolvimento, ou seja, a melhoria deve ser contínua (kaizen).

## 5.2 FLUXOGRAMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO

Segue um fluxograma para implantação dos conceitos na sede atual, tabela 09:

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO NA SEDE ATUAL																			
OBJETIVOS	METAS	CRONOGRAMA																	
		2009			2010										2011				
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Criação e treinamento de um setor de inspeção anexada ao almoxarifado	Eliminar que as peças defeituosas sejam inseridas na linha de produção	■	■	■															
Estudo detalhado de tempos e movimentos das etapas de montagem	Obter dados mais precisos do processo e documentar os métodos e processos necessários para realizar a montagem de uma embarcação				■	■	■	■											
Modificação na estrutura do produto	Eliminar codificação genérica e melhorar a descrição dos materiais								■	■									
Adoção de Kanbans e quadros de nivelamento	Eliminar o deslocament o do colaborador e criar fluxo contínuo da produção por meio de cartões										■	■	■	■					
Avaliar a implementação do estado futuro	Feedback das primeiras ações														■	■	■		
Kaizen dos processos	Melhoria na execução das tarefas necessárias para realizar um determinado trabalho																	■	■

Tabela 09 – Cronograma de implantação do estado futuro na sede atual

### 5.3 PROPOSTA DE LAYOUT FUTURO

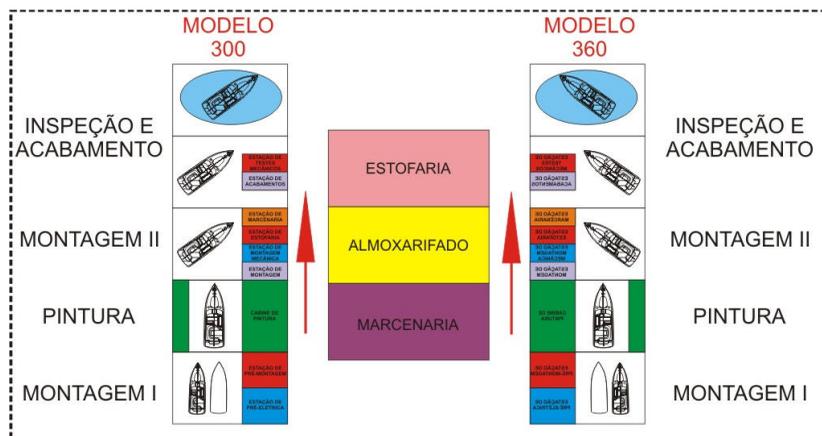


Fig. 24 – Proposta de Layout Futuro

Nesta proposta de layout futuro para o chão de fábrica, caracteriza-se como um arranjo físico misto de manufatura, onde setores como estofaria, marcenaria e almoxarifado possuem posição estratégico, ou seja, em anexo a linha de montagem. Logo, este arranjo conduz a transformação da embarcação em uma única direção. Basicamente seriam 4 células de manufatura:

- Montagem I: composta por duas pequenas estações, uma para pré-montagem e outra para pré-elétrica;
- Pintura: cabine de pintura encontra-se inserido na linha;
- Montagem II: composta por quatro pequenas estações de trabalho – marcenaria; estofaria; mecânica e montagem;
- Inspeção e acabamento: célula para realizar os acabamentos, auxiliada por uma estação para acabamentos e um tanque para realização de teste do motor na água.

Entre as linhas de montagem do modelo 300 e do modelo 360, encontram-se um setor de marcenaria e estofaria dedicada a estas linhas, onde os ajustes são realizadas em anexo a linha de montagem. No entanto, um almoxarifado secundário alimenta as duas linhas simultaneamente e, que o mesmo possui uma posição estratégica entre as linhas dos dois modelos.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a análise realizada em chão de fábrica ao longo deste trabalho, buscou-se entender o processo para se poder implantar os conceitos de manufatura enxuta em uma empresa do setor náutico. Nas etapas iniciais do estudo de caso desta dissertação, buscou-se descrever gradativamente a evolução do pensamento enxuto dentro do estaleiro considerado, buscando analisar o fluxo de valor na linha de montagem de um barco de 30 pés.

Pode-se identificar o que realmente agrega valor ao produto final, além de proporcionar que a mentalidade enxuta esteja sempre presente nas mentes de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes onde todos os membros da cadeia (que incluem montadores, fornecedores internos e externos, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor. A grande complexidade dos processos, com produtos de grande diversidade e demanda com variações irregulares, fazem do estaleiro considerado um local de significativas oportunidades de estudos visando a redução de custos. Com o aumento na demanda por barcos no Brasil, que é ainda muito baixa quando comparada a outros países, o estaleiro buscou tornar o seus produtos mais competitivos, além de buscar melhorar suas estratégias gerenciais e seus processos.

O estaleiro iniciou suas mudanças com a implantação da técnica 5S, que é baseada no conceito descrito pela “Casa Toyota”, onde os resultados foram de extrema importância para o gerenciamento dos processos e das pessoas envolvidas no processo produtivo. Isto comprovou para o estaleiro a importância da melhoria contínua de seus processos, e para isso foi importante uma mudança nos conceitos gerenciais clássicos para a implantação de um sistema de manufatura enxuta.

O estaleiro, vislumbrando a produção em série de suas embarcações, iniciou o projeto de uma sede dez vezes maior que a atual, com capacidade e arranjo físico ideal para fabricar os modelos atuais, além de barcos maiores que 100 pés. Esta dissertação buscou analisar o processo atual, e propor um novo conceito no gerenciamento do fluxo de materiais e de informações no processo produtivo, por meio de mapas de fluxo de valor. De posse do mapa de estado futuro, foi possível

identificar os desperdícios reais, possibilitando a sua eliminação gradativa até a implantação da nova linha de montagem baseada no mapa proposto, na nova sede do estaleiro. Além disso, buscou-se, baseado na filosofia enxuta, criar um fluxo contínuo na produção das embarcações. No caso de não se conseguir estabelecer o fluxo contínuo, a alternativa consiste em conectar os processos através dos sistemas de produção puxados exemplificados nesta dissertação.

Diante dos dados analisados, percebeu-se a complexidade dos processos necessários para a montagem do modelo estudo de caso, que varia de acordo com a solicitação do cliente, por ser um produto customizável. Constatou-se que a gestão desta variabilidade é bastante difícil, além do fato da velocidade de atualização das versões de equipamentos eletrônicos. De igual forma, a análise permitiu verificar-se a necessidade do desmembramento completo das atividades necessárias para executar uma tarefa, isto para possibilitar que essa tarefa seja avaliada, cronometrada e documentada. Contudo, ao colocar-se um método em prática, surge uma série de dificuldades que levam a adaptações ao que fora planejado previamente. No caso específico deste trabalho, verificou-se que os sistemas de produção puxada podem ser configurados de diversas maneiras, ou seja, cada caso deve ser estudado de forma única, pois cada sistema produtivo possui suas particularidades e restrições.

Em face ao exposto, a análise referente a aplicabilidade do sistema enxuto realizada em chão de fábrica, evidenciou a dificuldade em gerenciar a linha de montagem diante tamanha variedade de itens. No entanto, durante o período de pesquisa bibliográfica desta dissertação, percebeu-se a falta de literatura sobre a aplicabilidade dos conceitos de manufatura enxuta no ramo náutico. E, diante disso, o autor percebeu a necessidade de desenvolver um método para implementação destes conceitos que, neste caso, foram desenvolvidas durante a fase de coleta de dados no chão de fábrica.

Para isso, o autor baseou-se no método exposto pelo Lean Institute Enterprise e, no entanto, cada empresa apresenta peculiaridades diferentes e, com isso, se faz necessário adaptar o método a realidade do estaleiro. Percebeu-se que no ramo náutico, principalmente os de barcos para lazer, possui um mercado muito restrito, onde os clientes possuem um poder aquisitivo alto e conseqüentemente, estabelece um grande nível de exigência pela qualidade do produto.

Em suma, a análise realizada nesta dissertação fora desenvolvida seguindo a metodologia descrita e, com isso, desenvolveu-se um mapa de fluxo de valor genérico que fora determinante para a

compreensão do fluxo. Em vista disso, o desmembramento das etapas do processo de montagem, fora facilitado com auxílio do mapa “macro” (fig. 19), justo por prover dados referentes aos fornecedores internos e externos, comunicação interna e sobre o fluxo de pessoas.

Diferente disso, durante o desenvolvimento do mapa do estado atual (fig. 21), o autor identificou diversos desperdícios e sugeriu diversas melhorias para o processo. Vale lembrar, que cada empresa possui diferentes características de produção. Contudo, tentou-se aplicar todos conceitos enxutos, porém, existem situações, como no caso do almoxarifado, em que sugeriu-se a implantação de um setor de inspeção. Por outro lado, a filosofia enxuta, defende o conceito de qualidade na fonte, ou seja, a qualidade dos suprimentos e materiais deve estar "embutida" no processo. Em virtude da experiência que o estaleiro tem em relação aos fornecedores de matéria prima, a adoção da inspeção se faz necessária, justo para filtrar as possíveis falhas e, também, por ser um recurso mais próximo a realidade do estaleiro.

Diante ao explicitado nesta dissertação, ficou evidente que a aplicação dos conceitos aqui tratados, se fazem necessário no estaleiro, ou seja, é possível aplicar os conceitos enxutos. No entanto, para elaborar um plano de implementação destes conceitos, deve-se considerar dois fatores: (a) implantação na sede atual; (b) implantação na sede futura;

Em face do exposto, considera-se primeiramente, a implantação destes conceitos na sede atual do estaleiro, justo porque a futura sede tem previsão de ser finalizada no segundo trimestre de 2011. Contudo, a sede atual, deve sofrer uma modificação no arranjo entre os departamentos envolvidos que, de modo geral, os setores seriam realocados e seus espaços otimizados. Justo para criar o espaço necessário para a adoção dos kanbans, quadros de nivelamento e, melhoria na circulação de materiais e pessoas (trajetória).

Diante ao exposto, em novembro de 2009, iniciou-se a implantação de um setor de inspeção anexada ao almoxarifado, no entanto, o primeiro passo fora executado, onde os atuais almoxarifés receberam treinamento de metrologia que, de fato, surtiu efeitos positivos dentro do próprio almoxarifado, onde os colaboradores já se encontram mais conscientes sobre qualidade das peças que o estaleiro exige.

Por outro lado, para a implantação do setor de inspeção se faz necessário a contratação de mais colaboradores e também de um ambiente específico para isso, já que a sede atual não possui mais capacidade física para alocar o setor e não sendo possível a realocação de outros

setores, já que se encontram em situação limite. Em virtude disso, o estaleiro está em busca de locar algum galpão próximo a sede e, de fato, não existem muitas opções.

Para dar continuidade a implantação do método, o estaleiro realiza reuniões semanais, denominadas “reuniões do grupo de manufatura enxuta”, onde, os membros envolvidos, baseado nas metas, discutem as melhorias necessárias na produção para se obter um fluxo contínuo. Em razão dos conceitos expostos pelo método e, das discussões nas reuniões, promoveram envolvimento dos outros modelos de barcos nos conceitos enxutos.

Como a maioria das metas descritas no cronograma envolvem modificações estruturais na sede do estaleiro, a contratação de mais colaboradores e investimento de capital, este processo de implementação pode levar mais tempo que o estipulado, justo, por que o investimento está sendo aplicado na nova sede.

Em virtude disso, o estaleiro, comprometido com a melhoria contínua da qualidade de seu processo, continua com seu programa de 5S e realiza um trabalho gradativo de conscientização dos colaboradores, referente ao que significa qualidade para o estaleiro. Logo, no início de 2009, iniciou-se a etapa de estudos de tempos e movimentos, a priori, as informações estão sendo coletadas pelos líderes de chão de fábrica, acompanhadas pelos colaboradores do PCP e o supervisor geral, objetivando o detalhamento métodos, processos e matérias das operações de montagem.

Portanto, os primeiros passos em busca da melhoria do processo foram iniciados, no entanto, o caminho para se chegar ao estado futuro proposto deve ser gradativo e consciente. Vale lembrar, que o estaleiro possui muitos processos artesanais, como laminação manual de grandes peças, preparação de chicotes utilizados na montagem, entre outros.

Para total aplicação do mapa futuro, deve-se ressaltar que o investimento para o estaleiro é alto, porém todos os colaboradores já estão envolvidos na mudança dos conceitos de produção e qualidade de embarcações. Como sugestão para futuros trabalhos de manufatura enxuta no ramo náutico, destaca-se, as seguintes premissas:

- Influência do arranjo físico no fluxo de produção de uma embarcação;
- Nivelamento e controle do mix de produtos customizáveis;
- Automação dos processos de montagem na indústria náutica;
- Documentação e controle da estrutura do produto;

A partir disso, pode-se dizer que os objetivos gerais e específicos foram atingidos com esta dissertação, e com algumas alterações para cada caso particular espera-se que a aplicação dos conceitos enxutos possa ser implementada em outras empresas do mesmo ramo.

## 7. REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 4º Edição, Makron Books. São Paulo, 1993.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. 2º Edição, Editora Bookman. Porto Alegre, 2008.

FERRAES NETO, F. **A logística em sistemas produtivos complexos – um Estudo de Caso no Pólo Automotivo de Curitiba**. Florianópolis, 2000. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção, UFSC, 2000. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/5048.pdf>>. Acesso em 09 set. 2009.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio**. 2ª. ed., Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986, p. 713.

FORD, Henry. **Minha vida e minha obra**. Companhia Editora Nacional, Rio de Janeiro, 1922.

GEORGE JR, Claude S. **A história do pensamento administrativo**. São Paulo, Ed. Cultrix, 1974

GHINATO, Paulo. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações. A. T. d. A. F. M. C. Souza, Editora UFPE, Recife, 2000.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen: Estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica**. Editora Imam, São Paulo, 1996.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Lean Institute Brasil, 1998.

MAIA, A. M. **A era Henry Ford**. Editora Casa da Qualidade, Rio de Janeiro, 2003.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Editora Bookman, Porto Alegre, 1997.

OSONO, Emi. **Relatório Toyota: Contradições Responsáveis Pelo Sucesso da Maior Montadora do Mundo**. Editora Ediouro, São Paulo, 2008.

PORTO, Geciane S. **O impacto do Just-in-time no sistema de controle organizacional: um estudo de caso na Hering Têxtil SA**. Revista de Administração, São Paulo v.30, n.3, p.27-37, setembro 1995.

RENTES, A. F. QUEIROZ, J. A. ; ARAÚJO, C. A. C. ; **Transformação Enxuta: Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. In: XXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis. Anais do XXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004..

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SLACK, Nigel et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLOAN, Alfred. In Infopédia **Em linha**. Porto Editora. Acesso em 02 de fevereiro de 2009. Disponível em < [www.infopedia.pt/\\$alfred-sloan](http://www.infopedia.pt/$alfred-sloan) >

TARDIN, G. G. O. **Sistema Puxado e o Nivelamento da Produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios da administração científica**. 8ª Edição, Editora Atlas, 1990.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

VELASCO, Luciano O. M. & Erikson Teixeira Lima. **A marinha mercante**. Publicado em BNDES Setorial, Rio de Janeiro, Edição Especial, p.247-264, outubro de 1997. Disponível em: < [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Transporte\\_Maritimo/199711\\_12.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Transporte_Maritimo/199711_12.html) >. Acesso em 25 de agosto de 2009.

VELASCO, Luciano O. M. **Construção Naval no Brasil e no Mundo.** Geset 3. Informe Infra-Estrutura: Área de projetos de infra-estrutura. N° 14. Setembro, 1997. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Construcao\\_Naval/199709\\_2.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Construcao_Naval/199709_2.html)>. Acesso em 22 de agosto de 2009.

## ANEXO I

O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que ajuda a identificar o fluxo de material e informação dentro de uma organização. Algumas vezes, detalha-se mais um determinado processo para um objetivo específico na eliminação de desperdícios. Entretanto, normalmente o mapa de fluxo de valor é feito em uma única página e mostra desde a o recebimento da ordem de serviço até a entrega do produto final.

Para iniciar o mapa, seguimos o fluxo do produto ao longo do sistema produtivo e observar o que acontece dentro das diversas transformações. Para elaborar o mapa, é importante coletar dados como tempo que o produto fica parado na linha de produção, a distância que ele percorre de um processo a outro, o número de vezes que ele precisa ser retrabalhado e quanto tempo é gasto nessa atividade que não adiciona valor ao produto.

O fluxo de material é desenhado da esquerda para direita, na parte de baixo do mapa na sequência das etapas dos processos; não de acordo com o layout físico da planta. Já o fluxo de informação é desenhado da direita para esquerda na parte superior do mapa. Note que há linhas separadas para as previsões e para os pedidos diários, pois são diferentes fluxos de informação.

O controle das atividades de um operador manual precisa ser analisada, pois é onde se identifica o maior número de desperdícios. A partir dessa análise e da base de dados coletada, é necessário analisar cada segmento tentando reduzir desperdícios, diminuir tempo de operação e, principalmente, custos. Essas melhorias devem ser repassadas ao consumidor final.

A ferramenta do mapa de fluxo de valor é importante pois proporciona uma visão sistêmica do processo, fazendo com que se consiga enxergar o fluxo. Mapear auxilia a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor. Além disso, o mapeamento mostra a relação entre os conceitos e técnicas enxutas, o que impede que elas sejam implementadas isoladamente.

Um mapeamento bem detalhado dos fluxos dentro da empresa utiliza símbolos padronizados, conforme mostra o quadro abaixo, Rother (2003):

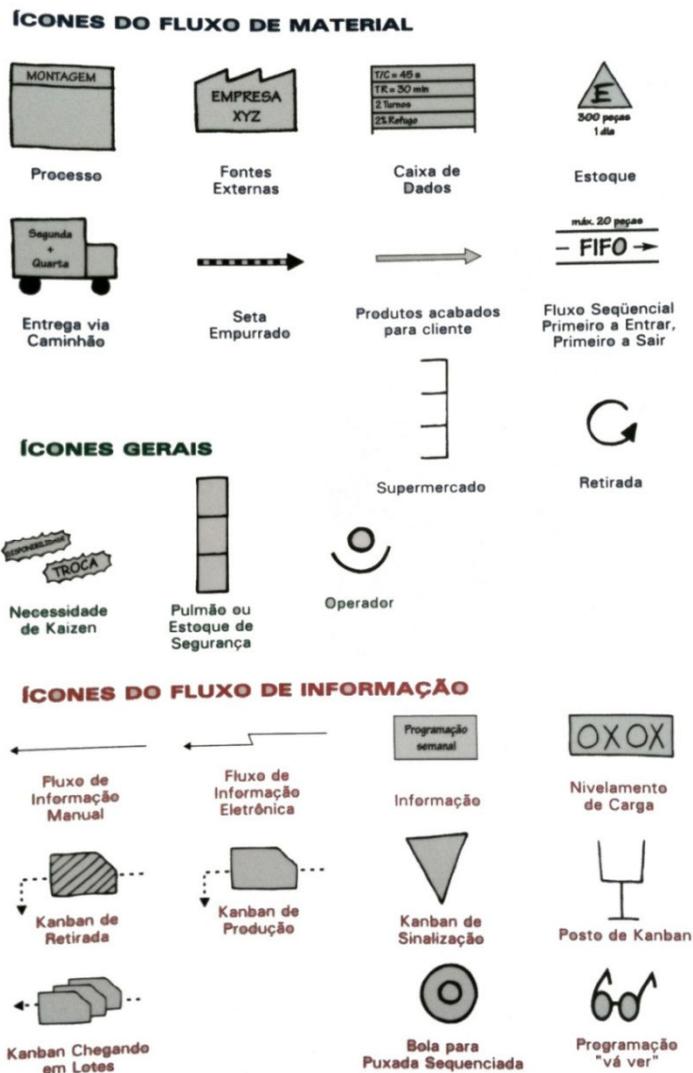


Fig. 25 – Símbolos do fluxo de materiais e informações

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)