

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO**

GUILHERME BACIM

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DA ARTE DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA
INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO NO ESTALEIRO
ATLÂNTICO SUL**

**São Leopoldo
2018**

Guilherme Bacim

AVALIAÇÃO DO ESTADO DA ARTE DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA
INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO NO ESTALEIRO
ATLÂNTICO SUL

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Engenharia de Produção e Sistemas,
pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Valle Antunes Júnior

São Leopoldo
2018

*Dedico esse trabalho ao meu pai
Rudnei Bacim (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Adquiri na construção desse trabalho uma consciência sobre os diversos privilégios que possuo em minha vida, e a eles que faço meu agradecimento.

Privilégio de poder contar com meu orientador, professor José Antônio Valle Antunes Jr, que foi o maior motivador desse mestrado e principalmente dessa dissertação, sem ele nada disso estaria aqui escrito.

Privilégio de ser avaliado pela banca formada pelos professores Carlos Torres Formoso, Daniel Pacheco Lacerda Luis Felipe Maldaner e Vivian Sebben Adami.

Privilégio de ter minha pesquisa apoiada pelo Sr Harro Burmann.

Privilégio de ter sido tão bem recebido e aprendido tanto com todos os colaboradores do Estaleiro Atlântico Sul. Em especial os Srs: Alexandre Soares, Anselmo Passos, César Machado, Fernando Kurdyk e Luiz Morgado.

Privilégio de estudar na UNISINOS, onde tive contato com grandes professores e consolidei amizades, em especial, com o amigo Jayme com quem tive a sorte de compartilhar os desafios do mestrado desde o primeiro dia.

Privilégio de contar com toda a equipe da PRODUTTARE, a destacar: André, Ariel, Baroni, Bruno, Cristiano e Fabiano. E demais colegas: Bruno P., Cristopher, Edson, Gabriel, Gabriela, Ivan, Jácome, Marcelo, Michele, Paleo, Schwanke, Tiago, Thiago e Vinicius.

Privilégio de ter amigos com quem sei que posso contar: Alessandra, Alessandro, André, Augusto, Brasil, Guilherme, Leonardo, Leonardo L., Lima, Maicon, Marcelo, Matheus, Maurício, Pedro, Rauf, Robert, Souza, Vicente e Willian.

Privilégio de contar com o carinho e apoio da minha namorada, Alana.

Privilégio de estar próximo da minha família que sempre me apoiou, acreditou e incentivou, e é fundamental em toda e qualquer etapa da minha vida: Fátima, Gabriela e, principalmente Geovana.

Por fim, e de forma alguma menos importante, agradeço o privilégio de ter minha pesquisa patrocinada pela CAPES, e no sentido mais amplo por todo o povo brasileiro, pois, sem essa, não existiria mestrado, nem dissertação e tampouco agradecimentos.

RESUMO

Este estudo de caso trata da avaliação da utilização das melhores práticas da Engenharia de Produção na indústria naval, tendo como pano-de-fundo o Estaleiro Atlântico Sul (EAS). Trata-se de um estudo de caso descritivo e explanatório. O trabalho descreve a trajetória evolutiva do sistema de produção do EAS, caracterizando-o em três fases distintas. Na Fase I, que se inicia em 2008 e se estende até julho 2014, identifica-se uma significativa influência dos fatores históricos da produção naval no Brasil que teve forte influência do paradigma Taylorista/Fordista, e pode ser sintetizado pelo fato de que a produção de navios era percebida enquanto uma 'obra' com a gestão das diversas 'disciplinas'. A Fase II, que ocorreu entre julho de 2014 e janeiro de 2016, constituiu-se em uma etapa de transição que teve como elemento central o objetivo de modificar a cultura organizacional da empresa, o que foi efetivado através da adoção de conceitos tais como: 5S, mini fábricas e *Kaizens* com foco na melhoria dos fluxos produtivos e qualidade focada no processo. Já a Fase III, que inicia em janeiro de 2016, tem como evento crítico a criação de uma maquete em escala real do EAS que objetiva criar uma visão holística da empresa e do sistema de produção. A Fase III tem como embasamento teórico o Sistema Toyota de Produção e a Teoria das Restrições (TOC), tendo sido realizado uma importante modificação conceitual no que tange a percepção do 'objeto de trabalho' ao longo de todo o sistema produtivo do EAS. As modificações que ocorreram, sob a égide e foco na Função Processo, foram centrais para a criação e melhoria dos fluxos produtivos em todo o sistema de produção. Visando a sustentação das mudanças ocorridas na Fase III, ocorreu uma ampla reformulação no modelo de gestão com a criação do conceito de Fábricas (Blocos, Pintura e Edificação) que passaram a ter gestores específicos responsáveis pelas melhorias incrementais e radicais dos fluxos produtivos. Além disso, foram realizadas ações no que tange à Função Operação: i) implantação do conceito de Gestão do Posto de Trabalho nas máquinas restritivas do corte; ii) gerar várias linhas de produção utilizando o conceito de box, com uma visão mais geral de fluxo oriundo da ótica do Tambor/Pulmão/Corda da TOC, com a utilização intensiva do conceito de Operação-Padrão para o dimensionamento dos mesmos. Ainda, através de um relatório de uma consultoria coreana, foi possível entender um conjunto de gaps existentes entre o modelo de sistema de produção atualmente adotado na empresa em estudo e o benchmarking coreano. A partir desta perspectiva evolucionária histórica de desenvolvimento do sistema produtivo do EAS, o trabalho propõe a adoção de uma série de boas práticas no intuito de aprimorar os processos na empresa em estudo. Finalmente, a título de conclusão, a aplicabilidade dos conceitos de engenharia de produção na indústria naval, tem impacto direto em termos das melhorias econômico-financeiro da empresa.

Palavras-Chave: Construção Naval; Sistema Toyota de Produção; Manufatura Enxuta; Teoria das Restrições; Dependência de Trajetória; Criação de Trajetória.

ABSTRACT

This case study deals with the evaluation of the use of the best practices of Production Engineering in the naval industry, having as background the Estaleiro Atlântico Sul (EAS). It is a descriptive and explanatory case study. The project describes the evolutionary trajectory of the EAS Production System, characterizing it in three distinct phases. In Phase I, which begins in 2008 and extends until July 2014, it is identified a significant influence of the historical factors of the naval production in Brazil that had strong influence of the Taylorist / Fordist paradigm, and can be synthesized by the fact that the production of ships was perceived as a 'construction' with the management of the several 'disciplines'. Phase II, which occurred between July 2014 and January 2016, constituted a transition phase that had as its central element the goal of modifying the organizational culture of the company, which was accomplished through the adoption of concepts such as: 5S, mini factories and Kaizens focused on improving production flows and process-focused quality. And in Phase III, which begins in January 2016, has as a critical event the creation of a full-scale EAS model that aims to create a holistic view of the company and the production system. Phase III has as its theoretical basis the Toyota Production System and the Theory of Constraints (TOC), and an important conceptual modification was made regarding the perception of the 'work object' throughout the EAS production system. The changes that occurred under the aegis and focus on the Process Function were central to the creation and improvement of production flows throughout the production system. In order to sustain the changes that occurred in Phase III, there was a broad reformulation in the management model with the creation of the concept of Factories (Blocks, Painting and Edification) that started to have specific managers responsible for the incremental and radical improvements of the productive flows. In addition, actions were taken with respect to the Operation Function: i) implementation of the concept of Workstation Management in the restrictive cutting machines; ii) generate several production lines using the box concept, with a more general view of flow from the TOC Drum / Buffer / Rope perspective, with the intensive use of the Standard Operation concept for their design. Also, through a report from a Korean consultancy, it was possible to understand a set of gaps between the production system model currently adopted in the company under study and the Korean benchmarking. From this evolutionary historical perspective of the development of the EAS production system, the paper proposes the adoption of a series of good practices in order to improve the processes in the company under study. Finally, as a conclusion, it seems possible to affirm the adherence and applicability of the concepts of production engineering in the naval industry, and its application has a direct impact in terms of the company's economic and financial improvements

Key words: Shipbuilding, Toyota Production System, Lean Manufacturing, Restriction Theory, Path Dependence, Path Creation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo (1956 – 2007)	23
Figura 2 - Sistema produtivo ETO	26
Figura 3 - Sistema ETO na indústria naval.....	27
Figura 4 - Linha do tempo EAS	28
Figura 5 – Obras para planta.....	29
Figura 6 – Lançamento do navio João Candido	30
Figura 7 – Golliath Estaleiro Atlântico Sul	30
Figura 8 - Construção Dique Seco	32
Figura 9 – Análise bibliométrica das citações por país.....	37
Figura 10 – Análise bibliométrica de citações por autor	37
Figura 11 - Pilares do TPS	42
Figura 12 - Estrutura da Produção	44
Figura 13 - Simbologia dos elementos do processo.....	46
Figura 14 - Aplicação do <i>Value Stream Map</i>	47
Figura 15 - Simbologia VSM.....	47
Figura 16 - Teoria TFV	49
Figura 17 - Interligação na engenharia de produto.....	53
Figura 18 - Exemplo de estrutura de produto	54
Figura 19 - Nomenclatura da BOM.....	54
Figura 20 - CAD e os <i>softwares</i> auxiliares	57
Figura 21 - Tipo de Layout indicado (Volume x Variedade)	59
Figura 22 - Modelo hierárquico de Planejamento.....	61
Figura 23 - Evolução dos sistemas empresariais	62
Figura 24 - Estrutura conceitual dos sistemas ERP	63
Figura 25 - Visão geral de um sistema MRP	64
Figura 26 - Pilares dos sistemas MES	67
Figura 27 - Mecanismo de puxar a produção.....	68
Figura 28 - Tambor-Pulmão-Corda	70
Figura 29 - Processo de Planejamento <i>Last Planner</i>	71
Figura 30 - Hierarquia do IROG	76
Figura 31 - Exemplo de divulgação do GPT.....	77
Figura 32 – Síntese do Referencial Teórico	82

Figura 33 - Condução de estudo de caso	86
Figura 34 - Tipos de Projetos Para estudo de caso	87
Figura 35 – O método de trabalho.....	89
Figura 36 – Representação genérica de um megabloco	95
Figura 37 – Representação e sequência de edificação de um Megabloco	96
Figura 39 – Recorte da EAP Contratual	105
Figura 40 – Árvore da Realidade Atual indicadores de Medição.....	107
Figura 41 – Proposição de forma de contrato e medição	109
Figura 42 – Linha do tempo da produção na indústria naval.....	111
Figura 44 - Vista da nova estrutura de mini fábricas	115
Figura 45 – Painel de indicadores das mini fábricas	116
Figura 46 – Setor sucata de madeira antes do 5S	121
Figura 47 - Setor sucata de madeira depois do 5S	121
Figura 48 – Área de apoio a produção antes do 5S	122
Figura 49 – Área de apoio depois do 5S	122
Figura 50 – Escola “Nascedouro de Talentos”	128
Figura 51 – Inauguração Centro de Desenvolvimento Humano – EAS.....	129
Figura 52 – Informativo interno destacando capacitação	130
Figura 53 – Maquete dos setores de corte, submontagem e montagem de blocos	132
Figura 54 – Maquete dos setores de pré-edificação, edificação e dique.....	132
Figura 55 – Nova cabine de jato e pintura.....	136
Figura 56 – “Como Estou”	138
Figura 58 – Vista da nova estrutura de fábricas	143
Figura 59 – Modelo conceitual da estrutura de produto da fábrica 1.....	145
Figura 60 – Modelo conceitual da estrutura de produto da fábrica 3.....	146
Figura 61 – Desenho do microdimensionamento da Fábrica 1 e 2	149
Figura 62 - Desenho do microdimensionamento da Fábrica 3	150
Figura 63 – O TPC no EAS	151
Figura 64 – Exemplo simplificado de EAP	155
Figura 65 – Representação do nível de construção e montagem	156
Figura 66 – Estrutura de Produto simplificada para o AFRAMAX	157
Figura 67 – Modelo de PPCPM teórico	159
Figura 68 – Recorte de um cronograma de oficina	160
Figura 69 –MMBO para fábrica 1 e 2	162

Figura 70 – MMBO para fábrica 3	162
Figura 71 – Processos de engenharia no EAS	170
Figura 72 – Esquema Genérico do Processo de Engenharia: Proposta Futura	171
Figura 73 – Evolução na quantidade de peças produzidas	178
Figura 74 – Resultados GPT e MES	179
Figura 75 – Antigo processo de pintura.....	181
Figura 76 – O novo processo de pintura	182
Figura 77 – O processo de fabricação em fluxo	184
Figura 78 – Processo para família pesada	185
Figura 79 – A divisão dos boxes de trabalho.....	188
Figura 80 - Simulação do novo Processo.....	189
Figura 81 - Folha de operação padrão	190
Figura 82 - Melhorias implementadas	191
Figura 83 - Evolução da Produção	192
Figura 84 – Rebocadores hidráulico.....	193
Figura 85 – Estrutura de posto de trabalho	194
Figura 86 – Exemplo de posicionamento em pontaletes.....	195
Figura 87 – Layout inicial Blocos curvos e especiais	196
Figura 88 – Novo layout Blocos curvos e especiais	197
Figura 89 – Exemplo de folha de layout padrão	198
Figura 90 – Maquete em desenvolvimento	199
Figura 91 – Conceito para movimentação de blocos curvos	200
Figura 92 – Redesenho do fluxo incluindo acabamento avançado	202
Figura 93 – exemplo de <i>outfittings</i> nas garagens de acabamento avançado.....	203
Figura 94 – Fluxo futuro para acabamento avançado	204
Figura 95 – Status das Teorias de Produção	213
Figura 96 – Avaliação da linha do tempo EAS	215
Figura 97 – Preservação da praça de máquinas coreana.....	220
Figura 98 – Acessibilidades já previamente montadas	221
Figura 99 – Processo de submontagem na Coréia do Sul	222

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da Frota Mundial de carga em Tonelagem de Porte Bruto	18
Gráfico 2 - Entrega de novas embarcações em 2014	19
Gráfico 3 - Número de empregos (1960 – 2015).....	24
Gráfico 4 - GBO antes da Operação Padrão.....	74
Gráfico 5 - GBO após Operação Padrão.....	74
Gráfico 6 – Taxa de Ocorrência Registradas (TOR)	124
Gráfico 7 - Produtividade Pintura de Blocos.....	140
Gráfico 8 – GBO para base curvos (fixa)	198
Gráfico 9 – Acompanhamento do EBITDa	207
Gráfico 10 – Acompanhamento do HH/CGT	208
Gráfico 11 – Evolução do <i>lead time e takt-time</i> dos projetos	210

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Carteira de pedidos (em Ago/16)	24
Tabela 2 - Compilação dos resultados dos Anais do ENEGEP (2012 - 2016)	35
Tabela 3 – Comparativo de produtividade: pintura de blocos e compartimentos	141
Tabela 4 – Tempo <i>Takt</i> para fluxo curvos e especiais	196
Tabela 5 – Análise do Financeira do EAS	206
Tabela 6 – Análise dos resultados	208
Tabela 7 – Datas marcos EAS	209
Tabela 8 – Comparação entre estaleiros	217
Tabela 9 – Comparação de montagem de <i>Outfittings</i>	219
Tabela 10 – <i>Gap</i> Quantidade de tubos	220
Tabela 11 – Comparativo do Salário mínimo no Brasil e Coréia do Sul	225

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Palavras e termos pesquisados	36
Quadro 2 - Teoria de Produção TFV	49
Quadro 3 – Comparativo entre DT e CT	80
Quadro 4 - As Estratégias de Pesquisa	85
Quadro 5 – Protocolo de Pesquisa Semiestruturado	91
Quadro 6 - Colaboradores entrevistados	92
Quadro 7 – Comparação entre Modelos de Medição.....	108
Quadro 8 – Acompanhamento das semanas <i>Kaizens</i>	126
Quadro 9 - Objetivos e utilização da Maquete.....	134
Quadro 10 – Aspectos de Dependência e Criação de Trajetória em cada Fase.....	212
Quadro 11 – Equipe de consultores coreanos	216
Quadro 12 – Relação entre constructos.....	227

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

APS	<i>Advance Planning Schedule</i>
BOM	<i>Bill of Material</i>
CGT	<i>Compensated Gross Tonnage</i>
CT	Criação de Trajetória
DT	Dependência de Trajetória
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EAS	Estaleiro Atlântico Sul
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
EPS	<i>EAS Production System</i> (Sistema de Produção EAS)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento de Recursos Corporativos)
ETO	<i>Engennier To Order</i> (Engenharia por Ordem)
GBO	Gráfico Balanceamento de Operações
GPT	Gestão do Posto de Trabalho
HH	Hora-Homem
IROG	Índice de Rendimento Operacional Global
JIT	<i>Just-in-Time</i>
JMU	<i>Japan Marine United</i>
KPI	<i>Key Process Indicator</i> (Indicador Chave de Processo)
LPS	<i>Last Planner System</i> (Sistema de Último Planejador)
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MFP	Mecanismo da Função Produção
MMBO	Modelo Medição Baseado no Objeto
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDM	<i>Product Data Management</i>
PLM	<i>Product Life-cycle Management</i>
PPCPM	Planejamento, Programação, Controle de Produção e Materiais
PROMEF	Programa de Modernização e Expansão da Frota
SHI	<i>Samsung Heavy Industries</i>
TFV	Transformação-Fluxo-Valor
TOC	<i>Theory Of Constrains</i>
TPC	Tambor-Pulmão-Corda
TPM	<i>Total Production Manuteince</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção)
TQC	<i>Total Quality Control</i> (Controle Total da Qualidade)
VSM	<i>Value Stream Map</i> (Mapeamento de Fluxo de Valor)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 A NATUREZA DO PROBLEMA	25
1.2 O OBJETO DE ESTUDO	27
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	33
1.4 OBJETIVOS	33
1.4.1 Objetivo Geral	33
1.4.2 Objetivos Operativos	34
1.5 JUSTIFICATIVA	34
1.5.1 Justificativa Acadêmica.....	34
1.5.2 Justificativa Empresarial	38
1.6 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	40
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	40
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	41
2.1 TEORIAS DE PRODUÇÃO	41
2.1.1 <i>Lean Manufacturing</i>.....	41
2.1.1.1 Mecanismo da Função Produção (MFP)	44
2.1.1.2 <i>Value Stream Map</i> (VSM).....	46
2.1.1.3 <i>Lean Construction</i>	48
2.1.1.3.1 <i>Teoria de Produção (TFV)</i>	48
2.1.2 Teoria das Restrições	50
2.2 FUNÇÃO PROCESSO	52
2.2.1 Produto.....	52
2.2.1.1 Estrutura de Produto	53
2.2.1.2 Tecnologia de Grupos	55
2.2.1.3 Manufatura Integrada por Computador (CIM)	56
2.2.1.4 PDM e PLM	58
2.2.2 Layout.....	59
2.2.3 Planejamento, Programação, Controle de Produção e Materiais	61
2.2.3.1 ERP	61
2.2.3.1.1 <i>MRP (Material Requirements Planning)</i>	64
2.2.3.1.2 <i>MRP II (Manufacturing Resources Planning)</i>	65
2.2.3.1.3 <i>MES (Manufacturing execution systems)</i>	66

2.2.3.2 <i>Kanban</i>	67
2.2.3.3 O Algoritmo TPC	69
2.2.3.4 <i>Last Planner System</i>	70
2.3 FUNÇÃO OPERAÇÃO	72
2.3.1 Operação Padrão.....	72
2.3.2 Gestão do Posto de Trabalho.....	75
2.4 ANÁLISE DE EVENTOS CRÍTICOS: DEPENDÊNCIA DE TRAJETÓRIA E CRIAÇÃO DE TRAJETÓRIA.....	77
2.4.1 Dependência de Trajetória.....	78
2.4.2 Criação de Trajetória.....	79
2.4.3 Complementariedade dos conceitos de Dependência de Trajetória e Criação de Trajetória.....	80
2.5 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO	81
3 MÉTODO DE PESQUISA	83
3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA.....	83
3.2 MÉTODO DE PESQUISA – ESTUDO DE CASO	85
3.3 MÉTODO DE TRABALHO	88
3.3.1 Construção do Referencial Teórico.....	89
3.3.2 As Fontes de Evidência Utilizadas no Caso	90
3.3.3 Análise dos Dados	92
4 BREVE INTRODUÇÃO DA INDÚSTRIA NAVAL	94
5 O ESTALEIRO ATLÂNTICO SUL	98
5.1 FASE 1: A CONSTRUÇÃO DO EAS, A PRODUÇÃO DO PRIMEIRO NAVIO E A ADOÇÃO DA LÓGICA DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE NAVIOS NO BRASIL	98
5.1.1 Breve Descrição Histórica da Construção do EAS e da Produção do Primeiro Navio	98
5.1.2 A adoção do Paradigma Taylorista Fordista: o Conceito de disciplinas e a Cultura das Frentes de Trabalho: a lógica da construção naval convencional adotada no EAS.....	100
5.1.3 Os modelos de medição tradicional da indústria naval brasileira.....	103
5.2 FASE 2: A CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS (SPE).....	109
5.2.1 A Criação do SPE	110

5.2.2 Criação e Gestão das mini fábricas no EAS	112
5.2.3 Elementos para a transformação cultural do EAS: A nova lógica de gestão baseada no quadro hora-hora	117
5.2.4 Elementos para a transformação cultural do EAS: o 5S.....	119
5.2.5 Elementos para a transformação cultural do EAS: <i>Kaizens</i> voltados a melhoria local dos fluxos produtivos	124
5.2.6 Elementos para a transformação da gestão do EAS: os treinamentos e capacitações formais.....	127
5.2.7 Elementos para a construção de uma visão holística e de sistema de produção enxuto baseado em fluxos: os papéis da Maquete no EAS	130
5.2.8 Utilizando a Teoria das Restrições visando levantar a Capacidade da Restrição: O Investimento em uma nova Cabine de Pintura e a Gestão da Pintura no EAS	135
5.2.8.1 A aquisição de novas tecnologias	136
5.2.8.2 As modificações na gestão das pessoas.....	137
5.2.8.3 Novos processos adotados para aumento da capacidade de pintura	139
5.2.8.4 Resultados obtidos.....	140
5.3 FASE 3: O CONCEITO DE FÁBRICAS E O APROFUNDAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS.....	141
5.3.1 Construindo as bases para o redesenho dos fluxos: a noção conceitual do objeto de trabalho e do Mecanismo da Função Produção	142
5.3.1.1 A noção conceitual de micro-objeto de trabalho para a fábrica 1	144
5.3.1.2 A noção conceitual de micro-objeto de trabalho para a fábrica 3.....	146
5.3.2 Os macro conceitos para estabelecer os novos fluxos de produção de acordo com a demanda de navios: o conceito de <i>takt-time</i> como base para o macrodimensionamento e sincronização do EAS	147
5.3.2.1 O Desenho dos Fluxos na Fábrica 1 e Fábrica 2	148
5.3.2.2 O desenho dos fluxos na Fábrica 3.....	149
5.3.2.3 A Sincronização da Produção: Modelo Baseado na Adoção do Conceito de Corda da Teoria das Restrições.....	150
5.3.3 O papel do PPCPM na sincronização do EAS: considerações críticas...	152
5.3.4 A Proposição de um Novo Modelo de Medição Contratual	161
5.3.5 O Papel da Logística: Considerações Críticas	163
5.3.5.1 O Conceito de Almoxarifados <i>versus</i> o de Ponto de Uso.....	163

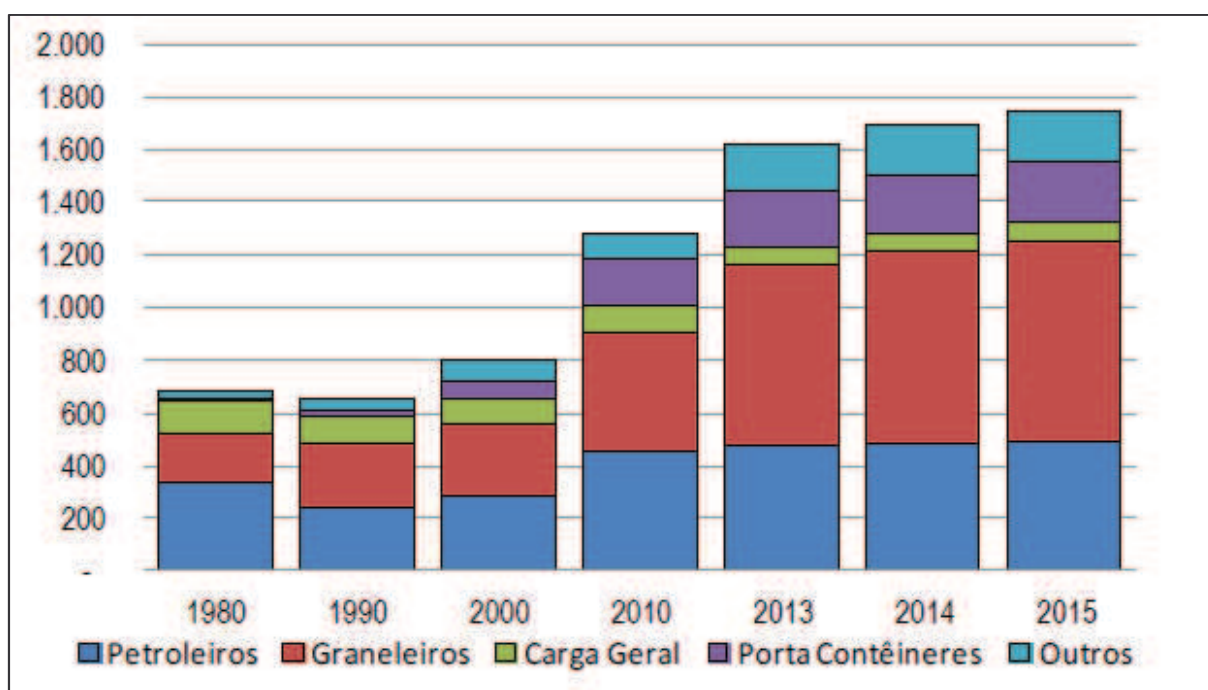
5.3.5.2 O Modelo da Compra por Projeto: Descrição e Análise Crítica	165
5.3.5.3 O processo de detalhamento e aquisição de materiais	166
5.3.5.4 O Parque Naval: Uma Alternativa para o Fornecimento.....	167
5.3.6 O tema da Engenharia de Produto e Processo: Considerações Críticas	169
5.3.7 Construindo as bases para a melhorias dos fluxos: A Abordagem da Qualidade Focada no Processo	172
5.3.8 As melhorias na Função Operação a partir da ótica de melhorias da Função Processo	176
5.3.8.1 O caso do GPT/IROG e MES nas máquinas de corte.....	176
5.3.8.2 O Dimensionamento dos Boxes na Fabricação de <i>outfittings</i> : Um Estudo de Caso	180
5.3.8.3 Os casos de dimensionamento dos boxes na fábrica 1	186
5.3.8.3.1 <i>O dimensionamento de boxes para o micro-objeto submontagem</i>	<i>187</i>
5.3.8.3.2 <i>O dimensionamento dos boxes para os micro-objetos bloco plano e semiplano.....</i>	<i>192</i>
5.3.8.3.3 <i>O dimensionamento dos boxes para os micro-objetos bloco curvo e especiais</i>	<i>194</i>
5.3.8.4 Os casos de dimensionamento dos boxes na fábrica 3	200
5.3.8.4.1 <i>A criação dos boxes de acabamento avançado</i>	<i>201</i>
5.3.8.4.2 <i>Os próximos passos no dimensionamento dos boxes de na fábrica 3.....</i>	<i>203</i>
5.3.8.5 O caso da manutenção e a nova cultura a ser implementada.....	205
5.3.9 Resultados econômico-financeiro e outros	206
5.3.10 Resultado do estudo de caso sob a ótica do referencial teórico.....	210
5.4 FASE 4: O FUTURO DO EAS EMBASADO NAS MELHORES PRÁTICAS COREANAS E NAS TEORIAS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	215
5.4.1 O <i>benchmarking</i> coreano	216
5.4.2 O Futuro do EAS	223
6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	227
6.1 CONCLUSÕES	227
6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	229
6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	230
REFERÊNCIAS.....	231
APÊNDICE A: LISTA DE ESPECIALISTAS	239

ANEXO A: PRINCIPAIS ETAPAS DE FABRICAÇÃO DE UM NAVIO	241
ANEXO B: PADRÃO DE REUNIÕES – SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS.....	242
ANEXO C: ACOMPANHAMENTO DE PROJETOS – PINTURA 2017	243

1 INTRODUÇÃO

O transporte naval é um dos mais antigos e importantes meios de comercialização de produtos. Estima-se que a atual frota mundial seja de 90 mil navios, viabilizando trocas anuais no valor de US\$ 8 trilhões em mercadorias (contêineres, petróleo, grãos, minérios, etc.) e gerando mais de US\$ 400 bilhões em receitas de fretes, aproximadamente 5% do valor transportado. (SINAVAL, 2016). Ao longo dos últimos 35 anos, a capacidade mundial de carga Tonelagem de Porte Bruto¹ aumentou consideravelmente, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução da Frota Mundial de carga em Tonelagem de Porte Bruto



Fonte: (SYNDARMA, 2015a)

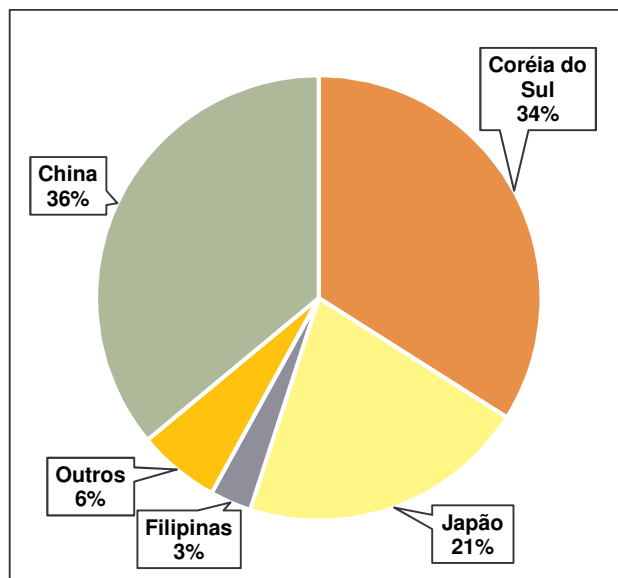
No Gráfico 1, verifica-se um aumento considerável na demanda de graneleiros (vermelho), os navios do tipo Petroleiros (azul) se mantiveram estáveis ao longo dos últimos 15 anos.

Segundo *Lloyds Register*, o crescimento do transporte marítimo passará de 9,8 bilhões de toneladas em 2015 para 20 bilhões de toneladas em 2035. A previsão para o setor de transporte marítimo é favorável a novos investimentos.

¹ Tonelagem de Porte Bruto ou *deadweight* é a soma de pesos que um navio pode embarcar com segurança. Na prática é a medida de capacidade comercial.

No cenário mundial, a indústria de Construção Naval se concentra em três países asiáticos: China, Coreia do Sul e Japão. Em 2014 esses foram responsáveis por mais de 90% das entregas de novas embarcações, em todo o mundo (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Entrega de novas embarcações em 2014



Fonte:(SYNDARMA, 2015b)

No Brasil, o início da Indústria de Construção Naval se dá quando, em 1846, Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, inaugurou o primeiro estaleiro do país, em Ponta da Areia, Niterói (RJ). O objetivo do estaleiro era produção de navios para a Guerra do Paraguai. Em 1905, o estaleiro foi incorporado pela Companhia de Comércio e Navegação.

Entre o período de 1905 a 1950, poucos períodos de atividades aconteceram na Indústria Brasileira, apenas pedidos pontuais em encomendas específicas. Em 1956, o presidente Juscelino Kubitschek cria o plano de meta. Um plano de cinco anos com intenso envolvimento do setor público no estímulo direto e indireto a investimento em infraestrutura e na indústria de bens de capital. O Plano de Metas criou a indústria automobilística, construiu a malha rodoviária e criou a indústria de construção naval. (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014).

Em 1958, sob a presidência de Juscelino Kubitschek, a política de desenvolvimento da indústria naval brasileira tem seu ponto de partida com a Lei 3.381, de abril de 1958, conhecida como a Lei do Fundo de Marinha Mercante com o objetivo de prover recursos para a renovação, ampliação e recuperação da frota

mercante nacional; evitar a importação de navios; diminuir despesas com afretamento de navios estrangeiros; assegurar a continuidade das encomendas de navios e - estimular a exportação de embarcações. (BRASIL, 1958).

Em 1967, tem início o governo Costa e Silva com um novo ciclo de investimentos em infraestrutura, especialmente nos setores de telecomunicação e energia elétrica, aliado a grandes investimentos nas indústrias de bens de capital e de bens de consumo duráveis. Foram criadas políticas específicas para o desenvolvimento do setor naval, o Plano de Emergência de Construção Naval (1969 a 1970) e os dois Programas de Construção Naval – 1971 a 1974; 1974 a 1980. (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014).

Esse foi o período em que o Brasil se torna o segundo maior construtor naval mundial, durante um curto período. Os estaleiros com suas carreiras preenchidas de encomendas de navios através dos planos de construção naval, viveram momento de grande expansão.

O Plano Permanente de Construção Naval (1981-1983) foi lançado para inverter a tendência de depressão econômica. O ano de 1990, sob o governo de Fernando Collor, marca a liberalização do transporte marítimo de longo curso que expôs os armadores brasileiros à concorrência internacional. O ciclo que levou a construção naval brasileira ao posto de segundo parque industrial naval mundial em Toneladas de Porte Bruto construídas, e a empregar diretamente mais de 40 mil trabalhadores, chegou ao fim. A indústria naval brasileira não atingiu, nesta fase, grau satisfatório de competitividade internacional.

A Lei do Petróleo (Lei 9.478/97, de 06 de agosto de 1997) abriu o mercado de exploração e refino do hidrocarboneto a novos operadores além da Petrobras, acelerando a expansão da exploração de petróleo *off-shore*. (BRASIL, 1997a). Resultado de articulações políticas realizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Apoio Marítimo e estaleiros, a Petrobras passa a exigir que os navios de apoio marítimo fossem de bandeira brasileira, num mercado em que 70% das embarcações eram de bandeira estrangeira.

A nova política setorial definida para o setor naval (abertura do mercado) teve também influência da Lei nº 9.432, de 08 janeiro de 1997, que possibilitou uma maior participação de bandeiras estrangeiras nos afretamentos brasileiros. Foram também reduzidos os privilégios tributários, que facilitaram a compra de embarcações fora do Brasil e prejudicando enormemente o setor naval. (BRASIL, 1997b).

A abertura do mercado para afretamentos e para extração de petróleo possibilitou o aumento da demanda para afretamentos de embarcações brasileiras. A Petrobras seguiu liberando o mercado nacional e seu crescimento fez com que surgisse novas demandas para embarcações.

Motivados por uma carteira de encomendas lotada de estaleiros mundiais, a Petrobras decidiu criar a alternativa local para a construção dos novos navios tipo PSV². Navios tecnologicamente concebidos para operação de apoio à exploração e produção de petróleo em águas profundas.

Em 2003, o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva determina a prioridade para estaleiros locais de navios e equipamentos de exploração e produção de petróleo pela Petrobras. Dessa forma, em 2003, no Decreto nº 4.925, de 19 de dezembro de 2003, criou-se o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural com o objetivo de maximizar a participação local. (BRASIL, 2003). Em 2006, através de licitações de petroleiros de grande porte em estaleiros locais, foram lançados cursos para qualificação do setor sendo que mais de 90 mil pessoas foram capacitadas. Os estaleiros em fase de reativação ingressam em fase de consolidação e expansão. Grandes grupos empresariais brasileiros investem na construção de novos estaleiros. (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014).

Ainda em 2006, o governo buscou mais estímulos com o Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF), lançado pelo governo Lula e o programa revitaliza a indústria naval. Ao assegurar sustentabilidade para o setor, o PROMEF faz o Brasil retomar o seu papel de *player* mundial na construção de navios de grande porte. O Plano foi dividido em duas fases.

PROMEF 1 - Na primeira fase do Programa de Modernização e Expansão da Frota estão sendo construídos os seguintes navios, pelas empresas ganhadoras do processo licitatório: (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014).

- 1) Estaleiro Atlântico Sul (PE): dez navios SUEZMAX, Preço global: US\$ 1,2 bilhão;
- 2) Estaleiro Atlântico Sul (PE): cinco navios AFRAMAX, Preço global: US\$ 693 milhões;
- 3) Estaleiro Ilha S.A. (RJ): quatro navios Panamax, Preço global: US\$ 468 milhões;

² Navio de Apoio a Plataforma (*Platform Supply Vessels*)

- 4) Estaleiro Mauá (RJ): quatro navios de Produtos, Preço global: US\$ 277 milhões.

PROMEF 2 - Na segunda fase do Programa de Modernização e Expansão da Frota serão construídos os seguintes navios, pelas empresas ganhadoras do processo licitatório:

- 1) Estaleiro Atlântico Sul (PE): quatro SUEZMAX DP (Aliviadores de Posicionamento Dinâmico), Preço global: US\$ 746 milhões;
- 2) Estaleiro Atlântico Sul (PE): cinco AFRAMAX DP (Aliviadores de Posicionamento Dinâmico), Preço global: US\$ 477 milhões;
- 3) Estaleiro Promar (PE): oito navios Gaseiros, Preço global: US\$ 536 milhões;
- 4) Estaleiro Superpesa (RJ): três navios de Bunker, Preço global: US\$ 46,5 milhões.

Ainda no segundo semestre de 2017, 11 anos após o lançamento do PROMEF, ainda estão sendo produzidos os navios do PROMEF 1. O Estaleiro Atlântico Sul (EAS), completou a entrega dos 10 SUEZMAX e está construindo os 5 AFRAMAX, com previsão de término em 2019. O Estaleiro Ilha SA teve seus contratos rompidos em agosto de 2015, tendo entregado apenas um dos quatro navios contratos. Já o Estaleiro Mauá completou os pedidos do PROMEF 1 em 2016, entregando cinco navios a Transpetro.

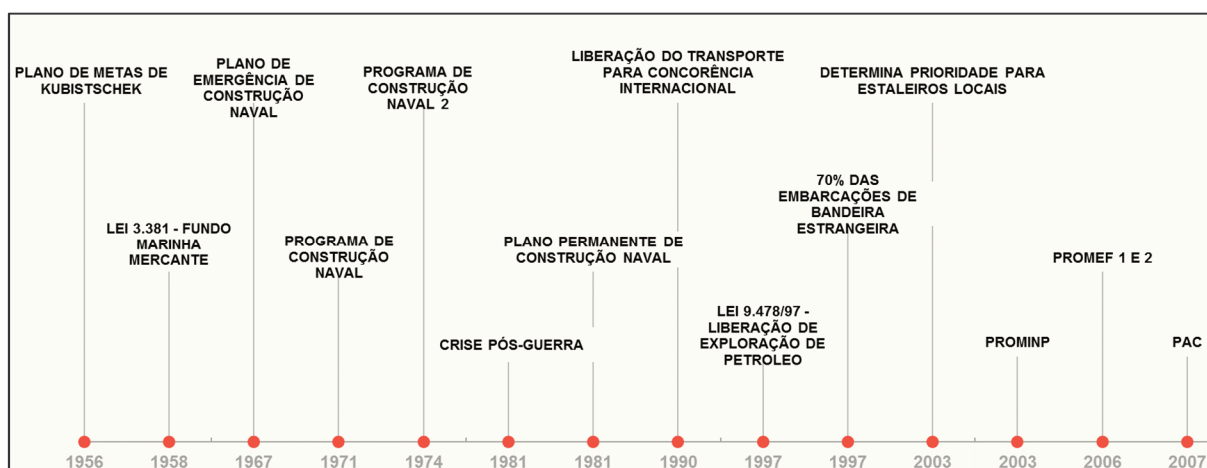
As embarcações fabricadas no PROMEF 1 e 2 tem que ter um índice de nacionalização superior a 65%, ou seja, mais da metade da embarcação deve ser fabricada no Brasil. O PROMEF 2 encontra-se ainda em processo de licitação, não tendo seus pedidos ainda aprovados para fabricação.

Entendendo a importância do setor naval e visualizando crescente números de empregos gerados, em 2007, o Programa de Aceleração do Crescimento busca incentivar o setor privado a investimentos em infraestrutura. Neste ano, foram destinados R\$ 503,9 bilhões em investimentos, sendo destes R\$ 58,3 bilhões para infraestrutura logística. (CAMPOS NETO; POMPERMAYER, 2014).

A influência de políticas setoriais na indústria de construção naval é significativa, a Figura 1 apresenta uma linha do tempo, em que se pode observar entre os anos de 1956 e 1980 um interesse dos governos em avanços da indústria de construção naval, que resultou num crescente número de empregos no mesmo período (Gráfico 3). A partir desse período até 2003, as políticas setoriais abriram o

mercado nacional a competitividade mundial, enfraquecendo a indústria naval e chegando a níveis de emprego praticamente iguais aos anos 60.

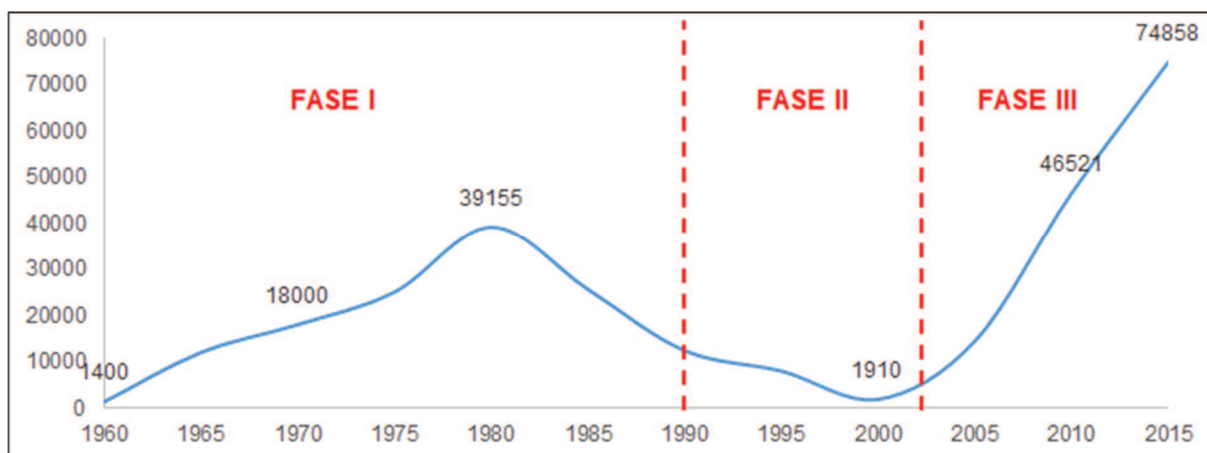
Figura 1 - Linha do tempo (1956 – 2007)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O período de 1960 a 2015 expressos no Gráfico 3, pode ser dividido em três fases. A primeira entre 1960 e 1990, fase da construção da indústria naval brasileira, em que na Figura 1 se pode observar diversos programas de incentivo a indústria naval. Na segunda fase (1990 – 2003), observa-se a abertura do mercado interno. Isso tem impacto direto nos empregos diretos do setor, nesse período é desconstruído grande parte dos investimentos feitos na fase 1. Em 2003, temos a tentativa de retomada da indústria naval brasileira especialmente pelos programas PROMEF 1 e 2 e pela preferência para utilização de estaleiros nacionais. Neste contexto, os empregos aumentaram de 1.910 empregos em 2000 para 74.858 em 2015 (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Número de empregos (1960 – 2015)



Fonte: adaptado de (SINAVAL, 2016)

Analisando as carteiras vigentes em agosto de 2016, verifica-se que o Brasil possui, em carteira, aproximadamente 0,9% de todas as encomendas mundiais. A Tabela 1 mostra a carteira de pedidos mundial para cada tipo de embarcação em agosto de 2016. A representação do Brasil é pouco significativa. As políticas setoriais adotadas na fase 2 do Gráfico 3 tiveram impacto muito expressivo e sua recuperação será lenta e trabalhosa.

Tabela 1 - Carteira de pedidos (em Ago/16)

TIPO DE ENCOMENDA	UNIDADE EM CONSTRUÇÃO NO MUNDO	UNIDADE EM CONSTRUÇÃO NO BRASIL	% DE CONSTRUÇÃO NO BRASIL
Graneleiro	1249	0	0,0%
Petroleiro	966	11	1,1%
Porta-contêineres	432	0	0,0%
Gaseiros	297	2	0,7%
Apoio offshore	406	18	4,4%
TOTAL	3350	31	0,9%

Fonte: adaptado de (SINAVAL, 2016)

1.1 A NATUREZA DO PROBLEMA

Os bens de capital ou bens de produção são equipamentos ou instalações que são necessários para a produção de outros bens ou serviços. O setor é amplo e incorpora diversos tipos de equipamentos e máquinas. (FIESC, 2017).

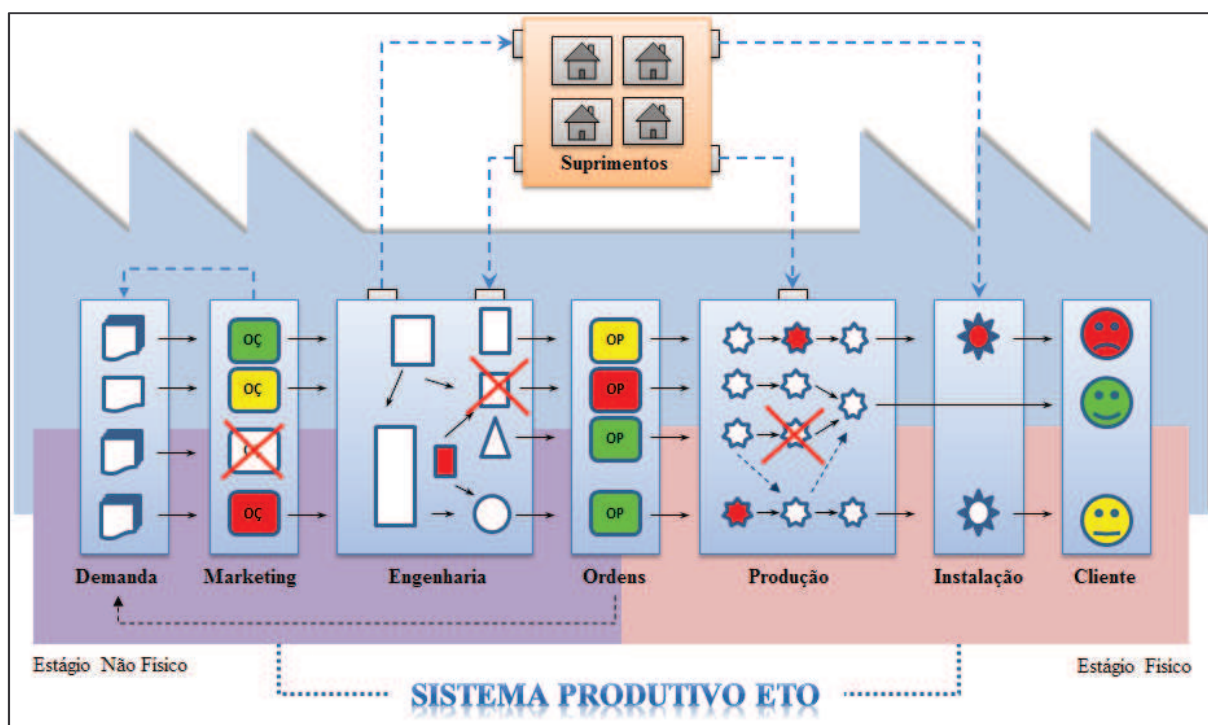
A indústria de bens de capital sob encomenda é composta principalmente pelos segmentos de caldeiras, turbinas hidráulicas, equipamentos industriais, equipamentos ferroviários e a indústria naval. (DEPEC, 2017). Importante destacar que a indústria de bens de capital sob encomenda é caracterizada pela produção *Engennier-to-Order* (ETO) - Engenharia por Encomenda. Assim, pode-se dizer que o ETO é o tipo de sistema de produção que atende sua demanda através de produtos customizados e sob encomenda. (CARVALHO; OLIVEIRA; SCAVARDA, 2015)

Um fator que tem importante influência nos sistemas ETO é o prazo de entrega, tendo em vista que os produtos costumam por vezes possuir *lead times* longos, podendo durar meses e até anos para completar o processo produtivo. É necessário diferenciar o *lead time* de produção, que é a etapa física, do *lead time* de engenharia, que constitui a etapa não-física. Em empresas ETO os *lead times* da etapa não-física, por vezes, são maiores que da etapa física. E não é incomum no ETO os pedidos estarem em atrasos e a aderência ao prazo de entrada se tornar um fator competitivo definitivo. (VOTTO, 2012).

Muitas vezes os modelos de gestão utilizados nas indústrias ETO são causadores de instabilidade no sistema como um todo. (VASCONCELOS; CYRINO, 2000). Por tratar de produtos customizados e com altos investimentos, as empresas ETO e em especial do setor de bens de capital sob encomenda estão expostas a instabilidades de demanda e variabilidade em um grau maior que os demais setores. (VERMULM, 2003).

A Figura 2 representa, de forma genérica, o processo existente nas indústrias ETO de bens de capital. Esse sistema pode ser dividido em duas etapas ou estágios, o primeiro “Não Físico” envolve as etapas de definição da demanda e das operações de marketing, além das atividades de engenharia e orçamentação do projeto. O estágio físico é composto pelas etapas de produção, logística e montagem, sendo a montagem (ou instalação) feita no cliente ou não. (MANSILHA, 2017).

Figura 2 - Sistema produtivo ETO



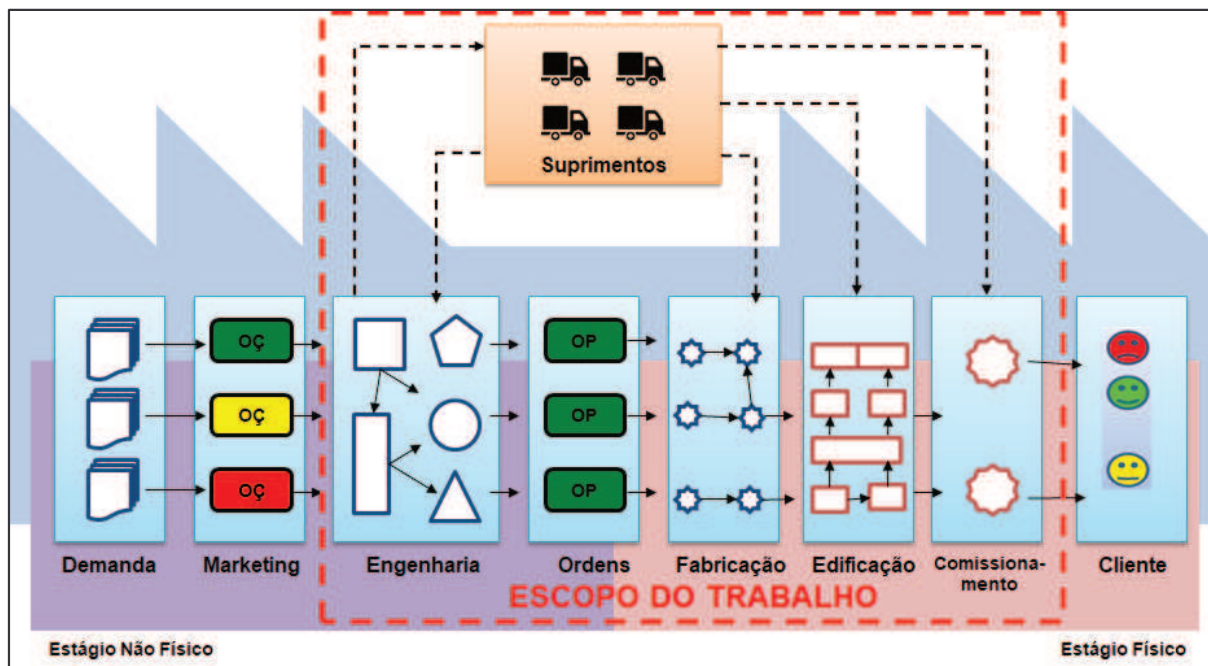
Fonte: MANSILHA (2017)

O setor naval, que é o foco desse trabalho, faz parte da indústria de bens de capital sob encomenda. Consequentemente tem seu sistema produtivo do tipo ETO. Entretanto, possui características distintas. (PHOGAT, 2013). Em geral, seu *lead time* é ainda maior, genericamente o estágio não físico costuma levar de 12 a 16 meses e o estágio físico de 8 a 12 meses. São recorrente atrasos e retrabalhos no desenvolvimento e produção de projetos no setor naval, mesmo a etapa de projeto (ou não física) sendo longa, refinamentos dos projetos são normais e tem influência significativa no restante do fluxo físico. (KRISTOFFERSEN, 2012).

Ainda, uma particularidade do sistema produtivo ETO na indústria naval é a etapa de produção. A produção se divide em duas etapas, a de fabricação de blocos e a de edificação de blocos. A fabricação de blocos constitui a produção de partes do navio (semelhante a seções). Essa etapa é realizada numa fábrica coberta, em que as principais operações são o corte, montagem e pintura dos blocos. A segunda etapa é a edificação dos blocos, em que os blocos fabricados são unidos formando a estrutura do navio, essa etapa tem como principal recurso o dique, em que é efetivamente edificado o navio.

Apesar de um sistema produtivo ETO é necessário levar em consideração as diferenciações da indústria naval. Para tanto, a Figura 3 representa de forma mais adequada o processo produtivo da indústria naval.

Figura 3 - Sistema ETO na indústria naval



Fonte: adaptado de MANSILHA (2017)

Em comparação com a Figura 2, a Figura 3 apresenta os elementos de produção divididos em 3 etapas, que serão genericamente caracterizadas: i) fabricação de blocos – etapa de corte de chapas e montagem de blocos que são partes do navio; ii) edificação de megablocos – união de blocos no sentido de formação de megablocos; e iii) comissionamento – etapa onde são executados testes finais e ajustes no navio.

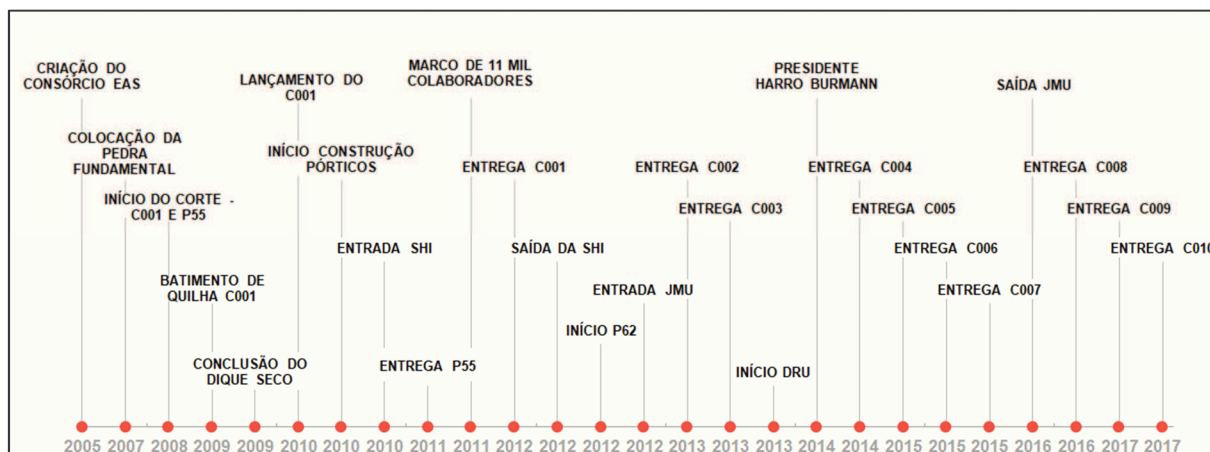
Em vermelho está identificado o escopo geral do trabalho, que não pretende analisar questões de demanda, marketing e as percepções dos clientes.

1.2 O OBJETO DE ESTUDO

Nesse cenário está inserido o Estaleiro Atlântico Sul (EAS), que é a empresa foco do estudo desta dissertação. Fundado em 2005, o EAS é resultado de um investimento de mais de R\$ 1,8 bilhão e é um dos marcos na tentativa de revitalização da indústria naval brasileira.

Para descrever sucintamente a história do EAS é relevante apresentar em uma linha de tempo os principais eventos que marcaram seu desenvolvimento - Figura 4.

Figura 4 - Linha do tempo EAS



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2005, começa a criação do consórcio constituído pelas empresas Camargo Corrêa (30%), Andrade Gutierrez (30%), Queiroz Galvão (30%), Aker Promar (10%). O projeto foi desenvolvido pela empresa coreana Samsung. O projeto previa a geração de cinco mil empregos diretos e 25 mil indiretos. Começou-se então, o desenvolvimento da planta situada no porto de SUAPE em Ipojuca, Pernambuco. A Figura 5 apresenta as primeiras etapas da criação da planta de operação do Estaleiro Atlântico Sul.

Figura 5 – Obras para planta



Fonte: Arquivo interno (2013)

Na indústria naval, o corte de chapas é um evento marcante na história dos estaleiros, pois marca o início de um novo projeto. Ocorrido em 2008, no EAS o início do corte teve a presença do então presidente do Brasil, Luís Inácio Lula da Silva e do então governador do Pernambuco Eduardo Campos.

Em maio de 2010 o EAS fez história, ao lançar o petroleiro João Candido, até então a maior embarcação já produzida no Brasil, com 274 metros de comprimento, 48 metros de largura e 52 metros de altura, e capacidade de carga em peso bruto de 157 mil toneladas - Figura 6.

Figura 6 – Lançamento do navio João Cândido



Fonte: Informar (2010)

No período de construção do Estaleiro Atlântico Sul, que se estende de 2007 até 2010, teve-se como parceiro tecnológico a *Samsung Heavy Industries* (SHI). Dessa forma, o conceito de produção que conduziu a construção do EAS foi o coreano, que tem como principal característica a edificação em megablocos³ com a utilização de pórticos com grande capacidade de içamento (Golliath). Os Golliath tiveram sua construção e conclusão em 2010, podendo então executar as operações como o planejado – Figura 7.

Figura 7 – Golliath Estaleiro Atlântico Sul

³ Grandes estruturas que formam partes do navio.



Fonte: Revista Informar (2010)

Outra característica de produção do EAS é a utilização do dique seco para lançamento dos seus navios. A sua construção começou em fevereiro de 2008 e foi concluído em novembro de 2009. O dique seco do EAS tem 400 metros de extensão, 73 metros de largura e 12 metros de profundidade - Figura 8.

Figura 8 - Construção Dique Seco



Fonte: Arquivo Interno (2017)

O porte dos equipamentos de içamento e do dique seco fazem com que o EAS seja considerado um estaleiro de quarta geração que são a vanguarda da construção naval mundial.

Após o término da construção do estaleiro em 2010, a SHI deixa de ser parceira tecnológica e passa a ser sócia do EAS com 6% de participação no empreendimento. Isso incorporou conceitos de gestão coreanos a produção. Depois de dois anos de funcionamento, no ano de 2012, a SHI deixa a sociedade. Dessa forma, a TRANSPETRO exigiu ao EAS um novo sócio e parceiro tecnológico que pudesse garantir a construção do ponto de vista de engenharia, acompanhado de um cronograma confiável de entrega.

Isso fez com que o EAS procurasse um novo parceiro tecnológico. Assim, no final de 2012, a JMU (*Japan Marine United*) adquiriu 25% do empreendimento do EAS. A JMU é uma corporação fundada a partir da fusão de três empresas japonesas entre elas a IHI (*Ishikawajima-Harima Heavy Industries*) que foi sócia e gestora do Estaleiro da Ishibras, que atuou no Brasil nos anos 70 e 80. Em 2016 a JMU deixou o

empreendimento do EAS, após uma série de resultados econômico-financeiros negativos.

Em julho de 2014, uma nova gestão começa a ser formada no EAS. Com a contratação do CEO, Harro Ricardo Schlorke Burmann, executivo com carreira na indústria automotiva.

Ocorreu no período que se seguiu um amplo processo de mudança onde foram incorporados na indústria naval, através do EAS, novos conceitos baseados na experiência automotiva, em particular em termos dos princípios e métodos da Engenharia de Produção, bem como no que tange a melhorias de processos típicos das melhores práticas de engenharia naval no mundo. A título de ilustração nos três anos seguintes foram entregues sete navios, uma melhoria significativa para uma indústria marcada até então no Brasil por atrasos e baixo cumprimento de contratos.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Dessa forma, esta pesquisa se caracteriza pela seguinte questão: **“Como os conceitos do estado da arte da engenharia de produção podem ser utilizados na indústria naval brasileira, visando aumentar seu desempenho econômico-financeiro?”**

1.4 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos da presente pesquisa.

1.4.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo geral identificar e descrever criticamente a trajetória da implantação das melhores práticas de Engenharia de Produção no Estaleiro Atlântico Sul, maior estaleiro do Brasil, tendo como pano-de-fundo a melhoria contínua do seu desempenho econômico-financeiro.

1.4.2 Objetivos Operativos

São os seguintes os objetivos operativos do trabalho:

- a) compreender sucintamente o modelo histórico da indústria naval brasileira e o contexto de formação do EAS;
- b) descrever a trajetória evolutiva do sistema produtivo do EAS, a partir da definição de três fases qualitativamente distintas de seu desenvolvimento;
- c) realizar uma crítica das fases propostas em relação aos paradigmas e melhores práticas da Engenharia da Produção;
- d) propor melhorias no atual sistema produtivo do EAS à luz de *benchmarking* realizados nos Estaleiros Japoneses e Coreanos, bem como dos conceitos propugnados no âmbito da Teoria Das Restrições e do Sistema Toyota de Produção.

1.5 JUSTIFICATIVA

Em relação à justificativa para o desenvolvimento desta pesquisa, apresentam-se os pressupostos que sustentam o presente trabalho, os quais estão divididos em duas partes: cunho acadêmico e cunho empresarial.

1.5.1 Justificativa Acadêmica

Nesse trabalho realizou-se uma revisão bibliográfica com os seguintes objetivos desta revisão: i) entender o interesse das revistas e encontros de engenharia de produção, em pesquisas relacionadas com o tema de construção naval (estaleiros); e ii) pesquisas que tenham temas de interesse da dissertação em questão.

No intuito de atender os objetivos acima citados, consultou-se a base de dados dos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). O ENEGEP é um evento realizado desde 1981, suas atividades são organizadas com o apoio da Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Essa entidade agrega: profissionais, pesquisadores, estudantes e professores, interessados no desenvolvimento da Engenharia de Produção no Brasil. Por ser um dos eventos com

destaque no cenário nacional, acredita-se que os resultados aqui encontrados representam uma parcela do interesse da academia brasileira.

Com o intuito de justificar academicamente essa pesquisa, realizou-se uma análise nos anais do ENEGEP, conforme apresenta a Tabela 2 os resultados encontrados em cada um dos anos.

Tabela 2 - Compilação dos resultados dos Anais do ENEGEP (2012 - 2016)

PALAVRAS-CHAVE	2012	2013	2014	2015	2016
Construção Naval	1	2	5	3	1
Produção Naval	1	2	0	0	0
Gestão Naval	1	0	1	1	1
Estaleiro	1	0	5	1	1
Total de artigos distintos	3	2	7	3	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas palavras-chave apresentaram o mesmo artigo como resultado, resultando em 17 artigos distintos para análise.

Realizando a pesquisa em duas revistas relevantes do cenário acadêmico para a engenharia de produção no Brasil, Gestão & Produção e Produção Online, foram encontrados quatro artigos relacionados com a indústria naval: i) três na revista Produção Online; ii) um na revista Gestão & Produção. A pesquisa foi efetuada utilizando toda a base das revistas (independente do ano de publicação).

Foi realizado uma busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, com as mesmas palavras chaves da Tabela 2 em consonância com uma priorização de conceitos de engenharia de produção, sendo eles: a) Teoria das Restrições; b) Sistema Toyota de Produção; e c) Manufatura Enxuta. Foram encontradas duas dissertações, sendo uma delas para a produção de barcos de fibra e não aderente a este trabalho.

A dissertação que se relaciona com trabalho, foi escrita por Thompson (2009), e é uma avaliação, sob a ótica do trabalho para um congresso de Liker e Lamb (2000). No trabalho de Thompson (2009), apenas é avaliado o potencial, não se detalhando sobre nenhuma implantação ou evolução realizada (LIKER; LAMB, 2000) (THOMPSON, 2009).

Dessa forma a presente pesquisa concluiu que, no Brasil, publicações que concatenam implantações de conceitos de engenharia de produção na indústria naval, não foram identificadas.

Foi realizado uma pesquisa na base de dados EBSCOHost e Scopus para verificar no ambiente internacional. Os termos pesquisados foram: i) *Shipbuilding* (Construção Naval); ii) *Ship Building* (Construção de Navio); e iii) *Shipyards* (Estaleiro), em cruzamento com: i) *Lean Manufacturing* (Manufatura enxuta); ii) *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção); e iii) *Theory of Constraints* (Teoria das Restrições). As pesquisas realizadas nas bases de dados estão concatenadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Palavras e termos pesquisados

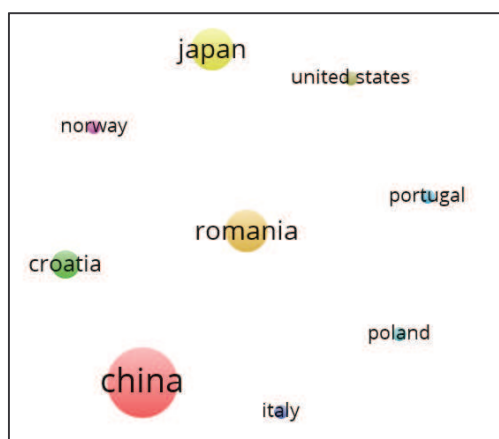
TERMOS E PALAVRAS-CHAVE
<i>Shipbuilding and Lean Manufacturing</i>
<i>Ship Building and Lean Manufacturing</i>
<i>Shipyards and Lean Manufacturing</i>
<i>Shipbuilding and Toyota Production System</i>
<i>Ship Building and Toyota Production System</i>
<i>Shipyards and Toyota Production System</i>
<i>Shipbuilding and Theory of Constraints</i>
<i>Ship Building and Theory of Constraints</i>
<i>Shipyards and Theory of Constraints</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Base EBSCOHost, foram encontrados 5 artigos, sendo 3 deles com foco na indústria de reparação naval, e não a indústria de construção naval. Os dois artigos Hassan, Kajiware (2013) e Storch, Lim (1999), compõem o conteúdo dessa dissertação.

Na base de dados Scopus foram encontrado 37 artigos, dos anos de 2000 até 2018. Os 37 artigos foram analisados e para melhor entender o relacionamento entre os artigos, foi realizado uma análise bibliométrica, com o apoio de *software*. Na Figura 9, é apresentada uma análise bibliométrica das citações por país. Foi possível verificar que não existe uma interação entre os países, e que os países com mais artigos publicados são: China, Romênia e Japão.

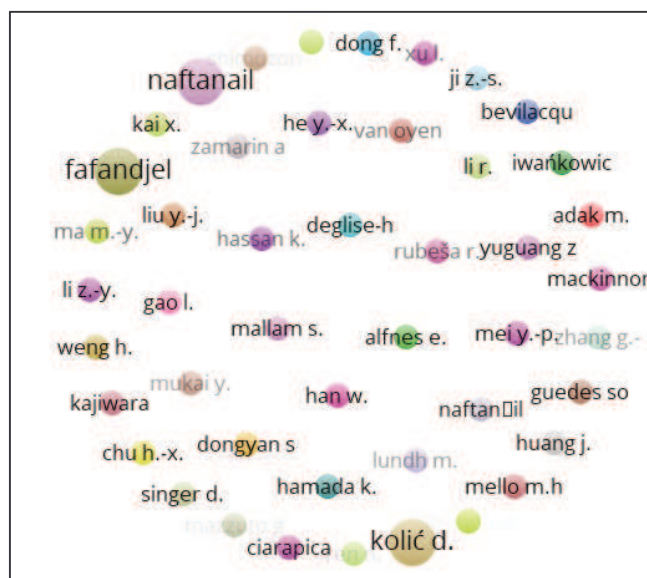
Figura 9 – Análise bibliométrica das citações por país



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise bibliométrica das citações por autor, mostra que o número de autores é muito pulverizado, sendo o com maior quantidade de publicações tendo duas. E a inexistência de relações entre os autores mostra que ainda não existe um trabalho que seja relevante o suficiente para ser citado pelos demais. A Figura 10 apresenta a análise.

Figura 10 – Análise bibliométrica de citações por autor



Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho que merece destaque, é um relatório elaborado por Liker e Lamb (2000), nele é criado um guia para implantação dos conceitos do então chamado “*Lean Shipbuilding*”. (LIKER; LAMB, 2000).

Como na análise bibliométrica não foram encontrados nenhum artigo central, os artigos encontrados serão usados de forma pontual na composição do trabalho. Para isso, esse trabalho busca ser um elo de ligação entre a indústria de construção naval e a engenharia de produção.

1.5.2 Justificativa Empresarial

No sentido das empresas o presente estudo tende a se justificar na medida do significativo potencial de ganho econômico-financeiro proveniente da utilização do estado da arte dos conceitos, princípios, métodos e técnicos da engenharia de produção quando aplicados a indústria naval. De acordo com Hassan e Kajiwarra (2013), a utilização de conceitos de Engenharia de Produção na indústria naval ainda não é tão difundida como nos demais segmentos da indústria, como automobilístico.

Durante o final dos anos 80 e início dos anos 90, a Indústria Brasileira de Construção Naval mergulhou em uma profunda crise que criou muita ociosidade de produção em todos os estaleiros espalhados no território brasileiro. Teve-se então, nesse período, suas atividades reduzidas drasticamente, dificultando a manutenção dos padrões estabelecidos mundialmente. (SOUZA, 2009). Outro fator que influenciou para o declínio da Indústria Naval Brasileira foi o lento desenvolvimento dos níveis tecnológicos das ferramentas, conceitos e técnicas de gerenciamento, e para atingir mais rapidamente os padrões mundiais é mais eficiente e necessário, investir em ferramentas gerenciais do que em processos industriais. (SOUZA, 2009).

Shingeo Shingo, um dos principais seminais, junto com Taiichi Ohno, do Sistema Toyota de Produção antes de executar seus trabalhos na *Toyota Motors Company*, trabalhou em melhorias aplicadas em estaleiros japoneses. Segundo Shingo:

Os estaleiros modernos usam uma técnica chamada de construção em blocos. Blocos modulares de 30 a 50 toneladas são construídos dentro de uma área coberta e, depois, num ancoradouro, são unidos por solda, formando o navio (...) A produtividade quintuplicou quando a sequência de trabalho foi alterada de, primeiro construir o casco e depois instalar o encanamento para, primeiro montar o encanamento e depois soldar os blocos, formando os cascos do navio. (SHINGO, 1996a).

O trabalho realizado na época por Shingeo Shingo, ilustra a real possibilidade da implantação dos melhores, e genéricos, conceitos, princípios, método e técnicas

de engenharia de produção na indústria naval, e também fornece um exemplo historicamente relevante do tamanho dos possíveis ganhos relacionados ao tema.

Ainda em 1956, Shingo foi convidado para realizar um trabalho na *Mitsubishi Heavy Industries*, que era na época o mais eficiente estaleiro do mundo, e um dos poucos a utilizar a estratégia japonesa de edificação por blocos. A edificação por blocos é caracterizada pela divisão de seções do navio, que podem ser construídas em ambiente coberto e em paralelo. Shingo já havia elaborado o Mecanismo da Função Produção - MFP (datado de 1946), o que o permitiu analisar a Função Processo e Função Operação do estaleiro em questão. Sob a ótica do MFP, Shingo sugeriu uma “divisão qualitativa” dos soldadores em equipes, separando a função operação em solda básica e acabamento. Essa separação definiu o nível de exigência do trabalho e da habilidade do soldador, o que resultou numa redução de 50% no tempo de atravessamento dos blocos. (SHINGO, 1996a).

Liker e Lamb (2000), também se mostram muito otimista quanto à implantação de práticas de engenharia de produção nos Estaleiros. Sugerem que a adoção sistemática das novas abordagens associadas ao Sistema Toyota de Produção, permitem modificar as práticas convencionais utilizadas nos Estaleiros o que tende a permitir maiores níveis de competitividade. (LIKER; LAMB, 2000).

Apesar de chegar em conclusões muito genéricas e empíricas, o trabalho de Thompson (2009), mostra que os conceitos de mentalidade enxuta estão muito longe de serem aplicados nos estaleiros instalados no Brasil. E em comparação com o trabalho apresentado por Liker e Lamb (2000), existe um grande *gap* a ser alcançado. (THOMPSON, 2009). Nesse sentido a presente dissertação busca argumentar teórica e empiricamente da necessidade de apresentar um avanço na aplicação de conceitos, princípios, métodos e técnicas de engenharia de produção na indústria naval, através da realização de um estudo de caso aprofundado em um grande estaleiro brasileiro de quarta geração.

Por tratar de uma aplicação em um importante estaleiro brasileiro, onde o sistema de produção foi analisado em três momentos distintos do tempo, esse trabalho irá contribuir para outros gestores de estaleiros que possam enfrentar desafios parecidos com os descritos nessa dissertação.

1.6 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Em primeiro lugar, faz apenas parte de o escopo do trabalho analisar as unidades de produção (fábrica), de PPCPM (planejamento, programação e controle de produção e materiais) e engenharia de produto. Não entra no escopo do trabalho a análise dos setores financeiro e jurídico.

Entendendo a importância e relevância dos setores que não fazem parte do escopo deste trabalho, vale ressaltar que eventualmente podem surgir questões que levem a utilização dos processos delimitados, mas sua utilização será pontual.

Também é limitado a análise da cadeia de suprimentos da empresa em estudo. Num sentido mais amplo, também não se pretende analisar como a influencias de políticas governamentais podem influencias a indústria de construção naval.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo, que se finaliza, apresentou a natureza do problema, o objeto de estudo, o problema de pesquisa, o objetivo geral e operativo, as justificativas (acadêmica e empresarial), as delimitações e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo, apresenta o referencial teórico do trabalho.

O terceiro capítulo aborda a metodologia de pesquisa utilizada na condução do trabalho; apresenta a revisão da bibliografia do método de condução da pesquisa – estudo de caso, bem como o método utilizado, ou seja, os passos lógicos para a realização da dissertação.

O capítulo quatro, apresenta uma breve introdução indústria naval, visando tornar o mais compreensível o estudo de caso, que são caracterizadas técnicas dos processos de fabricação naval.

O capítulo cinco apresenta efetivamente o estudo de caso relativo a dissertação. Nesse capítulo são caracterizados sob a ótica da engenharia de produção as fases da empresa em estudo.

O sexto capítulo apresenta as conclusões da dissertação, além de suas limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo, será apresentado o referencial teórico que embasa esta dissertação. Este abordará, num primeiro momento serão abordadas as teorias ligadas a Engenharia de Produção. Em seguida dá ênfase na Função Processo, que é comportamento dos materiais no tempo e no espaço. Após a Função Operação que é efetivamente a atividade de manufatura do processo de produção.

2.1 TEORIAS DE PRODUÇÃO

As duas principais teorias atualmente utilizadas na Engenharia de Produção são o *Lean Manufacturing* e a Teoria das Restrições, para tanto, cada uma será detalhada na sequência do capítulo.

2.1.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia baseada no TPS (*Toyota Production System*). Este teve como maior objetivo a eliminação total dos desperdícios e estabelecer um método produtivo focado para satisfazer o cliente. (HOLWEG, 2007). O nascimento do Sistema Toyota de Produção vem da necessidade de produção num fluxo contínuo, com baixos estoques e alta agregação de valor aos seus produtos. (MELTON, 2005).

Através da fábrica *Toyota Motors Company* aquele que viria a ser posteriormente chamado como *Toyota Production System* começou a ser criado. Tendo como principal desenvolvedor Taiichi Ohno, que acreditava que a sua visão sem preconcepções seria uma mais-valia para a implementação de um novo sistema produtivo. Usufruiu do conceito de *Jidoka*, estudado e aprendido nos teares de Sakichi Toyoda, e do conceito JIT de Kichiiri Toyoda, que defendia a peça certa, no momento exato, na quantidade necessária. Complementou estes conceitos com novas metodologias criando, assim, a estrutura do TPS. (HOLWEG, 2007). Na Figura 11 são apresentados os dois pilares do TPS.

Figura 11 - Pilares do TPS



Fonte: (GHINATO, 2000)

O TPS é baseado nos princípios ou também denominados como pilares da “autonomação” e “*Just-in-time*”. Desenvolvido no pós-guerra, na década de 50 por Taiichi Ohno, onde o ambiente permeava restrições principalmente voltadas a grande variedade com produção de poucas unidades em um mercado com pouca demanda, mostrou-se eficiente pelos seus princípios que visam identificar e eliminar totalmente os desperdícios, diminuindo a força de trabalho e aumentando a eficiência. (OHNO, 1997). Pode-se considerar que as pessoas são a essência para atingir tais patamares do TPS, as quais executam e acreditam nas diretrizes da filosofia da Toyota. (LIKER; MEIER, 2015). Em um ambiente promissor, que desenvolve e aproveita as competências das pessoas, como funcionários e principalmente como seres humanos pensantes. (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

A autonomação é conhecida como a automação com um toque humano, inspirada na atividade desenvolvida por Toyoda Sakichi (1867-1930), fundador da *Toyota Motor Company*, que desenvolveu a máquina de tecer que detectava anomalias automaticamente. (OHNO, 1997). É também denominado pelo termo *Jidoka*, que se refere a parar a operação quando houver algum problema, podendo ser denotado como equipamentos inteligentes, em que há a separação do homem e da máquina, passando um operador a operar mais de uma máquina em um processo, alterando a forma de gestão operacional. (SHINGO, 1996b; OHNO, 1997; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011; LIKER; MEIER, 2015).

Por outro lado, *o just-in-time* busca em um processo de fluxo, disponibilizar os elementos necessários, na quantidade necessária, no momento necessário e com a qualidade garantida. (HOLWEG, 2007). Podendo ser considerado uma filosofia que busca explicitar os problemas da cadeia produtiva para que possam ser analisadas e resolvidas. (LIKER; MEIER, 2015). Possui como grande objetivo a identificação, localização, análise e eliminação das perdas dos processos para que o fluxo das operações produtivas permaneça contínuo.

Só em 1973, com a instalação da grave crise petrolífera, é que as atenções se viraram para a TPS, porque se constatou que conseguiu recuperar da crise em tempo recorde crescendo categoricamente no caminho da recuperação econômica. (JUNIOR; NETO; FANSTERSEIFER, 1989).

O conceito da filosofia *Lean* foi pela primeira vez descrita em 1990, quando (Womack, Jones e Ross (1990) publicaram o livro “*The Machine That Changed The World*” que, descrevendo os conceitos e métodos de trabalho aplicados pela TPS, fundamentaram este novo sistema produtivo. (SHAH; WARD, 2007).

De um modo mais sucinto, o sistema de produção *Lean* nasce da busca pela eliminação total de desperdícios. (POOL; WIJNGAARD; VAN DER ZEE, 2011). Ohno (1997) definiu desperdício como qualquer atividade que consome recursos, adicionando custos e que não gera qualquer valor ao produto desejado pelo cliente. Identificou sete tipos de desperdícios: (OHNO, 1997).

- a) superprodução: produzir mais, e antes do necessário, gera um excesso de produtos aumentando o estoque;
- b) espera: sempre que os operadores ou máquinas estão à espera de algo que viabilize a produção;
- c) transporte: movimentos desnecessários de material;
- d) retrabalho: operações extra de reprocessamento devido a defeitos, excesso de produção ou excesso de estoque;
- e) inventário: todo o material produzido, matéria-prima e estoques existentes no meio da linha produtiva que não foi pedido pelo cliente;
- f) movimento: movimentos desnecessários por parte dos operadores, por vezes devido ao *layout*
- g) defeito: produtos finais que não estão com as especificações pretendidas pelo cliente.

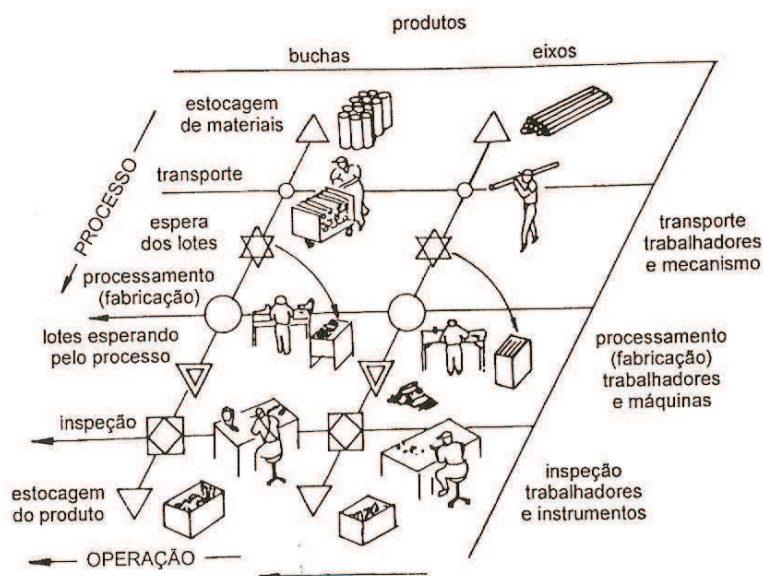
Em suma, *Lean Manufacturing* pode ser entendido como produção enxuta porque usa o mínimo possível de todos os recursos. Também necessita de menos produtos em estoque resultando em menos defeitos na linha produtiva produzindo mais e melhor. (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

O *Lean Manufacturing*, em uma perspectiva mais prática, consiste numa implementação de um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a redução de desperdícios ao longo do processo produtivo.

2.1.1.1 Mecanismo da Função Produção (MFP)

Segundo Antunes et al (2008), existem duas visões para a análise dos fenômenos que ocorrem na produção. Para Shingo (1996), a Função Processo observa o fluxo de materiais no tempo e no espaço, transformando a matéria-prima em componente semiacabado, e assim em produto acabado. E a função operação é a interação do fluxo do equipamento e operadores no tempo e no espaço. A Figura 12 ilustra as funções em um processo produtivo.

Figura 12 - Estrutura da Produção



Fonte: (SHINGO, 1996b)

Conforme Antunes et al (2008), independentemente do tipo de sistema de produção, objetos devem estar sendo inspecionados, transportados, processados ou

parados. Assim o MFP é um assunto central na compreensão e construção de sistemas de produção do qual os engenheiros podem utilizar para priorizar suas ações de melhorias em aplicações diversas que não se restringem ao universo da manufatura.

Para Shingo (1996), é necessário um diagnóstico profundo das possíveis melhorias na Função Processo antes de buscar melhorar a Função Operação, deve-se subordinar as melhorias na Função Operação às melhorias da Função Processo. Isso provém da consideração que a produção é uma rede provida de processos e operações, onde mesmo que o processo seja algo executado por meio de várias operações, uma melhora restrita em operações individuais não representa uma melhoria global da produção. Por meio do MFP, o processo pode ser melhorado sem necessariamente suceder melhorias nas operações. (GHINATO, 2000).

Para Shingo (1996), há cinco tipos diferentes de processos que são observados no fluxo de transformação de matérias primas em produtos acabados, a saber:

- a) processamento: a alteração física no material ou na sua qualidade, transformações do objeto de trabalho no tempo e no espaço, por exemplo corte, conformação;
- b) inspeção: confrontação com o padrão pré-estabelecido;
- c) transporte: troca nas posições ou movimentações internas dos materiais e produtos;
- d) estoques: tempo em que não há qualquer processamento, inspeção ou transporte;
- e) espera: há dois tipos:
 - a. espera do processo: quando um lote está esperando enquanto o outro lote procedente é processado;
 - b. espera por lote: ocorre enquanto uma peça é processada as demais permanecem esperando.

A Figura 13 apresenta os símbolos utilizados para representação dos elementos do processo produtivo.

Figura 13 - Simbologia dos elementos do processo



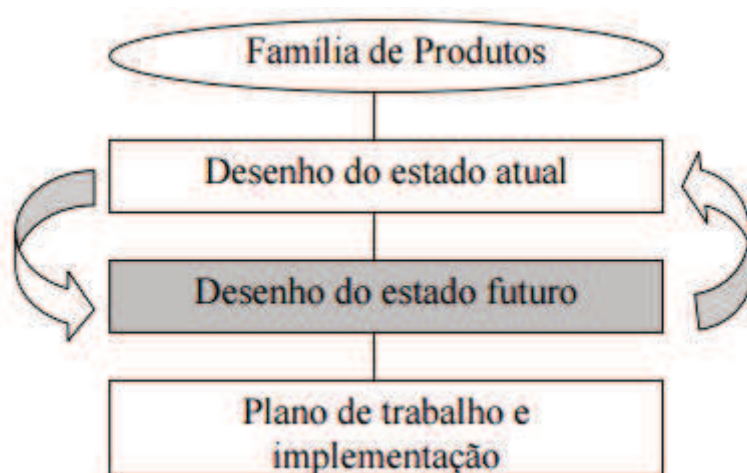
Fonte: Shingo (1996)

2.1.1.2 Value Stream Map (VSM)

O *Value Stream Map* (VSM) é uma representação do conjunto de todas as operações, que geram valor ao produto e as que não geram valor. Além disso, apresenta todas as operações e fornecedores que são necessárias para fabricar o produto, ou lote de produtos, começando na chegada da matéria-prima e acabando no cliente. (BICHENO, JOHN, 2004).

Pode ser aplicado em grande quantidade e sucessivamente na busca da melhoria do sistema produtivo, em consonância com o conceito *Kaizen*, retratando e sempre as melhorias que se poderão ser implementadas. Este mapa facilita a identificação dos vários tipos de desperdícios existentes no fluxo, permitindo criar uma estratégia para a eliminação. (WOMACK, 2006).

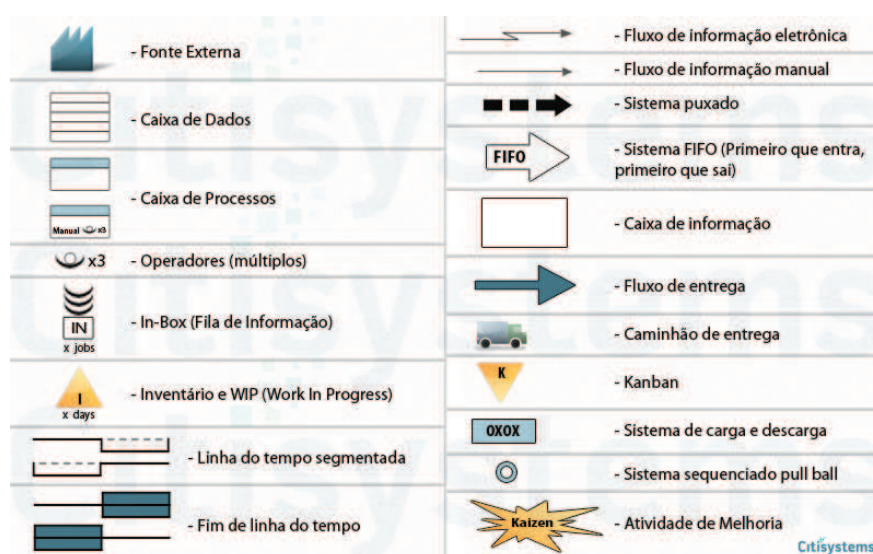
Para aplicação da ferramenta de VSM, segundo Rother e Shook (2003), inicia-se com o levantamento do produto ou família de produto que irá ser mapeada. Em seguida, realiza o desenho do estado atual, utilizando a simbologia padrão de mapeamento. Essa simbologia permite a transferência das informações e perdas para o mapa, também é realizado um levantamento dos desperdícios. A terceira etapa é o mapa futuro em que é definido o objetivo a ser alcançado com as melhorias propostas. Finaliza-se efetuando um plano de trabalho e de implementação. A Figura 14 apresenta essas etapas de trabalho:

Figura 14 - Aplicação do *Value Stream Map*

Fonte: (ROTHER; SHOOK, 2003)

Na Figura 15 são apresentadas os principais símbolos da ferramenta de MFV. A importância da utilização de simbologia padrão é que qualquer leigo pode interpretar o mapeamento realizado, facilitando assim a aplicação e reaplicação da ferramenta.

Figura 15 - Simbologia VSM



Fonte: (CITISYSTEMS, 2016)

O VSM de valor é uma prática que pode ser incorporada na rotina da empresa, auxiliando na melhoria dos processos como um todo, estimulando a prática da melhoria contínua. Essas rotinas têm total sincronia com a busca pela eliminação dos desperdícios.

2.1.1.3 *Lean Construction*

A *Lean Construction* é então uma filosofia de gestão que deriva do *Lean Production*, gerada em 1992, tem como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*.

A construção tem uma cultura, métodos e ferramentas que se diferenciam em muito das utilizadas nas fábricas. Contudo, após a Segunda Guerra Mundial, têm surgido várias iniciativas no sentido de entender a construção e os seus problemas, para se conseguir desenvolver soluções e melhoria de processos. (KOSKELA, 1992)

O *Lean Construction* segue a mesma linha de eliminação dos desperdícios e controle das perdas, utilizando de uma análise mais ampla no sentido da mão de obra, equipamentos e capital. (FORMOSO et al., 1996). Sendo que o principal conceito utilizado é a agregação de valor.

No processo de construção enxuta, a questão central é ter o cliente como ponto focal das atividades, pois o modelo é desenhado para gerar valor ao cliente. Outra questão norteadora da construção enxuta é a redução da variabilidade dos processos, uma vez que tende a ser alta devido à natureza de produção de produtos únicos. (BARROS, 2005).

2.1.1.3.1 *Teoria de Produção (TFV)*

O *Lean Construction* teve um enorme avanço em 2000, quando novamente Koskela, determina a Teoria de Produção (Transformação, Fluxo e Valor), em que a produção deve ser compreendida não somente como transformação de produtos, mas também como fluxo de trabalho e criação de valor. (KOSKELA, 2000).

A perspectiva oferecida por esta teoria é a de ter três pontos de análise e dimensionamentos (T, F e V), na modelagem, no controle e na melhoria da produção, ou seja, sempre olhar a produção sobre o viés da Transformação (atividade ou processo), do Fluxo (materiais ou produção) e Valor (contratos). Deve ser feita a sua gestão de acordo com os respectivos conceitos e princípios. (ARANTES, 2008). Apesar de as visões serem distintas, elas não competem entre si, antes pelo contrário, complementam-se, a Figura 16 é uma representação gráfica da teoria TFV.

Figura 16 - Teoria TFCV



Fonte: (BERTELSEN; KOSKELA, 2004)

O Quadro 2 apresenta a teoria TFCV, utilizando as visões de Transformação, Fluxo e Criação de valor, para compreender como se interligam e relacionam-se. (KOSKELA, 2000):

Quadro 2 - Teoria de Produção TFCV

	TRANSFORMAÇÃO	FLUXO	CRIAÇÃO DE VALOR
Conceito de produção	Como uma transformação de <i>inputs</i> em <i>outputs</i>	Como um fluxo de material que inclui todas etapas do processo	Como um processo onde o valor é criado através do cumprimento de requisitos
Princípio fundamental	Conseguir que a produção seja eficiente	Eliminação dos desperdícios	Maximização do valor
Princípios associados	Divisão das tarefas de produção; Minimização dos custos das tarefas	Reduzir o tempo de produção; Reduzir a variabilidade; Aumento da flexibilidade	Garantir cumprimento de requisitos; Assegurar a capacidade de produção; Medir o valor envolvido
Métodos e Práticas	<i>Work Breakdown structure</i> ; Mapa de aprovisionamento.	Fluxo contínuo e puxado	QFD
Contribuição prática	Ter em vista o que deve ser feito	Eliminar o que é desnecessário	Alcançar os requisitos
Nome para aplicação	Gestão de Atividades	Gestão de Fluxo	Gestão de Valor

Fonte: (KOSKELA, 2000)

Assim, de forma a unir essas três visões, é necessário conseguir uma gestão equilibrada de entendimento das especificidades de cada uma e também de como se interligam.

2.1.2 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições surgiu a partir do desenvolvimento de um *software* de programação chamado *Optimized Production Technology*, este desenvolvimento foi realizado pelo físico Eliyahu M. Goldratt no final da década de 70. Através do desenvolvimento deste *software* alguns dos conceitos foram criados. Em 1984 foi lançado o livro “A Meta”, grande responsável pela disseminação desses conceitos no âmbito mundial.

O pressuposto chave da Teoria das Restrições é que o objetivo de qualquer empresa é: “ganhar mais dinheiro hoje e no futuro”. (GOLDRATT; COX, 2003). Para atingir este objetivo, deve então eliminar todas as restrições que a impeçam. Segundo Antunes et al. (2003), uma empresa que não possui restrições tem um lucro infinito, e entende por restrição qualquer evento ou processo que limite o desempenho do sistema como um todo.

Segundo Goldratt & Fox (1989), todo o sistema tem uma restrição, ou seja, um recurso que impede a empresa de aumentar seu ganho. E é objetivo dos gestores conhecer, explorar e otimizar essa restrição. Cox e Spencer (2002), sustentam que a base do raciocínio da TOC é dada pelo conceito de causa e efeito, e na relação de interdependência dos elementos de um sistema, em que cada um destes depende, e que o desempenho global está relacionado ao desempenho do conjunto como um todo. E não do desempenho individual e isolado de cada parte do sistema, conforme a “máxima” de que: o ótimo local não é igual ao ótimo global. (GOLDRATT; FOX, 1989).

A Teoria das Restrições é descrita como uma metodologia que torna possível identificar e explorar restrições dos sistemas, sendo que essas restrições definem o desempenho do sistema como um todo. (COX III; SPENCER, 2002). Para Antunes et al (2008) o entendimento do sistema depende da análise dos recursos restritivos da empresa, portanto para que a meta seja atingida, o desempenho das restrições deve ser o foco dos principais esforços da organização. (ANTUNES et al., 2008).

Uma das contribuições da TOC para os processos gerenciais foram os 5 passos de focalização de melhorias, segundo a TOC, em qualquer sistema complexo, existem apenas alguns pontos que têm um significativo impacto em todo o sistema. (GUPTA; BOYD, 2008). Esse procedimento decisório foi descrito por Goldratt e Cox (2003), e possibilita a identificação da restrição do sistema. Além de definir que a

mesma deve ser explorada, e que os demais recursos devem ficar subordinados a ela. Outro passo importante é a elevação da restrição, que pode possibilitar na eliminação da restrição, criando assim, uma nova restrição. (GOLDRATT; COX, 2003).

A TOC visa identificar o conjunto das restrições e gerenciá-las de forma eficaz, para Cox e Spencer (2002) tal identificação apresenta os cinco passos de focalização, os mesmos estão descritos a seguir:

- a) passo 1: Identificar as restrições do sistema: as restrições podem ser internas ou externas. Quando a demanda é maior que a capacidade se tem uma restrição de produção, já quando a capacidade é maior que a demanda a restrição é de mercado, ou seja, a restrição é externa ao sistema. Antunes et al (2008) complementa que as restrições podem estar relacionadas a má utilização dos recursos de produção.
- b) passo 2: Explorar as restrições do sistema: em caso de restrição interna, deve-se buscar a maximização da utilização deste recurso (gargalo), ou seja, elevar o uso afim de obter o maior ganho possível.
- c) passo 3: Subordinar todos os demais recursos a restrição: este passo visa sincronizar a produção dos recursos não restritivos (não gargalos) em detrimento do recurso restritivo, com esse passo espera-se uma redução dos estoques através de uma gestão eficaz dos mesmos.
- d) passo 4: Elevar a capacidade das restrições: Após ter esgotado as ações de melhoria de utilização do gargalo, o passo 4 consiste em aumentar a capacidade dos mesmos, isto pode ser feito através do aumento de turnos, compra de máquinas entre outras.
- e) passo 5: Voltar ao passo um não deixando a inércia tomar conta do sistema: ao elevar a capacidade da restrição espera-se que a mesma mude para outro recurso, desta forma surge a necessidade de analisar novamente o processo como um todo, buscando a nova restrição.

2.2 FUNÇÃO PROCESSO

No conceito original, Shingo define a Função Processo relacionando ao fluxo dos materiais no tempo e no espaço. Para escopo desse trabalho e segundo Antunes et al. (2008), em vez de fluxo do material, pode-se pensar em um fluxo mais genérico, o do objeto de trabalho no tempo e no espaço, para assim compreender, além do fluxo dos materiais, a sua concepção e todas as demais ações relacionadas.

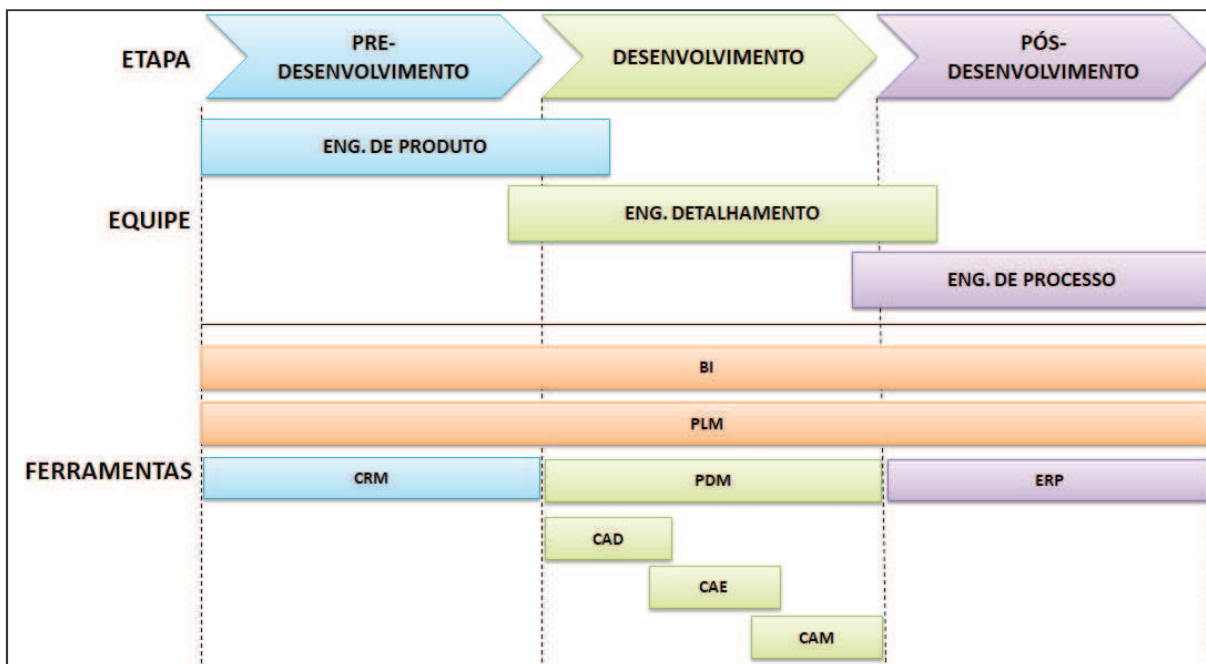
Para compreender o fluxo de produção, a seguir serão apresentados conceitos que impactam na Função Processo, sob 3 aspectos: i) produto; ii) layout; e iii) Planejamento, Programação e Controle de Produção e Materiais (PPCPM).

2.2.1 Produto

Dentre as aplicações da engenharia de produção, questões relacionadas ao produto tem grande importância e influenciam diretamente no fluxo de produção. Visando ter uma visão dos principais conceitos que relacionam a engenharia de produto com a indústria de construção naval, esta seção irá apresentar os tópicos de: estrutura de produto, tecnologia de grupo e suas integrações com os sistemas CIM (Manufatura Integrada por Computador), e por fim os sistemas de gerenciamento das informações – PDM (*Product Data Management*) e gerenciamento de informações e produtos – PLM (*Product Lifecycle Management*).

Antes de apresentar os conceitos, a Figura 17 apresenta as suas interligações, na linha do tempo, integrando as etapas do desenvolvimento, as equipes envolvidas e as principais ferramentas utilizadas em cada etapa. O pré-desenvolvimento é a etapa onde ocorre as inovações de mercado, e os protótipos de produtos são criados. A etapa de desenvolvimento é quando é realizado o detalhamento, isto é como e onde será produzido o produto. A etapa de pós-desenvolvimento ocorre após estar tudo pronto para produção, e é onde a engenharia de processo mais fortemente atua.

Figura 17 - Interligação na engenharia de produto



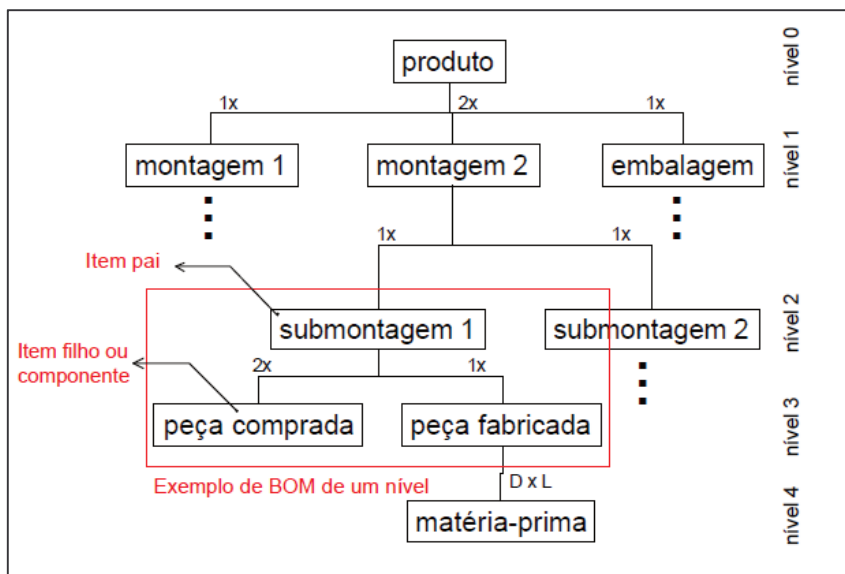
Fonte: Adaptado de (ROZENFELD et al., 2006) e (BARONI, 2017)

As informações técnicas referentes aos produtos estão assim expressas nos conceitos de estrutura de produto e tecnologia de grupo, estas são a espinha dorsal de todos os demais processos aqui relacionados. Para obter um método robusto de informações, estão aqui relacionados os sistemas CIM. Como gerenciamento dos processos, informações e produtos, o *work flow* da engenharia de produto, as ferramentas de PDM e PLM são abordagens que integram as informações relacionadas aos produtos. Cada um conceito anteriormente citado, será explorado a seguir.

2.2.1.1 Estrutura de Produto

Segundo a APICS, a estrutura de produto (BOM – *bill of material*) é uma lista de todas os materiais, componentes e matérias-primas utilizadas na fabricação de um produto, mostrando sua relação de dependência e a quantidade de cada item necessária. Um exemplo simples pode ser apresentado na Figura 18:

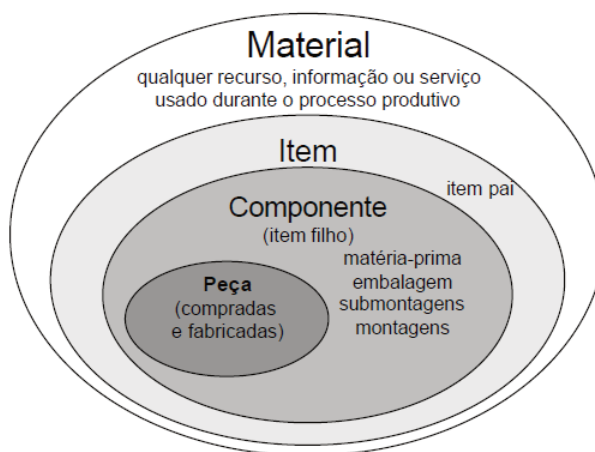
Figura 18 - Exemplo de estrutura de produto



Fonte: (OLIVEIRA, 1999)

A fim de nivelar a nomenclatura utilizada nesse trabalho na BOM, a Figura 19 apresenta uma classificação que será seguida para novas discussões e formulação do desenvolvimento prático.

Figura 19 - Nomenclatura da BOM



Fonte: (OLIVEIRA, 1999)

A Figura 18 apresenta a relação pai/filho, todo item que é produzido é chamado de item pai e os requeridos para sua fabricação item filho ou componentes, em outro momento o item pai pode ser filho de um material num nível acima da estrutura.

A BOM pode, além de conter os materiais para a produção, pode conter as instruções de trabalho ou ferramentas requeridas para o processo de manufatura. (CHEN; HSIO, 2012). Em suma, pode-se ter listado todos os recursos necessários para a produção. (ROZENFELD et al., 2006)

Para os materiais existentes na BOM, é necessário que tenham informações associadas ao seu dimensional, como modelos geométricos, desenhos, planos de processo e outros documentos. (CHEN; HSIO, 2012). Dessa forma, a estrutura de produto passa a exercer uma função importantíssima na construção dos sistemas PDM. (ROZENFELD et al., 2006).

2.2.1.2 Tecnologia de Grupos

Utilizada desde o começo da Ford até hoje, a Tecnologia de Grupos é uma importante filosofia para organização das fábricas e sistemas de produção. O objetivo por trás da filosofia é obter vantagens econômicas de manufatura, através da similaridade de seus processos. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001). Hoje são técnicas extremamente ligadas com os sistemas computadorizados de engenharia. (ROZENFELD et al., 2006).

Tecnologia de Grupos é uma classificação a partir das operações necessárias para a produção de um conjunto de peças ou família de produto. Utilizando sempre o critério de semelhança de processos. (STEVENSON, 2001).

Quando encontrado os critérios de seleção das famílias de produtos, e sua classificação for realizada, pode-se então desenvolver um sistema de produção que divida as famílias em células específicas para cada processo. A implantação da tecnologia de grupo e divisão da fabricação requer uma análise completa e sistemática das peças e conjuntos, para identificar as famílias. (STEVENSON, 2001). É uma tarefa que consome tempo e que envolve a análise de uma quantidade considerável de dados. Para fazer isso, segundo Lorini (1993), há quatro métodos principais:

- a) inspeção visual: identifica famílias pelas características visíveis de seus itens. É a mais simples técnica e a menos eficiente;
- b) análise do fluxo: procura agrupar itens através dos roteiros de fabricação. Tem como característica priorizar a produção e não o projeto;

- c) classificação do código: tem por objetivo desenvolver uma codificação de maneira que permita atribuir aos itens o projeto, conjuntos e processos;
- d) reconhecimento de padrões: busca estabelecer através de características dimensionais e físicas.

Os critérios estabelecidos para se buscar este agrupamento podem conduzir a famílias cujas peças tenham similaridade de forma (características geométricas) ou de processo de fabricação. Por outro lado, determinadas peças que, por características geométricas, se agrupariam numa mesma família, podem vir a exigir máquinas muito diferentes para sua execução, em função das suas características técnicas de produção. (LORINI, 1993).

A Tecnologia de Grupos, por sua vez, é a base racional para fornecer os meios de organização da manufatura celular, e através das aplicações da filosofia, obter-se uma série de vantagens operacionais e principalmente econômicas. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

2.2.1.3 Manufatura Integrada por Computador (CIM)

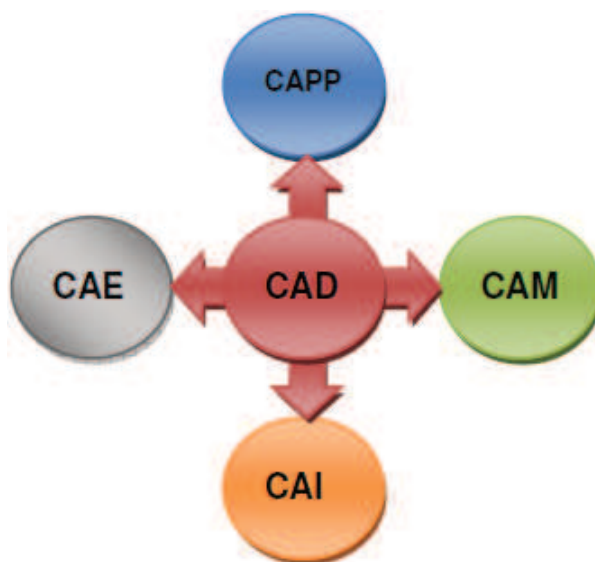
A evolução do processamento em computadores levou ao surgimento de softwares que começaram a compor a realidade da fábrica. Este novo paradigma permitiu simular todos os tipos de situações dos produtos no chão-de-fábrica. Hoje, esses *softwares* são chamados de CIM ou manufatura integrada por computadores e são amplamente utilizados, de forma a tornar a manufatura completamente dependente deles. (NAVEIRO; GOUVINHAS, 2010).

O conceito de CIM é amplo e prevê a interação com todas as etapas do sistema de produção, isso é a interação dos processos através de bancos de dados, redes, etc. de forma a cumprir uma manufatura integrada. (LEITÃO; RESTIVO, 2008)

Dessa forma, o CIM é composto pelo PCP (planejamento e controle da produção), pelos sistemas CAx (Figura 20) compõem o mundo de sistemas informáticos CAx, onde: i) CAD (*computer aided manufacturing* – Projeto auxiliado por computador); ii) CAE (*computer aided engineering*) – Análises de engenharia auxiliadas por computador; iii) CAM (*computer aided manufacturing*) – Manufatura auxiliada por computador; iii) CAI (*computer aided inspection*) – inspeção auxiliada

por computador; iv) CAPP (*computer aided process planning*) – Planejamento de processo auxiliado por computador. (NAVEIRO; GOUVINHAS, 2010).

Figura 20 - CAD e os *softwares* auxiliares



Fonte: (MAGALHÃES SILVA, 2011)

As soluções técnicas apresentadas pelo mercado fornecedor de sistemas informáticos atende, de forma bastante ampla, às várias necessidades apresentadas, pelas diversas etapas do projeto. Não somente em se tratando de ferramentas de apoio direto, como sistemas CAD, mas também com o crescente desenvolvimento de soluções para auxílio das atividades complementares. (BUSSMANN, 1998).

A forma de projetar também mudou na última década graças ao CAD. A presença destes *softwares*, no ciclo tradicional de desenvolvimento de projeto (projetar – construir – testar – otimizar), fez com que este fosse substituído por outro composto por elaborar o modelo 3D – validar o modelo – prototipagem virtual – prototipagem rápida. (NAVEIRO; GOUVINHAS, 2010).

De modo geral, eles são *softwares* que permitem a execução desenhos automáticos de conjuntos de peças, validam e verificam um *design* segundo as especificações e regras determinadas, criam documentação de engenharia (desenhos técnicos e listas de materiais), permitem a saída direta de um modelo para máquinas de prototipagem rápida, geram automaticamente desenhos bidimensionais a partir de modelos sólidos, modelam superfícies. (LEITÃO; RESTIVO, 2008)

2.2.1.4 PDM e PLM

Product Data Management (PDM) ou Gerenciamento de Dados do Projeto, é uma tecnologia de *software* que visa gerenciar todas as informações e processos relativos a um produto. A tecnologia PDM propõe-se a explorar ao máximo os benefícios da engenharia simultânea, controlando a informação e distribuindo sistematicamente para as pessoas que a necessitam. (STARK, 2015).

É basicamente um gerenciador de arquivos e dados do projeto. Suas funções incluem definir *clusters* de componentes a partir de suas características ou propriedades técnicas, controlar acessos e modificações nos modelos, criar *Work Flow* de aprovação de alterações, e gerenciamento de estruturas de produto geradas a partir dos modelos em CAD. (STARK, 2015).

Por fim, será apresentado o conceito do PLM (*Product Life-cycle Management*) em português, controle do ciclo de vida do produto. É uma estratégia de negócio da empresa baseada na propagação colaborativa e gerenciamento das informações, desde o conceito de produto até o fim de seu ciclo de vida, integrando pessoas de criação e processos, e disponibilizando ao sistema de negócio as informações necessárias. Isto por meio de um *software* que permita a comunicação e troca de informações entre os *softwares* específicos de cada setor. (MOREIRA, 2008).

Para Gould (2006), o PLM é um conceito de navegação do produto durante todo seu ciclo de vida, enquanto o PDM é um processo inserido no PLM.

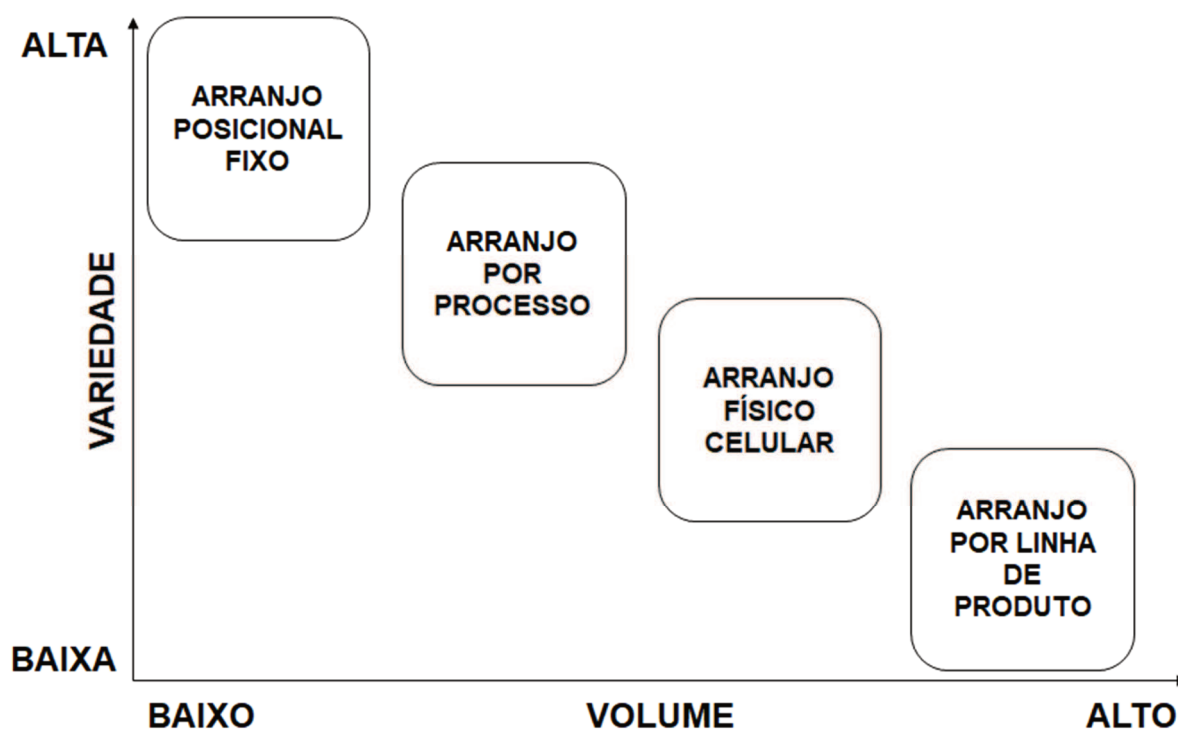
De forma mais simples, PLM pode ser descrito também como a associação entre diferentes aplicações CAx, com recursos de realidade virtual, prototipagem rápida, e formação de uma base de dados única sobre os produtos projetados. O principal objetivo dessa abordagem é tornar a estrutura de projeto focada nas diferentes etapas de concepção e fabricação do produto, de maneira a tornar possível o desenvolvimento de novas soluções voltadas às diferentes necessidades daqueles envolvidos com o produto, como operários, distribuidores, consumidores, etc. Uma proposta ainda mais recente incorpora etapas como descarte e reciclagem, e os aspectos que devem ser considerados durante o desenvolvimento de produto. (FILHO; FERREIRA, 2010).

2.2.2 Layout

O layout é basicamente o arranjo físico de máquinas, pessoas, estoques, etc. dentro do sistema de produção. O objetivo é definir de que forma o fluxo de materiais irá se movimentar, um fluxo de materiais bem simplificado e eficiente, irá garantir um tempo de atravessamento (*Lead Time*) muito menor. Um layout com fluxo bem definido facilita muito as atividades de PPCPM, pois estas são garantidas pelo fluxo de materiais, reduzindo o controle necessário.

Segundo Slack (2001), diversos fatores devem ser levados em consideração durante a escolha do tipo de layout fabril, dimensões das máquinas, dimensões dos produtos, volume produzido, variedade de produtos. Utilizando as variáveis de volume e variedade a Figura 21 apresenta qual o tipo de layout mais indicado.

Figura 21 - Tipo de Layout indicado (Volume x Variedade)



Fonte:(SLACK, 2001)

Considerando o fluxo de materiais e posição física das máquinas, os layout são classificados segundo a Figura 21:

- a) arranjo físico posicional: utilizado em processos em que o produto é muito grande. Os equipamentos e trabalhadores se movimentam até a posição do produto.
- b) arranjo por processo: nesse tipo de layout os produtos se movimentam até os processos, normalmente organizados em linhas.
- c) arranjo físico celular: em um ambiente de produção de diversos produtos diferentes existe a tendência de se criar células para atender ao posicionamento orientado ao processo e assim reunindo os equipamentos em setores com similaridade de recursos.
- d) arranjo físico por produto: cada produto possui uma linha de produção (máquinas e/ou pessoas) dedicada a produção exclusiva desse produto ou família de produtos.

Na definição do tipo de layout, uma outra variável necessita ser incorporada na análise, o *Takt-time*. O *Takt-time* é uma palavra que originou do alemão, mas para os japoneses tem o sentido de “Ritmo de Produção”. (LIKER, 2003).

Para Ohno (1997), Takt-time é o tempo diário de operação dividido pelo número de peças necessárias para aquele dia. Ou ainda é a “quanto tempo” cada peça deve ser produzida e entregue ao processo seguinte. O Takt-time pode ser calculado através da demanda do processo pela tempo disponível. (ANTUNES et al., 2013).

O conceito de Takt-time deve ser entendido com o ritmo que a fábrica deve seguir para atender a demanda dos clientes, sendo assim sincroniza o ritmo de produção com o ritmo de vendas. Pode ser interpretado também como o tempo máximo de produção em cada processo do sistema. Porém, não leva em consideração a capacidade de produção, por isso não pode ser interpretado sozinho. (ALVAREZ; ANTUNES JR., 2001).

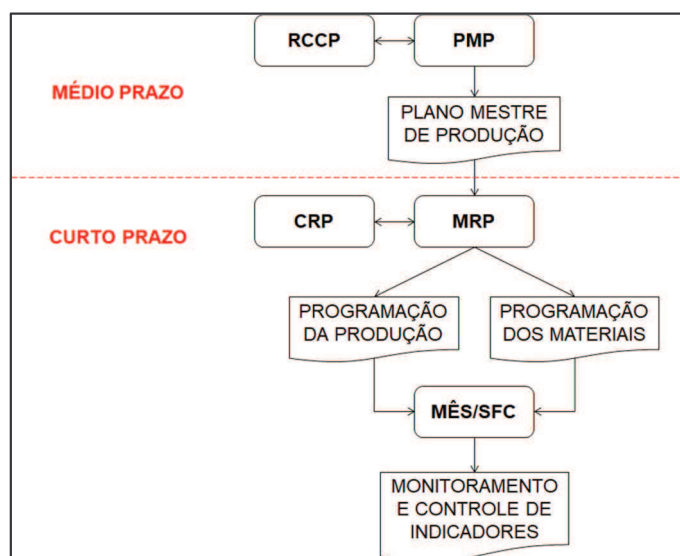
O conceito de Takt-time deve estar ligado diretamente aos processos de PPCPM, pois é uma forma de evitar que o sistema seja sobrecarregado. Outra importante utilização do Takt-time é na gestão de fluxo de materiais, tendo como objetivo verificar os pontos onde deve-se realizar melhorias no processo. (ALVAREZ; ANTUNES JR., 2001).

2.2.3 Planejamento, Programação, Controle de Produção e Materiais

Tubino (2009) conceitua que as funções do PPCPM são de determinar o que será produzido, em quais quantidades, quando será produzido e qual recurso será utilizado, de forma a sincronizar o suprimento e otimizando os recursos.

O Conceito de Planejamento Hierárquico de Produção é parte do fluxo de PPCPM, e requer que diferentes decisões sejam tomadas baseadas no horizonte de planejamento requerido. Estes níveis trabalham numa lógica de subordinação de forma que um atende o seguinte. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001). A Figura 22 apresenta um desdobramento de forma hierárquica das ferramentas e sistemas previamente explicados, indicando as principais saídas de cada uma das ferramentas de planejamento e programação.

Figura 22 - Modelo hierárquico de Planejamento



Fonte: adaptado de (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001)

2.2.3.1 ERP

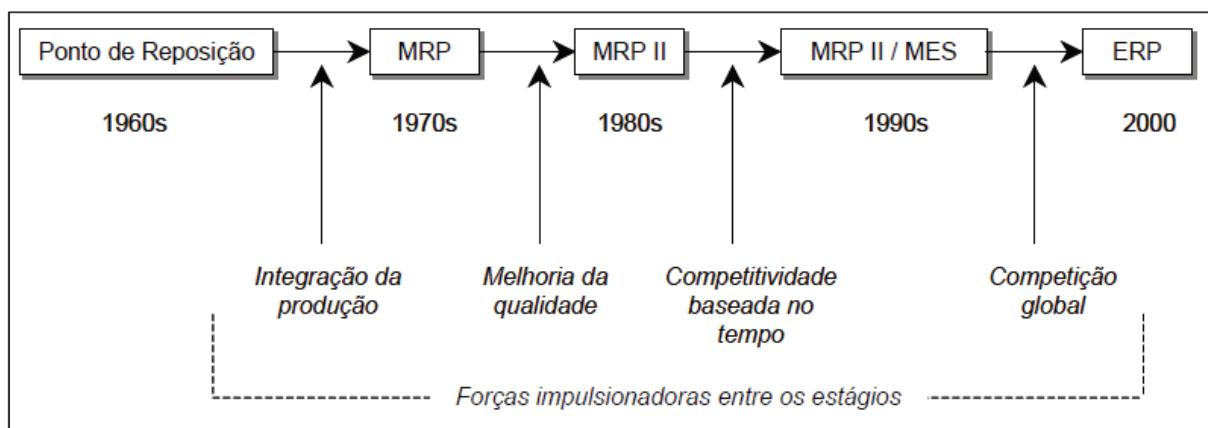
Os sistemas ERP podem ser definidos como sistemas de informação integrados. Adquiridos com a finalidade de dar suporte para as operações de uma organização, são normalmente divididos em módulos que interagem sob a mesma base de dados. A implantação de um ERP tem impacto nas decisões de manufatura, suprimentos, finanças ou recursos humanos. (SOUZA, 2000).

Uma outra definição de ERP é de um pacote de *software* que permite automatizar os processos e sub-processos de uma empresa, compartilhando dados entre todos os processos e garantindo informações em tempo real. (BOTTA-GENOULAZ; MILLET, 2005)

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2001), os sistemas ERP têm a finalidade de controlar todos os recursos empresariais envolvidos no negócio. Sendo uma evolução dos conceitos de MRP/MRP II que visam o controle somente das operações de manufatura. O termo ERP refere-se diretamente a pacotes de *software* comprados de outras empresas desenvolvedoras.

Do ponto de vista envoltório dos sistemas empresariais, segundo Rondeau e Litteral (2001), destaca-se os avanços realizados nos anos 60 com a lógica de ponto de reposição, os sistemas de MRP (1970), após o MRP II (1980), a integração do MRP II com os *softwares* MES (1990) e finalmente os sistemas ERP que integram todas as ferramentas e técnicas anteriores. A Figura 23 ilustra o desenvolvimento dos sistemas empresariais.

Figura 23 - Evolução dos sistemas empresariais



Fonte: (RONDEAU; LITTERAL, 2001)

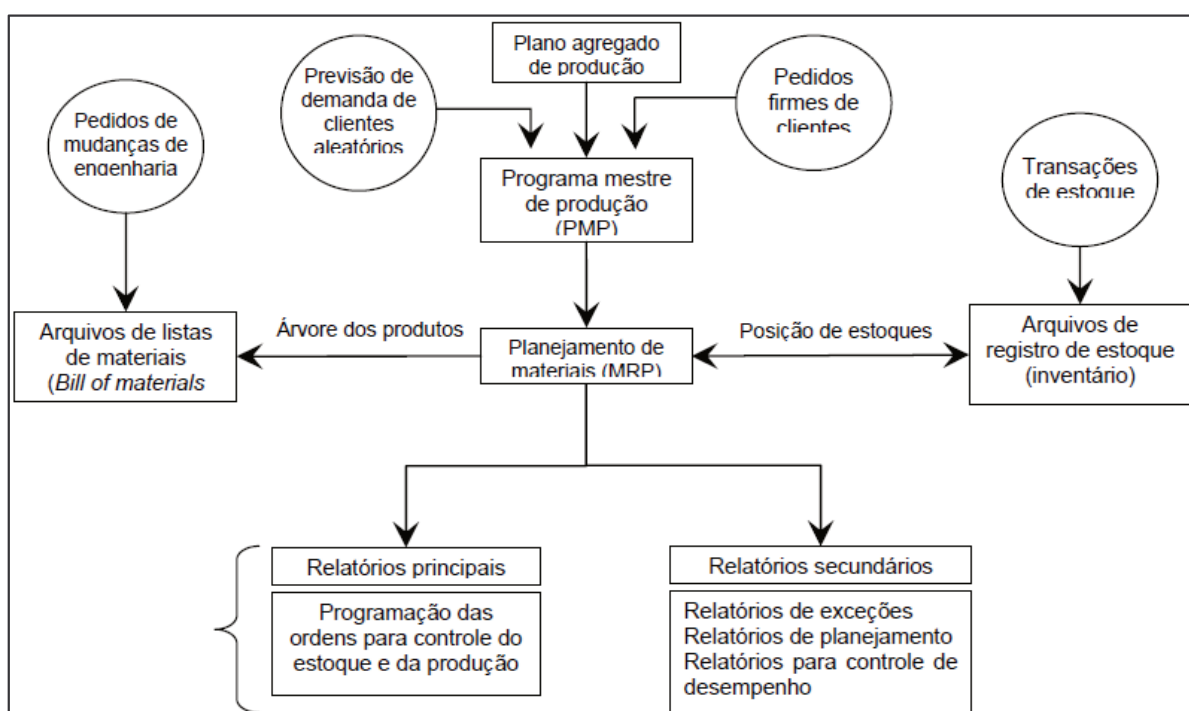
A Figura 24 apresenta a estrutura conceitual dos sistemas ERP e sua evolução do MRP II. Ainda, representa suas interações no âmbito empresarial.

2.2.3.1.1 MRP (Material Requirements Planning)

O MRP ou Planejamento das Necessidades de Materiais, é certamente a ferramenta de gerenciamento dos estoques e de requisições de materiais mais utilizada no século 20. Ferramentas anteriores não tinham a capacidade de responder quando comprar ou produzir. (MABERT, 2007).

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), a função do MRP é fazer a explosão dos materiais na linha do tempo dos componentes da estrutura de produto. Sempre comparando a necessidade de produção com os estoques disponíveis e as ordens já programadas de compras ou produção. Sugerindo o melhor momento, e quantidade exata para atendimento do plano de produção, porém considerando capacidade infinita de produção. A Figura 25 apresenta uma visão geral de um sistema MRP.

Figura 25 - Visão geral de um sistema MRP



Fonte: (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001)

Uma das informações de entrada do MRP é o Plano Mestre de Produção, que é um desdobramento do Plano agregado de produção e um consolidador dos pedidos firmes dos clientes mais as previsões de demanda. Outra fundamental informação é a posição atual de estoques e os pedidos de compra e produção vigentes, que geram a posição de estoques. Também para execução do MRP é necessário conhecer toda

a árvore do produto ou *Bill of Material* (BOM), que é uma síntese da construção dos produtos. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

A principal entrega do MRP é a programação das ordens de compra e de produção, informando quando cada matéria-prima deve ser adquirida com base no *Lead Time* de compra. E quando cada produto da BOM deve ser fabricado a fim de atender o Plano Mestre de Produção. (MABERT, 2007).

O MRP tem uma lógica que parte da visão do futuro da necessidade de produção de produtos acabados e depois vem “gerando” as necessidades de componentes para todos os níveis. Por isso, a lógica é chamada de “programação para trás” – *backward scheduling*. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001).

2.2.3.1.2 MRP II (*Manufacturing Resources Planning*)

Como visto na seção anterior, o MRP considera a capacidade dos recursos infinita. Com os avanços da manufatura ao longo dos anos 80, além de informar, o que, quanto e quando produzir ou comprar (MRP), tornou-se necessário que dentro do horizonte de planejamento fosse possível avaliar a possibilidade de se cumprir o Plano Mestre de Produção, ponderando as capacidades dos recursos de produção.

Para suprir essa necessidade, surgiu então o MRP II ou Planejamento dos Recursos de Manufatura, este sistema incorporou aos processos de PPCPM mais duas ferramentas de avaliação do plano de produção que são: (JACOBS; WESTON, 2007).

- a) *rough-Cut-Capacity Planning* – Planejamento Grosso da Capacidade: avalia a viabilidade de execução do Plano mestre de produção em um horizonte de médio prazo, confrontando as demandas com as capacidades de produção nas restrições e principais recursos. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001);
- b) *capacity requirements planning* – Planejamento da Necessidade de Capacidade: Projeta as cargas de demandas diárias por recursos produtivos, demonstra a carga que a máquina ou centro de trabalho está sujeito no período, não tendo capacidade finita cabe então ao programador realizar o ajuste da produção. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001).

A implantação das ferramentas de MRP II resultou numa melhor tomada de decisão para os gestores das fábricas, em razão de poder analisar cada centro de trabalho. (JACOBS; WESTON, 2007).

Apesar da grande evolução que os sistemas de MRP e MRP II trouxeram ao gerenciamento da manufatura, estes sistemas possuem algumas limitações que necessitam de destaque. Os 3 principais pontos são: i) *lead time* estático: os sistemas MRP não preveem dinâmicas relacionadas a filas de produção e variações de fornecedores; ii) capacidade infinita: são características dos sistemas MRP II a análise de carga de produção; e iii) tratamento de prioridades: os processos são fixos não avaliando possíveis alternativas existentes. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001; CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001).

2.2.3.1.3 MES (Manufacturing execution systems)

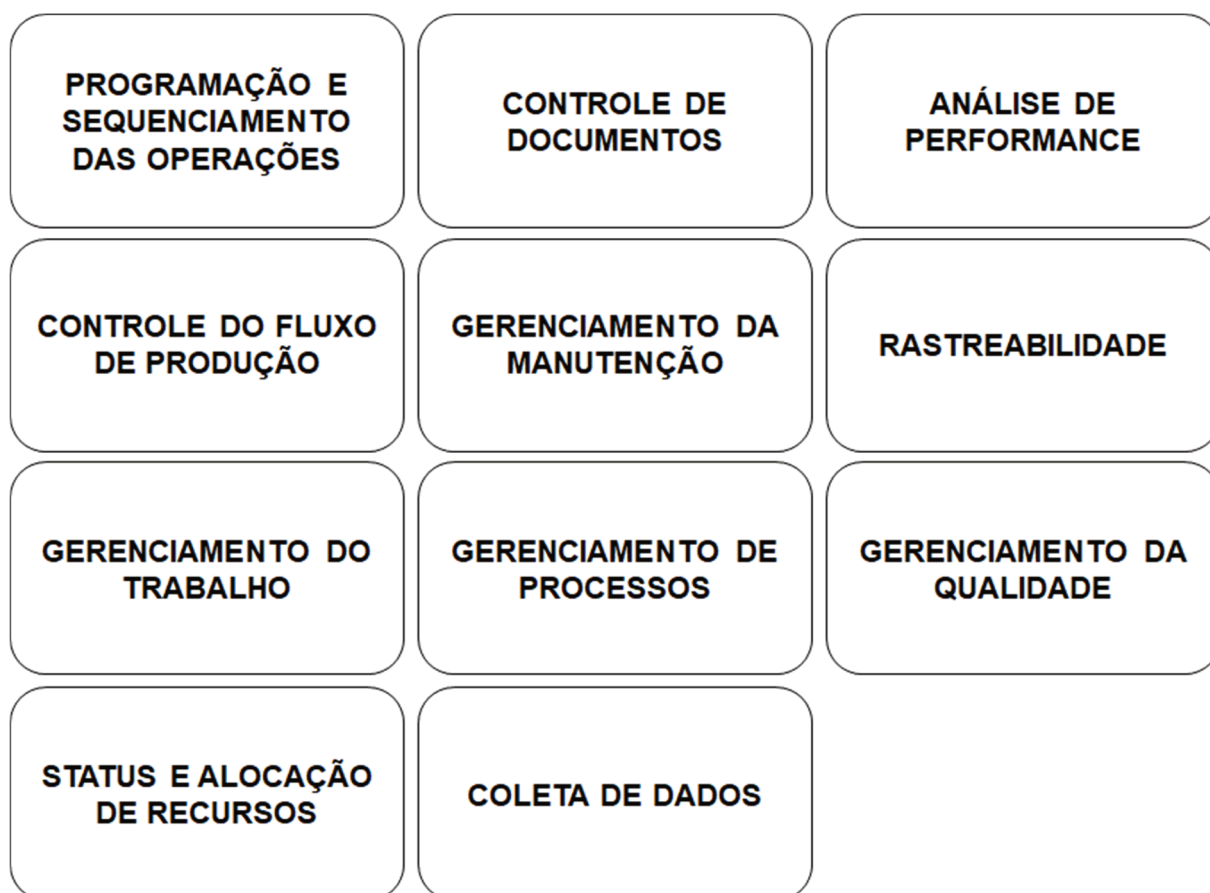
Os sistemas MES ou Sistemas de Execução da Manufatura são responsáveis pelo controle dos dados das etapas de produção em tempo real, além do foco no monitoramento das informações no chão-de-fábrica. (LIU; WANG; MENG, 2008). As implantações de MES surgem como uma plataforma para obtenção de informações orientada ao controle dos produtos e das máquinas no processo. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001).

As principais atividades são a liberação de ordens de produção, os apontamentos de produção e o sequenciamento das operações, sempre prevendo rastreamento das ordens de produção. (LIU; WANG; MENG, 2008).

A utilização do MES é relevante para diminuir o *gap* existente entre o gerenciamento do planejamento e as execuções e gerenciamentos no chão-de-fábrica. Além disso, tem apresentado resultados satisfatórios no que convém a utilização de automação industrial. (LIU; WANG; MENG, 2008).

De acordo com a MESA (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*), os sistemas MES possuem onze funcionalidades ou pilares apresentados pela Figura 26.

Figura 26 - Pilares dos sistemas MES



Fonte: adaptado de (MESA, 2017).

Estes onze pilares se adaptam a implantação dos sistemas MES nos mais diversificados tipos de manufatura, e a sua implantação resulta em ganhos significativos no *lead time* de produção, reduções nos estoques em processos, incremento direto no IROG. (MATSUBARA, 2014).

As informações detalhadas fornecidas pelos sistemas MES tem gerado subsídios para cálculos mais detalhados de custos, melhorias nas decisões gerenciais, em especial pode fornecer informações valiosas para os cálculos de custos com a não qualidade nos processos. (MATSUBARA, 2014).

2.2.3.2 Kanban

O *Kanban* é uma forma de atingir o *Just-in-Time* no STP e tem por objetivo controlar o fluxo de itens mantendo os estoques em um mínimo passível de manter o fluxo em andamento e proporcionando um controle visual. (TOWILL, 2007).

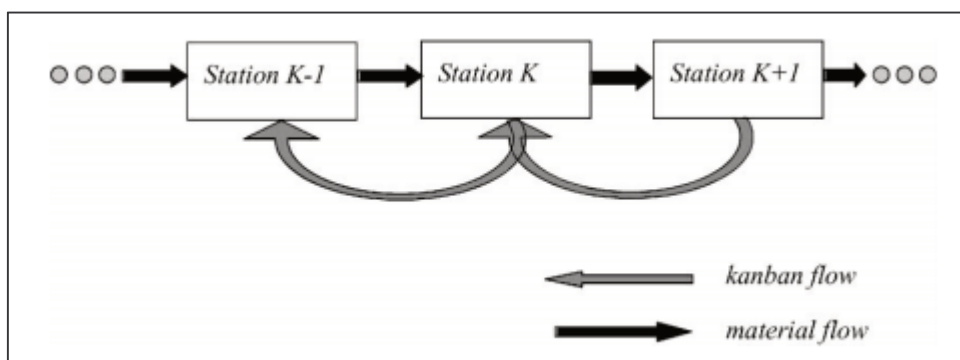
Identificação rápida dos desperdícios e demais informações sobre quantidades e momento de coleta e transporte das peças. (OHNO, 1997).

Surgiu pelas ideias do supermercado americano, adotado na produção por volta de 1953. Vislumbrado e adaptado por Taiichi Ohno, com o objetivo de facilitar o atingimento do *just-in-time*, através de uma solicitação de retirada, pedido de transporte, de entrega, ou ainda como uma ordem de produção. Considerado o ponto central que proporcionará autonomia para a linha de produção, onde seus operadores identificam e tomam decisões sobre o que, quando e quanto produzir não necessitando diretamente de um computador. (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

Uma das principais características do sistema *Kanban* é contribuir para o conceito que permite o cliente puxar o produto que deseja. Esta técnica permite a produção de uma nova peça num determinado posto de trabalho somente quando este receber um sinal do setor a jusante, informando-o que necessita. *Kanban* impede o desenvolvimento de elevados estoques, pois os materiais só darão entrada na linha produtiva após ser libertado o sinal que o solicite, mantendo assim o equilíbrio. (MOURA, 1989).

No *Kanban*, o fluxo de informação percorre sentido contrário ao fluxo físico dos materiais. Ou seja, sempre a estação seguinte é quem requisita material para a anterior. (CHAN, 2001). Isto aumenta a sincronia dos materiais, a Figura 27 representa esse mecanismo:

Figura 27 - Mecanismo de puxar a produção



Fonte: (CHAN, 2001)

2.2.3.3 O Algoritmo TPC

Outra importante contribuição da TOC é o algoritmo Tambor-Pulmão-Corda (TPC), que é um método de programação da produção com capacidade finita, orientado pela restrição, e difere do MRP que é um método de programação com capacidade infinita. (GUPTA; BOYD, 2008).

O TPC é a forma de implantação da programação orientada a maximização e exploração das restrições da empresa. Segundo Souza (2005), o TPC tem objetivo de maximizar e gerenciar os processos de manufatura sob uma perspectiva global.

Segundo a TOC, a capacidade do sistema é equivalente a capacidade da sua restrição. Dessa forma, não existe forma de aumentar a capacidade de produção, visando maximizar os lucros, se não protegendo a restrição. E toda produção que não seguir o ritmo da restrição, estará apenas gerando mais inventário (estoque) para o sistema produtivo. (SOUZA, 2005; ANTUNES et al., 2008)

A programação TPC permite sincronizar a produção por meio do balanceamento das operações sob o ponto de vista do fluxo, a capacidade da restrição, e não da capacidade individual de cada recurso. (GOLDRATT, 1989).

Desta forma tem-se que: identifica a restrição (Tambor) e subordina o ritmo de produção (Corda). E ainda, protege o tambor para que este opere sempre no máximo de sua capacidade (Pulmão). (COX III; SPENCER, 2002) .

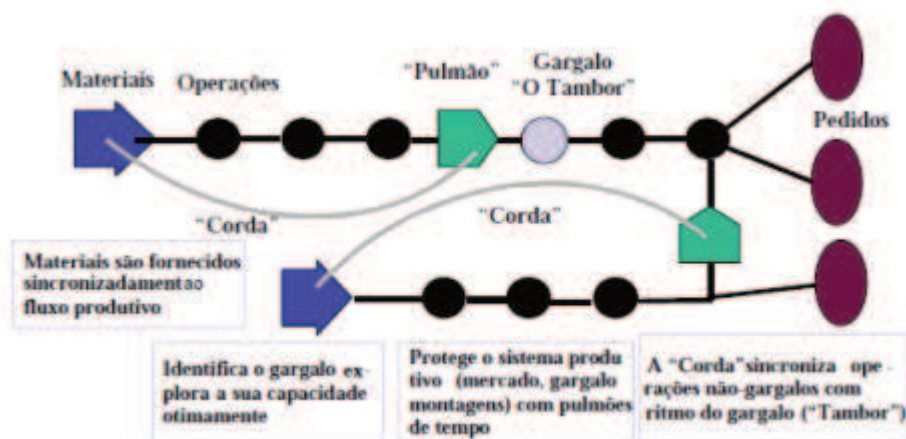
Cada um dos elementos dos elementos do método de programação será descrito a seguir. O tambor (T) é o primeiro elemento a ser descrito, este representa a restrição, cuja programação define o ritmo de produção do sistema (WATSON; PATTI, 2008). A decisão de qual é o tambor do sistema produtivo pode ser uma decisão estratégica da empresa, pode-se definir a restrição o processo com maior custo a fim de maximizar a utilização do processo mais caro. (GUPTA; BOYD, 2008). Caso a restrição não seja definida pela empresa, ela é definida como o posto em qual a capacidade de produção é menor que a demanda para este. (ANTUNES et al., 2008).

O segundo elemento do algoritmo é o pulmão (P), o qual a finalidade é fornecer a proteção para a restrição. Segundo Watson (2008), uma linha totalmente balanceada está sujeita a efeitos negativos como a covariância, flutuações estatísticas e eventos dependentes. Estes efeitos têm origem na instabilidade do processo, e quando não possuem uma proteção para o sistema, acabam influenciando o resultado

global. Afim de estabilizar estes efeitos, os sistemas tradicionais acabam gerando estoque ao longo dos processos, uma outra estratégia possível é a utilização de *Kanban* para evitar essas flutuações. (WATSON; PATTI, 2008). A diferença para o *Kanban* é que o pulmão é dado em horas e não tem definição dos componentes que o formam, ele garante o máximo funcionamento da restrição, em caso de paradas nos processos anteriores ao tambor. (GUPTA; BOYD, 2008).

Finalmente o terceiro e último elemento do método TPC é a corda (C), a corda é responsável por operacionalizar o terceiro passo do método de focalização: subordinar tudo a restrição, ou seja, vincula o tambor com o ritmo de entrada de materiais na linha de produção, as liberações ocorrem ditadas pela restrição. Essa sincronização entre o tambor e a corda limitam a quantidade de Estoque em processo na linha de produção, e garante estabilidade nos pulmões de proteção da restrição. (WATSON; PATTI, 2008). A Figura 28, proposta por Antunes 1998, explicita as relações entre os 3 elementos do método TPC.

Figura 28 - Tambor-Pulmão-Corda



Fonte: (ANTUNES, 1998)

2.2.3.4 Last Planner System

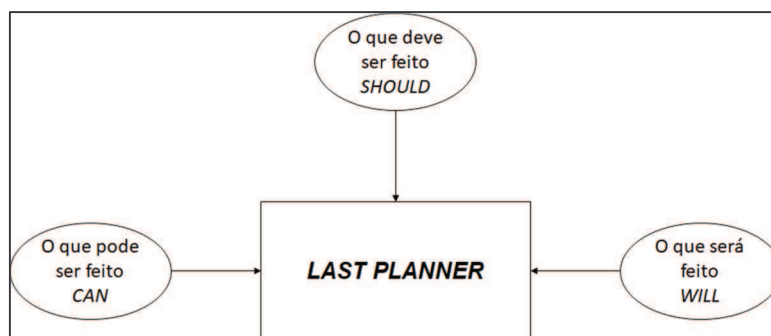
O *Last Planner System* (LPS) é provavelmente a ferramenta mais adaptada à construção, já que foi concebida através da utilização de conceitos do *Lean Construction*, e são adaptações dos conceitos tradicionais oriundos do TPS. Criada pelo *Lean Construcion Institute* em especial por Glenn Ballard e Greg Howell, é uma

ferramenta desenvolvida para controle da produção em ambientes de produção ETO, onde as incertezas são elevadas.

Variáveis como questões meteorológicas são um exemplo de variáveis, que não controlamos, e tornam os ambientes de construção incertos. Não é possível executar um planejamento detalhado e confiável, com muita antecedência. Consequentemente, decidir qual e quanto uma determinada tarefa deve ser realizada por uma equipe é uma questão de seguir o cronograma estabelecido no início do projeto. Como tais decisões são tomadas e como podem ser aprimoradas? Foram as perguntas impulsionadoras da pesquisa inicial na área do planejamento e controle ao nível da unidade de produção, sob o título “Sistema *Last Planner*”. (BALLARD; HOWELL, 1998; BALLARD, 2000).

O *Last Planner* aborda as operações de planejamento e controle a curto e curtíssimo prazo. O objetivo é garantir que todos os pré-requisitos de uma atividade estão resolvidos, de forma a permitir que esta seja executada sem perturbações e completada de acordo com o planejado. O resultado de um processo deve procurar adequar o que será feito com o que deve ser feito, verificando as restrições do que pode ser feito. A Figura 29 apresenta simplificada a estrutura do *Last Planner*. (BALLARD; HOWELL, 1998).

Figura 29 - Processo de Planejamento *Last Planner*



Fonte: (BALLARD, 2000)

Utilizar o *Last Planner* significa que semanalmente as atividades efetuadas serão comparadas com as planejadas. De forma a calcular um índice que se designa Percentagem de Planejado Concluído, é assim possível verificar a causa da não execução do planejado, e procurando prevenir que no futuro a reincidência.

O mecanismo do *Last Planner* melhora a credibilidade do plano: aumentando a confiança da equipe de trabalho em executar o correto, o que tem um segundo efeito, melhorar a credibilidade de fornecimento dos recursos corretos. Assim, é entendido como um sistema de planejamento e controle da produção que permite aumentar a confiabilidade do fluxo de trabalho. (BALLARD, 2000).

2.3 FUNÇÃO OPERAÇÃO

A Função Operação deve ser pensada como um conjunto de operações subordinadas a Função Processo, isso sugere a necessidade de relacionar de forma coordenada as ações. (ANTUNES et al., 2008). Segundo Shingo (1996), a análise de operações deve ser feita a partir da Função Processo, pois esta tem uma visão do objeto no tempo, porém a Função Operação deve ser analisada em profundidade quando seu funcionamento impacta o bom resultado da Função Processo.

Em termos de hierarquização, deve-se compreender que a Função Processo permite a compreensão de todo o sistema produtivo, enquanto a Função Operação permite uma análise detalhada de alguma parte específica do todo. (ANTUNES et al., 2008). Dessa forma e segundo a TOC, otimizar uma parte do sistema produtivo pode não resultar em um impacto global no sistema, mas quando focalizado (restrição) o resultado é expressivo.

A seguir, serão apresentadas duas técnicas focadas nas melhorias do Função Operação – Operação Padrão, Gestão do Posto de Trabalho (GPT).

2.3.1 Operação Padrão

O conceito de Operação Padrão é amplamente utilizado no STP, e têm por objetivo introduzir melhorias nos movimentos realizados pelos operadores. Sendo assim, persegue a minimização sistemática das perdas na Função Operação, melhorando os padrões operacionais tornando-os o mais efetivo possível. De forma geral, a utilização correta do conceito de Operação Padrão acarreta em reduções expressivas no tempo de ciclo. (ANTUNES et al., 2008).

Inicialmente desenvolvido por Ohno o conceito de Operação Padrão é: “a folha de trabalho padrão é uma combinação efetiva do materiais, trabalhadores e máquinas

produzindo eficientemente”. (OHNO, 1997, p.22). Segundo Ohno (1997), os principais objetivos são:

- a) estabelecer um mecanismo que vise balancear as operações e ajustar as taxas de produção, evitando a superprodução;
- b) prover uma ferramenta visual para melhoria da produtividade, qualidade e do tempo de resposta das operações;
- c) assegurar que o trabalho será executado com a maior eficiência possível.

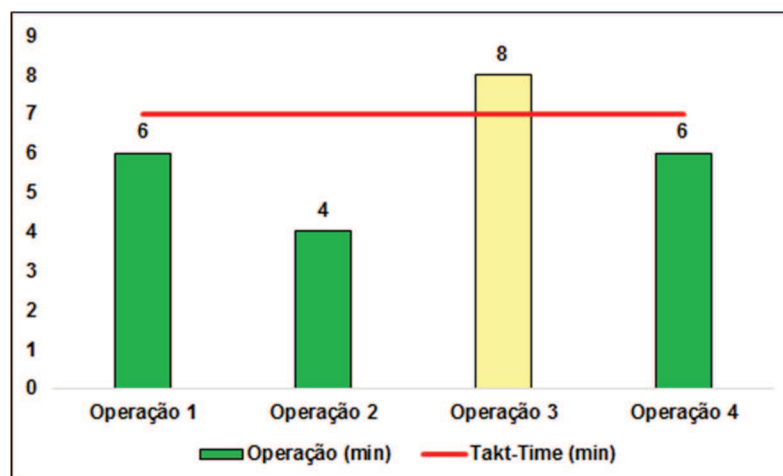
Em outras palavras, Operação Padrão é a busca por uma carga de trabalho balanceada e ajustada a demanda do cliente, estabelecendo uma sequência definida de trabalho e minimizando o inventário. (ANTUNES et al., 2008).

Segundo Antunes et al. (2008), a utilização do conceito de Operação Padrão deve levar em consideração os seguintes passos gerais:

- a) determinação do tempo médio entre as unidades produzidas (Takt-Time);
- b) folha completa de capacidade de produção. Dividindo em: i) tempo manual, que é o somatório dos tempos de todas as tarefas executadas pelo operador; e ii) tempo máquina, que consiste no tempo necessário para completar uma peça sem o auxílio do operador. A soma dos tempos resulta no tempo total que representa o tempo necessário para que uma unidade seja processada;
- c) determinação do número de operadores necessário e sequência de trabalho. Implica na divisão do tempo manual total pelo tempo médio de saída (Takt-Time);
- d) folha completa da sequência padrão de trabalho e a folha completa de Operação Padrão, que é a especificação de sequência de trabalho para cada operador.

Para realizar análise da Função Operação e operacionalizar a Operação Padrão, especialmente em linhas de produção com operações manuais, são utilizados os Gráficos de Balanceamento de Operações (GBO). O Gráfico 4 apresenta um exemplo de GBO antes da utilização do conceito de Operação Padrão:

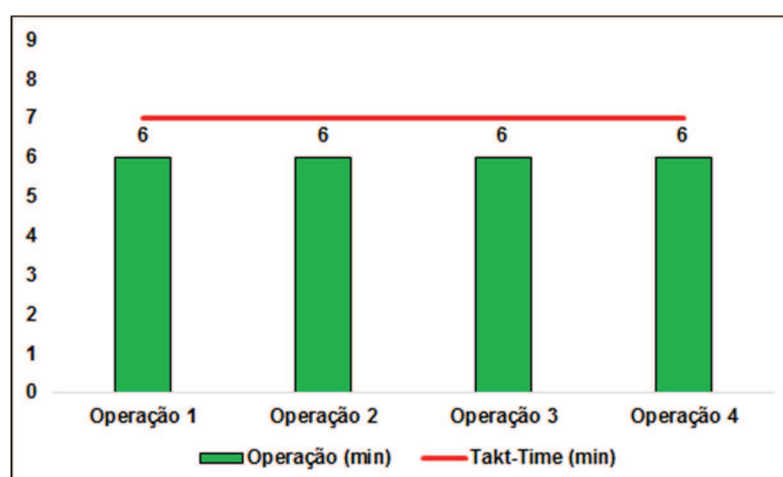
Gráfico 4 - GBO antes da Operação Padrão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se no Gráfico 4 que a Operação 3 (destacada em amarelo), está com seu tempo de operação acima do Takt-Time, e a linha está desbalanceada e não atendendo a demanda do cliente. A aplicação dos conceitos de Operação Padrão visam suprir operações que estejam impactando no resultado global do sistema produtivo. Dessa forma, seria sugerido a transferência de dois minutos do trabalho da Operação 3 para a Operação 2, balanceando assim o fluxo de operações, o exemplo simplificado ficaria com as operações balanceadas segundo o Gráfico 5.

Gráfico 5 - GBO após Operação Padrão



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.2 Gestão do Posto de Trabalho

A ideia de eficiência dos equipamentos surgiu no desenvolvimento da Manutenção Produtiva Total (TPM) especificamente a terminologia IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) que foi desenvolvida por Nakajima (1988). A utilização do IROG consiste em incrementar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações, etc.), visando a otimização dos mesmos, e aumentando sua capacidade de produção, sem a necessidade de investimentos. (NAKAJIMA, 1988).

Segundo Nakajima (1988), o cálculo do IROG é expresso através da Equação 1:

$$\mu_{global} = \frac{\sum tp_i \times q_i}{T} \quad (1)$$

Onde:

μ_{global} = Índice de Rendimento Operacional Global (IROG)

tp_i = tempo de processamento do item i

q_i = quantidade produzida do item i

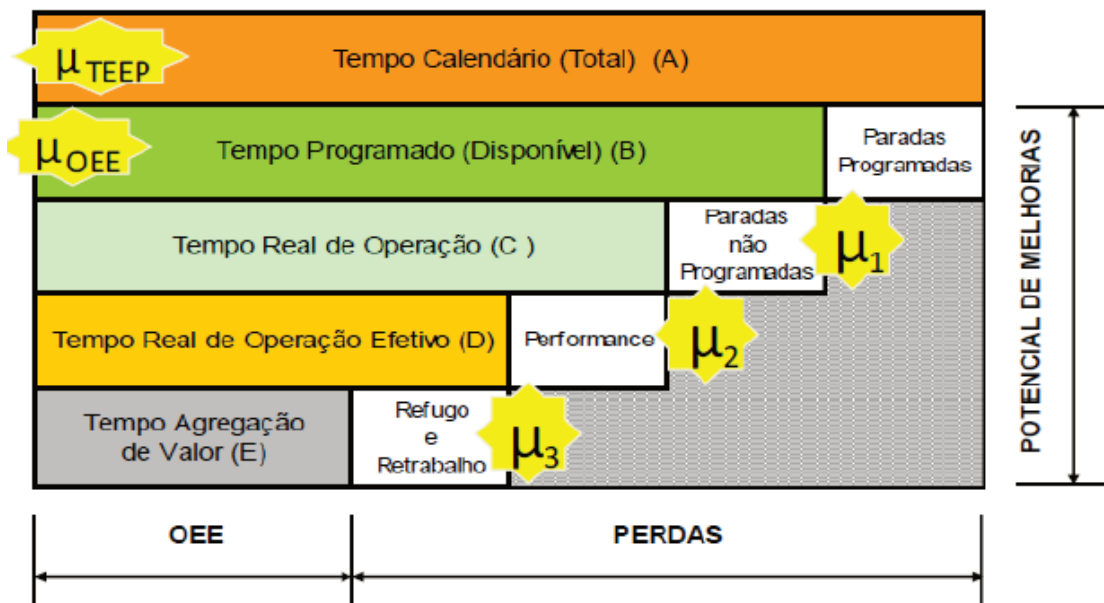
T = tempo disponível de operação para o posto de trabalho

Uma outra forma de expressar o IROG é através da multiplicação de 3, segundo: (VEIT et al., 2011).

- a) o Índice de Tempo Operacional – μ_1 (Índice de Disponibilidade), dispõem de quanto tempo o posto de trabalho ou máquina estava disponível para produção, desconta tempos relativos a paradas de manutenção, por exemplo;
- b) o Índice de Performance Operacional - μ_2 (Índice de Desempenho), relacionado com a ineficiência ou perda de performance na operação do posto de trabalho, de forma a representar as perdas de produtividade;
- c) o Índice de Produtos Aprovados - μ_3 (Índice de Qualidade), representa a quantidade de refugos produzidos, expresso em relação ao tempo utilizado na produção de produtos defeituosos.

A Figura 30 apresenta a hierarquia do IROG relacionando as perdas de cada um dos índices. O Tempos de Agregação de Valor (E) representa o tempo em que o posto de trabalho efetivamente agregou valor ao produto.

Figura 30 - Hierarquia do IROG



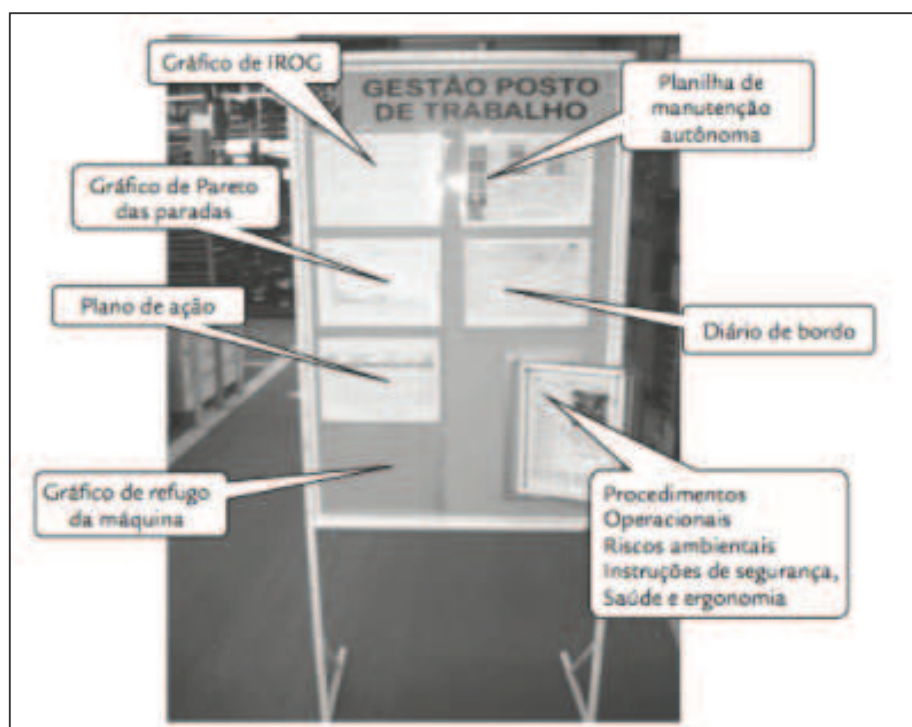
Fonte: (HANSEN, 2006)

Segundo Klippel et al., (2003), a aplicação de conceitos de GPT (Gestão do Posto de Trabalho) vai além da utilização do IROG, pois inclui análise das restrições segundo a TOC, e de técnicas consagradas do STP para resolução das questões que estão impactando na subutilização dos ativos.

O GPT consiste em romper as lógicas de melhorias segmentadas para tratamentos de problemas, para tanto o método GPT pretende: i) enfocar as ações de melhorias para os pontos restritivos do sistema; ii) utilizar o IROG como medidor de eficiência, de forma a estimular a integração com outras áreas; iii) identificar as principais causas da não-eficiência; e iv) realizar planos de ação sistêmicos voltados a melhoria das operações (ANTUNES et al., 2013).

A implementação do método de GPT, segundo Antunes et al. (2013), é dividida em 15 etapas, que aqui não serão detalhadas, pois o escopo do trabalho não prevê a implementação dos métodos, mas sim sua utilização sistêmica. Contudo, vale exemplificar a aplicação do método GPT, de forma que a Figura 31 exemplifica a divulgação do método GPT.

Figura 31 - Exemplo de divulgação do GPT



Fonte: (ANTUNES et al., 2013)

Pode-se observar, na Figura 31, que o resultado da implementação do GPT é a estratificação e divulgação de diversas informações, além do IROG, informações referente a manutenção, procedimento operacionais, questões relativas a qualidade e efetivamente os planos de ação para melhoria.

2.4 ANÁLISE DE EVENTOS CRÍTICOS: DEPENDÊNCIA DE TRAJETÓRIA E CRIAÇÃO DE TRAJETÓRIA

Essa seção do referencial teórico visa identificar como os eventos críticos tem influência sobre as estratégias e as tomadas de decisão, no caso deste trabalho as aplicações dos conceitos serão utilizadas para a análise da criação e recriação de sistemas de produção. Para isso serão abordados os conceitos de Dependência de Trajetória (DT) e Criação de Trajetória (CT). Ao final será proposto o entendimento da complementariedade dos conceitos.

2.4.1 Dependência de Trajetória

A Dependência de Trajetória (DT) tem sua fundamentação inicial na teoria da Visão Baseada em Recursos, que afirma que, estratégias, decisões e modelos, são dependentes do legado que se conquistou anteriormente. (BITENCOURT; OLIVEIRA, 2014). A Visão Baseada em Recursos, oriunda da área econômica, contribuiu com a teoria sobre as condições internas (recursos e capacidades) e o modo como é aplicada a estratégia na organização. (OLIVEIRA, 2013).

Para Mahoney (2000), DT é quando os fatos passados interferem nas escolhas futuras e quando há reprodução de um padrão no futuro. Existem casos onde a DT tendem a facilitar as conquistas futuras, porém também podem causar um apego equivocado ao passado. Trata-se do que o autor chama de **evento crítico**, constituído de conhecimentos já utilizados e influenciando as estratégias futuras. (MAHONEY, 2000).

A DT pode ser utilizada para analisar as estratégias escolhidas em determinados momentos, considerando contexto e aprendizagem envolvidos, e de maneira em que parece-se muitas vezes mais vantajoso a adoção da estratégia anteriores para soluções futuras. (BITENCOURT; OLIVEIRA, 2014; MAHONEY, 2000).

Segundo Licha (2004, p. 107), “[...] economistas têm procurado incorporar em suas teorias a ideia de que “a história importa”. Uma forma de fazer a incorporação é pelo conceito de dependência de trajetória”. A importância de incluir esses conceitos **vem da irreversibilidade na trajetória adotada**, uma vez em que o passado não pode ser modificado e tem real influência sobre o presente e futuro. (LICHA, 2004).

Um exemplo de DT é a utilização do layout de teclado QWERTY, desenvolvido a mais de 130 anos na concepção das máquinas de escrever, e que até hoje, mesmo não sendo o mais eficiente, são utilizados por questões de padrões e hábitos desenvolvidos. (OLIVEIRA, 2013).

Para Mahoney (2000), não é possível afirmar que somente a DT é responsável pela realidade atual da organização, e que é preciso analisar o caso entendendo os **eventos críticos** relacionados. Relações de poder, funcionalidade, tradições e legitimidade, são aspectos que acabam sendo internalizados nas organizações. (MAHONEY, 2000).

Quando eventos tem uma perspectiva de mudança existe uma aproximação entre os conceitos de Dependência de Trajetória e Criação de Trajetória, por isso a análise única dos constructos não é viável e se busca a complementariedade entre eles. (BITENCOURT; OLIVEIRA, 2014).

No próximo item, apresenta-se para um melhor entendimento os conceitos fundamentais de Criação de Trajetória.

2.4.2 Criação de Trajetória

A Criação de Trajetória (CT) é dotada da noção que o passado não é determinante na escolha das estratégias futuras, isso parte do olhar de que a aprendizagem é importante e não necessariamente a reprodução do passado é considerada sem a possibilidade de outras alternativas. (BITENCOURT; OLIVEIRA, 2014).

Para Oliveira (2014), a CT é uma abordagem complementar a DT, pois não deixa de considerar o legado passado, mas se importa com as relações humanas na organização. De forma a levar a organização a uma vantagem competitiva sendo sustentada a longo prazo.

Para a CT as relações sociais influenciam diretamente na **ruptura de padrões pré-estabelecidos** e nas futuras visões da organização. (OLIVEIRA, 2013). A CT acontece quando as condições iniciais (processos e procedimentos) da organização são modificadas estrategicamente, sem a necessariamente uma ligação com o *status quo*. (GARUD; KUMARASWAMY; KARNØE, 2010).

O papel da gestão na CT é fundamental, pois é a partir dela em que se passa a trilhar um novo caminho dentro da organização. Onde liberdade e coragem ao gestor são necessários para a criação da trajetória. (OLIVEIRA, 2013).

O passado, presente e futuro da organização, passa diretamente sob a ótica da Criação de Trajetória. Onde as estratégias não são mais deliberadamente estabelecidas, mas sim com um perspectiva do “local onde a organização quer chegar”, visando promover mudanças. Para Garud, Kumaraswamy e Karnøe (2010), consideram uma estreita relação entre Criação de Trajetória e Inovação, de tal maneira em que as mudanças tecnológicas mudam diretamente as formas de condução de processos.

É necessário que haja um desvio consciente de rota, em algumas situações isso significa uma completa ruptura com o passado estabelecido. De forma geral, DT e CT não são conceitos excludentes, afirmar isso limitaria a análise sobre eventos e renegaria parte importante da aprendizagem ou do passado organizacional. (OLIVEIRA, 2013).

Visando complementar os conceitos o próximo item apresenta uma abordagem complementar na visão do trabalho de Oliveira (2013) e Bitencourt e Oliveira (2014).

2.4.3 Complementariedade dos conceitos de Dependência de Trajetória e Criação de Trajetória

Segundo Bitencourt e Oliveira (2014), “[...] (DT) é um constructo oriundo da visão baseada em recursos [...] Representa a influência dos fatos passados nas escolhas futuras da organização. Os mesmos autores consideram que a CT. “[...] representa um contraponto possibilitando uma visão mais ampla sobre a organização e estratégias.”. O passado, presente e futuro **da organização influenciam as estratégias e podem considerar avanços tecnológicos e a inovação.** (GARUD; KUMARASWAMY; KARNØE, 2010). O Quadro 3 apresenta um comparativo entre a DT e a CT.

Quadro 3 – Comparativo entre DT e CT

ASPECTO	DEPENDÊNCIA DE TRAJETÓRIA	CRIAÇÃO DE TRAJETÓRIA
Aprendizagem	Inerente ao processo	Relativo a mudanças
Capacidade Técnica	Manter <i>status quo</i>	Relativo a inovação
Competências	Simple articulação dos recursos e capacidade	Relativo a aprendizagem técnica e gestão
Gestão	Poder, <i>status</i>	Capacidade técnica, comunicação e inovação
Inovação	Incrementais	Criar necessidade ao mercado
Heterogeneidade	Recursos e capacidades	Aprendizagem, competências e inovação
Relações Humanas	Contexto	Importante para inovar

Fonte: (OLIVEIRA, 2013)

Para Oliveira (2013), existem pontos em comum, mas também existem diferenciações que precisam ser analisados.

A aprendizagem na ótica da DT é construída de forma inerente ao processo, não tendo influência de fatores externos ou da gestão. Já na CT é uma consequência das mudanças, da mesma maneira a capacidade técnica está ligada a inovação e não mais a manutenção de técnicas anteriores. (OLIVEIRA, 2013).

As competências são na visão da CT, mais que uma simples relação de recursos e capacidade. São relacionados a influência de seus agentes que tem como principal papel a inovação e aprendizagem. Da mesma forma a inovação é tratada de forma completamente distinta, sendo a DT ligada a inovações incrementais e a CT a inovações relacionadas a ruptura para uma visão do mercado. (OLIVEIRA, 2013).

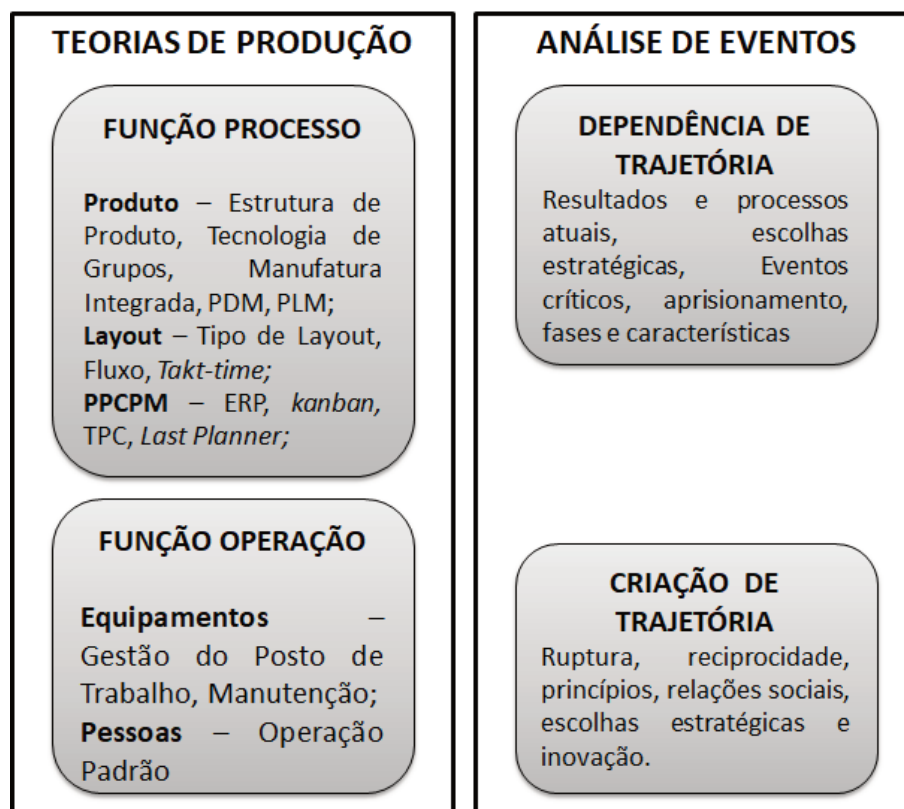
Ambas buscam a heterogeneidade da organização. Porém, a DT com uma visão dos recursos e a CT uma abordagem de gestão e inovação. Para as relações humanas a DT desconsidera sua influência ação do contexto, enquanto a CT tem uma visão que as relações são essenciais para a quebra de paradigmas e inovação. (OLIVEIRA, 2013).

A título de síntese cabe ressaltar que a Criação de Trajetória só existe porque há uma Dependência de Trajetória, onde pode-se considerar várias análises sobre o passado e mudar a interpretação dos fatos, porém somente isso não pode embasar as estratégias futuras. Novas competências tecnológicas e a inovação são frutos da trajetória da organização. (OLIVEIRA, 2013).

2.5 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO

Será a seguir apresentado uma síntese do referencial teórico, onde está orientado sobre Teorias de Produção e Análise de Eventos Críticos, sendo o primeiro interpretado sob a ótica do MFP, na lógica da Função Processo e Função Operação. Já a Análise de Eventos Críticos tem seu embasamento nos conceitos de Dependência de Trajetória e Criação de Trajetória. A Figura 32 apresenta a síntese.

Figura 32 – Síntese do Referencial Teórico



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da síntese que será desenvolvido o método de trabalho, assim como os protocolos de coleta de dados para condução do trabalho.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Na sequência deste Capítulo pretende-se caracterizar os aspectos gerais associados a pesquisa científica e tecnológica. Em seguida é apresentada de forma sucinta o método de pesquisa. Finalmente, é apresentada o método de trabalho, ou seja, os passos lógicas adotados para a condução da presente dissertação.

3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA

A pesquisa é o procedimento racional e sistemático que objetiva responder aos problemas propostos. A pesquisa científica consiste na realização de um estudo planejado, sendo um método de abordagem do problema o que caracteriza o aspecto científico da investigação. (PROVDANOV; FREITAS, 2013). A pesquisa sempre inicia a partir de uma interrogação, de um problema. Desta forma, ela responderá às necessidades de conhecimento de um fenômeno ou problema, nos quais serão levantadas hipóteses que a pesquisa poderá ou não validar. (LAKATOS; MARCONI, 2000).

Para caracterização da pesquisa, em geral, são considerados 4 critérios, a saber:

- a) natureza – do tipo:
 - a. básica – objetiva a geração de novos conhecimentos sem aplicações práticas; (PROVDANOV; FREITAS, 2013).
 - b. aplicada – motivada pela necessidade de solucionar problemas existentes. (PROVDANOV; FREITAS, 2013).
- b) abordagem – sendo:
 - a. qualitativa – o processo de interpretação dos fenômenos; (GIL, 2008).
 - b. quantitativa – quantificação dos objetos através de estudos estatísticos; (GIL, 2008).
- c) propósito – sendo dividido segundo Yin (2015) em:
 - a. exploratório – é promover a compreensão de um problema ou situação; (YIN, 2015).
 - b. descritivo – descrever características do objeto de estudo; (YIN, 2015).

- c. explanatório – ou explicativo visa compreender quais os fatores contribuem para a ocorrência de um evento; (YIN, 2015).
- d) procedimento – segundo Gil (2008), podendo ser:
 - a. pesquisa bibliográfica – elaborada a partir de materiais já publicados;
 - b. pesquisa do tipo documental – utiliza-se de documentos que não receberam tratamento analítico;
 - c. pesquisa experimental – investigativa, onde o pesquisador manipula variáveis buscando interpretações;
 - d. levantamento – conhecimento de comportamento;
 - e. estudo de caso – é uma investigação com caráter de profundidade e detalhamento;
 - f. pesquisa *expost-facto* – é realizada quando não se pode controlar ou modificar as variáveis;
 - g. pesquisa-ação – é quando o pesquisador participa ativamente da pesquisa.

No que tange a caracterização dessa dissertação sob o critério de natureza, pode-se dizer que é de natureza aplicada, onde a ideia é criar o conhecimento a partir da necessidade de identificar oportunidades reais da aplicação de conceitos de engenharia de produção na indústria naval. Também é possível caracterizar a pesquisa como de abordagem qualitativa porque pretende compreender o fenômeno das alterações que ocorrem no sistema produtivo de um grande estaleiro brasileiro em profundidade.

Quanto aos propósitos, a pesquisa é do tipo predominantemente descritivo, porque visa descrever em profundidade, e historicamente, o Sistema de Produção do objeto de estudo. Adicionalmente, apresenta elementos explanatórios na medida em que busca estabelecer relações do tipo causa e efeito no que tange ao desenvolvimento competitivo da empresa tendo os sistemas de produção como elemento central para que isto possa ocorrer.

De acordo com Yin (2015), um Estudo de Caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidenciados. O estudo de caso é investigação empírica que investiga um fenômeno

contemporâneo em profundidade, contextualizando-o à sua vida real, especialmente quando os limites existentes entre o contexto e fenômeno não são claros de forma evidente. O estudo de caso também pode ser conceituado como o estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, que permitam seu amplo e detalhado conhecimento. (GIL, 2008).

O Quadro 4 descreve a relação entre estes três requisitos básicos e a inter-relação dos mesmos com as cinco distintas estratégias de pesquisas, segundo Yin (2015).

Quadro 4 - As Estratégias de Pesquisa

ESTRATÉGIA	FORMA DA QUESTÃO DE PESQUISA	EXIGE CONTROLE SOBRE EVENTOS COMPORTAMENTAIS	FOCALIZA EVENTOS CONTEMPORÂNEOS
Experimento	como, por que	Sim	Sim
Levantamento	que, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim
Análise de Arquivos	que, o que, onde, quantos, quanto	Não	Sim/Não
Pesquisa Histórica	como, por que	Não	Não
Estudo de Caso	como, por que	Não	Sim

Fonte: (YIN, 2015)

As questões 'como' e 'por quê' podem ser estudadas com a utilização de Estudos de Caso, Pesquisas Históricas ou Experimentos como método de pesquisa. (YIN, 2015).

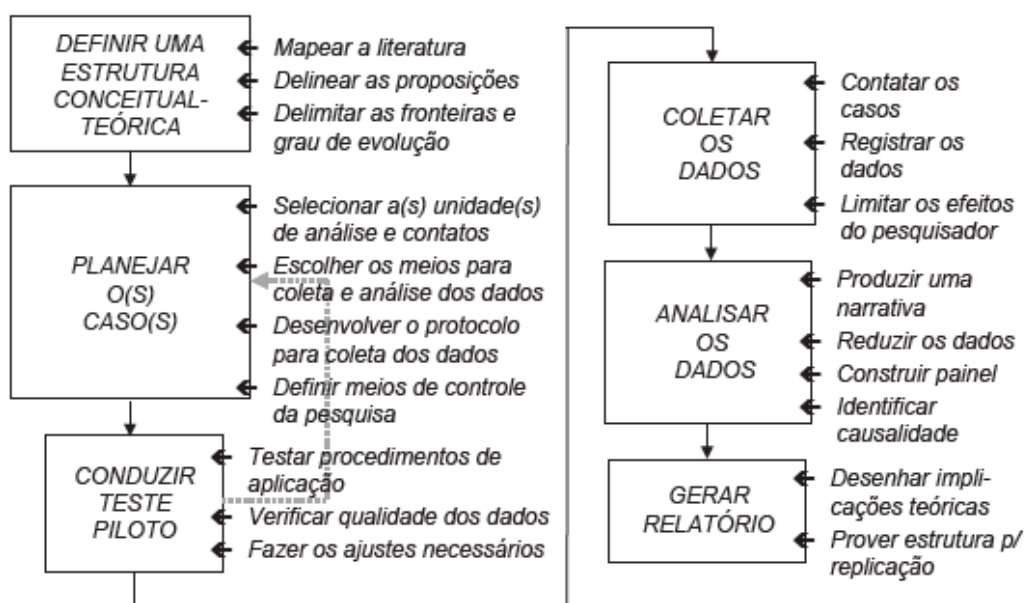
Nesse contexto, ao analisar como os conceitos de engenharia de produção podem ser utilizados na indústria de construção naval e como é pretendido dar um aprofundamento e detalhamento, pode-se enquadrar a pesquisa como um Estudo de Caso, embora elementos da pesquisa histórica sejam também considerados.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA – ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso tem sido amplamente utilizado na pesquisa acadêmica (YIN, 2015). Um Estudo de Caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, sobretudo quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes. (THOMAS et al., 2003).

Para condução de um estudo de caso, algumas premissas precisam ser levantadas. Segundo Dresch, Lacerda, Cauchick Miguel (2015), definir uma estrutura conceitual, mapeando a literatura existente e delimitando as fronteiras e proposições do trabalho é a primeira etapa. A Figura 33 mostra as etapas para execução de um estudo de caso.

Figura 33 - Condução de estudo de caso



Fonte: (DRESCH; LACERDA; CAUCHICK MIGUEL, 2015)

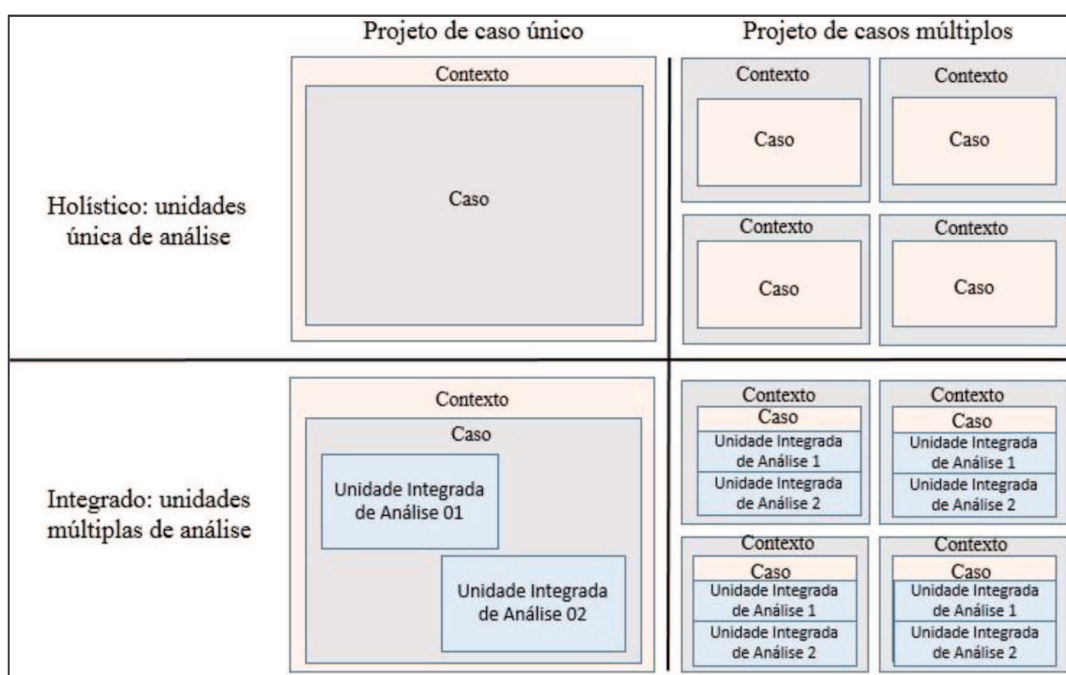
A etapa de planejar o caso (ou os casos), é fundamental para o sucesso do estudo de caso, é preciso entender e selecionar as unidades de análise além de definir como será conduzida a pesquisa, através de protocolos. Outra etapa é a condução do teste piloto, que cabe ao pesquisador realizar, antes da coleta dos dados para o estudo. O objetivo dessa etapa é observar a aplicação dos procedimentos, buscando o aprimoramento dos protocolos e relações. Após o teste piloto devem surgir eventuais ajustes no protocolo de pesquisa. (DRESCH; LACERDA; CAUCHICK MIGUEL, 2015).

A partir dos protocolos ajustados e validados, deve-se seguir para a coleta de dados buscando sempre eliminar o efeito do entrevistador. Com os dados coletados e as fontes evidenciadas, o pesquisador deve conduzir a descrição narrativa dos casos em estudo. A ideia é que sejam incluídos não somente os dados coletados, mas também as evidências e anotações efetuadas durante as etapas de teste piloto e

condução dos casos. Todas as etapas anteriores são sintetizadas no relatório final do estudo de caso. Esse relatório deve ter similar e próxima relação com o referencial teórico levantado na primeira fase. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

A Figura 34, proposta por Yin (2015), são apresentados os tipos de estudo de casos e suas unidades de análises. Anterior a qualquer coleta de dado ou execução no campo de pesquisa, faz-se necessária a definição de qual o tipo de estudo de caso, único ou múltiplos.

Figura 34 - Tipos de Projetos Para estudo de caso



Fonte: (YIN, 2015)

Quando um estudo contiver mais do que um único caso, ele é potencial para a aplicação de um projeto de casos múltiplos. Estes projetos têm as evidências mais vigorosas e, por consequência, o estudo é mais robusto. Casos incomuns ou raros, críticos ou reveladores envolvem provavelmente casos únicos. (YIN, 2015). A utilização de estudo de caso único é justificado quando: (EISENHARDT, 1989).

- um teste crítico da teoria existente, aplicado para confirmar, desafiar ou ampliar a teoria;
- uma circunstância rara ou única, aplicado a um caso singular que merece ser documentado e analisado;

- c) um caso representativo ou atípico, aplicado para documentar as circunstâncias e as condições de uma situação diária de um lugar-comum;
- d) uma proposta reveladora, é aplicado quando existe a possibilidade de observação de um evento ou fenômeno nunca antes acessível pela investigação científica;
- e) uma proposta longitudinal, aplicando um estudo de caso único em dois ou mais momentos diferentes do tempo.

Esta dissertação aplicará um Estudo de Caso Único, pois trata-se do maior e mais moderno estaleiro do Brasil, e único a aplicar conceitos de engenharia de produção, em sincronia, de forma a compor um Sistema de Produção.

Além da singularidade do EAS, esse trabalho tem um proposta longitudinal de análise do Sistema de Produção, buscando evidencias suas características em três momentos distintos e a criticamente compor o estudo de caso.

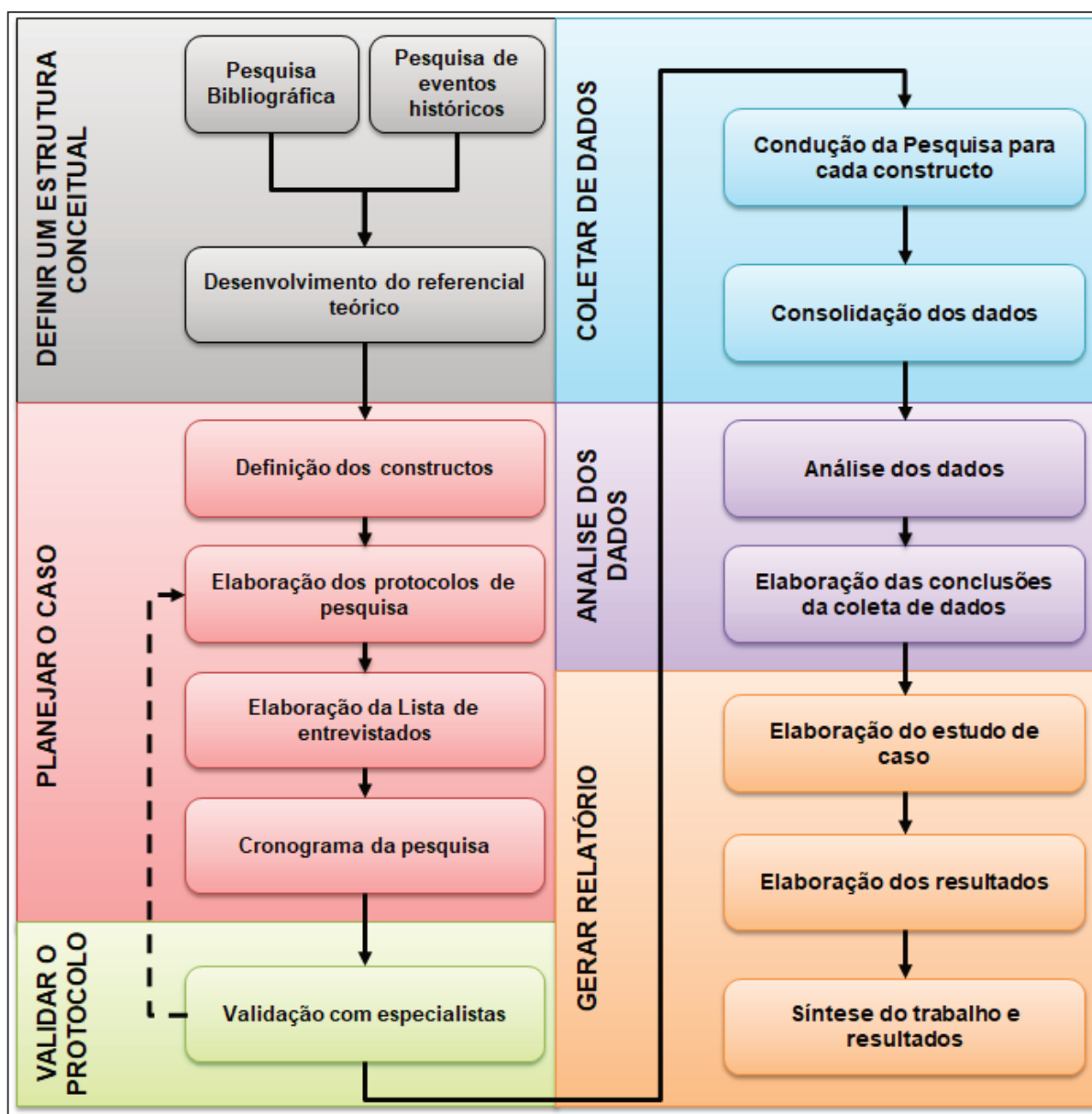
Um estudo de caso único pode ser também classificado de acordo com sua abrangência de análise. Segundo Eisenhardt (1989), o estudo pode ser: i) holístico: no qual o estudo de caso é realizado em uma única unidade de análise; ii) integrado: no qual múltiplas unidades de análise são verificadas no mesmo estudo de caso. (EISENHARDT, 1989). Dessa forma esse trabalho se caracteriza como um estudo de caso Holístico, pois pretende analisar de forma ampla todo o Sistema de Produção.

De acordo com Yin (2015), o desenvolvimento da teoria a partir de constructos em um Estudo de Caso, facilita a coleta de dados, bem como, estabelece o nível em que ocorrerão as generalizações dos resultados da pesquisa. Nesse sentido, essa dissertação visa atuar sob dois constructos gerais, a saber: i) análise de eventos; ii) teorias de produção.

3.3 MÉTODO DE TRABALHO

Para essa dissertação foi desenvolvido um método baseado em 6 etapas conforme: a) definir um estrutura conceitual; b) planejar o caso; c) validar o protocolo da pesquisa; d) coletar os dados; e) analisar dos dados; e f) gerar relatório. (DRESCH; LACERDA; CAUCHICK MIGUEL, 2015). Cada uma da etapa será apresentada na Figura 35 e, posteriormente, devidamente detalhada.

Figura 35 – O método de trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.1 Construção do Referencial Teórico

A primeira etapa do trabalho buscou definir uma estrutura conceitual para a condução do trabalho. Para isso foram realizadas, pesquisas nas bases de dados nacionais, onde buscou-se conceitos de produção naval em duas revistas, um congresso e na biblioteca nacional de teses e dissertações. Também, foram realizadas buscas em base de dados (EBSCOHost e Scopus) de termos e palavras-chave concatenadas de engenharia de produção e produção naval.

Realizou-se nessa fase uma pesquisa de eventos históricos da indústria naval e da empresa em estudo (Estaleiro Atlântico Sul), buscando entender o contexto atual da empresa. O último passo da primeira etapa foi o desenvolvimento de um referencial teórico para embasar o trabalho como um todo.

3.3.2 As Fontes de Evidência Utilizadas no Caso

Para Yin (2015), as evidências de um Estudo de Caso podem vir das seguintes fontes: i) documentação; ii) registros em arquivos; iii) entrevistas; iv) observações diretas; v) observações do participante; e vi) artefatos físicos. Este autor também informa a importância de utilização de múltiplas fontes de evidências, bancos de dados do estudo de caso (estrutura formal de evidência distinta no relatório final) e o encadeamento das evidências, pois a incorporação destes princípios irão aumentar a qualidade do Estudo de Caso. (YIN, 2015).

Existem dois tipos de fontes dados primários que são extraídos da realidade do pesquisador e os secundários que são de fontes como livros, jornais, revista e internet.

O autor dessa dissertação atuou como observador participante do estudo de caso, tendo acesso direto a rotina por um considerável período de tempo.

A partir do Referencial Teórico se tornou possível planejar o caso, tendo-se definido os constructos Teorias de Produção e de Análise de Eventos a serem relatados no Estudo de Caso. Essa definição inicial embasou a criação dos protocolos de pesquisa (entrevista semiestruturada), além da lista de contatos a serem entrevistados e o cronograma da pesquisa.

Para condução das entrevistas, desenvolveu-se um roteiro de pesquisa semiestruturado que apresentado no Quadro 5. Nesse roteiro buscou-se seguir o foco das entrevistas, seguindo o método de pesquisa.

Quadro 5 – Protocolo de Pesquisa Semiestruturado

CONSTRUCTO	TÓPICO	A EXPLORAR	AUTORES
Análise de Eventos	Dependência de Trajetória	Em quantas Fases poderíamos dividir a história do EAS? Quais são as principais Características de cada Fase? Existe um aprisionamento de alguma Fase até hoje? Quais são os eventos críticos que dividem cada Fase? Esses eventos influenciam na estratégia e escolhas atuais? Isso tem Resultado nos Processo atuais?	(BERNARDI, 2012; BITENCOURT; OLIVEIRA, 2014; CERQUEIRA, 2016; GARUD; KUMARASWAMY; KARNØE, 2010; LICHA, 2004; MAHONEY, 2000; OLIVEIRA, 2013)
	Criação de Trajetória	O que pode ser considerado uma Ruptura no histórico? Como poderia classificar a importância das Relações Sociais na Ruptura? Houveram incrementos de Inovação nas estratégias?	
Teorias de Produção	Teorias de Produção	Houve a utilização de conceitos do <i>Lean Manufacturing</i> ? Quais foram os principais? Essa teoria foi relevante? Houveram utilização de conceitos de TOC? O <i>Lean Construction</i> foi utilizado? Quais outras teorias foram utilizadas?	(ANTUNES et al., 2008); (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001); GOLDRATT; FOX, 1989; (KOSKELA, 1992); (NAKAJIMA, 1988); (OHNO, 1997); (ROZENFELD et al., 2006); (SHINGO, 1996a, 1996b); (STEVENSON, 2001); (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).
	Função Processo	PRODUTO: Quais as dificuldades existentes na falta de uma engenharia de produto interna? As informações de engenharia tem uma passagem robusta? Os detalhes seguem o padrão da fábrica? A engenharia de processo está integrada? LAYOUT: O layout se modificou? Existe conceito de fluxo? PPCPM: Como é feito o planejamento macro? Existe um desdobramento do planejamento? Quais as ferramentas? Como são feitos os processos de programação e controle? Existe ferramentas para isso? Qual o principal modelo de programação?	
	Função Operação	OPERADORES: Como é dividido a operação? Existe um balanceamento? Os operados estão organizados em que lógica de trabalho? EQUIPAMENTOS: Existe um controle da eficiência das máquinas? É conhecido os principais motivos de ineficiências?	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a realização das entrevistas, utilizou a seleção de colaboradores estratégicos (diretorias) e táticos (gerentes e coordenadores), além de outros colaboradores que tiveram influência na implantação do Sistema de Produção da EAS. No total foram realizadas dezesseis entrevistas. O Quadro 6 apresenta os entrevistados e um relação de quais constructos serão abordados na entrevista.

Quadro 6 - Colaboradores entrevistados

ENTREV.	FUNÇÃO	TEMPO DE EMPRESA	ANÁLISE DE EVENTOS	TEORIAS DE PRODUÇÃO
CEO	Presidente	3 anos	X	X
DF1	Diretor Fábrica 1	1 anos	X	X
DF2	Diretor Fábrica 2	3 anos	X	X
DF3	Diretor Fábrica 3	2 anos	X	X
DENG	Diretor Engenharia	3 anos	X	
GF3	Gerente da Fábrica 3	6 anos	X	X
GPLA	Gerente de Planej.	6 anos	X	X
GCON	Gerente de Contratos	8 anos	X	X
CENG	Coord. Engenharia	7 anos	X	
PLA	Planejador	9 anos	X	
ENG	Engenheiro Processos	6 anos		X
CSIX	Consultor Six Sigma	2 anos		X
CMES	Consultor MES	1 ano		X
CMEL	Consultor melhorias	1 ano		X
CKAI	Consultor de <i>Kaizen</i>	2 anos		X
CENG1	Consultor de engenharia	2 anos		X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os protocolos de pesquisa semiestruturado e as listas de entrevistados apresentados foram enviados a três especialistas (Apêndice A) em Engenharia de Produção, que fizeram contribuições visando melhorar o protocolo. Com os protocolos validados a pesquisa foi conduzida sob a ótica dos constructos apresentados.

3.3.3 Análise dos Dados

De acordo com Yin (2015), a análise das evidências é um dos aspectos mais importantes do Estudo de Caso. Esta etapa consiste no exame, categorização, tabulação, teste ou recombinação das evidências de outra forma, para tirar as conclusões baseadas de forma empírica. (YIN, 2015).

A análise de conteúdo de mensagens pode ser aplicada à todas as formas de comunicação. Possui duas funções que podem ou não se dissociar quando praticadas: (a) função heurística: a análise de conteúdo enriquece a tentativa exploratória e aumenta a propensão à descoberta e (b) administração da prova: em

que as hipóteses sob formas de questões ou afirmações provisórias servem de diretrizes apelando para o método de análise de uma confirmação ou de uma invalidação. (BARDIN, 1995).

Para esta dissertação, a análise dos dados foi feita partindo da transcrição das entrevistas. Assim, todas as entrevistas realizadas forma transcritas formando assim um grande banco de dados do caso em estudo.

Além das entrevistas transcritas, foram utilizadas informações coletadas *in loco* na empresa em estudo, principalmente através da consecução de observações diretas. Além disso foram buscados outras fontes de evidência tais como: documentos internos e relatórios técnicos do EAS, arquivos de revistas, jornais e outras fontes (por exemplo, fotografias) que tem relação direta com o tema do trabalho.

Um tópico relevante foi a análise minuciosa das entrevistas, uma fonte de evidência muito relevante para a realização da dissertação, foi elaborado uma categorização dos trechos mais relevantes em conexão com os constructos e com o modelo teórico proposto no capítulo 2. Categorização similar foram feitas com o acervo das demais fontes de evidência (documentos internos, relatórios técnicos, estrutura do banco de dados, arquivo com revistas, jornais etc), sempre considerando as necessidades propugnadas pelo Referencial Teórico. Na sequência, foi feita a descrição e análise crítica do caso, utilizando diferentes triangulações entre as fontes de evidência disponíveis. Finalmente, foram elaboradas as conclusões do caso em cena.

4 BREVE INTRODUÇÃO DA INDÚSTRIA NAVAL

A indústria naval possui certas características específicas como qualquer outro tipo de indústria. O objetivo desse capítulo consiste em introduzir, de forma sucinta, as principais características técnicas dos processos de fabricação da indústria naval. A intenção principal é tornar o mais compreensível possível o Estudo de Caso do EAS

A construção de um navio principia com o processo de corte de chapas. Nessa etapa, a chapa é tratada quimicamente recebendo uma cobertura de zinco, que ajuda na conservação das características químicas da chapa. O processo seguinte é o de marcação da chapa. Nessa etapa, as chapas são pintadas com tinta aderente as informações das peças que serão cortadas, sobre: a) o casco; b) o bloco; c) o painel ou submontagem; d) o local onde será produzido; e) grau e espessura da chapa; f) o plano de corte da chapa. De forma geral, pode-se dizer que são necessárias 4500 chapas para a produção de um navio petroleiro.

Na próxima etapa, através da utilização de equipamentos de corte plasma CNC e oxicorte, as chapas são cortadas em peças. A título de exemplo, um navio petroleiro do tipo AFRAMAX possui aproximadamente 30 mil peças que são cortadas e utilizadas ao longo da sua construção.

Através de solda tipo MIG, são unidas as peças cortadas, formando os painéis ou submontagem. Os painéis possuem uma característica mais plana e uniforme. Já as submontagens podem adquirir as mais diversas formas e complexidade. Para a produção de um navio petroleiro, existem algo em torno de 8500 submontagem e painéis.

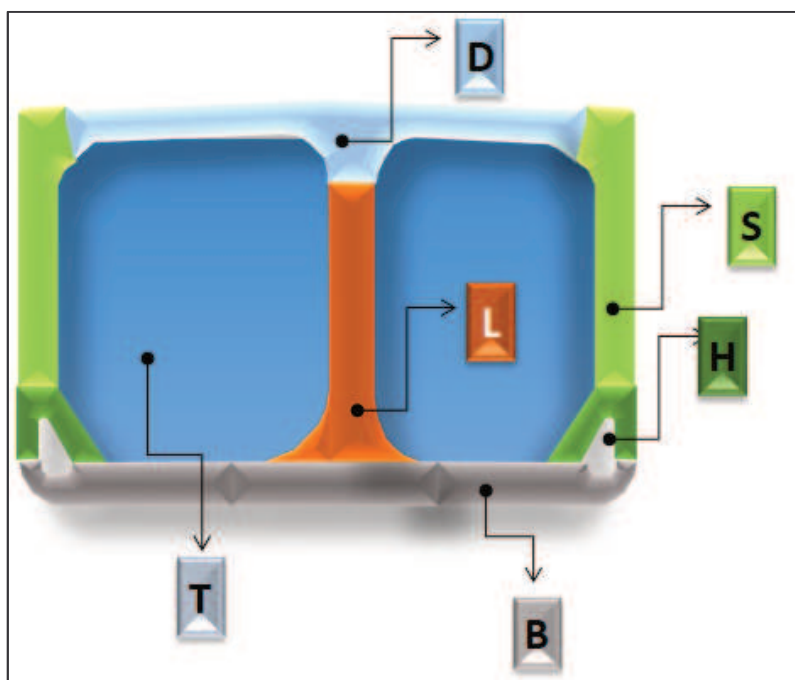
A união de diversos painéis e submontagens constitui a montagem de blocos. Os blocos unidos, por sua vez, constituem o chamado megabloco. A título de exemplo, um navio do tipo AFRAMAX possui algo em torno de 200 blocos, que são caracterizados genericamente em 6 diferentes famílias.

- a) família B: blocos que compõem o fundo do megabloco tem característica plana e possuem em média peso de 70 toneladas;
- b) família H: blocos curvos que fazem a transição entre o fundo do megabloco e o costado possuem em média 55 toneladas;
- c) família L: blocos planos que ficam localizados no centro do megabloco, com o objetivo de diminuir a movimentação do líquido dentro do tanque. Possuem em média 50 toneladas;

- d) família T: blocos planos que constituem a antepara transversal, dividindo os tanques. Possuem em média 120 toneladas;
- e) família S: blocos que compõem a antepara lateral do navio, tendo em média 80 toneladas;
- f) família D: blocos que formam a parte superior do megabloco, em média, tem 95 toneladas.

A Figura 36 representa, de forma genérica, as famílias de blocos descritas acima.

Figura 36 – Representação genérica de um megabloco



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os blocos montados recebem acabamentos ou *outfittings*⁴, que são partes de tubos, suportes, equipamentos mecânicos, etc. A partir daí, serão compostos os diferentes sistemas necessários para o funcionamento do navio: sistema de água potável, sistema elétrico, sistema de lastro, sistema de carga, entre outros.

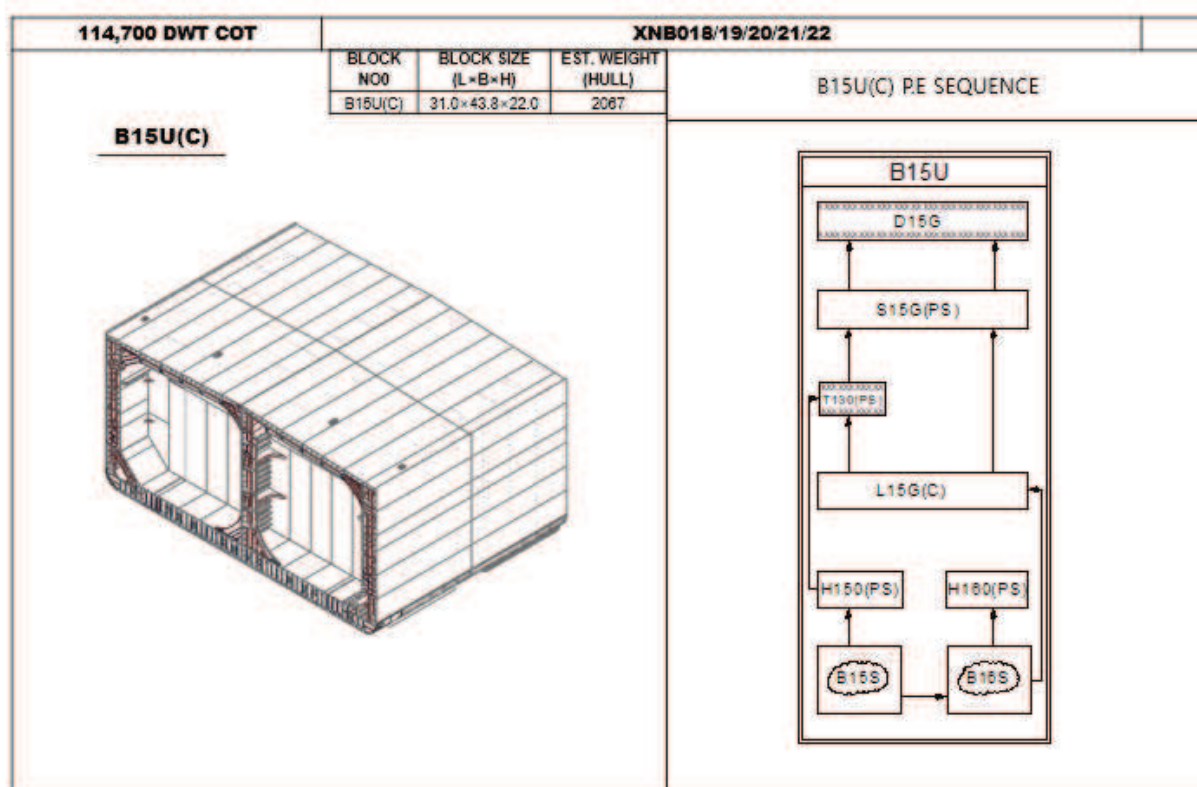
Passa-se então para a etapa de pintura. Nesse processo, inicialmente, os blocos recebem uma limpeza e jateamento para aumentar a aderência da tinta no bloco. Na sequência, os blocos são encaminhados para a pré-edificação onde os blocos começam a ser içados formando os chamados megablocos. A título de

⁴ *Outfittings* – são os acabamentos do navio, ou seja, todas as partes que compõem os sistemas do navio e não são estruturais.

exemplificação, a Figura 37 apresenta um desenho de um megabloco (B15U), que possui 2067 toneladas, com 31 metros de comprimento, 43.8 de largura e 22 metros de altura.

A sequência de edificação pode ser observada ao lado direito da Figura 37.

Figura 37 – Representação e sequência de edificação de um Megabloco



Fonte: Arquivo interno (2017)

Ainda na etapa de pré-edificação, são inseridos mais *outfittings* no megabloco. Uma vez terminada a sequência de pré-edificação, os megablocos são movimentados com Golliaths⁵, que são grandes pórticos que possuem elevada capacidade de içamento, para dentro do dique seco. A primeira movimentação para o dique seco é chamada Batimento de Quilha, que marca o início da construção do navio.

Cabe fazer uma diferenciação entre o modelo de edificação tradicional da indústria naval mundial e brasileira da década de 80, com o modelo coreano. O modelo tradicional não existe o conceito de megabloco, os blocos são edificados diretamente

⁵ O EAS possui 2 Golliaths com capacidade de 1500 toneladas cada, tendo 100 metros de altura e capacidade de conjunta de içar até 2800 toneladas.

no dique. Na lógica tradicional, dado que as capacidades de içamento são menores (em torno de 300 toneladas) as edificações de cada bloco são feitas no dique. (PLA).

Esse modelo foi modificado pela engenharia naval coreana, com o objetivo de reduzir o tempo de utilização do dique, foi criada a estratégia de edificação através de megabloco. A ideia conceitual proposta é que se tenha uma ampla capacidade de içamento (*Golliaths*), visando movimentar uma estrutura mais completa para o dique. Dessa forma é montado o megabloco fora do dique, sendo um estrutura **rígida e compacta** de uma secção do navio (Figura 37).

A etapa de edificação está associada com a movimentação dos megabloco para dentro do dique seco, bem com a união dos megabloco. Adicionalmente, nesta etapa são concluídos as instalações, limpezas e testes de todos os *outfittings* do navio. A título de ilustração, pode-se constatar que um navio petroleiro do tipo SUEZMAX possui aproximadamente 18 mil *outfittings*.

Concluída a etapa de edificação, é realizado o lançamento do navio. Esta etapa é um marco da sua construção e uma manobra de extrema complexidade. Existem diversas formas de lançamento de navios, como lançamento lateral, carreira de lançamento, lançamento com guindaste e abertura do dique seco. A característica do tipo de navio e a tecnologia do estaleiro é o que define sua forma de lançamento. Uma das mais seguras, e também uma das mais modernas, é feita através do dique seco.

Uma vez efetuado o lançamento do navio, ele é movimentado até o cais, onde é realizado a etapa de comissionamento. No comissionamento, o navio passa a ser colocado em funcionamento, sendo testado de acordo com padrões pré-estabelecidos todos os seus sistemas e equipamentos. Nessa etapa, são realizados mais de 400 testes em parceria com o contratante, fornecedores de equipamentos e o fabricante do navio.

Ainda, no cais são identificadas e removidas todas as pendências de fabricação e de acabamento anteriores. Finalmente, o navio está pronto para a prova de mar, onde o navio faz uma viagem de 4 a 5 dias, e são realizados testes junto com a tripulação futura do navio. A última etapa é a entrega do navio ao seu armador e tripulação.

No Anexo A, é apresentada uma representação gráfica/desenho esquemático elaborado pela Transpetro (2013), com as principais etapas de construção do navio.

5 O ESTALEIRO ATLÂNTICO SUL

O Estudo de Caso objeto deste trabalho foi desenvolvido no Estaleiro Atlântico Sul, sendo que o uma apresentação histórica foi realizado na introdução no item 1.2. A apresentação do estudo de será feito considerando três fases distintas que serão explicadas a seguir.

5.1 FASE 1: A CONSTRUÇÃO DO EAS, A PRODUÇÃO DO PRIMEIRO NAVIO E A ADOÇÃO DA LÓGICA DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE NAVIOS NO BRASIL

O EAS foi fundado no ano de 2005 e logo começou-se uma fase de grandes desafios na organização. Era necessário construir a estrutura física do estaleiro além de produzir o primeiro navio.

5.1.1 Breve Descrição Histórica da Construção do EAS e da Produção do Primeiro Navio

No ano de 2007, foi inicializada a construção do Estaleiro Atlântico Sul. Na primeira parte da construção do EAS, foram terraplanados 1 milhão 620 mil metros quadrados. A partir daí, inicialmente, foi criada a estrutura para a fábrica de blocos e foi feita a instalação dos equipamentos de corte. Ainda, em 2007, começou a construção do dique seco, que foi projetado para atingir 12 metros abaixo do nível do mar. (BRANDÃO, 2014).

Em paralelo a construção do EAS, iniciou-se a produção do primeiro navio petroleiro SUEZMAX, nomeado João Candido (C001). Em 2008, foi feito o corte de chapas para a fabricação do navio e para a produção das submontagens e blocos.

O dique seco viria a ser concluído e entregue somente em novembro de 2009, o que não impediu o batimento de quilha do C001, que ocorreu em maio de 2009. Isto foi feito sem a utilização dos *Golliaths*, que ainda não haviam sido instalado. A sua primeira edificação foi, portanto, realizada com a movimentação de blocos para o dique seco, ou seja, não foi seguido no Navio C001 a estratégia de edificação de megablocos. (BRANDÃO, 2014).

A construção dos *Golliaths* teve seu início em 2010, tendo sido concluída em Junho de 2011. Com isto, o EAS passa a ter capacidade de produzir os navios conforme seu desenho conceitual original, seguindo a estratégia de edificação coreana associada aos megabloços. (BRANDÃO, 2014).

Porém, apesar de ter todos os recursos necessários para operar na estratégia de edificação de megabloços, O CEO comenta que: “[...] nenhum SUEZMAX foi feito pela lógica de megabloços completo, todos foram edificados de forma incompleta.” E segundo o CEO, “[...] apesar de ter todos os recursos, a gestão não tinha entendido como é a edificação via megabloços.” O CEO relata que foram feitas tentativas de movimentação de megabloços, porém não era formada a estrutura rígida e completa do megabloço. Dessa forma, o içamento era realizado de parte, que causava muitos reparos a serem feitos no dique. O CEO comenta que “[...] era içado o “megabloço” sem estar completo e rígido, sem o convés (bloco da família D) normalmente, isso fazia com que todas as dimensões e tolerâncias fossem alteradas”.

Em função de um conjunto de dificuldades objetivas ligadas ao processo de construção simultânea do estaleiro e do primeiro navio, associado a curva de aprendizado do EAS no tema da retomada da indústria naval no Brasil, o navio João Candido viria a ser entregue em maio de 2012 com um tempo de atravessamento/*lead time* de 45 meses (aproximadamente 4 anos). (MELO, 2012).

A entrega do primeiro navio pelo EAS para a Transpetro ocorreu com 21 meses de atraso, gerando muitas polêmicas sobre sua capacidade de navegação e sobre a verdadeira capacidade da indústria naval brasileira. Ou seja, essas ações do EAS geraram um conjunto amplo de críticas que extrapolou as fronteiras da Empresa. No ano de 2010, a Revista Veja - em sua edição de 30 de março de 2012 -publicou um artigo intitulado ironicamente de “Depois do trem-bala invisível, o governo inventa o navio que não navega”. Neste artigo, a Veja faz críticas fortes e diretas à política de incentivo a indústria naval. (NUNES, 2012).

Porém, o fato é que a saga do EAS foi lançada, o que leva a uma interpretação, do prisma da Engenharia de Produção, do paradigma taylorista/fordista adotado para a construção dos primeiros navios.

5.1.2 A adoção do Paradigma Taylorista Fordista: o Conceito de disciplinas e a Cultura das Frentes de Trabalho: a lógica da construção naval convencional adotada no EAS

Em função de sua experiência histórica, a gestão contratada para conduzir o EAS no começo de sua operação foi principalmente formada por antigos funcionários da década de 80 da indústria naval brasileira. Esse fato é muito importante na medida em que, segundo o PLA:

[...] a referência era a equipe principal que foi contratada para construir o Estaleiro [...] e todos tinha experiência naval. [...] Em função de sua experiência anterior com a indústria naval as práticas da convencionais foram adotadas com “núcleo de referência” para o sistema produtivo adotado no EAS. (PLA).

Pode-se dizer, então, que o sistema de produção constituído, bem como as principais características de gestão, para a produção dos primeiros navios no EAS foi embasado no modelo convencional da indústria naval da década de 80. O conceito da convencional, consonante com as práticas construtivas no Brasil nas décadas de 70 e 80 era orientado pela ótica das disciplinas, que segundo o PLA: “...as disciplinas é o conceito da indústria naval japonesa...”. As disciplinas em cena são: Estrutura, Pintura, Acabamento, Elétrica, Mecânica e Comissionamento. (PLA).

O DF3 comenta que: “[...] eles conduziram essa construção do navio como obra, então cada navio era considerado uma obra dentro do estaleiro, e funcionava exatamente como obra.”

O conceito de “disciplina” na indústria naval está diretamente relacionado com os tipos de trabalhos que tem que ser realizados no produto. De forma geral, a lógica da disciplina envolve profissionais que possuem conhecimentos técnicos específicos sobre determinado tópico, o que, considerado sobre a perspectiva teórica do Mecanismo da Função Produção, implica um olhar focado predominantemente na Função Operação. Sendo assim, em um mesmo local de trabalho existem duas ou mais equipes especializadas em diferentes disciplinas realizando tarefas diferentes. Por exemplo, na etapa de montagem de blocos, além da união de submontagens e painéis para formação do bloco, é necessário a instalação de acabamentos. Nesse setor, a “disciplina” de estrutura é responsável por montar o bloco, a ‘disciplina de mecânica’ é responsável por instalar os acabamentos mecânicos, e a disciplina de

elétrica de instalar os acabamentos elétricos. Importante salientar que cada uma das “disciplinas” respondia a um determinado departamento no âmbito da Estrutura Organizacional do EAS.

Essa dinâmica gerava conflitos na condução das diferentes tarefas. À título de exemplo, dentro da oficina era prioritário a execução da montagem de blocos (‘disciplina’ de estrutura). Dessa forma, existia uma clara tendência de que as ‘disciplinas’ ligadas ao acabamento ficassem em segundo plano. Segundo o PLA, uma dinâmica muito comum era: “**termina lá fora.**”, referindo-se à execução de instalações de *outfittings* que deveriam ser instalados dentro da oficina e, na prática, acabavam sendo executados na etapa de pré-edificação ou edificação.

Importante destacar que a estrutura hierárquica derivada da gestão por disciplina era consideravelmente verticalizada, ou seja, uma estrutura com muitos níveis hierárquicos. Em janeiro de 2014, o EAS possuía 12 diretores e 85 gerentes, a estrutura era organizada em 9 áreas (suprimentos, financeiro, engenharia, suporte a gestão, produção, operações, encomendas e gestão de pessoas), sendo que em algumas gerências, a estrutura era duplicada entre um gestor brasileiro e um gestor japônês.

O GPLA comenta sobre a estrutura de PPCP: “[...] naquela época o planejamento era dividido em três gerências, três grandes áreas, que era o planejamento macro, era o planejamento tático, que a gente chamou de planejamento de controle.” A visão da estrutura no EAS: “[...] muito departamental. E naquela ocasião era centralizado.” a departamentalização aumenta a estrutura hierárquica, e causa distanciamento entre a produção e as áreas de apoio.

Na visão do GPLA, as estruturas de apoio eram vistas pela produção de forma equivocada: “[...] quem trabalhava com PCP era melhor que a produção, era superior.”, essa visão “elitista” é clara no sistema taylorista/fordista em que alguns são pagos “para pensar” e outros são pagos “para produzir”.

Segundo Antunes et. al. (2008), as operações constituem-se do acompanhamento do sujeito do trabalho (máquinas e trabalhadores) no tempo e no espaço. Esse conceito passa a ser entendido após a divisão do trabalho proposta por Taylor. A visão de Taylor está centrada na obtenção da melhor produtividade na operação, e pode ser chamado de paradigma da administração da produção baseado nas Operações. (ANTUNES et al., 2008).

É a proposição da lógica do tipo “um homem/um posto/uma tarefa” (Taylor), quando possível executada numa linha de montagem (Ford), é parte do paradigma da administração da produção baseado nas Operações. (ANTUNES et al., 2008). Antunes et. al. (2008) comenta que a Departamentalização dos setores de apoio, o busca da produtividade a partir de ótimos locais são complementares ao entendimento dos conceitos taylorista.

A estrutura de gestão por disciplinas é portanto, tipicamente taylorista. Isso porque as respectivas ‘disciplinas’ buscam o melhor arranjo e produção para a sua ‘disciplina’ em específico, na maior parte das vezes, em detrimento de uma visão global e sistêmica do sistema produtivo. Adicionalmente, existe a adoção de um sistema de indicadores cujas métricas principais privilegiam o desempenho das ‘disciplinas’.

Outro ponto relevante a considerar consiste no conceito de ‘frente de trabalho’. Segundo a NR18, frente de trabalho pode ser definido como a: “área de trabalho móvel e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. Adicionalmente, a NR18 define canteiro de obras como: “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. (GUIA TRABALHISTA, 2017).

O DF3 exalta que:

Então a grande expressão que dava era a frente de trabalho, então o objetivo até ali era abrir frente de trabalho, quanto mais frente de trabalho eu abrisse mais gente eu colocava a trabalhar nesse negócio. Então não tinha nenhum conceito de engenharia de produção, por fluxo de produção e sim por obra, era o conceito de fazer obra. (DF3).

A cultura de canteiro de obra, típica das atividades de construção civil no Brasil, está ligada à execução de tarefas. Segundo o DENG, neste período histórico, o “Estaleiro era considerado canteiro de obra”. Mais amplamente até então “[...] Toda indústria naval ela sempre era concebida como canteiro de obras...”. Tendo como base esta concepção não existiria propriamente um ‘posto de trabalho’, mas sim uma determinada frente de trabalho onde a alocação de recursos é baseada no conhecimento necessário de cada uma das disciplinas. Adicionalmente, existe uma dinâmica do sistema produtivo com foco na frequente mudança no local de trabalho. Daí deriva, segundo o diretor de engenharia, o fato de que: “[...] então não tem uma ideia de padronização e, assim, vamos atacando aonde é que é mais crítico”. (DENG).

A cultura técnica das frentes de trabalho, associada à estrutura organizacional por disciplinas, implica uma divisão das tarefas claramente estabelecida. Por exemplo, a ‘disciplina’ de Elétrica realiza somente as operações referentes a seu escopo específico e claramente delimitada e suas frentes de trabalho se movimentam entre o cais, dique, pré-edificação e oficina. Porém, a estrutura de gestão é do tipo departamental com foco único nas atividades de escopo elétrico. Uma implicação relevante é que as ações de cada disciplina tendem a não serem utilizadas na devida sincronia para a construção do navio. Por exemplo, ao necessitar executar uma tarefa de acabamento na oficina, a disciplina de acabamento necessita movimentar seus equipamentos de solda, mesmo existindo diversas máquinas de solda na oficina.

Finalmente, a sincronização das diferentes frentes de trabalho visando cumprir um cronograma unificado é extremamente complexo. Isso tende a ocasionar baixa eficiência a utilização dos profissionais, muitos retrabalhos, atrasos e baixa produtividade global do pessoal.

À título de síntese crítica deste item, é essencial sinalizar que a estrutura verticalizada, completamente baseada nas disciplinas e seguindo a cultura técnica das frentes de trabalho adotada nesta etapa histórica do EAS, e típica dos Estaleiros brasileiros nas décadas de 80 e 90, constitui-se em uma evidência central e objetiva para caracterizar este período como diretamente associado ao paradigma e sistema taylorista/fordista com todas as suas implicações no âmbito da gestão, da produção e dos resultados econômico-financeiros obtidos. (ANTUNES, 1998).

5.1.3 Os modelos de medição tradicional da indústria naval brasileira

A indústria naval envolve uma quantidade relativamente elevada de investimentos por parte do comprador. Da mesma forma, por parte do fabricante se faz necessário uma elevada quantidade de fluxo de caixa para operacionalizar a produção. Visando minimizar o risco por parte do comprador e por parte do fabricante, usualmente as contratações ocorrem mediante um modelo de pagamento, que nesse trabalho será chamado de **modelo baseado em eventos**.

O modelo baseado em eventos é amplamente utilizado na indústria naval mundial. Segundo o GCON, seu entendimento é simples dado que “o contratante paga 20% em cada evento”, sendo os eventos: a) assinatura do contrato; b) corte da primeira chapa; c) batimento de quilha; d) lançamento; e) entrega.

Esse modelo foi o que vigorou na indústria naval brasileira durante toda a década de 80, tendo sido estendido até os anos 2000. O modelo baseado em eventos, apesar de tentar minimizar os riscos de investimentos e a necessidade de fluxo de caixa, acaba ocasionando uma série de riscos para o contratante, como por exemplo:

- a) o evento de corte da primeira chapa tende a ser acelerado para receber mais uma parcela do contrato, mesmo sem que estivessem disponíveis todos os planos de corte necessários para os processos seguintes.
- b) o batimento de quilha, por mais que existam critérios de caracterização desse evento, podem fazer com que o fabricante bata quilha de um bloco sem ter os demais para continuar a edificação, assim recebendo mais 20% do contrato.
- c) mesmo sem um adequado nível de acabamento interno e sistemas operando, o fabricante pode realizar o lançamento do navio e receber outra parcela.

Portanto, o modelo baseado em eventos tende a influenciar as decisões no sentido da aceleração da realização dos eventos sem que exista uma real condição técnica para isso, gerando uma postergação de tarefas essenciais. Como resultado da adoção deste modelo, o GCON comenta que: “hoje no Rio de Janeiro tem pelo menos 6 navios abandonados”, e complementa com observações empíricas que apontam para o fato de que “são navios sem hélice, sem leme mas que foram lançados mesmo assim”. Como o GCON exemplificou, ao realizar o lançamento, o fabricante recebe 80% do contrato e acaba por nunca entregar o navio.

O GCON comenta que essas manobras contratuais “realmente aconteceram” e acabaram por manchar a imagem da indústria naval no país. Pode-se sintetizar que essas práticas, do prisma da realidade empírica, mostraram-se destrutivas ao longo prazo para os fabricantes de navios no Brasil.

Influenciados pelo passado da indústria naval brasileira, o PROMEF não seguiu o modelo baseado em eventos, como ocorria em geral. Os contratos do PROMEF seguem o que nesse trabalho será chamado de **modelo de avanço físico**. Segundo o GCON, “esse é o modelo de medição da indústria *off-shore*” no país.

Para entendimento do modelo de avanço físico sua caracterização, será detalhada:

- a) cada uma das linhas da EAP representa um percentual determinado de avanço físico que, quando completado, resulta no pagamento do percentual determinado;
- b) existem diferentes critérios para medição de cada uma das disciplinas da EAP. À título de exemplo a estrutura, é “paga” com avanço físico medido em toneladas; a pintura é “paga” com avanço medido em m² pintados; a fabricação de *outfittings* é “paga” com avanço físico em toneladas produzidas; e a montagem de *outfittings* com número de *outfittings* montados;

Esse modelo de medição está conectado com um conceito de Estrutura Analítica de Projeto - EAP, numa lógica de projeto. A Figura 38 apresenta um recorte da EAP contratual, em que é possível observar o detalhamento para a produção.

Figura 38 – Recorte da EAP Contratual

C.010 - ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO		mai/17			
ITEM	DESCRIÇÃO	NÍVEL			
		1	2	3	4
1.1	PROJETO		0,67%		
1.2	ROYALTIES		1,22%		
1.3	SUPRIMENTOS		50,43%		
1.4	PRODUÇÃO		18,04%		
1.4.1	Estrutura			47,23%	
1.4.1.1	Processamento				10,00%
1.4.1.2	Montagem				55,00%
1.4.1.3	Edificação				33,00%
1.4.1.4	Teste Estrutural (Pneumático)				2,00%
1.4.2	Máquinas			7,33%	
1.4.3	Redes e Tubulação			9,69%	
1.4.4	Electricidade			3,86%	
1.4.5	Acessórios de Casco e Convés			6,66%	
1.4.6	Acabamento e Acomodações			4,63%	
1.4.7	Tratamento e Pintura			15,48%	
1.4.8	Apoio			5,13%	
1.5	DESPESAS		29,63%		

Fonte: Arquivo interno (2017)

Na visão do GCON, a adoção do modelo de avanço físico pode, também, “gerar distorções”, além de implicar o “esforço administrativo para comprovar o avanço”. As ‘distorções’ que o GCON comenta se referem a adição de uma visão local dos indicadores da EAP. No entendimento do GCON, e consonante com as perspectivas teóricas propugnadas pela Teoria Das Restrições e o Sistema Toyota de Produção,

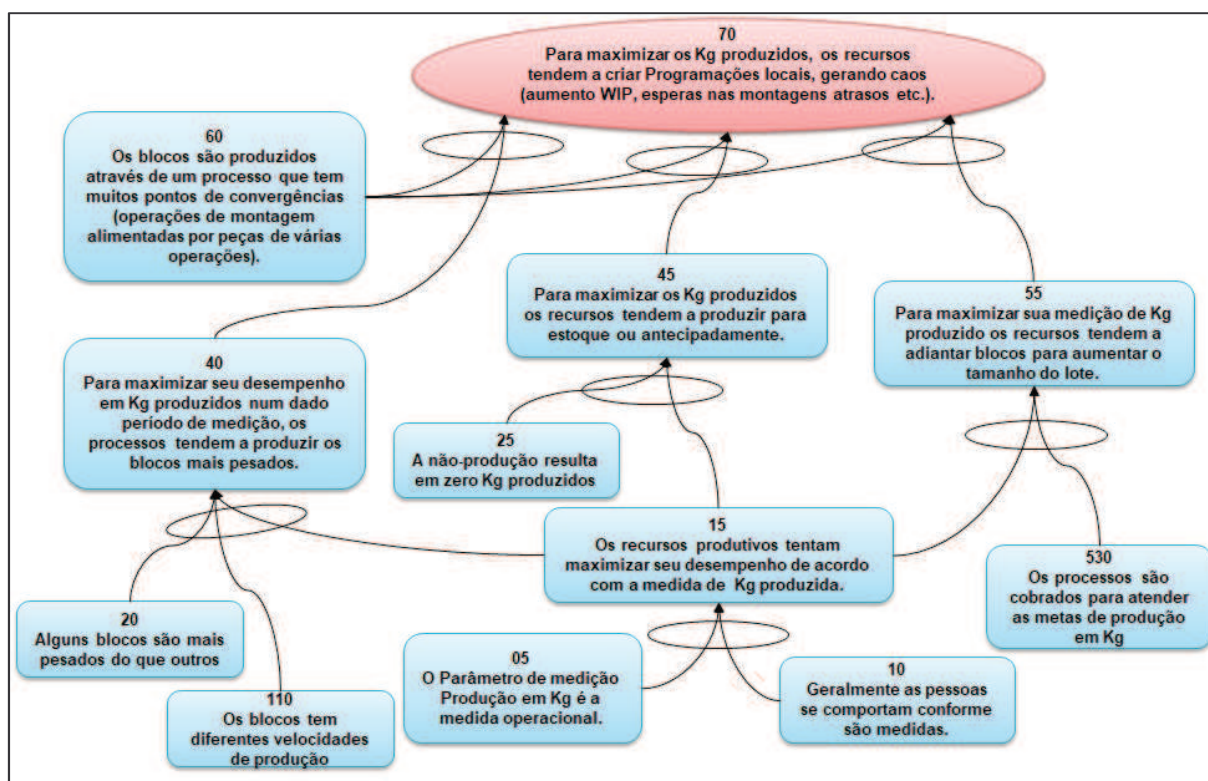
“perseguir faturamento, sem considerar o todo gera superprodução e com ela todas suas outras perdas”. Existem alguns símbolos a serem considerados. Nesse sentido, segundo o GCON, existem alguns “exemplos lendários”, em que, por exemplo, “as letras que compõem o nome do primeiro navio tiveram que ser cortadas 3 vezes, porque nunca foram cortadas na hora certa”. Mais genericamente, é o que é chamado no EAS de ‘reprocessamento’ que nada mais é que cortar novamente os planos perdidos. À título de exemplo, segundo o GCON, “foram mais de 2 mil toneladas no primeiro navio” reprocessadas.

Segundo o GCON, o modelo de medição de avanços físicos influencia a fábrica de “uma maneira muito perversa”, porque segundo ele a: “a lógica de produção não é a lógica do contrato”. Mais precisamente, a adoção, por razões econômico-financeira, da lógica de medição do contrato “não está ligado a melhor lógica de produção”. Como caracterizado na seção 5.1.3, o modelo convencional (baseado em eventos), também possui uma série de restrições e imperfeições. Para isso, o GCON comenta sobre qual, no seu ponto-de-vista, o melhor método de medição, “ambos causam distorções, se o fabricante usar com o “espírito errado”.

Para melhor entender a influência ‘perversa’ que o modelo de medição do PROMEF tem nas fábricas, foi desenvolvido uma ARA (Árvore da Realidade Atual) para o processo de fabricação de blocos. O ARA é uma das ferramentas do processo de pensamento da Teoria das Restrições, sendo utilizada para diagnosticar causa e problema-raiz. (ANDRADE et al., 2006). O objetivo principal da Árvore da Realidade Atual é a definição dos problemas centrais encontrados em um sistema específico. (LACERDA; RODRIGUES; SILVA, 2009)

Dessa forma, visando a entender a questão do modelo de medição, é apresentada na Figura 39 uma ARA.

Figura 39 – Árvore da Realidade Atual indicadores de Medição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 39, é possível verificar um conjunto de relações de causa e efeito existente. Isso ocorre partindo do pressuposto inicial que ‘geralmente as pessoas se comportam conforme são medidas’, segundo a lógica do Processo de Pensamento da TOC (PP da TOC), proposto por Goldratt. Partindo desse pressuposto, aliado ao processo de medição em peso produzido e que os blocos tem diferentes pesos, a ARA se desenvolve ao ponto de resultar em programações locais sem, necessariamente, ter uma conexão satisfatória com o ‘ótimo global do sistema’. Esse fato tende a gerar uma total e completa falta de sincronização, com aumento do estoque em processo e das esperas entre os processos.

O Quadro 7 apresenta uma síntese comparando os Modelos de Medição Baseado em Eventos (Convencional) e do Avanço Físico (PROMEF).

Quadro 7 – Comparação entre Modelos de Medição

MODELO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Baseado em eventos (convencional)	– Facilidade de medição; – Menor influência do contratante no fabricante;	– Eventos muito genéricos; – Interpretação sobre eventos empírica; – Efeito “navio abandonado”; – Postergação para acelerar eventos;
Avanço físico (PROMEF)	– Proteção do contratante;	– Esforço administrativo para comprovar medição; – Distorce lógica de produção; – Foco no ótimo local e não na composição do produto final.

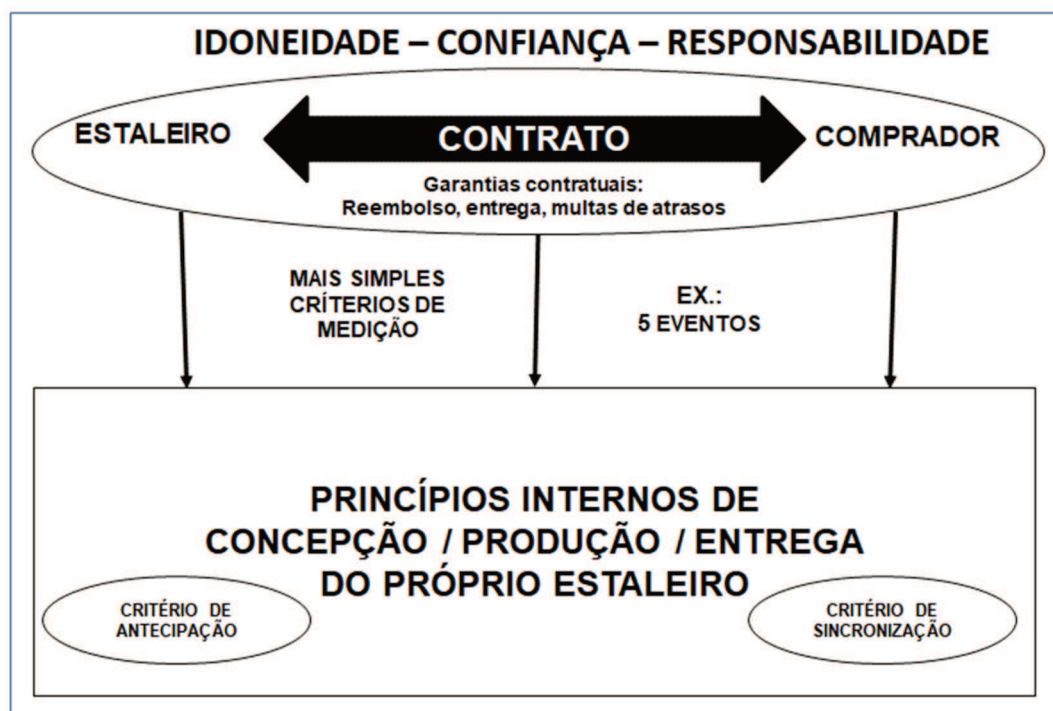
Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, a caracterização do modelo de medição por avanço físico, do PROMEF e dessa forma do EAS, faz-se necessário para melhor entender o estudo de caso realizado.

Em linhas gerais, e como apresentado anteriormente, parece haver evidência de que a indústria naval brasileira não tem maturidade e credibilidade suficiente para ser medida pelo método baseado em eventos. Porém, o método adotado no PROMEF causa impactos significativos se a gestão do estaleiro buscar prioritariamente o faturamento, sem colocar como elemento central os critérios de produção diretamente associados à busca sistemática da sincronização da produção.

Na visão do GCON, existe o processo de medição e contratual poderia ser facilitado partindo de premissas básicas, como a idoneidade de ambas as partes, o que tende a gerar a confiança necessária para reduzir os custos de transação entre o comprador e o estaleiro. Suas considerações foram sintetizadas na Figura 40, que visa apresentar um modelo conceitual de contratação e medição. Partindo inicialmente da idoneidade, confiança e responsabilidade das partes.

Figura 40 – Proposição de forma de contrato e medição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o GCON, tendo garantias contratuais, o que é uma tarefa inicial fundamental na negociação entre o estaleiro e o comprador, a forma de medição deve ser a mais simples possível (como o modelo convencional de 5 eventos). A ideia perseguida, em verdade um pressuposto central do novo modelo proposto, é que não cabe ao comprador e ao contrato interferir no princípio internos de concepção e produção dos navios. Em outras palavras, seria papel do estaleiro definir seus critérios de produção tendo a lógica da antecipação e sincronização sempre em mente, como foco principal da construção dos sistemas produtivos.

5.2 FASE 2: A CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS BÁSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS (SPE)

Em julho de 2014, o novo presidente assume. Isso marca o começo de uma nova fase no EAS. Com longa carreira no setor de autopeças, o novo CEO representa uma mudança de cultura e de conceitos para a indústria naval brasileira. Trazendo consigo uma série de profissionais com amplo conhecimento em conceitos tradicionais de engenharia de produção. Na busca de transformar a cultura do EAS voltada para resultados.

A seção 5.2 pretende abordar os elementos básicos para a implantação do sistema de produção EAS (SPE), sem este primeiro passo o esforço para implantação seria amplamente maior.

5.2.1 A Criação do SPE

Apesar de comprovado conhecimento aprofundado em termos de sistema de produção do CEO, sendo uma evidência disto o fato de ter trabalhado durante anos ao lado do autor do livro *“The Toyota Way to Lean Leadership”*, Gary L. Convis, a sua contratação foi aceita pela JMU (na época acionista do EAS), sob a condição de que ele fosse enviado ao Japão para um treinamento/capacitação em engenharia e indústria naval.

Dessa forma, assim que contratado o CEO foi ao Japão para visitar 9 estaleiros do grupo JMU, e entender em profundidade os processos da indústria naval. Seu treinamento foi conduzido pelo alto quadro de gestão da JMU no Japão.

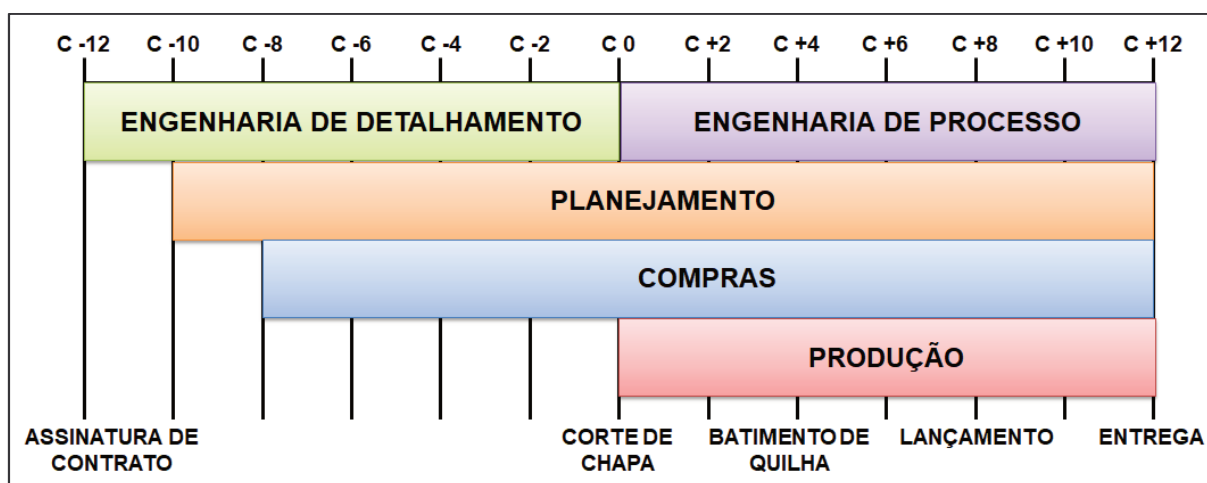
O CEO destacou três pontos na sua visita ao Japão como as principais aprendizagens:

- a) o entendimento da linha do tempo do projeto até a entrega – para construir um navio é necessária uma etapa de projeto de engenharia de produto e engenharia de detalhamento. De forma que o sucesso na produção lucrativa, passa por uma etapa de detalhamento coerente a atender as especificações do estaleiro construtor, ou seja, a linha do tempo começa normalmente 12 meses antes do início da produção nos primeiros processos da fábrica;
- b) a tríade engenharia-compras-planejamento – a importância de um projeto detalhado e aderente ao estaleiro é tamanha, que na visão do CEO “[...] a JMU tem uma fábrica de projetos [...] engenharia, compras e planejamento estão juntos lado a lado”. O CEO destaca também que “[...] em todos os estaleiros da JMU existia mais de 100 pessoas na engenharia de detalhamento”.
- c) o conceito de edificação japonês – o CEO comenta que “[...] nenhum estaleiro da JMU tem *Golliaths*, nenhum edifica com megabloco”, essa constatação foi necessária para que todo o conhecimento passado com os treinamentos não fosse diretamente implantado no

EAS, seria sempre necessário pensar modificações que se adaptassem à lógica de edificação. Como comentado na seção 5.1, o EAS também tinha uma estratégia de edificação de blocos.

Na visão do CEO, o entendimento de que o projeto começa em geral muito antes da início da produção foi o que mais chamou a atenção, como particularidade/especificidade da indústria naval. Para melhor exemplificar isso, a Figura 41 apresenta uma linha do tempo (*lead-time* total) das principais atividades necessárias para a fabricação do navio.

Figura 41 – Linha do tempo da produção na indústria naval



Fonte: Elaborado pelo autor.

Anterior ao período “C-12”, existe o processo de engenharia de produto. A partir da assinatura do contrato, inicia-se o detalhamento do projeto, que se estende até o início da operação/fabricação (C-0). Os processos de planejamento e compras começam um bom tempo antes dos processos de produção, para poder suportar de forma aderente o atendimento dos *lead-times* planejados.

Esse primeiro gesto da JMU, frente ao novo CEO, mostra como a cultura japonesa tem uma importante relação com a transferência de conhecimento e aprendizagem em suas organizações. O CEO destaca que: “[...] é muito gratificante ser recebido pelo COO da JMU para te explicar como eles fazem o processo de planejamento.”

No sentido de criar um processo de geração de conhecimento interno, na volta da sua expedição ao Japão, o CEO criou um grupo dentro do EAS chamado EPS – EAS *Production System* ou Sistema de Produção EAS. Nas palavras do CEO, “[...] o

EPS foi criado para desenvolver o ‘jeito EAS’ de produzir”. Esse grupo era formado por uma equipe de jovens gestores do EAS, com experiência naval e pela gestão da JMU. Visava, dessa forma, transferir o conhecimento do parceiro tecnológico para a equipe EAS.

Na iniciativa de formação do EPS foram enviadas 14 pessoas ao Japão. O GCON era o responsável pela iniciativa EPS, e comenta:

As visitas aos estaleiros japoneses nos deram acesso que dificilmente voltaremos a ter. Além das instalações, ferramentas e outros pudemos ver os diversos processos em execução. Em minha opinião, a maior lição foi a importância do planejamento de construção – não os cronogramas, mas o detalhamento da estratégia de construção – divisão de blocos, material de margem, planejamento de andaimes, acessos temporários e outros. Grande parte nos foi transmitida através do EPS e consolidada no grupo de Engenharia de Produção. Também foi importante observar o processo de planejamento meticuloso e registro detalhado dos resultados para feedback do processo. (GCON).

A iniciativa conceitual do EPS mostrou problemas em sua execução na fábrica, uma vez JMU tinha uma visão de produção japonesa (construção em blocos) e o EAS tinha sido projetado pela SHI com recursos do modelo de produção coreano (construção de megablocos). Essa divergência causou conflitos, ao ponto que o CEO comenta que: “nenhum megabloco foi edificado corretamente no SUEZMAX”. Os desafios do EPS viriam a ser consolidados somente depois de um considerável amadurecimento dos profissionais do EAS em relação aos conceitos inerentes a construção do Estaleiro, baseados na ótica coreana dos megablocos.

Outro ponto destacado pelo CEO é que “[...] os japoneses tinham uma visão pouco prática e muita dificuldade de adaptação ao modelo do EAS.”, isso acabou impactando em muito o planejamento e desenho gerais de processos, mas poucas melhorias efetivamente implementadas e consolidadas no EAS. De forma geral, o grupo do SPE apoiou o processo de amadurecimento do EAS, mesmo que numa visão mais de planejamento, muito se dá diretamente pelo EAS ser uma empresa muito jovem em comparação a JMU e estaleiros no Japão.

5.2.2 Criação e Gestão das mini fábricas no EAS

Uma mudança era necessária no EAS na medida em que nos Demonstrativos de Resultado do Exercício de 2014, o prejuízo operacional antes do resultado financeiro e impostos sobre o Lucro, foi de 163 milhões de reais (EAS, 2016). O DENG

comenta que, para alterar os resultados econômico-financeiros, era preciso alterar significativamente a estratégia da organização como um todo, e da estratégia da empresa em particular, portanto:

[...] então no passado a cada navio que saía daqui, saía um navio de prejuízo. Hoje o Estaleiro está ganhando dinheiro fabricando navio. Por quê? Porque a gente trabalhou a estratégia da organização. [...] a estratégia “eu vou sair de um modelo de produção de canteiro de obra pra um conceito de posto de trabalho, conceito de linhas de produção” [...] quando a gente veio aqui o Estaleiro tinha 6 mil e 700 funcionários, tinha muita gente, um altíssimo desperdício [...] levava 2,4 anos um navio. Hoje com 3 mil e 600 está fazendo três navios por ano. [...] Três navios por ano com 3 mil e 600 contra 6 mil e 700 pra fazer um navio a cada 2,4 por ano. (DENG).

Além das questões associadas à estratégia, era necessário mudar a cultura do EAS. Inicialmente o DENG classifica o EAS como possuindo uma ‘Cultura de canteiro de obra’, sendo necessário uma transformação profunda no sentido de gerar uma ‘Cultura voltada para resultado usando a redução de desperdício’. O DENG esclarece a necessidade de mudança, porque se ele não fizesse isso o “Estaleiro ia quebrar. O grande trunfo foi [...] uma cultura para buscar resultados.”. O DF3 também comentou que: “acho que a primeira grande atividade nossa foi eliminar a expressão obra e partir pra expressão produção”.

No sentido da mudança a nova gestão do EAS, conduziu uma modificação na estrutura organizacional, ou seja, ocorreram mudanças na hierarquia da empresa. Em 2014, a estrutura deixou de ser concebida por disciplinas (no modelo taylorista/fordista) e passou a ser organizada em mini fábricas, no modelo inicialmente proposto por Skinner (1974).

Skinner (1974) propôs que as fábricas focalizadas⁶ seguissem os conceitos: i) diferente formas de competição (além de custo); ii) *trade-off* entre as formas de competição; iii) a simplificação e repetição geram competências. (SKINNER, 1974).

De acordo com Skinner (1974), as fábricas focalizadas apresentam menores custos de produção, maior produtividade e menor *lead time* em comparação as fábricas tradicionais. (DUPONT, 2011). Segundo Antunes e Alvarez (1995) apud Dupont (2011), “a focalização, com a formação de mini fábricas, apresenta vantagens importantes do ponto de vista gerencial e da melhoria do fluxo produtivo”. (ANTUNES; ALVAREZ, 1995, p. 211).

⁶ Inicialmente chamadas de fábricas focalizadas e passaram a ser chamadas de mini fábricas posteriormente.

Algumas vantagens da adoção dos conceitos de mini fábricas: a) o gerenciamento se torna mais simples; b) a comunicação dentro da mini fábrica se torna melhor; c) os níveis hierárquicos podem ser diminuídos; d) a motivação de pessoas se torna mais simples; e) a implementação de melhorias é facilitada; e f) o setor de PCP é descentralizado e simplificado. (HARMON; PETERSON, 1991).

A mudança de estrutura organizacional começou em novembro de 2014. Neste mês, as mini fábricas começaram a ser montadas, sendo que os setores de apoio (Recursos Humanos, PCP, planejamento, qualidade e segurança) passaram a ser descentralizados. Ou seja, as estruturas de apoio passaram a se tornar geridas sob a responsabilidade do gerente da mini fábrica correspondente. As mini fábricas passaram a adquirir considerável autonomia da ótica da gestão dos recursos envolvidos.

Com isso foi possível reduzir os anteriores 12 diretores para somente 4 diretores (Operações, Novos negócios, Financeiro e Jurídica). Impactando também no número de gerentes, que reduziu de 85 gerentes para 24. Uma redução de 66% no número de diretores e de 70% no número de gerentes

O PLA comenta que a alteração da estrutura de disciplinas para as mini fábricas foi: “Bem radical. E isso teve muitos benefícios [...] na minha visão, foi o melhor controle das atividades de toda a construção do navio.”.

A Figura 42 apresenta uma vista superior das mini fábricas, com seus respectivos posicionamentos dentro da planta do EAS.

Figura 42 - Vista da nova estrutura de mini fábricas



Fonte: Elaborado pelo autor.

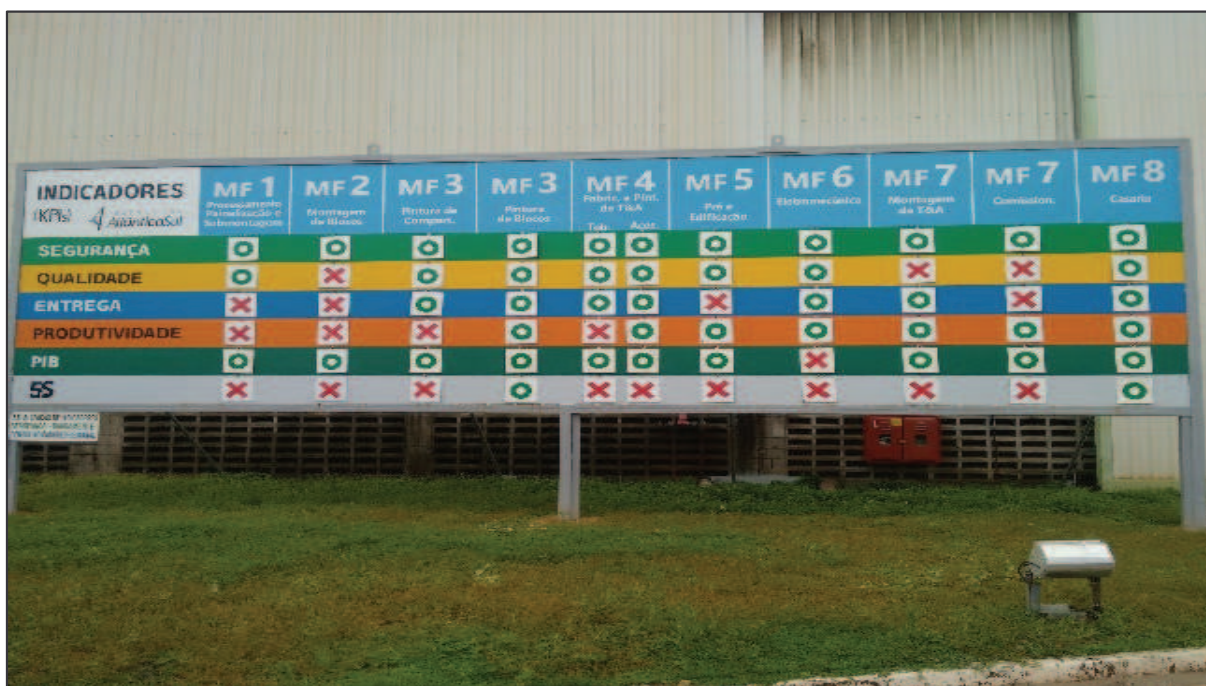
Com as mini fábricas claramente estruturadas e independentes, foi possível criar KPIs para cada uma. O DENG salienta que: “[...] cada área (mini fábrica) ganhou uma cota de quantas horas que tinham que fabricar, ou seja, quantos HH por toneladas”. E cada KPI estava relacionado com o modelo de medição do PROMEF, e dessa forma trazia consigo todas as relações de causa e efeito apresentados na Figura 39.

Como cada mini fábrica possuía um KPI diferente, à título de exemplo, a MF2 (Montagem de Blocos) tinha como KPI “toneladas produzidas” e a MF3 (Pintura de blocos) “m² pintados”. No entanto, é relevante destacar, de uma ótica crítica, que os diferentes KPIs adotados pelas distintas mini fábricas tenderam a criar um conflito entre as mini fábricas, no sentido em que o melhor indicador para uma delas não é necessariamente o melhor para a seguinte, em função dos aspectos ligados a sincronização da produção. E seguindo a heurística da TOC: “diga-me como me medes que te direi como me comportarei”, leva ao fato empírico de que os gestores em suas tomadas de decisão tendam a buscar aumentar as suas respectivas produções em termos quantitativos (busca dos ‘ótimos locais’) em detrimento de focarem suas decisões/ações na busca da sincronização entre as mini fábricas.

Visando a minimizar este tipo de situação, segundo o GPLA, existia uma tentativa de integração das mini fábricas por meio de reuniões diárias envolvendo todas as MF, reunião chamada de “pregão”: Segundo as palavras do GPLA, “Eles estão integrados, mas a informação não flui de maneira rápida entre as mini fábricas”.

Nesta etapa de desenvolvimento do sistema produtivo do EAS cada mini fábrica, começou a ser avaliada mensalmente a partir de 6 critérios, a saber: a) segurança – número de acidentes, cuja meta é zero acidente; b) qualidade – percentual de refugos gerados; c) entrega – aderência ao plano; d) produtividade – HH empregado na produção; e) Programa de ideias a bordo⁷; e f) 5S – avaliação da auditoria de 5S. A Figura 43 apresenta uma fotografia do painel de indicadores das mini fábricas.

Figura 43 – Painel de indicadores das mini fábricas



Fonte: Arquivo interno

O painel de indicadores era localizado na entrada do EAS. A ideia proposta era de que todos os colaboradores visualizassem, todos os dias, ao chegarem no local de trabalho, estes indicadores. A implantação do painel de indicadores das mini fábricas foi importante no sentido de evidenciar visualmente a cultura que estava sendo criada, de avaliação dos resultados e a gestão por indicadores. De outra parte, a partir de

⁷ Programa de ideias a bordo – é uma iniciativa do EAS em os colaboradores incluírem ideias para melhorias dos processos.

uma observação de cunho crítico, a lógica do tipo de indicador adotado tendia a criar uma cultura mais voltada a obtenção dos ótimos locais onde se prioriza o melhoria dentro da mini fábrica e não, necessariamente, do EAS como um todo, que depende significativamente da priorização das melhorias na Função Processo, mais especificamente na sincronização da produção. O gerente de planejamento (GPLA) comenta a mudança na estrutura dizendo que:

[...] nessa ocasião mudou radicalmente porquê? Qual era o conceito da mini fábrica? É ser uma fábrica independente. Então toda a cadeia de ajuda fazia parte da fábrica, inclusive o planejamento e o PCP. Então naquele momento o planejamento operacional, que era o PCP já estava centralizado, aí descentralizou novamente. Então eles foram responder pela produção, mas cada um nas mini fábricas. [...] naquela ocasião era oito mini fábricas. [...] no meu entendimento a gente perdeu um pouco aquela integração com os PCPs. [...] diminuiu a distância do PCP com a fábrica, até porque o PCP estava dentro da mini fábrica, porém criou-se barreiras virtuais e até barreiras físicas mesmo de integração dos PCPs. Porque mesmo sendo fábrica independente, uma fábrica integra com a outra, uma fábrica é predecessora da atividade da outra. [...] começou a se criar elos ali em torno das mini fábricas que, na minha opinião, em determinado momento, impactavam no todo, era uma coisa muito bem setorial, [...] local e não global. E até os indicadores cada fábrica acabava criando o seu. [...] era ótimo local. (GPLA)

De forma geral, a implantação das mini fábricas trouxe significativos benefícios nos controles locais de produção e na produtividade do EAS. Ainda, observou-se uma redução da estrutura de apoio, diminuição da verticalização da estrutura e benefícios na simplificação da gestão do EAS. Porém, como muito bem comentado pelo GPLA, tendo uma visão mais ampla do EAS, os impactos de integração entre as mini fábricas e o projeto acabaram impactados negativamente.

5.2.3 Elementos para a transformação cultural do EAS: A nova lógica de gestão baseada no quadro hora-hora

Na Fase 1 do EAS, dominada pelo paradigma taylorista, existiam um total de doze diretorias no EAS. De acordo com o PLA, isso “tornava o processo moroso, além de ter um custo elevado para a organização”. Com a adoção das mini fábricas, ocorreram diversos ganhos no sentido de horizontalizar a estrutura organizacional. Passou-se então a ter 4 diretorias, a saber: Engenharia e Planejamento, Produção, Recursos Humanos e Jurídico.

Como o *lead time* de produção de um navio é extenso, muitas vezes, se torna difícil saber se o ritmo de produção definido pela demanda está sendo seguido. Para

isso, a direção do EAS criou um padrão de reuniões onde era explicitado o real desdobramento dos indicadores e controles. Isso implicou o desenho de um encadeamento entre a estratégia geral da produção passou a ser alinhada o máximo possível com o chamado ‘quadro hora-hora’. O Anexo B apresenta o padrão de reuniões proposto.

O padrão de reuniões era rigorosamente seguido por todos na organização. Nele se tornou possível obter todas as informações relevantes necessárias para suportar a proposição de gestão do EAS e, também, melhorar significativamente os processos de comunicação entre os profissionais. Este padrão possuía as seguintes informações:

- a) reunião: é o nome dado a reunião em questão;
- b) participantes: quem são as pessoas necessárias para a realização da reunião;
- c) sistema: qual o é o *drive* de comunicação da reunião, podendo ser desde o quadro hora-hora até a maquete;
- d) local: localização da reunião;
- e) frequência: quando e em que horário deve ser realizado a reunião;
- f) duração: tempo da reunião;
- g) objetivo: objetivo da reunião.

O padrão de reuniões, exposto com mais detalhes no Anexo B, foi criado na perspectiva do DF3 para suprir as necessidades de controle que devido ao *lead time* extenso proporcionam dificuldades em saber se “estão ou não no prazo” as atividades planejadas. Segundo ele:

Então pegar um produto de 15 meses, se eu não tiver um sistema de gestão diário como é que eu vou garantir um *lead time* de 15 meses? Vou perdendo minutos e horas ao longo do tempo que quando chegar 15 meses depois virou três meses de atraso. Se eu estou perdendo um hora eu perdi no total quanto lá na frente. [...] como é que a gente faz pra não perder o controle disso? Tem todo um sistema hora a hora feito por líder de produção. Então cada líder de produção a cada hora tem que preencher o quadro dele. Então ele tem a meta da hora e ele coloca o realizado. Duas vezes por turno o supervisor passa por esses quadros pra ver se as metas estão sendo cumpridas. Por quê? Porque ele ainda dentro do turno tem que fazer a contramedida pra recuperar. Então isso é pra garantir que lá na frente meu *lead time* está ok. E uma vez reunião de KPI aonde tem segurança, qualidade, entrega, custo, o gerente da fábrica verifica como é que foi o resultado do dia, do dia anterior porque talvez ele tenha que tomar uma ação ali porque o gerente faz a semana então por exemplo assim, durante a semana se o líder não recuperou, muito provavelmente o gerente vai ter que no sábado, pra fechar aquela semana. Então eu tenho que garantir a hora. (DF3).

Essa lógica de gestão tendeu a aprimorar no EAS sua capacidade de fazer com que a informação reportada pelo operador no quadro hora-hora resulte em informações qualificadas para os gerentes que, semanalmente, em frente a maquete, explicitam as informações necessárias para a diretoria. De forma geral, esse modelo tem se mostrado muito eficaz, embora o seu funcionamento não esteja integrado com o sistema informatizado de gestão do EAS.

O elemento do quadro hora-hora é uma implantação oriunda da indústria automobilística, o CEO destaca que “[...] depois do meu treinamento um dos executivos da JMU esteve aqui no EAS e ficou muito impressionado com o quadro hora-hora”. Esse elemento, mais que simplesmente uma nova forma de controle, foi central para que tenha se tornado possível a transformação da cultura da empresa de ‘canteiro de obra’ para uma ‘cultura de produção voltada para o resultado’.

5.2.4 Elementos para a transformação cultural do EAS: o 5S

Os conceitos e aplicações do 5S são amplamente conhecidos na literatura acadêmica. No entanto, achou-se relevante inserir um tópico referente a esse assunto, devido ao impacto que esta abordagem teve no processo de transformação da cultura organizacional do EAS. O 5S foi um marco, em especial para a base operacional, para as ações futuras do sistema de produção do EAS.

Segundo Marshall Jr et al. (2010), o 5S é uma filosofia voltada para a mobilização dos colaboradores, através da implementação de mudanças no ambiente de trabalho, visando a eliminação de desperdícios.

O objetivo do 5S consiste em mudar a cultura da organização, incentivando a criação de grupos de trabalho, procurando tornar o ambiente de trabalho um local mais seguro, limpo e organizado. (MARSHALL JR. et al., 2010).

Os 5 “s” que compõem a nomenclatura são: i) *Seiri* – Senso de Utilização; ii) *Seiton* – Senso de Arrumação; iii) *Seiso* – Senso de Limpeza; iv) *Seiketsu* – Senso de Padronização; e v) *Shitsuke* – Senso de Disciplina (MARSHALL JR. et al., 2010).

Em setembro de 2015, o CEO fez uma ronda pela fábrica e segundo o DF2:

O CEO, chegou cedo aqui, fez uma ronda na fábrica, e me mandou um e-mail. Dizendo: “olha, passei na fábrica, no galpão, no pátio, e a nossa fábrica não está preparada para receber a matéria-prima do AFRAMAX, se continuar do jeito que está aqui, nós não vamos ter onde colocar, onde deixar.” Nesse momento passou a ser um problema estratégico. (DF2).

Buscando resolver a situação proposta, o DF2 comenta que a primeira ação foi a aproximação da gestão no campo das ações operacionais. Segundo DF2: “Eu me sentava no prédio operacional lá em cima. Então eu desci para esse contêiner aqui no meio do pátio. E começou a acontecer a grande mudança. Eu diria que foi o antes e o depois.”. (DF2).

No mês de Outubro de 2015, começou-se então uma força tarefa com o objetivo de possibilitar a chegada dos materiais para a próxima série de navios a ser produzida. Segundo o DF2, referindo-se a uma região crítica onde existiam muitos contêineres e entulhos:

[...] ninguém mexia ali, ninguém mexia. Um dia a gente tomou a decisão “nós vamos derrubar isso aí”, tinham uns 400 e poucos contêineres. Chamamos a Segurança Patrimonial, avisamos. Resultado: [...] toneladas e toneladas de coisas lá dentro, ferramentas que muitas vezes estávamos precisando. (DF2).

Existem muitos registros fotográficos que mostram os resultados das práticas de 5S no EAS. Foram selecionados alguns que, de alguma forma, são mais impactantes devidos a sua dimensão.

A Figura 44 e Figura 46 apresentam registros feitos no dia 05 de Janeiro de 2016. Já a Figura 45 e Figura 47 apresentam registros no dia 20 de Março de 2016, depois dos primeiros trabalhos de 5S.

Figura 44 – Setor sucata de madeira antes do 5S



Fonte: Arquivo Interno

Figura 45 - Setor sucata de madeira depois do 5S



Fonte: Arquivo interno

Figura 46 – Área de apoio a produção antes do 5S



Fonte: Arquivo interno

Figura 47 – Área de apoio depois do 5S



Fonte: Arquivo interno (2017)

Os registros fornecem uma dimensão do tamanho do trabalho que foi realizado. Houve o envolvimento de muitas pessoas para alterar a cultura e criar uma base para as melhorias que viriam a ser desenvolvidos nas etapas seguintes de melhoria contínua no sistema de produção do EAS.

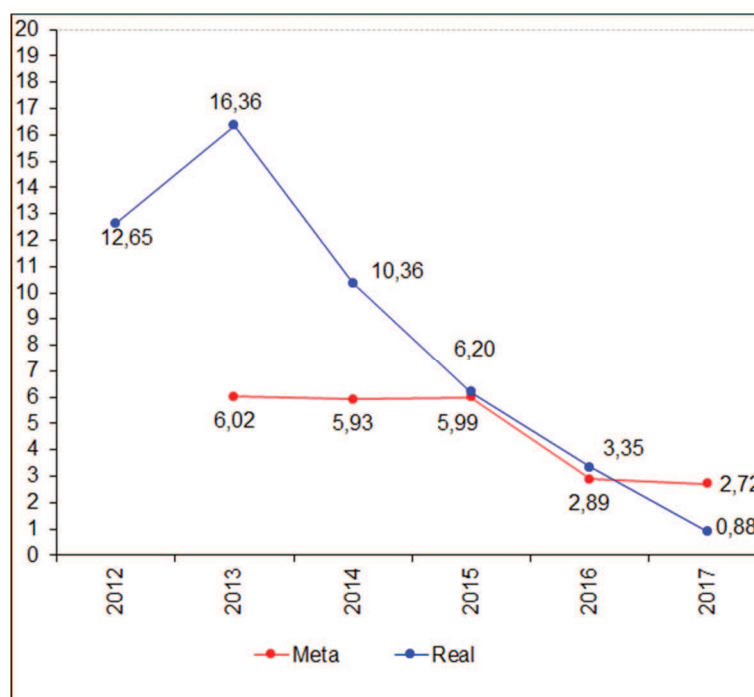
Foram necessários dois anos para realizar o trabalho de mudança cultural no EAS. O DF2 comenta que:

[...] é trabalho todos os dias. A gente criou um time, que era um time multifuncional, mas sem oficializar esse time. Juntamos um time de quem queria trabalhar pra melhorar o Estaleiro? Então a gente todo dia de manhã se reunia e decidia: "Hoje nós vamos limpar isso aqui". Então eles vinham pra cá, traziam retroescavadeira, traziam gente, eu sempre fui um homem sozinho, nunca tive equipe, o time está aí, não era eu. E aí nós limpamos tudo, por que? Porque eles compraram a ideia. (DF2).

A transformação realizada no EAS, através do 5S, é um marco da mudança cultural. As evidências mostravam, inclusive visualmente, a todos os profissionais envolvidos que algo diferente estava acontecendo e que antigos costumes, paulatinamente, estavam sendo eliminados. O 5S que, acima de tudo constitui-se em uma lógica que visa ao engajamento das pessoas com as melhorias técnicas e a mudança de cultura, foi implantada no EAS com sucesso.

Outra medição e evidência da eficácia da implantação do 5S é expressa no indicador de segurança do EAS. A Taxa de Ocorrências Registradas é um indicador global de análise de segurança. O Gráfico 6 apresenta o indicador para os anos de 2012 a 2017.

Gráfico 6 – Taxa de Ocorrência Registradas (TOR)



Fonte: Arquivo Interno (2017)

O CEO comentou que: “somos *benchmarking* na cadeia de fornecimento da Petrobras no indicador de segurança, sendo um dos poucos fornecedores com TOR abaixo de 1.”. Em números absolutos, no ano de 2011 foram registrados 415 acidentes com ou sem afastamento no EAS. Seis anos depois, foram registrados em 2017 22 acidentes com ou sem afastamento, portanto, uma redução de 95% no número de acidentes.

A redução de 1859% (2013 – 2017) na Taxa de Ocorrências Registradas é um resultado extremamente expressivo. De forma indireta, apresenta a rápida evolução ocorrida nos processos do EAS. E tem impacto direto no bem estar e segurança do trabalho. Esse resultado, tem correlação com melhorias em outros indicadores, como satisfação do funcionário e absenteísmo.

5.2.5 Elementos para a transformação cultural do EAS: *Kaizens* voltados a melhoria local dos fluxos produtivos

Um outro elemento que apoiou na transformação cultural do EAS foi a metodologia *Kaizen*. *Kaizen* é uma metodologia amplamente utilizada nas empresas que busca desenvolver uma cultura onde todos os funcionários estão ativamente

envolvidos na melhoria da empresa. Geralmente é um evento onde áreas multidisciplinares se reúnem em uma semana de trabalho focado buscando resolver problemas ou implementar mudanças. Necessita do envolvimento direto dos operadores e das principais lideranças da empresa.

Adicionalmente, o envolvimento da alta gestão é importante como suporte as ações e melhorias a serem implementadas. Neste sentido, o DF2 lembra o começo dos eventos *Kaizen*: “[...] começamos a trabalhar com as melhorias, com *Kaizen*, com mapeando os processos aqui dentro” e comenta as primeiras interpretações que ocorreram: “[...] e uma coisa que se percebeu nitidamente, [...] isso aqui era uma construção mesmo”.

O Diretor de Engenharia (DENG) foi um dos principais disseminadores da metodologia *Kaizen* dentro do EAS, comentando que: “[...] começamos a trabalhar com as melhorias, com *Kaizen*, com mapeando os processos aqui dentro” e comenta as primeiras interpretações que ocorreram: “[...] e uma coisa que se percebeu nitidamente, [...] isso aqui era uma construção mesmo”.

Diretor de engenharia (DENG) foi um dos principais disseminadores da metodologia *Kaizen* dentro do EAS e comenta que:

[...] primeira coisa que se faz é a parte de planejamento, planejamento ele vem do mapeamento de fluxo de valor. O primeiro trabalho que a gente fez, primeiro *Kaizen* que a gente faz é o *Kaizen* de mapeamento de fluxo de valor, e aí a gente faz o fluxo de informação e o fluxo físico. (DENG).

Como a necessidade de mudança era grande, o DF2 lembra que: “Chegava a ter três, quatro *Kaizen* por semana.” Os eventos *Kaizen* aconteciam em diversas áreas: “Então o era *Kaizen* de tudo que era jeito, tudo que posso imaginar tinha *Kaizen*, [...]esse foi o passo inicial, foram os *Kaizens*.”

A principal intenção, por trás da multiplicação do *Kaizen* no EAS, foi a criação de uma maior interação entre as áreas, que anteriormente ficavam separadas em disciplinas. Ou seja, criar uma integração entre as áreas de apoio e produção, bem como entre as diferentes mini fábricas.

A alta gestão esteve sempre diretamente envolvida nos *Kaizens*. O DF2 comenta que os: “fechamentos dos *Kaizen*, tem sempre a minha participação, a do CEO.” Assim, os primeiros *Kaizens* tiveram uma participação ativa sua e do CEO “então dava muito palestra, muita conversa com as pessoas tentando explicar como é que funcionava, porque aquela ferramenta era nova.” O PLA comenta que: “[...] a

alta direção deu, que foi importante, é o apoio nas mudanças. [...] tem todo o apoio da alta gestão pra fazer a mudança que quiserem, isso ajudou muito.”

No Quadro 8, é possível observar um controle das 15 primeiras semanas de eventos *Kaizen* no EAS.

Quadro 8 – Acompanhamento das semanas *Kaizens*

SEMANA	NOME DA SEMANA	% IMPLEMENTAÇÃO	VALOR (R\$)
1	Mapeamento Fluxo Contínuo EAS	100%	-
2	Mapeamento Fluxo Valor Tubulação	100%	2.754.036
3	Implantação das Ações Melhoria	100%	
4	Mapeamento Fluxo Informação EAS	100%	
5	Processamento e Submontagem (Sub)	100%	-
5	Processamento e Submontagem	145%	3.023.136
6	Caldeiraria	43%	
7	Montagem de blocos (Blocos Planos)	67%	
7	Montagem de blocos (Painelização)	50%	1.304.568
8	Integração do Planejamento	80%	
9	Supermercado de <i>Outfittings</i>	39%	
10	Conformação	80%	-
11	Recebimento - Qualidade	20%	189.168
12	5S	28%	-
13	Loop 2 Tubulação	98%	70%
14	Bandeiras de <i>Outfittings</i>	70%	
15	Qualidade hora a hora (submontagem)	100%	

Fonte: Arquivo interno (2017)

Somente nesses primeiros *Kaizens* o valor consolidado de retorno financeiro passa do montante de 7,2 milhões de reais. Infelizmente, os demais 45 *Kaizens* realizados (até Novembro/2017) não tiveram seu acompanhamento registrado da mesma forma.

O CEO comenta que “[...] treinamos as pessoas na condução de *Kaizens*, depois de um tempo tínhamos 4 *Kaizens* sendo realizados simultaneamente”. Essa competência em *Kaizens* contribuiu significativamente para melhorar os resultados econômico-financeiros mas, não menos importante, ajudou a qualificar conceitual e praticamente um amplo conjunto de trabalhadores da empresa, ampliando em muito o engajamento dos mesmos na nova visão de gestão da empresa.

5.2.6 Elementos para a transformação da gestão do EAS: os treinamentos e capacitações formais

No início de suas operações, o EAS crescia fisicamente e era preciso dar início ao seu funcionamento integrando os trabalhadores a empresa. Porém, não existia, tanto em termos quantitativos como qualitativos, mão de obra especializada para a indústria naval na região. No caso em estudo, muitos soldadores e operadores eram necessários para colocar em funcionamento pleno o empreendimento. Assim, segundo o PLA:

[...] essa mão de obra, o estaleiro ela tinha um perfil e era preciso mudar o perfil da mão de obra local. [...] existia até uma propaganda disso: [...] cortador de cana que tá virando um soldador e isso era um problema muito grande, não tinham experiência nenhuma. (PLA).

Constatados os problemas em cena, a empresa estabeleceu uma parceria com o Governo do Estado do Pernambuco e Prefeituras da região no sentido de buscar interessados potenciais em trabalhar no EAS. Logo, o EAS passou a investir em capacitações e treinamentos, não somente de seus funcionários, mas da região como um todo.

Em parceria com a prefeitura de Ipojuca, foi doado pelo EAS um prédio de um antigo e desativado matadouro local, que estava localizado no complexo da SUAPE. O matadouro foi completamente reformado pelo EAS e nomeado “Nascedouro de Talentos”. De 2007 à 2011, foram capacitados mais de duas mil pessoas em reforços de língua portuguesa e matemática, além de treinamento para a rotina industrial básica. (BRANDÃO, 2014). A Figura 48 apresenta um registro da Escola “Nascedouro de Talentos” já reformada e no começo de suas operações.

Figura 48 – Escola “Nascedouro de Talentos”



Fonte: (BRANDÃO, 2014)

Em 2009, em parceria com o Instituto Camargo Corrêa, foi lançado o programa escola ideal. O objetivo da parceria consistia em melhorar a qualidade da educação do município de Ipojuca/PE. Neste sentido, foram realizados investimentos e reformas das escolas da região. (BRANDÃO, 2014). O sucesso do trabalho de capacitação básica dos primeiros anos do EAS rendeu no ano de 2008 o Prêmio Ser Humano – Paulo Freire, concedido pela Regional Pernambuco da Associação Brasileira de Recursos Humano. (EAS, 2008).

Outra importante ação criada para a melhoria da mão de obra interna do EAS, foi a contratação de mais de 200 Dekasseguis⁸, com amplo conhecimento no processo de soldagem na indústria naval. Estes experientes soldadores japoneses foram

⁸ Dekassegui – é um tempo da língua japonesa tendo como significado literário "trabalhando distante de casa" e designando qualquer pessoa que deixa sua terra natal para trabalhar temporariamente em outra região ou país.

incorporados a todos os setores de produção passando seus conhecimentos aos demais soldadores.

No janeiro de 2013, foi fundado o Centro de Desenvolvimento Humano do EAS - Figura 49, com o objetivo de ampliar e aproximar as capacitações do complexo da SUAPE. O CDH é localizado dentro do EAS e em parceria com SENAI, SESI e Universidade Federal de Pernambuco, são ministrados cursos de capacitação profissional em todos os setores da empresa.

Figura 49 – Inauguração Centro de Desenvolvimento Humano – EAS



Fonte: (BRANDÃO, 2014)

Realizado uma primeira etapa de treinamentos e capacitações nos conceitos mais básicos de indústria naval e processos industriais. O EAS passou a investir em capacitações mais específicas e direcionadas. Em janeiro de 2016, em parceria com uma consultoria, foi iniciado uma capacitação em conceitos de engenharia de produção. Foram 35 funcionários das áreas de gestão fabril, engenharia, planejamento e qualidade escolhidos para participar e atuarem como disseminadores dos conceitos aprendidos.

A capacitação em conceitos de engenharia de produção tinha no seu escopo 288 horas de conceitos de Taylor e Ford, Sistema Toyota de Produção, JIT, Teoria das Restrições, MFP, perdas, produtividade, flexibilidade, padronização, GPT, IROG, Preset, Operação Padrão e qualidade.

Figura 50 – Informativo interno destacando capacitação

II EAS capacita 1ª turma em Produção Enxuta
A missão é compartilhar conhecimentos adquiridos

O EAS já tem os primeiros funcionários com capacitação básica em Produção Enxuta, também conhecido como *Lean*. A cerimônia de conclusão do curso ocorreu no último dia 1º de março e os 26 participantes passam a ter uma importante missão que é compartilhar os conhecimentos adquiridos durante os últimos 6 meses.

Segundo Sandra Margarete, uma das participantes do treinamento,



1ª turma capacitada em produção enxuta

Fonte: InforMar - Jornal interno (2016)

O DF3 comenta da importância do tema treinamentos e capacitação: “[...]sem a capacitação das pessoas nós não vamos chegar a lugar nenhum”. Sem os investimentos e parcerias com governo do estado, prefeituras, universidade, instituições não seria possível operacionalizar o EAS. A qualificação da mão de obra desde conceitos industriais e básicos até conceitos de engenharia de produção é necessário para a sobrevivência do empresa.

5.2.7 Elementos para a construção de uma visão holística e de sistema de produção enxuto baseado em fluxos: os papéis da Maquete no EAS

O EAS é uma empresa de grandes dimensões, tendo como característica da indústria naval seus processos são específicos e, de forma geral, relativamente simples. Neste sentido, o DENG comenta que “[...] então num primeiro momento, o Estaleiro, tem um grau de complexidade, pelo tamanho, não pelos processos, esses processos eles são simples.” (DENG).

Devido à complexidade de seu tamanho, fica difícil criar uma visão da totalidade, uma visão que contemple todas as etapas e processos a partir de uma ótica sistêmica do todo. Como expresso na seção 5.1.2, em que é entendido o

paradigma taylorista que formou o EAS, a gestão tendia a ter um posicionamento local, dessa forma não desenvolvendo uma visão holística da empresa.

Buscando modificar a visão do EAS, a partir de uma ótica local para uma global, no dia 13 de janeiro de 2016, o Diretor de Engenharia (DENG), conduziu a criação de uma maquete do EAS. Nesta maquete, todos os setores passaram a ser representados em escala (layout da produção e da logística, máquinas, equipamentos, pontes rolantes etc.).

Os principais objetivos da criação da maquete na visão do DF3 foram: i) “treinar o nosso pessoal no conceito de manufatura. [...] no conceito de manufatura é pensar em fluxo, visão de sistema, é ligação de uma área com a outra”; e ii) “[...] desenvolver [...] o modelo de produção do estaleiro”.

O objetivo era criar uma sinergia entre os diferentes setores, e uma visão holística que pudesse apoiar as modificações do sistema de produção. O DENG comenta que:

[...] primeiro tu tem de planejar, aprender a enxergar. Então tu tem que pegar o Estaleiro e olhar dentro da ótica ou da produção, ou dos conceitos do Lean, e trabalhar as sete perdas, onde é que estão os maiores desperdícios dentro do Estaleiro. [...] e projetar o estado futuro. Projetar o estado futuro é quantos *Kaizen* tem que fazer pra chegar no estado futuro. (DENG).

A Figura 51 apresenta, à título de ilustração, uma parte da maquete construída para os setores de corte, submontagem e montagem de blocos. Nela está representada o layout, além das máquinas, pontes rolantes, pontos de controle de qualidade, pontos de estocagem etc. Ainda, e muito importante, na Figura 55, pode-se observar vários quadros que tratam tópicos associados com os fluxos de informação e demais informações centrais para a melhoria do fluxo produtivo como um todo.

Figura 51 – Maquete dos setores de corte, submontagem e montagem de blocos



Fonte: Arquivo interno (2017)

A Figura 52 apresenta a parte da maquete dos setores de pré-edificação, edificação e dique. Onde em laranja temos os *Golliaths*, em amarelo os guindastes de movimentação e uma representação do Megabloco B17U.

Figura 52 – Maquete dos setores de pré-edificação, edificação e dique



Fonte: Arquivo interno (2017)

Com a criação das maquetes, passou-se a criar grupos de trabalho visando construir uma visão sistêmica e futura do EAS. O DENG esclarece:

[...] o grupo se reunia aqui todo dia pra trabalhar a estratégia da organização. Então é criar um espaço onde as pessoas tenham condição de trabalhar a estratégia semanalmente ou diariamente se tu quiseres. [...] enxergar o futuro. (DENG).

Ainda, a maquete foi utilizada como uma sala de treinamentos, dentro de uma lógica semelhante ao *On The Job Training (OJT)*, onde era possível conectar os conceitos aprendidos nas capacitações e treinamentos, com a realidade do EAS. Inserindo cada vez mais as pessoas no contexto de mudança global do sistema de produção. O DENG coloca que:

[...] toda semana a gente passava conceitos para as pessoas [...]era praticamente uma sala de aula onde aqui se dava treinamento. O que que é um sistema puxado? O que que é o Tambor, Pulmão e Corda (TPC)? Então tudo isso aí tinha as pessoas dentro da maquete eles podiam praticar, olhar e implementar na fábrica. Então quando a gente planejou as linhas de submontagem aqui, se planejou como que ia dividir a submontagem que era feito no chão, feito agora por esteiras, ou as estações de solda. (DENG).

No discurso acima, pode-se observar, a partir de uma visão crítica que a Maquete foi utilizado muito fortemente para tratar dos temas da melhoria na Função Processo, seja no que tange ao fluxo de informação associados ao PPCPM (sistema “puxado”, TPC), como na melhoria dos fluxos físicos (criação das linhas de submontagem com esteiras, boxes de solda etc.). Isto é central, dado que a visão da Maquete contribui para verificar as alterações que necessitam ser feitas no PPCPM e no fluxo físico da fábrica.

O DF3 salienta a importância da maquete para projetar a fábrica para o novo navio a ser produzido na medida em que “eu diria que sem a maquete nós não estaríamos fazendo AFRAMAX. Não na forma que estamos fazendo.” Outro ponto a ressaltar refere-se ao tema da gestão da produção propriamente dita. Neste sentido o DF3 comenta o tema argumentando que:

Então assim, toda quarta-feira durante quase um ano – porque isso aí foi até novembro de 2016, quase um ano – toda quarta-feira, faça chuva ou faça sol, tinha a apresentação dos resultados. O que que era a apresentação dos resultados? Cada uma das mini fábricas monta um A3. (DF3).

A maquete se tornou simultaneamente um grande local de planejamento do estado futuro do EAS, e um elemento central no sistema de gestão da empresa. Para o GCON, a maquete teve uma função muito relevante: “[...]porque as discussões feitas em volta da maquete eram facilitadas [...] por ser uma ferramenta muito visual”.

E isto acabou gerando, conforme a visão do GCON, uma: “[...] capacidade de reflexão a respeito das mudanças que estavam sendo feitas, formando assim ‘o jeito EAS de ser’”.

Um outro ponto que é destacado pelo GCON é a utilização da maquete para apresentar a visitantes e clientes os trabalhos que estão sendo realizados no EAS.

À título de síntese, o Quadro 9 apresenta os principais objetivos e forma de utilização da maquete.

Quadro 9 - Objetivos e utilização da Maquete

OBJETIVO	UTILIZAÇÃO
Treinar e Capacitar as Pessoas	Treinamentos
Desenvolver Visão holística do sistema de produção do EAS	<i>Kaizens</i> , Reuniões, Treinamentos
Desenvolver modelo EAS de sistema de produção (no início com foco no AFRAMAX)	<i>Kaizens</i> , Reuniões, Treinamentos
Integrar o fluxo de informação (PPCPM) com o fluxo físico da fábrica	<i>Kaizens</i> , Reuniões
Inovar com foco na Função Processo (fluxos produtivos)	<i>Kaizens</i>
Gerar senso crítico e capacidade de discussão dos profissionais sobre o sistema de produção do EAS	Reuniões, treinamentos
Mostrar o EAS para distintos públicos externos (clientes, fornecedores, parceiros tecnológicos, bancos, meios de comunicação etc.)	Visitas

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.8 Utilizando a Teoria das Restrições visando levantar a Capacidade da Restrição: O Investimento em uma nova Cabine de Pintura e a Gestão da Pintura no EAS

No ano de 2016, com a construção da maquete e seus desdobramentos a Direção Industrial do EAS, utilizando como norte a lógica da Teoria Das Restrições, passou a investigar as restrições para o atendimento das demandas futuras da EAS para os anos de 2017 e 2018. A análise técnica baseada na análise aprofundada da relação entre a Demanda e a Capacidade apontou para o fato de que o Processo de Pintura havia se tornado a restrição principal do sistema produtivo. Seguindo os chamados 5 passos da Teoria Das Restrições propostos por Goldratt e Cox (2003), após a identificação da restrição é preciso elevar a sua capacidade.

Na visão do DF3, a partir da criação da maquete e de estudos detalhados de tempo de produção, foi possível ter uma visão holística do EAS e chegar a conclusões como:

[...] existia um desbalanceamento muito grande no estaleiro. Apesar de o estaleiro ter sido construído no modelo Samsung, em tese funciona bem lá na Samsung na Coréia, por algum motivo – eu te confesso que fica por algum motivo que eu não sei exatamente o que aconteceu – a nossa fábrica é muito desbalanceada. Eu nunca conseguiria atender os volumes que nós estamos chegando hoje como o estaleiro estava desenhado. [...] a pintura não tinha capacidade pra pintar a quantidade de blocos que a gente precisa pintar hoje pra atender um navio a três meses. Não tinha a menor condição da pintura fazer aquilo, essa necessidade de investimento na pintura [...] Pintura era gargalo. (DF3).

Num primeiro momento, ficou evidente a necessidade de realizar modificações na MF3, dado que a entrega do Navio SUEXMAX 9 estava comprometida devido a atrasos na pintura de compartimentos. Neste período, o DF2 comenta que foi tomada uma ação de contenção do problema. Sendo assim, “tomei uma medida pra resolver esse problema”, na medida em que: “[...] vi que a situação da pintura era crítica”. Visando equacionar o problema “[...] nós fizemos um acordo com o sindicato, trabalhamos 30 dias corridos dentro do navio, pra entregar o navio com 10 ou 15 dias, não me lembro ao certo, de atraso”.

Porém, ficou claro que eram necessários investimentos tecnológicos na Pintura que serão tratados a seguir.

5.2.8.1 A aquisição de novas tecnologias

Para a obtenção das metas estabelecidas, foram necessárias alterações na função operação, entre as quais a mais relevante foi a realização de um investimento de aproximadamente R\$ 20 milhões, visando construir uma nova cabine de jato e pintura, com uma tecnologia moderna. A Figura 53 apresenta uma foto da nova cabine de jato e pintura, em azul o fluxo dos matérias, e uma simplificada explicação dos processos.

O DF3 cita que, além do investimento para ampliação da capacidade e, dessa forma: “Redução de gargalo”, a pintura precisava de uma modificação na tecnologia de tratamento superficial: “tínhamos um outro problema que nós usávamos antes o hidro jato.”. A tecnologia de hidro jato foi substituída pelo jato abrasivo seco: “Fomos pro jato seco, que abre uma gama tremenda de oportunidades de tintas, de fornecedores” e o resultado atual foi satisfatório, na visão do DF3: “eu não tenho restrição nem em capacidade, nem em fornecimento de produto de tinta pra pintura. [...] mudou assim sensivelmente a característica do estaleiro [...] reduziu muitos custos.”.

Figura 53 – Nova cabine de jato e pintura



Fonte: Arquivo interno (2017)

O investimento é um marco dentro do EAS, sendo considerado a maior cabine de jateamento do Brasil, foram necessários 94 caminhões de concreto em um único dia para realizar a obra e no total 2628 m³ de concreto.

Não somente na cabine de jato e pintura houveram investimentos, mas novas bombas foram adquiridas, estas com um considerável aumento na produtividade (de 1,7 HH/m² para 0,4 HH/m²).

Uma vez realizados os investimentos na nova cabine de pintura o foco da gestão voltou-se para 2 elementos fundamentais, a saber: i) uma nova ótica da gestão das pessoas; ii) as melhorias nos processos. Estes dois tópicos serão apresentados a seguir, sendo que ao final serão apresentados alguns dos resultados obtidos.

5.2.8.2 As modificações na gestão das pessoas

A alteração na forma de gestão das pessoas foi a primeira ação tomada quando assumiu o novo gestor da MF3, comentou que os primeiros movimentos ocorreram no sentido de avaliar o “desempenho da liderança pra saber quem eram os líderes que se destacavam ali”. A ideia perseguida foi formar uma base confiável na camada de liderança, visando suportar as mudanças e melhorias que viriam a ser implantadas na sequência.

Um segundo movimento importante consistiu em focar nas melhorias nos aspectos relativos a comunicação, tendo sido concebido uma dinâmica onde o conceito era de que todos os níveis hierárquicos pudessem participar e opinar sobre as rotinas e melhorias do setor. Foi criada, então, uma reunião intitulada de ‘Vai quem quer, cujo o objetivo era proporcionar a gestão à possibilidade de escutar ‘ao vivo’ a percepção dos funcionários em relação aos principais problemas associados a Pintura. Nesse fórum/reunião, os operadores e líderes passaram a comentar aberta e diretamente as diferentes questões que influenciam na geração de perdas e, portanto, na queda de produtividade e nos problemas de qualidade.

A ideia do principal gestor da área era criar uma dinâmica de informações que “...eu não tinha antes, nem o líder, nem ninguém tinha, então o ‘vai quem quer’ trouxe essas informações”. A partir desta nova concepção de gestão, mais participativa, comunicativa e aberta as ideias dos profissionais envolvidas na Pintura várias ações passaram a ser implantadas. Para que isto pudesse ser implantado com eficácia, fez-se necessário que ocorresse treinamentos/capacitações das lideranças para

o líder executa um papel de acompanhamento dos seus operadores no intuito de aumentar sua percepção e compreensão da problemas reais de seus funcionários.

5.2.8.3 Novos processos adotados para aumento da capacidade de pintura

Para atingir as metas de produtividade planejadas, fez-se necessário implementar modificações no processo de pintura. Muitas ideias advindas da melhoria de comunicação e treinamentos para a liderança e base operacional resultaram na constituição de grupos de qualidade. Na visão do DF2, os grupos Círculos de controle de qualidade se constituíram de “operadores capitaneados pelo líder” que ao final de toda sexta-feira fazem uma “apresentação do grupo com uma melhoria”. O importante são que estes trabalhos no global já deram “mais de 1 milhão de reais só em melhorias.”

De outra parte, uma importante modificação implantada foi a criação de uma cultura segundo a qual “quem produz faz a qualidade”. Para isso os líderes foram treinados tecnicamente para atuarem com um conhecimento técnico dos inspetores de qualidade, com o objetivo de que eles pudessem identificar os problemas associados com os defeitos de produção.

Um exemplo interessante dos trabalhos realizados ocorreu ao detectar-se uma considerável dificuldade no que tange ao fornecimento de tintas para a operação. A partir do diagnóstico claro da situação, atuou-se no sentido de alterar tanto o fornecedor como a lógica de abastecimento adotada anteriormente. Na prática, adotou-se o conceito de um sistemista JIT, onde o novo fornecedor passou a deter um almoxarifado dentro das instalações do EAS, tendo a responsabilidade do abastecimento da tinta de acordo com a demanda.

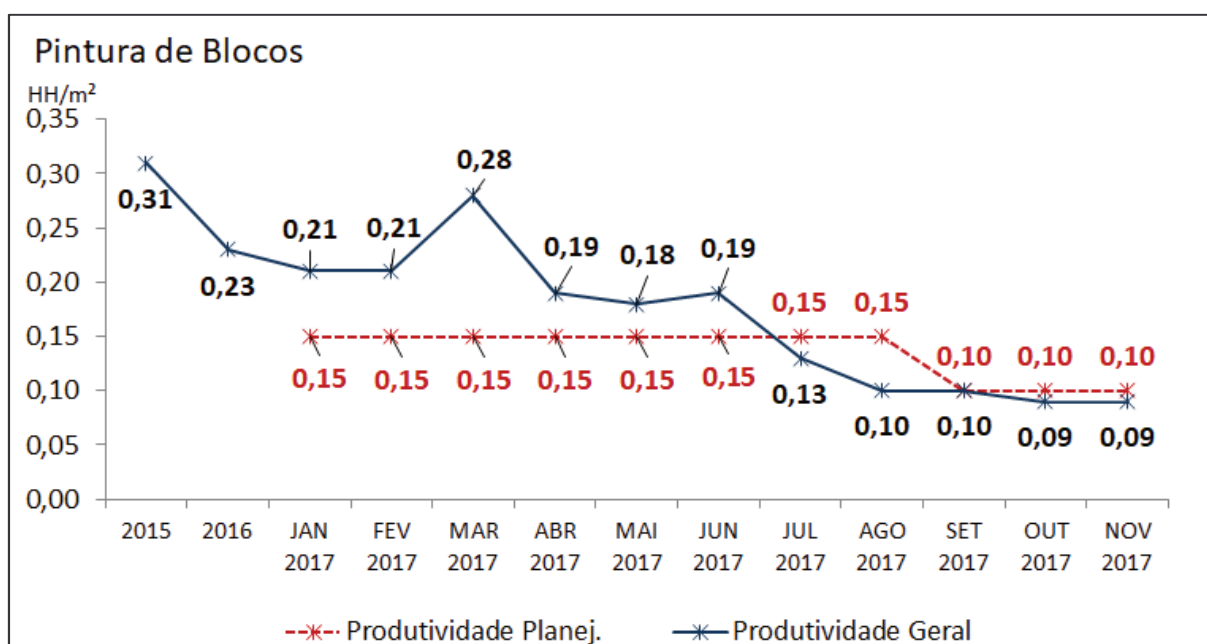
Finalmente, um fato importante refere-se ao envio de uma equipe da pintura para visitar Estaleiros no Japão e Coréia do Sul, buscando um *benchmarking* para os processos de pintura. No geral, todas estas modificações resultaram no ano de 2017 na execução de; i) 21 projetos A3; ii) 6 projetos Six Sigma; e iii) 2 *Kaizens*. O Anexo C apresenta um controle e acompanhamento dos projetos em 2017, explicitando claramente a intensa dinâmica de melhorias adotadas no setor de pintura.

5.2.8.4 Resultados obtidos

As alterações comentadas tiveram uma série de resultados positivos para o EAS. O diretor da pintura comenta que os indicadores são palpáveis e diretos como, por exemplo, o fato de que o: “nosso absenteísmo era 6%, hoje é 1,5%”. Um outro resultado muito importante, consonante com a ideia do ‘zero acidente’ que é um ponto básico do Sistema Toyota de Produção, merece destaque, o fato de que o setor (no dia 07/12/2017) completou 837 dias sem acidentes, um recorde no contexto do EAS.

No que tange a dimensão produtividade do trabalho medida como horas homem/metro quadrado (HH/m²), houve um aumento de aproximadamente 150% nos meses de Outubro e Novembro de 2017, em comparação com a média do ano de 2016. O Gráfico 7 apresenta a curva de produtividade em 2017 além das médias em 2015 e 2016.

Gráfico 7 - Produtividade Pintura de Blocos



Fonte: Arquivo interno (2017)

À título de comparação mundial, os índices de produtividade na pintura de blocos no EAS estão dentro dos realizados no Japão, e melhores que os na Coreia do Sul. A Tabela 3 apresenta esse comparativo.

Tabela 3 – Comparativo de produtividade: pintura de blocos e compartimentos

PROCESSO	UNIDADE	COREIA DO SUL	JAPÃO	EAS
Pintura de Blocos	(HH/m ²)	0,11 - 0,15	0,06 - 0,12	0,08 - 0,09
Pintura de Compartimentos	(HH/m ²)	0,37 - 0,48	0,15 - 20	0,72

Fonte: Arquivo interno (2017)

Já no processo de pintura de compartimentos existe um significativo caminho a ser percorrido para atingir os índices de produtividade coreanos ou japoneses. Neste processo, a insuficiente eficiência do Brasil neste processo ocorre devido à significativa quantidade de retrabalhos de montagem e solda observados nas etapas de edificação e cais, que acabam danificando a pintura dos blocos, o que implica a necessidade da realização de retrabalhos, também de pintura.

À título de conclusão, pode-se constatar que ocorreu uma ampliação na capacidade de pintura, o que implicou que houve a remoção da restrição (gargalo) do sistema produtivo da EAS. Adicionalmente a este evento, observou-se uma considerável economia na nova operação de pintura, expressa pelo aumento da produtividade medida em horas homem/metro quadrado e na redução dos custos globais da operação (custo da tinta + custos de mão de obra).

Sendo assim, os trabalhos executados na pintura fizeram dela uma operação não gargalo que não impactar no caminho crítico do EAS. Ainda, este caso interno de 'sucesso' serve de *benchmarking*, em termos de gestão, para os outros setores do EAS. Como ponto a melhorar, como mostram os indicadores, encontra-se o tópico da produtividade da pintura de compartimento.

5.3 FASE 3: O CONCEITO DE FÁBRICAS E O APROFUNDAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS

No ano de 2016, o Demonstrativos de Resultado do Exercício apresentou pela primeira vez desde 2013 lucro operacional antes do resultado financeiro e impostos sobre o lucro, no valor de 80 milhões. (EAS, 2017).

Os esforços da gestão, consolidados na seção 5.2, começaram a apresentar um resultado positivo na organização. Entretanto, era preciso aprofundar ainda mais as mudanças e aprimorar o que já estava sendo implantado.

Todas implantações e novos conceitos adotados, que serão detalhados nessa etapa do trabalho, que tem como base as implantações e modificações que ocorreram na Fase 2. Sem essa primeira etapa, seria inviável o aprofundamento da implantação do sistema de produção EAS.

5.3.1 Construindo as bases para o redesenho dos fluxos: a noção conceitual do objeto de trabalho e do Mecanismo da Função Produção

Com a finalidade de entender com o máximo de profundidade a Fase 3 no contexto do Sistema de Produção EAS (SPE), faz-se necessária tratar da noção conceitual de objeto de trabalho cujo embasamento teórico seminal foi proposto por Shingo (1996). Antunes (1998) explicita que a Função Processo trata do tema do fluxo do objeto do trabalho (produtos, serviços ideias) no tempo e no espaço, enquanto a Função Operação está relacionada com o fluxo do sujeito do trabalho (pessoas e equipamentos) no tempo e no espaço. (ANTUNES, 1998).

Essa distinção se faz essencial para entendermos para tratar-se o tema do sistema de produção do EAS ao longo deste trabalho, na medida em que a adoção da visão do Mecanismo da função produção (MFP), proposto originalmente por Shingo em 1945, ajuda os praticantes do Sistema Toyota de Produção a compreender quaisquer sistema de produção como uma rede de processos e operações. (ANTUNES et al., 2008).

No contexto do caso do Sistema de Produção EAS, cabe ressaltar que, na opinião do DF3, a adoção do conceito de mini fábrica na Etapa 2 não resultou diretamente na ruptura total do conceito inicial de obra, na medida em que: “as mini fábrica eram as próprias disciplinas.” Nesta etapa, portanto, ainda não se observa uma alteração significativa na lógica de avaliação do objeto de trabalho no tempo e no espaço.

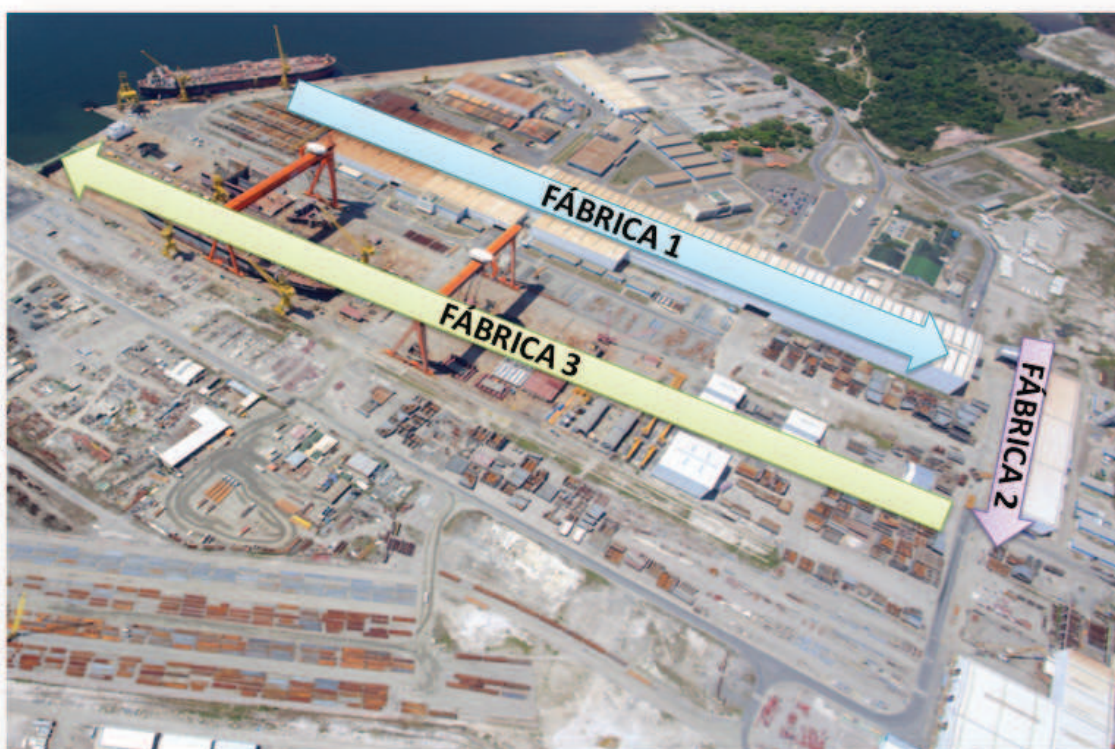
A ruptura ampla, sob a ótica do MFP, viria a acontecer em um terceiro momento, em 2017, com a transformação das oito mini fábricas em três fábricas com objetos de trabalho cada vez mais claramente definidos. O DF3 comenta que podem ser considerados três macro objetos de trabalho no EAS: “bloco montado, bloco pintado e navio”.

Olhando de uma perspectiva futura, o DF3 explica que do ponto de vista do MFP a estrutura do EAS pode se resumir a duas fábricas, dado que: “[...] em algum

momento no futuro próximo a pintura de bloco vai ser assumida pela fábrica um e a pintura de compartimento⁹ vai ser assumida pela fábrica três.” Tendo-se, assim, apenas dois macro objetos de trabalho, o bloco e o navio.

A fábrica 1 agora contém dentro da sua estrutura de gestão, diversas disciplinas: além da óbvia disciplina de estrutura (corte, submontagem, montagem), a disciplina de acabamento (*spools* e acessórios montados no bloco são fabricados pela fábrica 1), a disciplina de mecânica. A Figura 55 apresenta uma visão das fábricas.

Figura 55 – Vista da nova estrutura de fábricas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Do ponto de vista das mini fábricas, a nova estrutura de gestão representou a união de mini fábricas em torno das fábricas. À título de exemplificação, a fábrica 1 agora é composta pela: mini fábrica 1 (corte e submontagem), mini fábrica 2 (montagem de blocos), parte da mini fábrica 4 (fabricação de *spools* e acessórios) e parte da mini fábrica 6 (instalação de acessórios).

⁹ Pintura de compartimento – é o processo em que são pintados os tanques (ou compartimentos) do navio, com a união de vários blocos e megablocos formando os tanques ou compartimentos.

A redução no número de diretores e gerentes (em comparação com a fase 1) resultou em uma grande interação entre os mesmos, em especial os gestores dos processos de fabricação. Existe uma similaridade entre os gestores da área fabril (DF1, DF2, DF3 e DENG), todos possuem ampla experiência em outras indústrias, sua formação é focada em engenharia de produção e não engenharia naval e principalmente possuem uma cultura de busca pelo resultado.

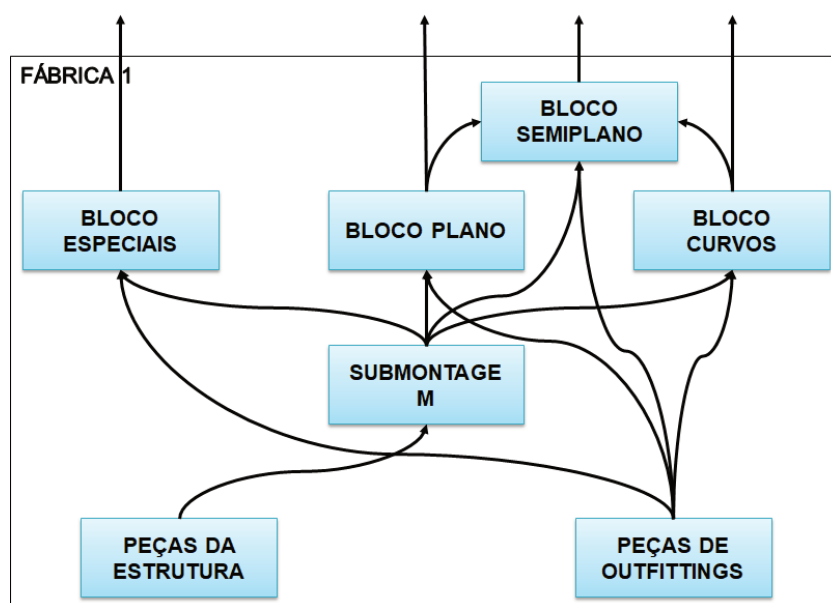
Para dar suporte aos gestores fabril, foi criado um nível de gestão composto por gerentes corporativos. Existem hoje 5 gerentes corporativos que de certa forma também possuem uma similaridade, todos são relativamente jovens tendo sua principal experiência o EAS, sua formação é focada na engenharia naval e possuem amplo conhecimento do produto. Na visão da alta diretoria as características complementares, fazem com que a estrutura seja melhorada.

Para melhor compreensão dos trabalhos que virão a ser tratado na Fase 3, faz-se necessária uma diferenciação dos objetos de trabalho. Para a fábrica 1 – bloco, para a fábrica 3 – navio, serão a partir de agora chamados de **macro-objeto de trabalho**. Essa distinção é necessária pois dentro de cada fábrica o macro-objeto de trabalho é analisado separadamente, gerando assim o que será chamado nesse trabalho de **micro-objeto de trabalho**.

5.3.1.1 A noção conceitual de micro-objeto de trabalho para a fábrica 1

Para entender o micro-objeto de trabalho na fábrica 1, é necessário compreender de forma genérica a estrutura de produto que compõe o macro-objeto de trabalho (bloco). Dessa forma, a Figura 56 procura ilustrar de forma conceitual a estrutura de produto.

Figura 56 – Modelo conceitual da estrutura de produto da fábrica 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

A decomposição do macro-objeto de trabalho para a fábrica 1 resulta em 7 micro-objetos de trabalho:

- a) peças da estrutura: é resultado do corte de chapas resultando em peças;
- b) peças de *outfittings*: é resultado da fabricação de acessórios e tubos que irão compor os sistemas do navio;
- c) submontagem: é a união de diversas peças e tendo as mais diversas formas e complexidades;
- d) bloco especiais: são os blocos referentes a praça de máquinas¹⁰ e proa¹¹;
- e) bloco plano: blocos que compõem a estrutura plana do navio;
- f) bloco curvo: blocos que compõem a estrutura curva do navio;
- g) bloco semiplanos: blocos compostos pela união de um bloco plano com um bloco curvo.

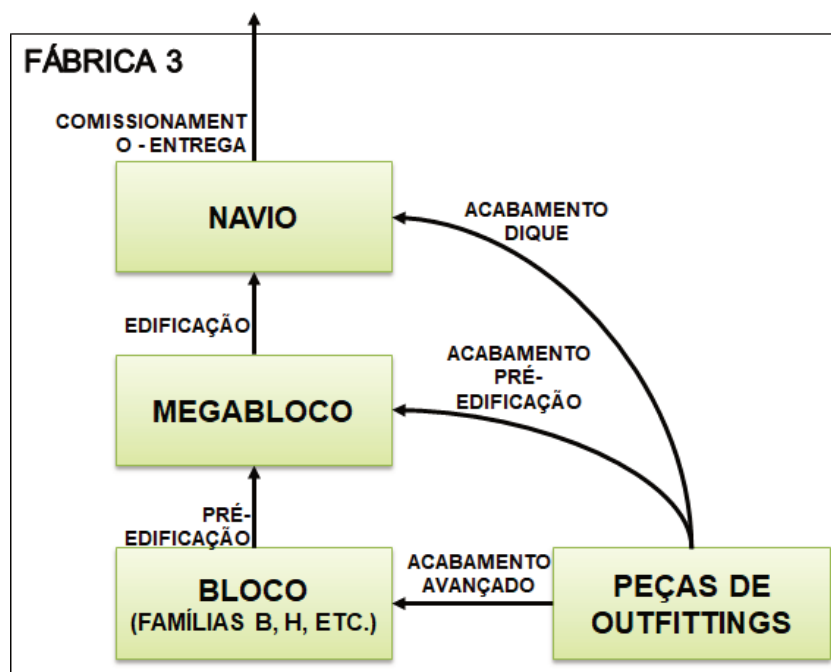
¹⁰ Praça de Máquinas – ou casa de máquinas é o compartimento de um navio onde estão instaladas as máquinas de propulsão e os seus auxiliares.

¹¹ Proa - ou vante é em náutica a parte da frente de uma embarcação

5.3.1.2 A noção conceitual de micro-objeto de trabalho para a fábrica 3

Seguindo a decomposição do macro-objeto de trabalho, (navio) para micro-objeto de trabalho na fábrica 3 temos a seguinte divisão ilustrado na Figura 57.

Figura 57 – Modelo conceitual da estrutura de produto da fábrica 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, temos 3 micro-objetos de trabalho na fábrica 3:

- peças de *outfittings*: seguem a mesma definição da fábrica 1;
- bloco: é o macro-objeto da fábrica 1, podendo ser de diferentes famílias (ver capítulo 4);
- megabloco: é a união de diversos blocos compondo assim uma secção do navio.

A criação da noção conceitual dos micro-objetos de trabalho é essencial para a compreensão do trabalho, pois cada um destes elementos passará a ter um tratamento específico nas definições de: a) *takt-time* (Função Processo); b) programação (Função Processo); e c) balanceamento de operações (Função Operação).

5.3.2 Os macro conceitos para estabelecer os novos fluxos de produção de acordo com a demanda de navios: o conceito de *takt-time* como base para o macrodimensionamento e sincronização do EAS

O termo *takt-time* vem de uma expressão do alemão “batuta do maestro”. Na produção sua interpretação não é muito diferente. O *takt-time* pode ser entendido como o ritmo da produção. (ANTUNES et. al, 2008). Para Antunes et. al (2008): “o *takt-time* pode ser legitimamente entendido como o tempo que rege o fluxo dos materiais em uma linha ou célula”. (ANTUNES et. al, 2008 p.148).

Generalizando o conceito de fluxo dos materiais, o *takt-time* representa o ritmo de produção do objeto de trabalho no tempo e no espaço. Matematicamente, o *takt-time* é obtido com a razão do tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas, a demanda. (ANTUNES et. al, 2008).

O DF3 comenta que uma das discussões mais fortes que ocorreram no EAS foi em torno da diferenciação necessária de ser feita entre os conceitos de *lead time* e *takt-time*, na medida em que: “[...] foi um inferno porque como tinha confusão do *takt-time* com o *lead time* o pessoal queria fabricar os blocos especiais [...] em três meses. E era impossível de fazer”.

Já Ericksen, Stoflet e Suri (2007) definem *lead time* como sendo o “tempo do caminho crítico da manufatura”. (ERICKSEN; STOFLET; SURI, 2007).

Vencidas as questões conceituais em torno dos termos, passou-se a utilizar o *takt-time* do dique como sincronizador de todos os processos adjacentes. O DF3 explica como funciona o *takt-time* para o dique seco: “eu abro a porta batel¹² a cada três meses que é o Dique, solto¹³ o navio. Fecho. Três meses depois tenho que soltar outro navio”.

Sob a ótica do MFP o *takt-time* de 3 meses para o dique representa o dimensionamento do macro-objeto navio. O DF3 explica que tendo definido o conceito de macrodimensionamento necessário do Estaleiro: “houve uma adoção do *takt-time* de maneira geral no estaleiro [...] E todo dimensionamento do resto passou a ser feito a partir do *takt-time* do dique”.

Devido a diferentes macro-objetos de trabalho existentes entre as fábricas 1 (bloco) e 3 (navio) o macrodimensionamento do *takt-time* para a fábrica 3 – 1 navio a

¹² Porta batel – É uma porta estanque que faz o fechamento/abertura do dique.

¹³ Soltar no sentido exposto refere-se ao lançamento do navio (conclusão da etapa de dique).

cada três meses – torna-se diferente na fábrica 1. A divisão de blocos e sub-blocos do EAS resultam na necessidade de produzir 511 blocos e sub-blocos¹⁴ o que, segundo o DF3, resulta no fato de que: “[...] para atender o *takt-time* de três meses de abertura de porta batel, eu tinha que tirar dois blocos planos por dia, um bloco curvo a cada dois dias que são os *takt-times* dimensionado a partir do geral.”, ou seja, do *takt-time* dos navios no dique.

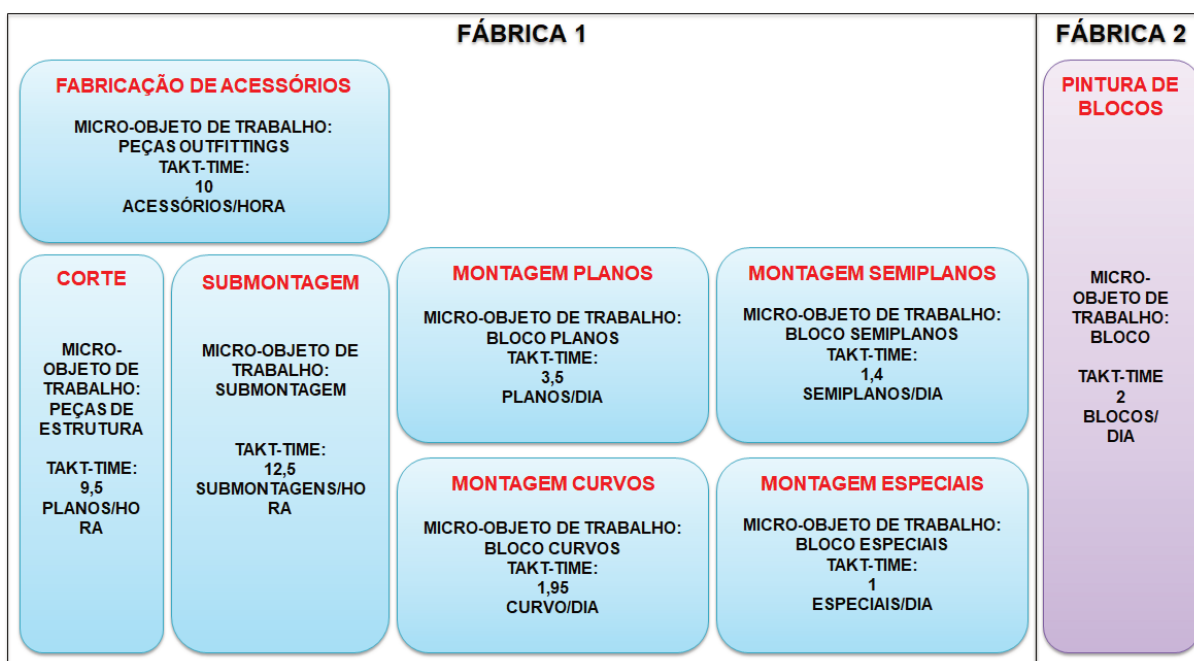
A clara diferenciação do macro-objeto de trabalho (bloco e navio), bem como o macrodimensionamento do *takt-time* para cada fábrica, só foi possível pelo entendimento mais geral do Mecanismo da Função Produção e dos conceitos essenciais que sustentam o Sistema Toyota de Produção. Os desenhos dos fluxos, feitos a partir do conceito do *takt-time* bem como, na sequência, o balanceamento das operações, são essenciais para a melhoria do desempenho econômico-financeiro do EAS. O DF3 comenta que: “[...]a gente começou a pensar no fluxo de produção usando a pré-edificação como o puxador”.

5.3.2.1 O Desenho dos Fluxos na Fábrica 1 e Fábrica 2

Partindo do macrodimensionamento do *takt-time* de 3 meses e tendo clara a visão dos 7 micro-objetos de trabalho da Fábrica 1 - Figura 56 – precisou-se realizar o microdimensionamento dos fluxos. Para isso, seguiu-se a proposição matemática de cálculo do *takt-time* proposta por Antunes et al. (2008). O resultado é apresentado pela Figura 58.

¹⁴ Informação originada de trabalho de consultoria.

Figura 58 – Desenho do microdimensionamento da Fábrica 1 e 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

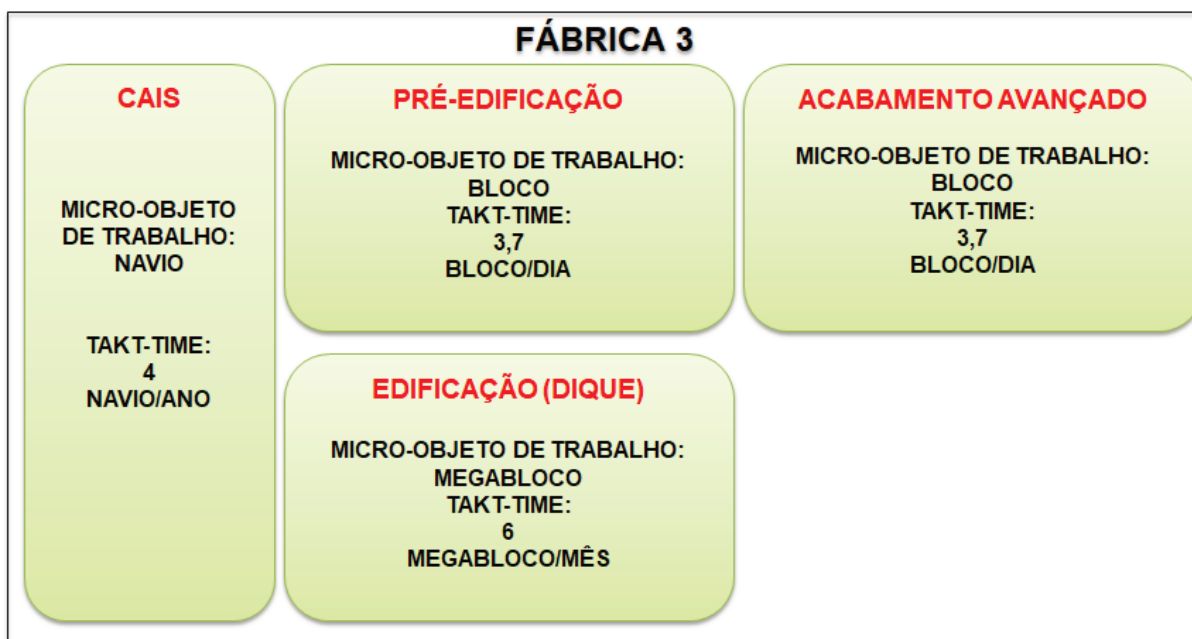
A Figura 58 apresenta, além do microdimensionamento dos *takt-times* das Fábricas 1 e 2, os micro-objetos de trabalho de cada processo das fábricas. Importante ressaltar que o *takt-time* dos processos iniciais (corte, submontagem e fabricação de acessórios) tem sua escala em horas. Já os processos seguintes (montagens e pintura) tem sua escala em dias, exceto o processo de montagem de blocos especiais, por se tratar de um universo de somente 19 blocos, sua escala está em mês.

Efetuada o microdimensionamento, cada etapa do processo fez-se necessário o balanceamento de operações (Função Operação), buscando dimensionar o número de postos de trabalho (e pessoas) para atender a demanda proposta e o macrodimensionamento do *takt-time* de 3 meses por navio.

5.3.2.2 O desenho dos fluxos na Fábrica 3

Da mesma forma que na Fábrica 1, fez-se necessário realizar o microdimensionamento dos fluxos na Fábrica 3. Aderindo ao macrodimensionamento de abertura de dique a cada 3 meses (ou seja, 4 navios por ano) e utilizando como referência a Figura 57 para compreensão do micro-objeto de trabalho da fábrica 3, foi possível realizar o microdimensionamento da Fábrica 3.

Figura 59 - Desenho do microdimensionamento da Fábrica 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

Numa análise conjunta das Figura 58 e Figura 59 é possível verificar a diferença significativa existente em cada microdimensionamento, partindo da premissa de produzir 4 navios ano (ou 1 navio a cada 3 meses).

Essas diferenças no *takt-time* causam dificuldades, especialmente para os processos de PPCPM. Importante ressaltar que cada processo precisa ter um método de controle e frequência específico. Sendo assim, é essencial observar a velocidade do processo e suas características físicas, além de observar que a frequência de reprogramações é completamente diferente em cada uma das etapas.

5.3.2.3 A Sincronização da Produção: Modelo Baseado na Adoção do Conceito de Corda da Teoria das Restrições

O conceito de *takt-time* sozinho, mesmo com os dimensionamentos realizados, garante apenas a sincronia de ritmo de produção, ou seja, apenas responde a pergunta: “**QUANTO** fazer?”. Para ter uma produção sincronizada, ainda é papel do PPCPM responder as perguntas de: “**QUANDO** fazer?” e “**O QUE** fazer?”.

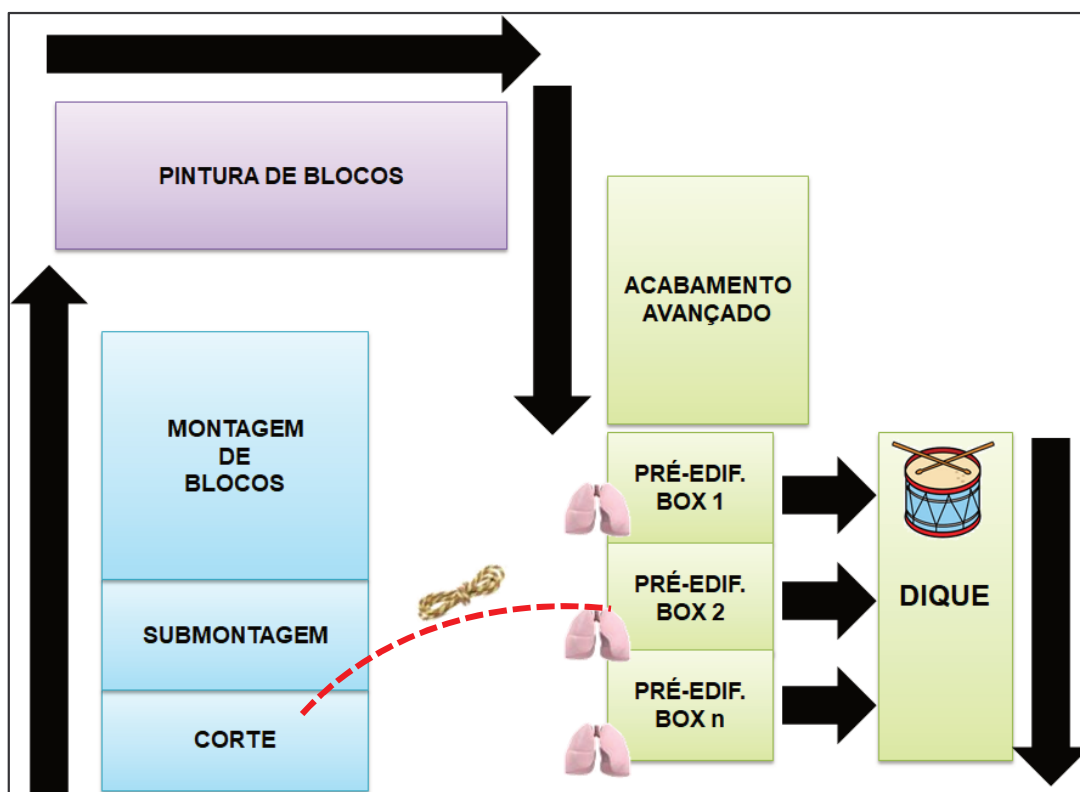
No intuito de responder as perguntas formuladas acima, uma forma eficaz encontrada pelos gestores do EAS foi a implantação do algoritmo do Tambor-Pulmão-Corda. A implantação do TPC tem total sentido no EAS, onde o gargalo (dique) é

definido e os demais setores estão subordinados a ele, através do microdimensionamento do *takt-time*. Gupta e Boyd (2008) comentam que o TPC é uma forma de programação da produção com capacidade finita e orientado pela restrição. (GUPTA; BOYD, 2008). Ainda, Goldratt (1989) coloca que o TPC efetua a sincronização dos sistemas produtivos ponto de vista dos fluxos. (GOLDRATT, 1989).

De forma geral, o TPC se adequou muito bem ao EAS, na medida em que ferramentas de PPCPM, em particular as computacionais (por exemplo, o MRP) não tem um grande de maturidade e de sistematização para coordenar diretamente a fábrica (na seção seguinte serão explicados em detalhes as considerações sobre o PPCPM).

A implantação do TPC fez com que o SPE passasse a ter uma lógica geral de programação 'puxado' pela pré-edificação. A Figura 60 ajuda a exemplificar o *modus operandi* do TPC no EAS.

Figura 60 – O TPC no EAS



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 60, pode-se observar o layout do EAS ilustrado de forma genérica onde tem-se setas em preto representando o fluxo geral dos materiais ao longo da

planta. Em azul, tem-se principais processos da Fábrica 1 (corte, submontagem e montagem de blocos), em roxo temos a representação da Fábrica 2 (pintura de blocos) e em verde temos os processos ligados a Fábrica 3 (acabamento avançado, pré-edificação e dique). A pré-edificação está dividida em box 1, box 2 e box n, ilustrando o conceito de boxes, que será explicado em detalhes na seção 5.3.8. Ainda, na Figura 60, é apresentado o esquema conceitual dos componentes do TPC: a) Tambor – dique; b) Pulmão – box na pré-edificação; e c) corda – “ligação” entre a pré-edificação e o processo de corte.

Como definido, o dique é proposto como o gargalo do EAS. Então, o Tambor está associado com o ritmo que o gargalo impõem no sistema que é de 4 navios por ano (ou um navio a cada 3 meses). Segundo o TPC, é preciso proteger o gargalo com um Pulmão. No EAS, a pré-edificação foi dividida em box seguindo o modelo de edificação. Exemplificando o box 1, está posicionado em linha reta com o local de edificação da proa do navio. Esses boxes passaram a ser fixos e a pré-edificação passou a ter um layout definido. Dessa forma, quando um bloco ou megabloco é retirado do seu local de pré-edificação, automaticamente é disparada a Corda para o processo de corte que inicia o processamento.

O TPC do EAS está aderente ao modelo teórico, tendo um Tambor definido, um Pulmão protegendo e um Corda de ligação com o início do processo. A implantação do TPC torna o SPE um sistema ‘puxado’. Porém a sua utilização não exclui a necessidade de realizar implantações mais robustas na área de PPPCM.

5.3.3 O papel do PPCPM na sincronização do EAS: considerações críticas

O processo de PPCPM nas indústrias ETO tem um grau elevado de complexidade em comparação com indústria *Make-to-Stock* ou *Make-to-Order*. Em especial o contexto naval disponibiliza ainda mais variáveis que ampliam essa complexidade a saber que:

- a) o *lead time* de fabricação é longo;
- b) as plantas geralmente são muito grandes e os reportes, ou seja, controles costumam ter uma frequência menor;
- c) os processos apesar de simples (do ponto de vista tecnológico) são variados e possuem dinâmicas muito diferentes, a ser observado que o *takt-time* do navio no cais, atualmente, é de 4 navio por ano e o

takt-time de fabricação de um acessório pode ser da ordem de 10 acessórios por hora;

- d) existe uma dificuldade em planejamento em processos com layout fixo e equipes móveis, afetando a sincronização de “começo e fim” das atividades das equipes;
- e) por uma parte do processo estar em um ambiente aberto a questão meteorológica tem influência na produtividade;
- f) o produto possui grandes dimensões e envolve muitos materiais comprados, desde parafusos com baixo valor agregado, até motores na faixa de milhões de reais;
- g) não existe praticamente no Brasil uma indústria de navipeças para terceirizar partes da produção (prática muito comum em outros países).

De forma geral, é possível considerar a complexidade do EAS (e generalizando para a indústria naval) elevada. Para controlar melhor essas características da indústria, os setores de PPCPM tendem a serem mais robustos e desempenharem um papel fundamental na condução da produção. O EAS ao longo da sua história já experimentou várias mudanças na estrutura dos setores de PPCPM. Inicialmente, havia uma visão departamental típica do paradigma taylorista/fordista. Nesta etapa, o PPCPM estava centralizado e, conforme abordado na seção 5.1.2, o GPLA considerava que a fábrica tinha uma visão “elitizada” do PPCPM. Em um segundo movimento, as áreas de apoio foram deslocadas para as mini fábricas (seção 5.2.1). Dessa forma o PPCPM passou a ser descentralizado. O GPLA comenta sobre a questão das mini fabricas: “A própria alta direção, foi entendendo que [...] faltava aquela integração, aquela visão de planejamento do todo.”

Atualmente, com a definição clara do macro e micro-objetos de trabalho, e com a criação da estrutura de gestão dividida em 3 Fábricas, o PPCPM passou a ser novamente centralizado. Segundo o GPLA: “[...]em 2016 se reviu novamente a necessidade de integrar o PCP” devido as dificuldades de sincronização. O GPLA complementa: “E a gente tinha uma necessidade de um MRP, um cronograma, a gente tinha muito problema principalmente com a parte de *outfittings*.”. Essa dificuldade na sincronização da produção se dá devido à falta de uma ferramenta para planejamento unificado do EAS como, por exemplo, a adoção de um sistema do tipo MRP.

O GPLA comenta sobre os trabalhos executados em 2016:

[...] 2016 foi esse ano que a gente conseguiu realmente trazer o PCP novamente de forma integrada, com aquela visão próxima e não fisicamente. Porque os PCPs continuavam funcionando dentro das fábricas. Acho que a grande sacada foi essa, nós deixamos os PCPs dentro da fábrica, porém respondendo pra uma gestão independente das fábricas, centralizado. E aí foi quando nós conseguimos ter os melhores controles dos indicadores. Hoje segue assim.(GPLA).

A “grande sacada”, expressa pelo GPLA, refere-se ao conceito inicialmente criado por Sloan Jr em 1923, na *General Motors*. O conceito de “planejamento centralizado e execução descentralizada” (SLOAN JR, 2001). O *modus operandi* do EAS para esse conceito foi manter as atividades de planejamento centralizadas e fisicamente no mesmo prédio, e descentralizar a programação e o controle alocados fisicamente para as diferentes Fábricas.

Essa nova composição estrutural, seguindo os conceitos de Sloan Jr. e aliado ao empoderamento do planejamento centralizado, o GPLA comenta: “Foi dado total força pra esse grupo [...] Que ele que definia a batida [...] a meta.” o planejamento passou a fornecer informações das quantidades a serem produzidas, que aliados ao controle hora-hora implementados pela produção, forneceram um melhor controle dos avanços de produção.

Entretanto, esse controle era muito mais focado nas quantidades do que efetivamente no escopo, e tinha sempre o modelo de medição do PROMEF como o principal norteador dos indicadores. Exemplificando, o planejamento fornecia a quantidade diárias que precisava ser montada de acessórios no navio, a fábrica informava exatamente a quantidade que havia de fato sido concluída. Porém, não existia um controle de quais os acessórios que deveriam ser montados no navio em questão. Essa metodologia de controle, embora tenha melhorado consideravelmente a situação, evidenciou mais uma vez a dificuldade de sincronização oriunda da falta de uma ferramenta de planejamento holística que representasse a fábrica e, principalmente, suas relações com as necessidades de material.

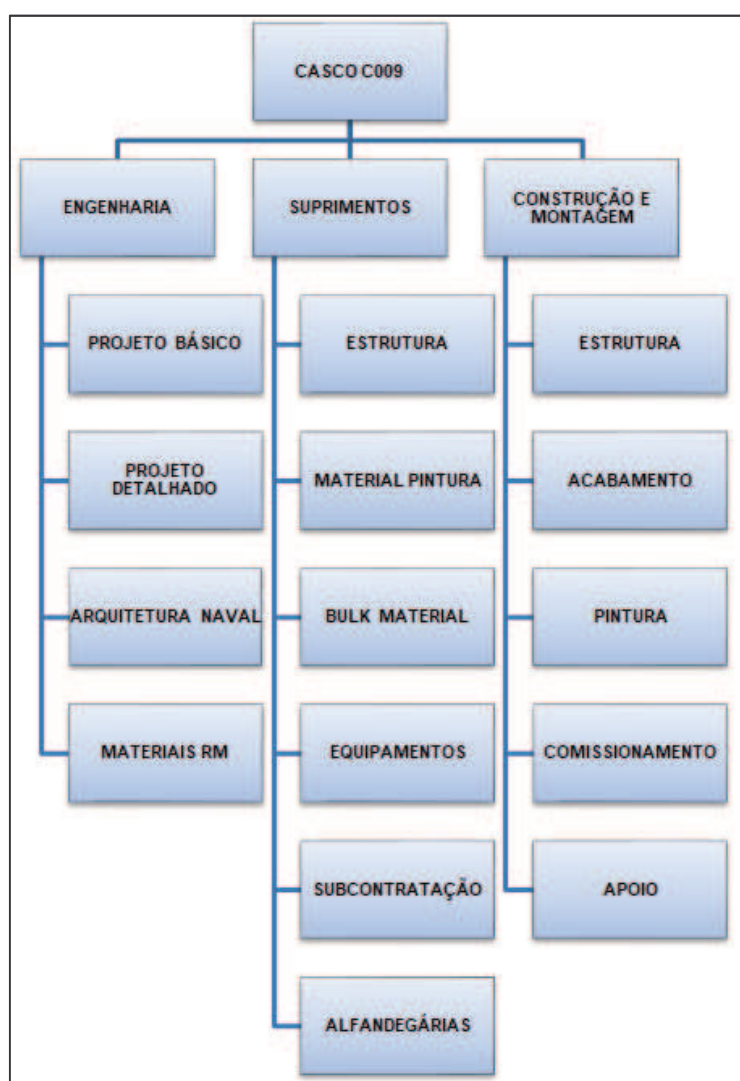
A única visão unificada está expressa no conceito de disciplinas da EAP¹⁵, que cumpre uma função contratual (requisito de medição da Transpetro). No entanto, a

¹⁵ EAP (WBS) – Elementos do projeto que constituem a base para a organização e gestão do Projeto

adoção do EAP não contribui, de forma definitiva, para o planejamento das Fábricas I, II e III e, também, dos materiais.

O ponto central das questões relacionadas com o PPCPM, situam-se em torno da utilização para planejamento da EAP. A EAP é uma representação das disciplinas e de uma visão centrada na noção de ‘obra’, modelo já ultrapassado quando se considera os avanços no sistema de produção no EAS. Nesse sentido, a Figura 55 ilustra um modelo simplificado que representa o modelo de EAP do EAS

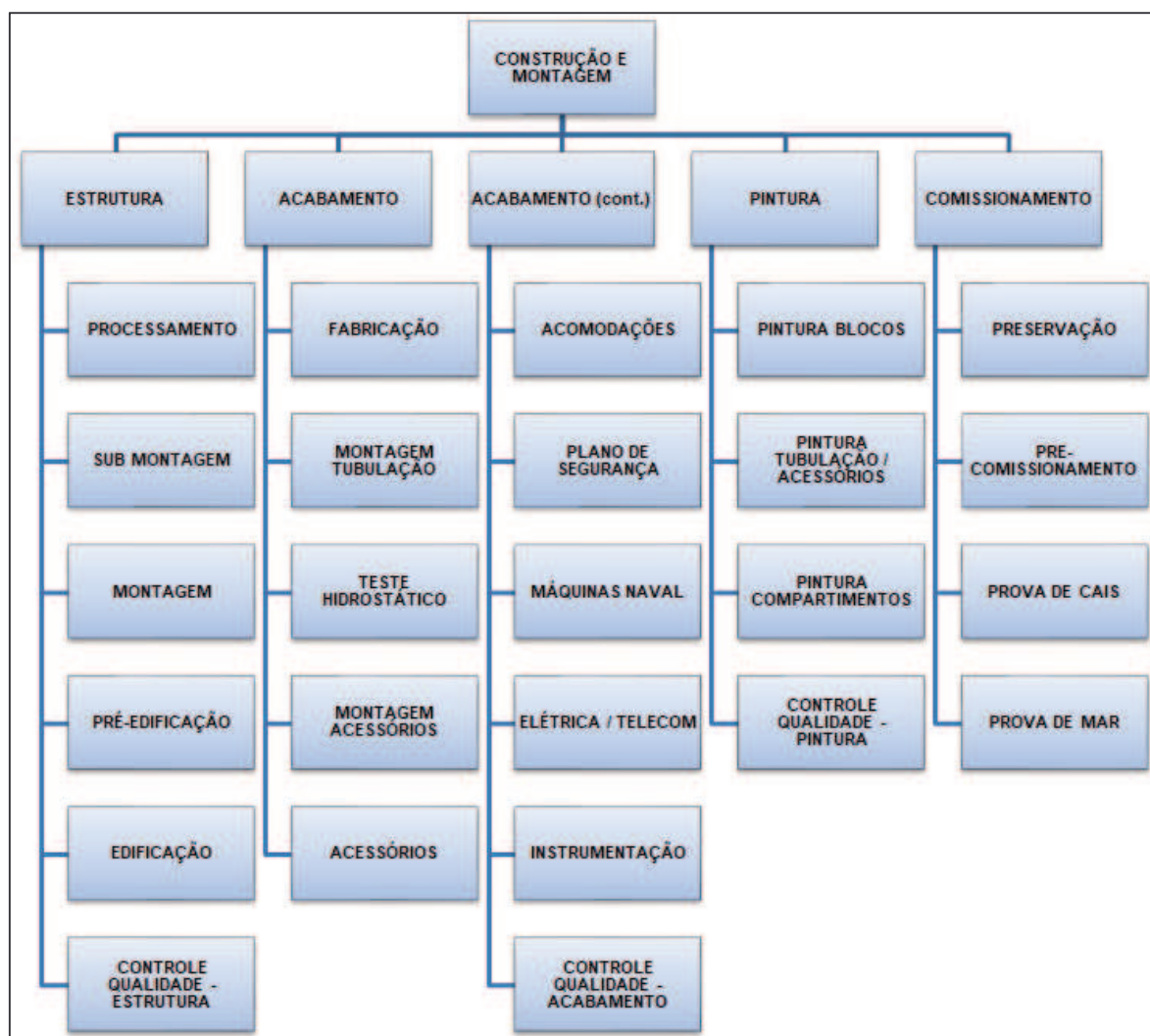
Figura 61 – Exemplo simplificado de EAP



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para um melhor entendimento, a Figura 62 apresenta um detalhamento da EAP somente para as etapas de “construção e montagem”.

Figura 62 – Representação do nível de construção e montagem

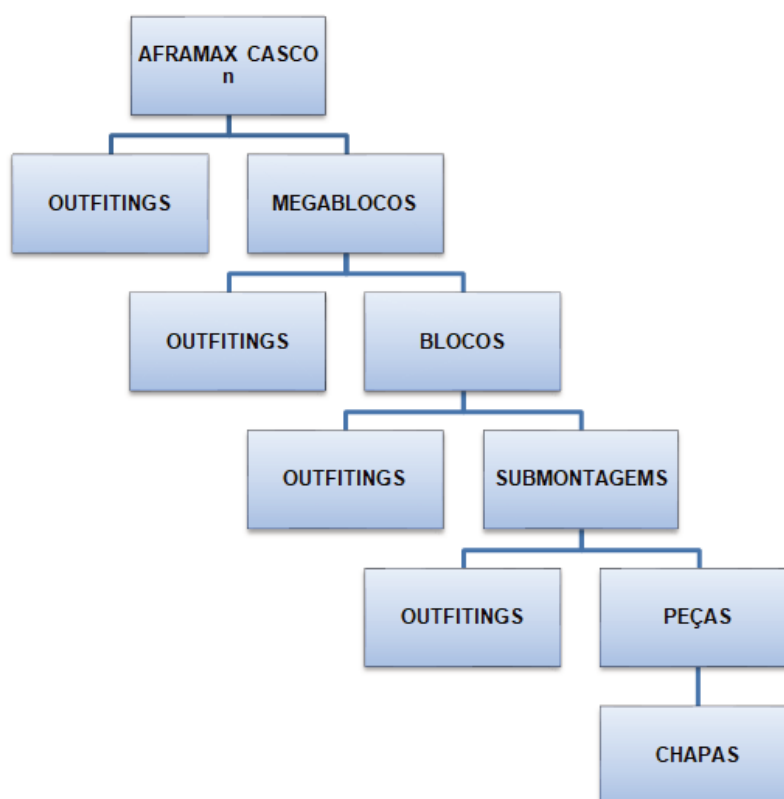


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 61 e a Figura 62 apresentam de forma simplificada uma ideia geral de como o planejamento via EAP é realizado. Numa visão ainda muito departamental e nada integrada, que claramente não representa a estrutura fabril atual e se parece muito com as disciplinas, tal como foram descritas na Fase 1 do EAS.

Buscando adequar a estrutura de PPCPM aos novos modelos de produção do Sistema de Produção EAS, a alta direção movimentou-se em direção a implementação de um MRP. O que se pretendia era a utilização de uma estrutura de produto (BOM) que representa-se a fábrica. A Figura 63 apresenta uma BOM simplificada do navio tipo AFRAMAX.

Figura 63 – Estrutura de Produto simplificada para o AFRAMAX



Fonte: Elaborado pelo autor.

A adoção de um BOM no lugar da EAP, pode se constituir em um avanço real no sentido de ligação do PPCPM com a produção. Isto possibilitaria a implementação de um MRP para apoiar as atividades de planejamento, focando como comentou o GPLA “na sincronização de *outfittings*”.

O ERP do EAS é o mundialmente conhecido - o SAP, o qual não possui limitações e é amplamente utilizado em vários tipos de sistemas produtivos. Porém, sua implantação no EAS ocorreu em 2009, e foi feita, na época de forma coerente com o paradigma taylorista/fordista hegemônico, adotando o conceito de ‘obra’. Isto implicou no fato de que, ao invés de utilizar uma BOM, utiliza uma EAP contratual, como forma de planejamento, programação e controle. Com a modificação do contexto da produção no EAS, o SAP acabou sendo substituído por controles paralelos. A criação desses controles paralelos também sofreu influência da implantação dos conceitos de mini fábricas. Como resultado deste processo, o SAP estava defasado e acabou caindo em desuso.

Então, no ano de 2017, iniciou-se uma reimplantação do módulo de produção (PP) do ERP SAP. Esse módulo prevê a utilização de conceitos elementares de

planejamento, programação e controle (MRP I, MRP II, controle de estoque), e é amplamente utilizado no contexto fabril. O projeto não foi concluído, e o MRP nunca rodou. O insucesso do projeto, na visão do DF3, deu-se devido à baixa capacitação técnica em conceitos de PPCPM da equipe do EAS.

Como não existem ferramentas sistêmicas, com capacidade de representar as fábricas a partir de uma ótica global, faz-se necessária a utilização de outros artifícios paliativos para melhorar os processos de PPCPM. Nesse sentido, o EAS adotou uma estratégia criativa tendo criada uma ampla rede de comunicação e aproximação das áreas. Neste sentido e à título de exemplo, o GPLA comenta a proximidade física dos setores envolvidos no processo de compra:

A gente criou um setor, além de aproximar os quatro grande, diretamente ligados com materiais, que é quem define, que é a engenharia junto com o nosso fornecedor de projeto, quem compra, que é o setor de suprimentos, quem inspeciona, que tudo que é comprado ele sofre inspeção e tem que ser aprovado, e quem define o melhor momento de se comprar, que é o planejamento. [...] Muitas das vezes era um nicho separado. (GPLA).

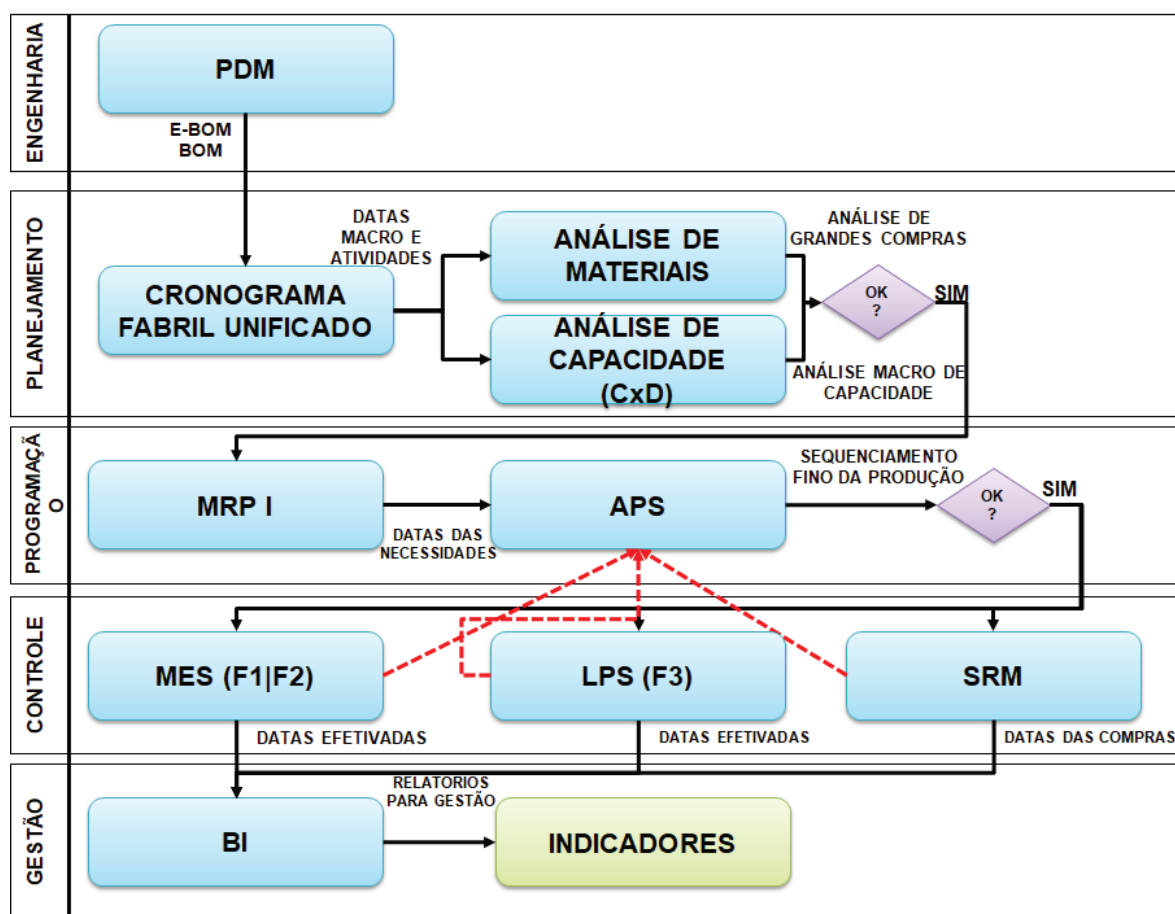
Além da criação de células de compras, envolvendo engenharia, planejamento, compras e qualidade, foi necessário criar diversos fóruns de discussão e alinhamento entre planejamento e fábrica. A principal a ser citada é o “pregão” que é uma reunião diária envolvendo todas as fábricas em que se busca o alinhamento entre elas.

O CENG comenta que existe uma falha ainda no processo do EAS: “[...] a passagem de informação da engenharia pra produção ou pra planejamento ou pra logística, ainda não é robusta” e que “[...] O conceito de PCP a gente é muito frágil”

Esses artifícios paliativos criados não excluem a necessidade de implantação de ferramentas holísticas de suporte ao planejamento. Além do esforço do MRP que já existiu, outras ferramentas como o *Last Planner*, o Planejamento Fino da Produção (APS) e até ferramentas mais simples como análises de Capacidade *versus* Demanda precisam ser implementadas para o sucesso nas operações do EAS. Essa observação é muito importante dado que, na prática, todas as ações de integração ‘físicas’ adotadas, estão longe de substituírem modelos globais que utilizam TI, no caso, o MRP e o *Last Planner* – que são ferramentas mais simples de serem implantadas em função das informações disponíveis ou o Planejamento Fino da Produção (APS) - que exige um conjunto de dados e controle muito mais complexo.

Para isso, esse trabalho visa contribuir com um modelo teórico de conexão e relação de ferramentas de PPCPM. A Figura 64 apresenta esse modelo.

Figura 64 – Modelo de PPCPM teórico



Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo da Figura 64 está dividido em 5 níveis de processo:

- processo de engenharia: processo de PDM que visa garantir informações qualificadas do produto para os demais níveis. As informações são o E-BOM¹⁶ e a BOM;
- processo de planejamento: prevê a criação de um cronograma fabril unificado, onde o principal dado de entrada seja a BOM (e não EAP). Desse processo inicial derivam análise de materiais (grandes compras¹⁷) e uma análise macro da capacidade de produção;
- tendo aprovada as análises de planejamento, processo de programação: análise completa das necessidades de compra e

¹⁶ E-BOM (*engineering bill of materials*) – é uma lista de todas as informações de engenharia necessárias para produção. No EAS são os esquemas: elétricos, mecânicos, de içamento, entre outros.

¹⁷ Grandes compras – no contexto do EAS se referem a compra dos principais equipamentos do navio (motor, caldeiras, hélice, turbinas).

produção através do MRP que é o sequenciamento fino das datas com a ferramenta de APS;

- d) tendo aprovada a análise do APS, processo de controle: ferramentas de controle de chão de fábrica (MES), controle de execução (LPS) e para relacionamento com fornecedores (SRM). Importante destacar que as ferramentas de controle fornecem um *feedback* para o APS reprogramar (representado com as setas vermelhas);
- e) processo de gestão: por fim, a geração de relatórios e indicadores através de uma ferramenta BI.

Do modelo teórico proposto, somente a ferramenta de MES está implementada e, ainda, de forma parcial. O modelo teórico proposto visa a criar uma visão unificada e que represente a realidade das fábricas. Esse modelo segue o conceito de Sloan Jr proposto em 1923, de planejamento centralizado, controle descentralizado.

Uma outra necessidade latente é a de capacitação da equipe de PPCPM em conceitos de planejamento e programação fabril. No setor de PPCPM, ainda persiste uma cultura de obra e disciplinas que não é mais hegemônica, atualmente, no EAS. A Figura 65 apresenta um cronograma para a etapa de processamento, onde o casco é chamado de obra. É uma evidência objetiva de claros resquícios de cultura de obras no EAS.

Figura 65 – Recorte de um cronograma de oficina

CRONOGRAMA DE OFICINA- PROCESSAMENTO										
DESCRIÇÃO DE BLOCOS				CMB			DETALHAMENTO POR MÁQUINA DE CORTE			
OBRA	LOCOS	DESCRIÇÃO	PESO	BASE MONTAGEM CMB*	INICIO MONT. CMB*	PREVISÃO INICIAL CMB DM-45DIAS*	MQ 1A/ 1B/ 1C 658 Chapas	MQ2 400 Chapas	MQ3 198 Chapas	MQ4 58 Chapas
C10	M31NP	NP	1,37		03/mar	18/jan	0	0	0	0
C10	M41NP	NP	1,12		28/mar	12/fev	0	0	0	0
C10	E51NP	NP	50,48	B. SEMI PLANOS	07/abr	22/fev	0	0	0	7
C10	E52NP	NP	25,38	B. SEMI PLANOS	11/abr	26/fev	0	0	0	3
C10	D17NP	NP	65,95	B. PLANOS	13/abr	28/fev	0	0	0	5
C10	M12	PC	44,20	B. SEMI PLANOS	13/abr	28/fev	9	18	0	0
C10	D18	PC	183,80	B. PLANOS	15/abr	01/mar	16	13	15	0
C10	M22	PC	33,00	B. SEMI PLANOS	15/abr	01/mar	5	16	0	0
C10	F41	PC	132,50	B. CURVOS	15/abr	01/mar	19	26	9	0
C10	F41NP	NP	18,02	B. CURVOS	15/abr	01/mar	0	0	0	2
C10	M13	PC	25,50	B. CURVOS	15/abr	01/mar	10	2	1	0

Fonte: Arquivo interno (2017)

No sentido de um PPCPM robusto e representativo, o Estaleiro Atlântico Sul tem uma longa jornada a percorrer. O DF3 salienta que os trabalhos de PPCPM são: “[...] fundamental” e que atualmente existe um hiato nestes processos: “Hoje de certa forma existe uma desconexão da Fábrica um com a Fábrica três”, este é um dos principais desafios para a atual gestão.

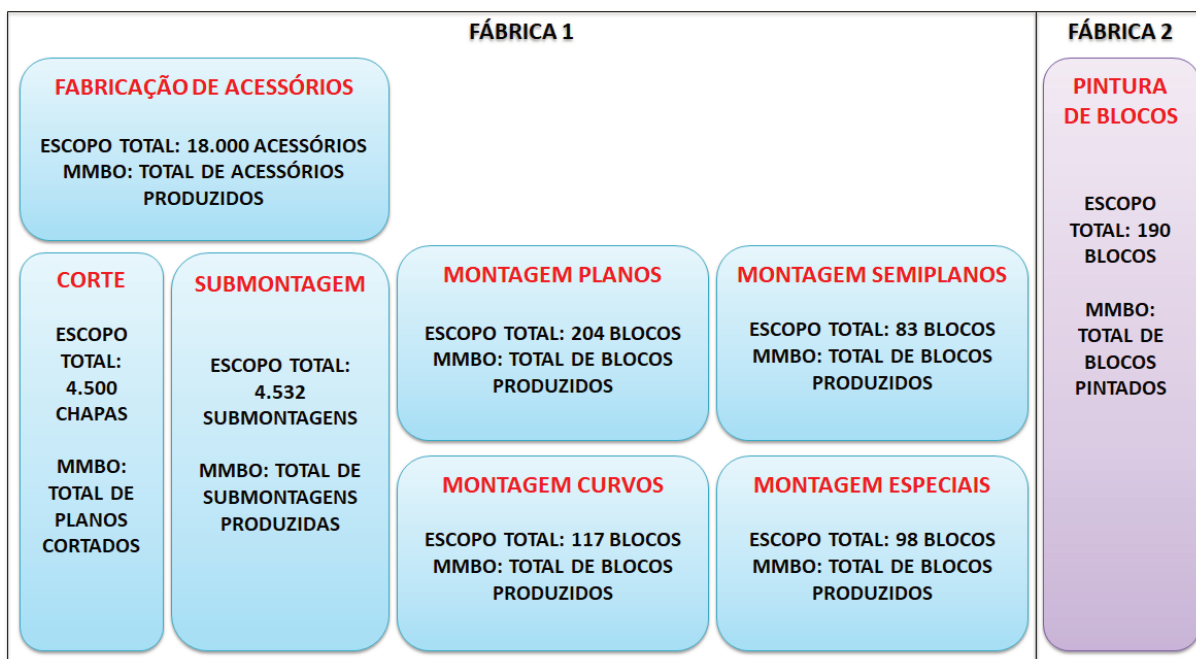
5.3.4 A Proposição de um Novo Modelo de Medição Contratual

O modelo de medição do PROMEF, conforme caracterizado na seção 5.1.3, possui uma série de impactos no sistema produtivo, mais especificamente sobre o Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais (PPCPM) dos Estaleiros, em particular do EAS. Isso pode ser melhor entendido adotando as colocações de Eliyahu M. Goldratt, sendo a qual o comportamento decisório está intimamente relacionado com a ideia de “diga-me como me medes que te direi como me comportarei”. O DF3 complementa a colocação de Goldratt dizendo: “O indicador nos leva a necessidade da superprodução.”

Partindo da noção conceitual do macro e micro-objeto de trabalho, essa dissertação busca contribuir com um novo modelo de medição, que será chamado nesse trabalho de **Modelo de Medição Baseado no Objeto (MMBO)**.

O MMBO tem como conceito fundamental Mecanismo da função Produção e o desdobramento da estrutura de produto dos macro-objetos de trabalho (bloco e navio). Dessa forma, sugere-se a medição contratual baseado na produção do micro-objeto de trabalho em comparação com seu escopo total. A Figura 66 apresenta uma exemplificação do modelo proposto para um navio do tipo AFRAMAX.

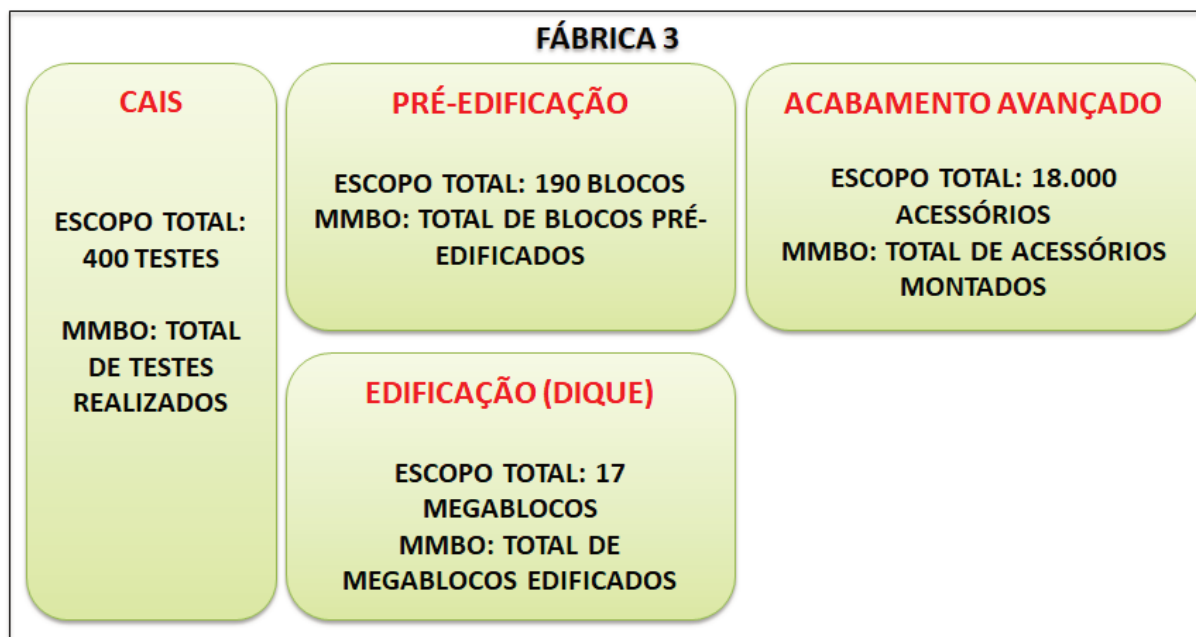
Figura 66 –MMBO para fábrica 1 e 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 67 é possível observar como ficaria o MMBO para a Fábrica 3.

Figura 67 – MMBO para fábrica 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

À título de síntese, o modelo de medição baseado no objeto, procura ser uma forma de, contratualmente representar os micro-objetos de trabalho e diretamente representar a fábrica. Ainda, é possível verificar distorções na sincronização do modelo, a exemplificar o MMBO proposto para o cais (comissionamento), existe uma grande diferença entre as complexidades do 400 testes existentes em um AFRAMAX, alguns são extremamente simples e levam horas, outros são muito mais demorados e complexos.

Mas, de forma geral, o modelo proposto se adequa muito melhor a dinâmica existente no EAS, em comparação com os modelos tradicionais. É então, uma sugestão desse trabalho para futuros contratos.

5.3.5 O Papel da Logística: Considerações Críticas

Em uma indústria complexa como a naval, em que o produto contém muitos e variados tipos de componentes, o *lead time* é alto, as plantas geralmente são de grandes dimensões, o papel da logística interna e externa é decisivo para o sucesso ou insucesso das operações. Como comentado pelo GCON “[...] agora começa a parte mais perigosa da viagem”, se referindo as dificuldades existentes nos processos logísticos.

Nesse sentido, este trabalho pretende abordar três pontos centrais das discussões que envolvem o tema logístico.

5.3.5.1 O Conceito de Almoxarifados *versus* o de Ponto de Uso

O DF3 faz um comentário interessante para compreender o papel conceitual que a logística exercia, inicialmente, no EAS. Nas suas palavras:

A logística no início ela tinha como característica só a questão almoxarifado. [...] a questão de entrega de material, logística interna, coisas desse tipo ela não acontecia [...] Nós tínhamos o almoxarifado e quando precisasse de alguma coisa tu ia fazer uma reserva e buscava o material no almoxarifado. (DF3).

Esse conceito se alinha com a estrutura taylorista/fordista da primeira Fase do EAS. A lógica de almoxarifado estava diretamente ligada com a separação departamental do EAS onde, de forma geral, as atividades de apoio não estavam integradas convenientemente com a produção. Neste sentido, o DF2 comenta que

nesta fase, apesar dos almoxarifados responderem a uma estrutura centralizada, existiam muitos almoxarifados. O DF2 argumenta que existia um descontrole dos inventários derivado desta ótica de gestão do almoxarifado na medida em que: “[...]almoxarifado espalhado tinha para tudo que é lugar, que a gente sabe que tu não consegue controlar.” O DF2 complementa suas colocações a respeito dos almoxarifados do DF2 dizendo que: “[...]o primeiro mapa, nos levou a contagem de 12 almoxarifados físicos. [...] nós havíamos colocado uma meta de ter um único almoxarifado.”

Porém, a avaliação crítica do tema da logística no EAS implicou em uma alteração da visão segundo a qual a ideia era chegar em um almoxarifado único. Assim o DF2 diz que: “[...]a gente viu que essa meta ela não vai ser atingida”. A razão de o porquê a unificação completa dos almoxarifados não é desejável conceitualmente foi analisada sob a perspectiva do conceito que passou a ser adotado de Pontos de Uso, ou seja, que os materiais deviam estar alocados o mais perto possível do seu Ponto de Uso no fluxo produtivo.

À título de exemplificação, chapas são utilizadas somente no início da Fábrica 1 e cabos são utilizados somente na pré-edificação, sendo assim não faria sentido ter esses dois tipos de matérias num mesmo almoxarifado, uma vez que isso aumentaria consideravelmente a movimentação interna necessária. Segundo o DF3, a partir desta nova conceituação de Ponto de Uso, foi estabelecida uma definição conjunta com a equipe de logística segundo a qual a ideia, já concretizada fisicamente, foi: “[...]ter três almoxarifados. Um almoxarifado central, com todos os equipamentos, etc. Um almoxarifado de tubulação e acessórios. E um almoxarifado de chapas.”

O DF3 comenta, adicionalmente, a preocupação em evoluir para a adoção de sistemas informacionais que suportem a solução física já implantada: implantada na medida em que: “Estamos trabalhando o sistema porque o sistema tinha uma série de almoxarifados virtuais. E estava sendo trabalhando também naquele processo do WMS¹⁸.”

No que tange aos processos de mudança nos processos logísticos, o DF3 comenta que os trabalhos executados em setembro de 2016, quando de sua chegada no EAS, já tinham no horizonte a adoção do novo conceito de entrega no Ponto de Uso. Nas suas palavras:

¹⁸ WMS – *Warehouse Management System* – Sistema de Gerenciamento de Almoxarifados

[...] foi o primeiro *Kaizen* que eu particularmente fiz lá dentro do estaleiro. Que foi definir as rotas de entrega de material e os pontos de entrega [...] a gente pegou, mapeou o desenho da fábrica, aonde entregava, aonde recebia chapa, aonde recebia material de solda, aonde recebia tubulação, aonde recebia acessório [...] nós criamos uma rota de entrega. (DF3).

Segundo o DF3, não foram necessários investimentos: “[...] o recurso todo tinha no estaleiro, caminhão.” E complementa que começou-se a: “[...]fazer então entrega de material pra uso [...] No ponto de uso.”

O DF2 comenta os avanços ocorridos das mudanças de conceitos:

[...] eu me emociono com isso aqui Se tu pegar e olhar aqui hoje, em todas as chapas aqui organizadas, todas as chapas, até o casco 15, tudo organizado [...] “no ano que vem, começa a fazer inventário que nunca foi feito aqui dentro. (DF2).

O conceito do controle dos diferentes objetos no almoxarifado (chapas, tubulações, acessórios, equipamentos etc.) é fundamental não só no sentido da melhorias da sincronização dos sistemas produtivos e da eliminação de perdas mas, conforme destaca o DF2, no elemento mais básico de qualquer empresa no que tange à gestão de seus ativos: “uma empresa precisa. Se não controlar os seus ativos já era.”

Uma síntese crítica possível de ser feita no que tange aos processos logísticos internos está relacionada com a falta de sistemas de gerenciamento. Apesar de avanços em requisitos de organização e controle geral, um avanço somente se fará possível através de novas sistemáticas para logística interna.

5.3.5.2 O Modelo da Compra por Projeto: Descrição e Análise Crítica

Talvez o principal desafio a ser vencido em direção a um processo de logística robusto e eficiente, venha da descrição e análise crítica do que nesse trabalho será intitulado de ‘Modelo da Compra por Projeto. Esse conceito, em verdade, é um resquício, da Fase 1 baseada na forma convencional da indústria naval brasileira - conceito de obra ou projeto, e é substancialmente conflitante com as modificações que ocorreram na Fase 2 e 3 do EAS.

O Modelo da Compra por Projeto tem ligação direta com a utilização da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) como dado de entrada para o planejamento do

sistema produtivo (explicado em detalhes na seção 5.3.3). Em termos práticos, o DF3 ajuda a explicar o Modelo da Compra por Projeto:

[...] eu tenho uma válvula X que preciso montar no navio 11, mas a válvula do navio 11 eu não tenho, eu tenho a do navio 12, por algum motivo (perda, qualidade, entrega) eu tenho do navio 12 e não tenho a do navio 11. E eu não consigo pegar a do navio 12 para colocar no navio 11. (DF3).

O Modelo de Compra por Projeto faz com que, mesmo tendo o material com as mesmas características, eu só posso aplicá-lo no navio que foi referenciado no momento da compra. Um outro exemplo advém da lógica dos refugos no sistema produtivo. Supondo que uma dada chapa com características definidas e única (espessura, comprimento, grau) é utilizada na série AFRAMAX (C010 até C015), e na operação com a chapa para o C010, a produção efetuou um erro operacional grave e causou o refugo completo da chapa. Nesse momento, mesmo existindo dentro do EAS outras 4 chapas com a mesma característica da refugada, o setor de produção terá que esperar todo o *lead time* do processo de aquisição de uma nova chapa. O DF3 comenta que: “[...] a gente passa uma grande dificuldade porque tudo é comprado por navio”

O DF3 comenta que avanços estão começando a ser desenvolvidos: “estamos tentando trabalhar com a ideia de estoque livre no almoxarifado de forma que quando eu reservar o material pra puxar pro navio aí que ele recebe o projeto”.

5.3.5.3 O processo de detalhamento e aquisição de materiais

Empresas do tipo ETO tem em seu ciclo de produção a característica de mudança frequente do produto. A indústria naval se caracteriza como ETO. Porém, as modificações dos produtos tendem a ter um tempo mais longo para ocorrerem. Desde o início do corte do C001, o produto em questão no EAS é a série do petroleiro SUEZMAX, que se estendeu até a entrega do C010 em maio de 2017. Em agosto de 2016, iniciou-se uma fase de transição entre a produção da série do petroleiro SUEZMAX para a produção da série do petroleiro AFRAMAX.

Embora o tema da mudança de série sob a ótica da engenharia seja feito na seção 5.3.6, é relevante abordar os impactos ocorridos da ótica do processo logístico. O GPLA explica os principais desafios da troca de projeto do SUEZMAX para o AFRAMAX, afirmando que:

[...] nós iniciamos as atividades do AFRAMAX com o projeto ainda em desenvolvimento. Nós tínhamos a necessidade muito grande de ter os materiais. Então, no início foi dimensionado em cima do escopo da série do SUEZMAX que são similares, mas não são iguais. Principalmente o bulk material: de parafuso, de porca, até a própria compra de tubulação, de flange, de cantoneira, de material de acessório, foram comprados baseado numa referência do SUEXMAX. Conforme o projeto de engenharia ia finalizando, ia sofrendo revisões. Então isso foi uma grande dificuldade nossa e ainda é, o projeto ainda não está finalizado 100%. Estamos aí há três meses, da entregar do primeiro navio da série AFRAMAX, vamos lançar daqui a 3 dias o primeiro e o projeto não finalizou ainda. Então isso aí é um grande desafio. (GPLA).

O que ocorreu na troca de série, descrito acima pelo GPLA, causou um impacto grande, principalmente na Fábrica 3. Isto porque os componentes são muitos e de variados tipos, afetando diretamente os índices de produtividade e as HH empregadas na Fábrica 3.

O CENG comenta as dificuldades que existem na transferência de informações entre os setores: “[...] a passagem de informação da engenharia para a produção ou para o planejamento ou para a logística, ainda não é robusto. A passagem de informação de suprimentos para o almoxarifado não é robusta.”. E o CENG também comenta sobre os processos fora do SAP: “a logística fica totalmente estanque, total mesmo. Não é nem uma membrana permeável, é estanque. A logística, têm o direito de trabalhar fora do SAP, têm o direito pra trabalhar com planilha de Excel.”.

5.3.5.4 O Parque Naval: Uma Alternativa para o Fornecimento

O objetivo do trabalho não comporta a análise aprofundada da cadeia de suprimentos do EAS. Porém, parece interessante tratar do tema da cadeia de fornecedores de forma simplificada abordando pontos tais como: i) a falta de uma indústria de navieças internalizada no Brasil para apoiar as operações do EAS; II) as dificuldades na tentativa de terceirização dos chamados *outfittings* no caso do EAS.

O EAS passou pela experiência de terceirizar parte do seu processo. O processo de fabricação de *outfittings* na mudança das mini fábricas para o conceito atual de fábricas (Fases 2 e 3), deixou de ser um processo independente e passou a integrar a Fábrica 1 (para os *outfittings* referentes a essa fase), sendo que a parte que é integrada a Fábrica 3 foi terceirizada.

Por não existir na estrutura da SUAPE, nem do Estado do Pernambuco, nenhum fornecedor de navieças, tornou-se necessário encontrar um fornecedor no

Estado de São Paulo. O DF3 comenta a experiência com a terceirização da fabricação de *outfittings* para a Fábrica 3 foi: “Péssima. Porque a gente não preparou o fornecedor. Entendeu? Nós largamos, mas não ajudamos ele a fazer isso aí. Esperávamos que ele fosse fazer isso de alguma forma. A experiência foi péssima.”. No discurso do DF3 torna-se claro que para que a terceirização possa ocorrer, não basta que exista a capacitação do fornecedor para as entregas solicitadas, mas a especificação deve ser eficazmente construída para tornar exequível boas entregas em termos de qualidade e prazo por parte do fornecedor.

O CENG comenta que: “[...] o Estaleiro está no lugar errado. Porque a gente não tem empresas em volta. A gente está totalmente afastado de tudo”. E exemplifica: “Se você quiser comprar aço, não importa se venha do Brasil ou da Indonésia, vem de longe. Então esses *lead times* são assim uma ‘facada no nosso coração’.”.

O CENG coloca os problemas derivados da deficiência do ‘parque naval’ brasileiro, ou seja da cadeia de fornecedores de materiais e serviços, para o avanço dos processos do EAS em direção à entrega *Just-in-Time*:

[...] a origem das remessas é muito distante da gente. Então a gente recebe seis mil toneladas pelo menos em cada navio. E significa que quando você vai receber um navio a cada dois meses. E quando vem a nossa preocupação é conseguir encontrar dentro do navio a sequência certa sem perder a identificação. Com tubulação a gente está tentando descobrir, mas ainda está longe de conseguir. Com aço a gente só tem grandes volumes até hoje. A gente já sabe como receber grandes volumes, mas os grandes volumes são mortais. O sonho, o que se projeta pro Estaleiro é: a gente conseguir colocar os caras aqui dentro, sabe? Eu quero receber *Just-In-Time* a maior parte das vezes”. Então o *Just-In-Time* hoje, quase que representa você botar os seus parceiros aqui dentro. Mas não é só pra tinta ou material, é pro cara de comissionamento também, é pro prestador de serviço, é todo mundo. É você trazer aqui pra dentro todo esse parque Naval. Mas como que você consegue isso? Com volume. Se você tem uma carteira robusta, você consegue trazer. (CENG).

Finalmente, cabe uma análise crítica sobre a situação da logística do EAS, à luz do Sistema de produção EAS. Cabe aqui observar que os avanços práticos das melhorias da logística no EAS não parecem consonantes com as a profundidade das demais melhorias feitas no sistema de produção.

Os pontos deficientes em relação as melhores práticas da Função Logística podem ser sintetizadas como segue: a) necessidade de conceber e implantar com eficácia controle dos processos internos, utilizando conceitos e métodos de abastecimento interno, tais como o *e-Kanban* e WM; b) construir uma lógica de ruptura completa na forma de compra baseada na EAP, com foco na busca de uma

integração, o máximo eficaz possível, entre as áreas; c) gerar um processo robusto de troca de informações, através de uma ferramenta do tipo PDM (ver Figura 64 – Modelo teórico para o PPCPM); d) aplicação da ferramenta Matriz de Posicionamento Estratégico dos Materiais, visando segregar estrategicamente os materiais e suas formas de tratamento; (KLIPPEL; ANTUNES JÚNIOR; VACCARO, 2007). e) fomentar o adensamento do parque naval brasileiro, consonante com Políticas Industriais oriundas dos Governos Federal e Estadual, no intuito de instituir uma cadeia de fornecedores/sistemistas de materiais e serviços que possa melhorar a competitividade do EAS.

5.3.6 O tema da Engenharia de Produto e Processo: Considerações Críticas

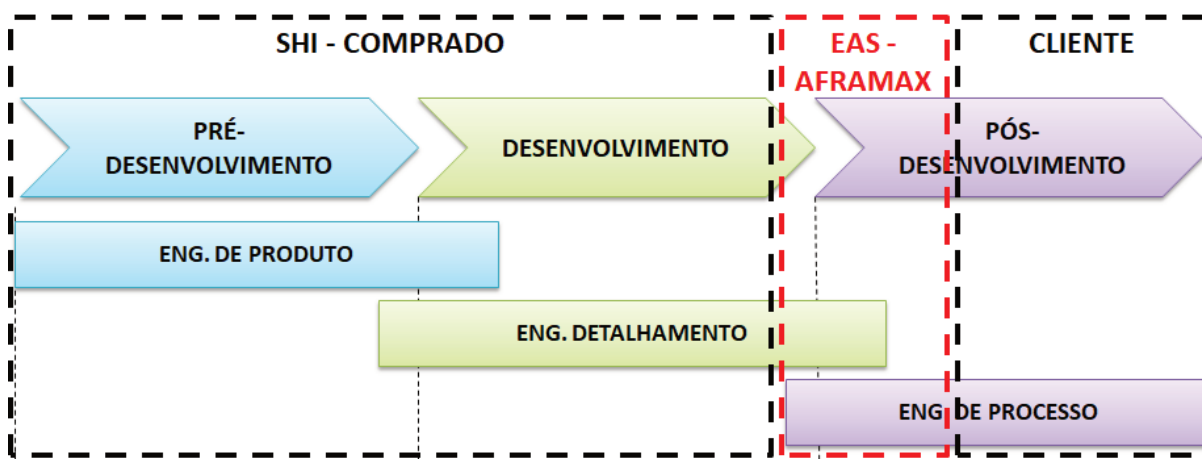
O tema da engenharia de produto e processo tem considerável influência sobre os processos de logística e de PPCPM, na medida em que é um relevante ‘fornecedor’ de informações para que estas atividades possam ser realizadas com eficácia. Conforme apresentado na seção 2.2.1 do Referencial Teórico existem 3 fases centrais nos processos de engenharia de empresas do tipo ETO:

- f) fase de pré-desenvolvimento: operacionalizada pela Engenharia de Produto que busca, principalmente, a obtenção de inovações de produto. No EAS essa fase é caracterizada pelo desenho/projeto dos navios SUEXMAX e AFRAMAX nos quais, em ambas as situações, foram adquiridos do exterior da *Samsung Heavy Industries*;
- g) fase de desenvolvimento: onde é detalhado ‘como’ será produzido o produto, ‘quais’ equipamentos, ‘quais’ ferramentas, etc. No contexto deste trabalho isto será intitulado de ‘engenharia de detalhamento’. No EAS para o projeto SUEZMAX a ‘engenharia de detalhamento’ foi desenvolvido internamente. Já para o projeto AFRAMAX esta etapa foi adquirida da *Samsung Heavy Industrie*;
- h) fase de pós-desenvolvimento: após o produto estar definido e todos os parâmetros de produção estabelecidos, começa-se a produção do produto. Essa fase pode ser, também, subdividida em duas etapas, a saber:

- a. etapa interna: caracterizada pela engenharia de processos, correspondendo a fase de produção do produto dentro da empresa. No EAS essa engenharia sempre foi interna;
- b. externa: caracterizada pela manutenção e pós-venda do produto. No caso do EAS não é responsabilidade interna as manutenções e pós-venda, sendo realizadas pelo próprio comprador dos navios.

À título de síntese e embasado na Figura 17 (ver seção 2.2.1), a Figura 68 apresenta como estão relacionados e quais os principais atores dos processos de engenharia no EAS.

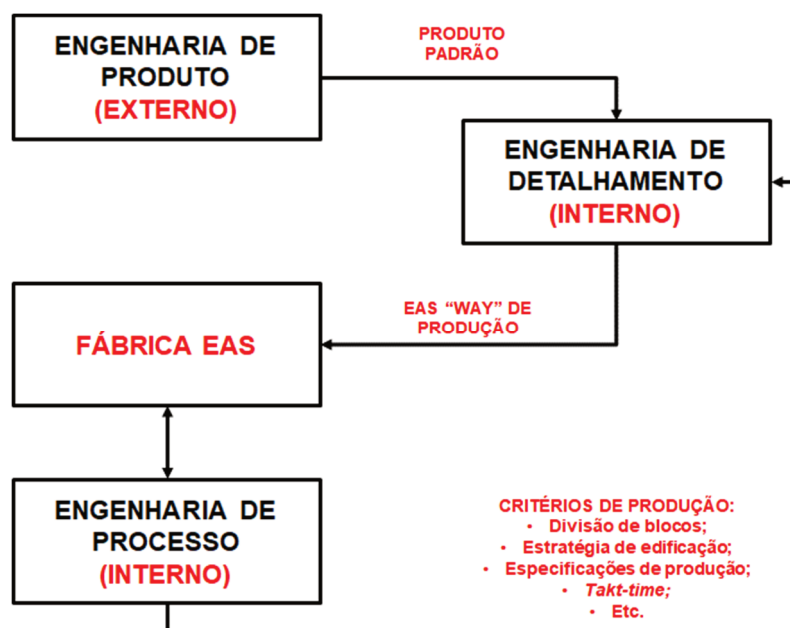
Figura 68 – Processos de engenharia no EAS



Fonte: Adaptado de (ROZENFELD et al., 2006) e (BARONI, 2017)

Para um melhor entendimento do processo de engenharia como um todo, e suas interações, a Figura 69 apresenta, de forma sucinta, um esquema geral de funcionamento.

Figura 69 – Esquema Genérico do Processo de Engenharia: Proposta Futura



Fonte: Elaborado pelo autor.

No modelo do EAS, e na visão do CEO “[...] a engenharia de produto continuará sendo externa, não é preciso desenvolver um novo navio, o EAS irá produzir um navio já testado.”. A adoção desta estratégia define a engenharia de produto a partir do fornecimento de um produto (navio) padrão.

No caso da Engenharia de Detalhamento a visão do CEO “[...] precisa ser interna, porque na engenharia de detalhamento que está a inteligência de ‘como’ produzir”. Em outras palavras, o CEO sugere que o “EAS way” ou ‘Jeito EAS de produzir’, focada no **‘como fazer’** para produzir da melhor maneira é uma tarefa que deve ser internalizada pelo EAS, na medida em que deve estar diretamente relacionado ao modelo de fábrica que existe no EAS, ou seja, a sua tecnologia intrínseca de produção já instalada, com a adição dos elementos inovadores no processo para a produção dos novos produtos (navios, etc.) planejados para serem fabricados no futuro.

Um exemplo disto é a questão do detalhamento do AFRAMAX. Uma análise histórica, aqui, faz-se necessária. No caso do detalhamento do SUEXMAX, mesmo que a fábrica desenhada pelos coreanos fosse projetada para a adoção dos megablocos, os princípios construtivos adotados estavam associados aos blocos (lógica construtiva adotada pelos japoneses. Este dado empírico aponta para o fato do não reconhecimento por parte dos engenheiros e profissionais responsáveis pelo

detalhamento pelo potencial existente no sistema de produção do EAS, um Estaleiro de quarta geração. Neste sentido, segundo o CEO somente com o novo detalhamento para o projeto AFRAMAX é que foi adotada pela primeira vez em sua plenitude a lógica construtiva coreana concebida para o EAS. Assim, “[...] o primeiro megabloco edificado corretamente só aconteceu no projeto Aframax.”. Isso é reflexo direto da influência do detalhamento correto associado ao projeto AFRAMAX, que mesmo não detalhado internamente (foi comprado da SHI), está diretamente ligado a um correto conceito coreano de edificação.

A Engenharia de Processo se caracteriza como responsável da condução da produção no sentido de dar suporte a produção. Também é responsável por juntamente com a engenharia de detalhamento definir os critérios de produção. Dessa forma, papel fundamental na medida em que cabe a ela definir os critérios de produção que irão embasar o processo de trabalho da ‘Engenharia de Detalhamento’.

Na visão do GCON, a compra do detalhamento para do projeto AFRAMAX fez com que “[...] forçosamente tem que ser voltado pro teu processo produtivo”. Para ele, a “[...] indústria naval do Brasil sempre teve uma engenharia muito boa de produto, do projeto conceitual, mas sempre houve uma deficiência no detalhamento da construção”, o que o GCON comenta são definições da divisão dos blocos, os projetos de içamento, como será realizada a montagem dos sistemas do navio, etc.

Finalmente, um ponto relevante para melhorar a Engenharia de Detalhamento e a Engenharia de Processo parece passar pela modificação no perfil dos profissionais envolvidos. De acordo com o GCON, é importante “[...] trazer mais engenheiros de produção pra dentro dos estaleiros.”. Isto porque, além dos conceitos e práticas associadas a Engenharia Naval, é necessário começar a pensar no melhor jeito de produzir o navio, o que a visão do GCON passa pela noção de que “[...] a melhor maneira de fazer quem sabe é a engenharia de produção”.

5.3.7 Construindo as bases para a melhorias dos fluxos: A Abordagem da Qualidade Focada no Processo

A estrutura taylorista/fordista propõe-se a definir explicitamente departamentos independentes, de tal forma que existem Departamentos distintos responsáveis pela produção e pela qualidade. Essa estrutura se manteve durante muito tempo, começando a ser alterada com as novas práticas de Qualidade propostas nos EUA

por pessoas como J.W. Deming e Juran. Posteriormente, inspiradas nos autores americanos da área de gestão (*Management*) e Qualidade (em particular, Deming e Juran) e com o apoio efetivo da *JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers)*, estes novos conceitos e práticas foram sistematizadas em uma tecnologia de gestão intitulada de *Total Quality Control -TQC* (Controle da Qualidade Total). Além das ideias de gestão propugnadas no TQC, uma ideia básica passou a ser adotada e que foi sintetizada por Shingo quando ele comenta que: “existe muita verdade no ditado: ‘Qualidade deve ser incorporada ao processo’.” (SHINGO, 1996a p.270).

Segundo o DF1, a cultura hegemônica do prisma da qualidade existente no início do EAS era que: “[...] existia uma separação completa da qualidade [...] quem faz qualidade com quem faz produção”, em outras palavras “[...] ou eu faço bastante ou eu faço bem feito”. E isso se caracterizava com: “[...] uma cultura da inspeção, muito forte na inspeção [...] muitos inspetores.” (DF1). O CSIX comenta a situação inicial do EAS: “[...] muito defasado das boas práticas que se vivem da parte de qualidade”, e “[...] uma cultura muito voltada no produto e não no processo.” (CSIX).

O impacto dessa cultura de qualidade voltada ao produto e não ao processo gerava um aumento expressivo no retrabalho e, por vias de consequência, no tempo gasto na pré-edificação e edificação. O CSIX explicita que: “[...] a gente detectou que o retrabalhado da edificação e da pré-edificação era muito alto, consumia-se uma quantidade de HH muito elevado.”

Buscando modificar essa cultura, a nova cultura de gestão do EAS começou a implantar conceitos de TQC, através de treinamentos. O DF1 comenta que foram até entregues artigos sobre o TQC para a liderança e operadores. Em suas palavras:

[...] tem todo um processo de aculturação, a gente distribuiu lá um artigo sobre TQC, surgimento do TQC, pra que as pessoas entendessem que a responsabilidade pela qualidade não é a qualidade, mas é de quem faz, de fazer certo a primeira vez, de como nasceu os conceitos do TQC. (DF1).

Foi conduzido pelo DF1 a implantação da primeira ‘clínica da qualidade’ no setor de submontagem. O conceito de ‘clínica da qualidade’ é a determinação de um local específico onde, quando identificado um defeito pela produção, o produto (nesse caso submontagem) é retirado da linha de produção e enviado para a clínica. Neste contexto, a própria produção é responsável por identificar os defeitos e realizar os retrabalhos necessários. O DF1 diz que:

[...] a gente fez essa primeira clínica, e nessa clínica quem tem a responsabilidade, digamos assim, de inspecionar, checar e fazer a peça da submontagem sair dentro dos critérios estabelecidos pelo estaleiro é a operação, é a gestão da operação. Então a gente aos poucos entrou nesse processo de mudança, a gente trouxe para as nossas reuniões a qualidade. (DF1).

O trabalho inicial na submontagem foi essencial para começar, de uma ótica teórico/prática, a disseminação de uma nova cultura de qualidade no EAS. Porém, devido à complexidade do problema existente na pré-edificação e edificação, o CSIX percebeu a necessidade de conduzir uma série de projetos utilizando a metodologia 6 sigma (*Six Sigma*) em que o objetivo era a redução da variabilidade dos processos mais críticos. Segundo o CSIX: “[...] dividimos em vários times, cada um era responsável por um pequeno projeto e era projetos mais na linha do *Six Sigma*, o que envolve variabilidade, medição.” O objetivo dos ‘pequenos projetos’ era: “Pra que problema de variabilidade muito alto e também de não atender as tolerâncias de desenho. Então o objetivo foi atender a conformidade de produção e a redução da variação.”.

À título de exemplo, esses projetos muitas vezes, eram simples, como a modificação da produção de gabaritos para melhorar o processo de conformação. Inicialmente, eram feitos internamente de madeira, e passaram a ser cortados a laser num parceiro terceirizado. Segundo o CSIX, resultados significativos vieram de pequenas melhorias, na medida em que: “... a gente conseguiu ver diferença de até uma polegada nesses gabaritos.”. O CSIX argumenta que a principal mudança cultural, gerencial e técnica buscada foi a: “[...] de focalizar mais no controle de processo do que no controle de produto, essa também talvez tenha sido uma questão chave. Monitorar o processo e não inspecionar o produto”.

A complexidade em volta do tema da variabilidade, sob a ótica do controle dimensional é comentada pelo DF1, no sentido de que as peças possuem características específicas, curvatura, eixos de referência e: “[...]tem uma série de questões dimensionais importantes, para que isso se encaixe no navio depois, elas vão mudando de tamanho, elas vão aumentando, deformando e aumentando.”. Essa deformação se dá devido à deposição de calor inserido no processo de solda, o que faz do processo de montagem de blocos, nas palavras do DF1: “[...]ser uma alfaiataria de aço.”.

Outro tema a considerar é que foi criado uma equipe que foi buscar no Japão um *benchmarking* para os processos de corte e solda. Essa equipe trabalhou na definição de parâmetros para que, segundo o DF1: “[...] quanto eu tenho que cortar a chapa menos pra chapa depois de todos os processos ela fique do tamanho certo”. A complexidade é tamanha que mesmo, quando os blocos estão dentro das tolerâncias especificadas, pode ocorrer a impossibilidade de montagem. Assim, “[...] mesmo o bloco estando dentro das tolerâncias, ele pode ter problema... que na hora que tu somas as tolerâncias, tu podes ter problema lá na montagem final do navio. Então ela, inclusive, faz um projeto de compensações.”.

Este trabalho foi conduzido ao longo de dois anos, sendo que os resultados foram expressivos. As considerações do CSIX em relação ao tema é que: “[...]houve uma redução brutal de desperdício de HH [...] Houve uma melhoria sim que foi brutal de produtividade, redução de HH na pré-edificação e na edificação.”.

O DF3, que é o maior ‘cliente’ do melhor controle dimensional, confirma e elogia os trabalhos realizados, afirmando que: “...percebe o erro aqui e sabe qual bloco está do lado e já corrige dentro da fábrica. É muito mais fácil ele corrigir dentro da fábrica do que levar lá pra fora pra corrigir esse negócio.” e cita a importância das ações de busca de solucionar os problemas de qualidade na fonte do problema para o atingimento das metas tanto de produtividade Horas Homem/HH como para a redução do tempo de atravessamento dos navios, dado que: “Então isso foi fundamental pra velocidade do navio Aframax.”

Um setor que teve um impacto significativo na modificação da cultura de qualidade do EAS, foi o comissionamento. O CSIX comentou que: “[...] o comissionamento ele fez uma revolução também”. Uma vez que o comissionamento se constitui na última etapa do processo de fabricação do navio ele acaba sendo um reflexo de todas as ações efetivadas no sistema de produção do EAS. E o importante é que os resultados foram expressivos, dado que: “...hoje nosso comissionamento está *benchmarking* em relação a Japão e Coréia. É o menor tempo do mundo e não era assim.” (CSIX).

O CSIX coloca que, apesar do grande avanço já ocorrido no EAS, não é possível se acomodar: “a gente atingiu um determinado nível, melhorou muito do que era antes, mas ainda precisamos melhorar [...] principalmente em blocos curvos a gente precisa melhorar [...] mais ainda essa questão de variação.”. E o foco deve ser

a variabilidade: “[...] ainda precisa reduzir mais a variabilidade”. Adicionalmente, o CSIX comenta outros desafios relevantes argumentando que:

[...] a parte lá fora, que a gente chama de mecânica que é a parte toda da usinagem aqui, leme, casa de máquinas, eixo, ainda tem uma tolerância bastante apertada e a gente tem dimensões extremamente grandes. Então temos um desafio enorme, isso aí já deu problema no navio em momentos de entrega. E temos desafio enorme de conseguirmos trabalhar nesse nível de tolerância, extremamente pequenos e o processo não é totalmente controlado. (CSIX).

À título de síntese, parece possível afirmar que o avanço no EAS no tema da qualidade foi considerável. Isso ocorreu em distintas dimensões interligadas, especificamente no que tange: i) as mudanças culturais profundas em relação ao paradigma taylorista/fordista (que tem foco na departamentalização e na inspeção da qualidade), na medida em que os trabalhadores da fábrica passam a se considerarem responsáveis por ‘produzir’ a qualidade; ii) aos aspectos ligados a gestão dos aspectos relativos a qualidade (como, por exemplo, a constituição das clínicas da qualidade, a adoção da metodologia 6 sigma para a estruturação, identificação, análise e solução de problemas etc...); iii) aos aspectos técnicos, em particular as ações relativas a redução da variabilidade dos processos de fabricação.

5.3.8 As melhorias na Função Operação a partir da ótica de melhorias da Função Processo

Sob a ótica do MFP, a função operação diz respeito ao sujeito do trabalho (máquinas e trabalhadores) no tempo e no espaço (ANTUNES et. al, 2008). Nesse sentido serão apresentadas as melhorias implementadas que tem como foco a Função Operação, porém sem perder o macro dimensionamento do objeto de trabalho que embasa toda a condução da Fase 3 no EAS.

5.3.8.1 O caso do GPT/IROG e MES nas máquinas de corte

O GPT consiste em romper as lógicas de melhorias segmentadas para tratamentos de problemas, ou seja, pretende focar as melhorias nos pontos restritivos (gargalos – TOC) (KLIPPEL et al., 2003) . O método do GPT utiliza o IROG como medidor de eficiência, de forma a estimular a integração com outras áreas, identificar as principais causas da não-eficiência (ANTUNES et al., 2013).

Em primeiro momento o GPT teve como objetivo melhorar a utilização dos ativos da área de corte buscando atender a demanda dos fluxos seguintes. O DF3 comenta que havia um: “desbalanceamento muito grande” entre as capacidades utilizadas nos diferentes setores e que, neste sentido, seria necessário: “...aumentar a eficiência de corte”. Para isso foi utilizado um sistema MES para coleta de dados e controle do chão de fábrica.

A implantação do GPT/MES no Estaleiro Atlântico Sul iniciou-se em Dezembro de 2016, com o monitoramento das principais máquinas de corte, *Koike 2B* e *Koike 2C*. Anterior a isso, não existia monitoramento das eficiências, o controle era feito com base na tonelagem produzida por máquina.

Inicialmente, conduziu-se a implantação e controle do indicador de IROG. Para isso utilizou-se conhecimento estatísticos para criar uma função do tempo de corte em relação a distância percorrida pela máquina de corte. Essa função fornece com precisão de 95% os tempos de corte. Também, foi definida uma tipologia de parada, com o objetivo de evidenciar as principais ocorrências e causas na perda de eficiência. Através do controle das eficiências, e da identificação dos motivos de paradas, foi possível observar que as principais paradas ocorriam em função da falta de desenho de corte e de questões associadas com a manutenção.

Para minimizar essas paradas foram instalados ferramentas visuais do tipo Andon nos setores de apoio a produção (manutenção, engenharia, PPCPM), ou seja, foi desenhando uma cadeia de ajuda para o equacionamento das paradas. Neste sentido, o CMES explica que:

[...] então um dos principais problemas de parada é o problema de manutenção, na área de apoio de manutenção, televisores instalados, o operador faz o acionamento à um problema e dispara um alerta na área dessa maneira sempre que o operador estivesse com alguma impossibilidade de produção ele acionava o Andon da área de apoio responsável. (CMES).

O DF1 comenta que o Andon: “está aqui hoje em vários setores espalhados”. Essa foi uma das principais medidas para a alavancagem das eficiências globais dos equipamentos de corte, na medida em que melhorou significativamente a gestão de rotina e de melhorias dos postos de trabalho considerados críticos.

A divulgação dos dados passou a ser diária sendo que o operador acompanhava sua eficiência do dia anterior. Esse tipo de dinâmica modificou a cultura de trabalho no posto de trabalho uma vez que, anteriormente, o operador era

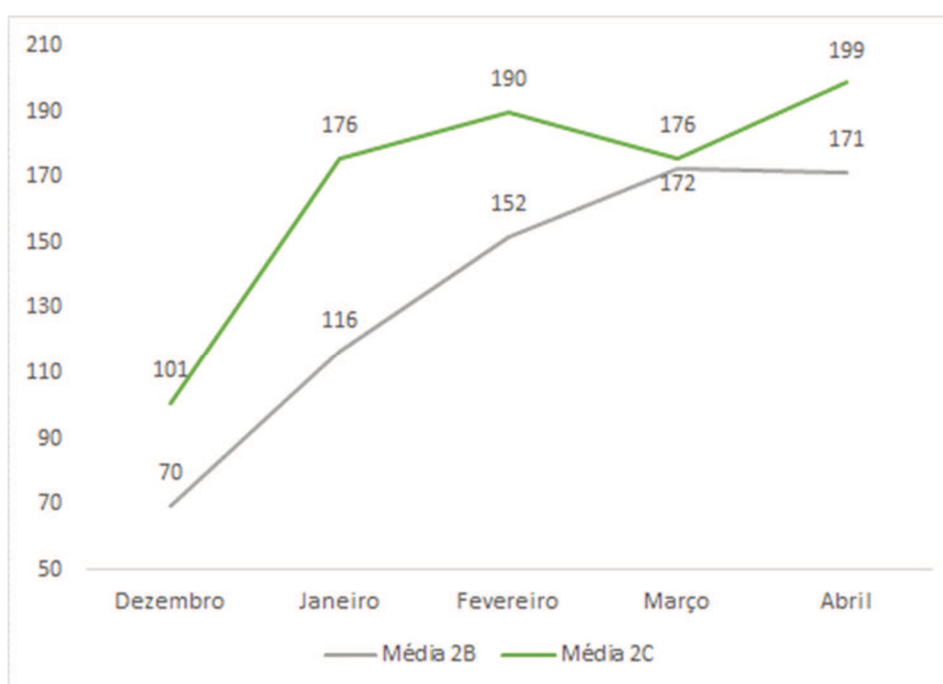
‘cobrado’ somente pelo volume mensal de produção. Agora o controle é realizado diariamente envolvendo dois aspectos: i) a eficiência da máquina (IROG); ii) a aderência ao plano estabelecido para as diferentes máquinas.

No período de 5 meses houve um incremento de 86% na eficiência da máquina de corte *Koike 2B*, dado que ele inicialmente tinha, em média, 36% de IROG, chegando a 70% ao final do período considerado. O DF1 comenta que: “A gente saiu aí da eficiência de 30% nas máquinas de corte principais, para 65% hoje.” O CMES exalta os resultados obtidos: “Então sair de 30% de eficiência, pra 70% num recurso crítico é um caminho bem grande” (CMES), na medida em que ocorre uma duplicação da produção de peças na máquina em cena.

Esses valores, embora elevados para o tipo de sistema de produção do EAS, podem ser melhorados se compararmos com outras empresas do setor metalomecânico onde as eficiências dos processos de corte podem chegar em valores ao redor de 85. Porém, trata-se de um resultado expressivo que possibilitou a implantação de melhorias nos fluxos de produção como um todo.

O aumento do IROG resultou em uma maior quantidade de peças disponibilizadas para os setores seguintes. A Figura 70 apresenta um gráfico onde pode-se observar um aumento médio de 100% na quantidade produzida.

Figura 70 – Evolução na quantidade de peças produzidas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Atualmente, a principal parada ocorre por manutenção corretiva. A instalação do Andon nos setores de apoio ajudou a reduzir o tempo de espera. Porém, de outra parte, ainda existe uma cultura de 'conserto', ligada a utilização hegemônica da manutenção corretiva, de forma que os conceitos de TPM (*Total Production Maintenance*) precisam ser incorporados, no futuro, na cultura organizacional do EAS.

A implantação do MES trouxe outras melhorias além do controle efetivo de determinados ativos críticos para a gestão dos sistemas produtivos, associadas com a melhoria dos controles dos materiais e processos dentro da fábrica. Foi desenvolvido módulos de programação fabril, onde as atividades de cada linha de produção são listadas e sequenciadas conforme a necessidade do cliente.

Além dos consideráveis ganhos em IROG nas máquinas de corte, a metodologia GPT e a implantação dos MES resultaram em redução do custo geral de fabricação e horas-homem empregadas por tonelada. A Figura 71 apresenta uma série de resultados, sendo relevante destacar que ocorreu uma redução de 29% no custo geral da mão de obra.

Figura 71 – Resultados GPT e MES



Fonte: Arquivo interno (2017)

O DF3 comenta que: “[...] se não tivesse aumentado a eficiência de corte eu deveria ter comprado duas máquinas de corte [...] Algo em torno de uns 4 milhões”.

Considerando os ganhos obtidos na redução do custo da mão de obra e aumento da quantidade produzida, o resultados da implantação do GPT e MES ainda mais expressivo.

5.3.8.2 O Dimensionamento dos Boxes na Fabricação de *outfittings*: Um Estudo de Caso

Quando os trabalhos com a maquete foram realizados, e uma visão holística do EAS passou a ser dominante, verificou-se um enorme desbalanceamento na capacidade real de fabricação de *outfittings* no período. O GF3 comenta que: “[...] a fabricação estava com falta de capacidade.” e que: “era comum terceirizar para atender a demanda da montagem de tubulação e acessórios”.

A criação de boxes de trabalho está ligada conceitualmente com o tópico da Operação Padrão, amplamente utilizada quando da adoção das melhores práticas do STP. O objetivo é reduzir as perdas da Função Operação por meio de padrões operacionais (ANTUNES et al., 2008) . Para Ohno (1997), os principais objetivos são: i) eliminar a superprodução estabelecendo um balanceamento de operações; ii) melhorar as eficiências e qualidade através de gestão visual e; iii) assegurar que o padrão está sendo seguido (OHNO, 1997).

Os conceitos do STP foram adaptados seguindo a lógica de sincronização proposta pela Teoria das Restrições, dado que o objetivo não seria mais balancear as linhas com uma capacidade igual para todos os boxes de trabalho, mas definir o gargalo da linha e proteger para que esse não pare e tenha o melhor desempenho possível. (PIERETTI, 2013).

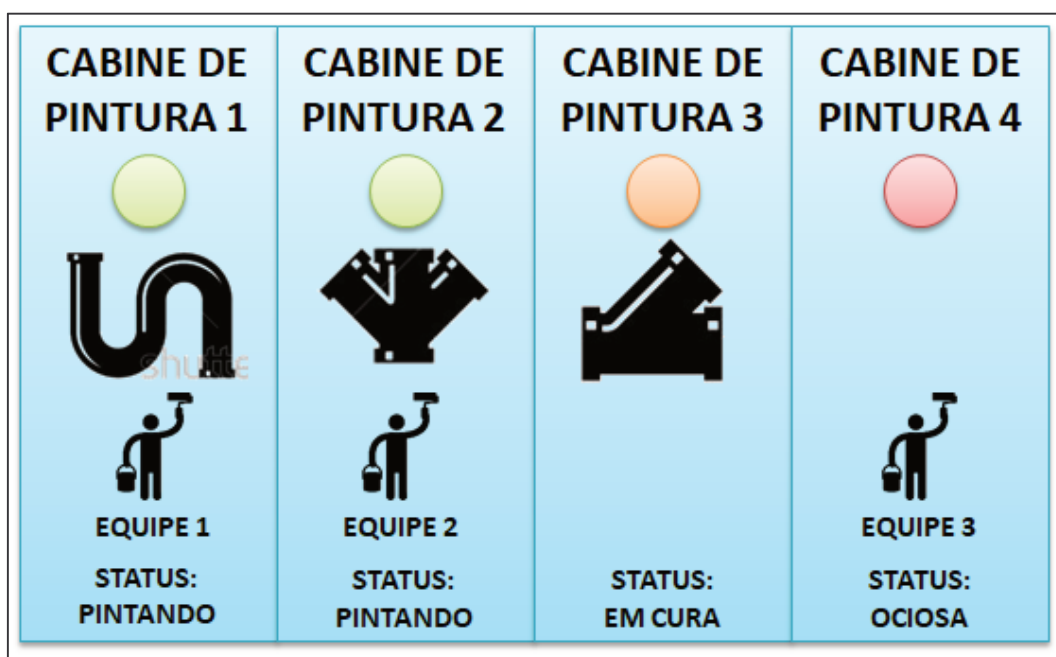
Segundo Watson e Patti (2008), processos modelados seguindo o conceito da TOC resultam em uma maior produtividade e estabilidade, sendo recomendado para sistemas que possuem uma maior variabilidade entre os processos (WATSON; PATTI, 2008). Essa característica é a encontrada nas indústrias ETO, onde a demanda de uma mesma linha está sujeita a grandes variabilidades no tempo de ciclo. Dessa forma a escolha pelo modelo TOC sinergia com o STP (Operação-Padrão) se faz plenamente justificável.

A fábrica de *outfittings* produzia em média 17 toneladas/mês, sendo que sua demanda vinda do macrodimensionamento exigia uma produção de 95 toneladas/mês. Era, portanto, uma meta ousada de melhoria (mais de 450%). O GF3, foi o responsável por conduzir esse projeto de aumento de capacidade, e logo no começo percebeu que: “não existia nenhum conceito enxuto, nenhum conceito *lean*”. Diante da meta desafiadora e da oportunidade de implantação, ele conduziu junto com toda a equipe de operação, um *Kaizen* com o objeto de realizar um VSM do setor e, a partir daí, criar uma visão futura dos processos.

Com a criação do VSM do estado atual, foi possível verificar que o gargalo do setor estava posicionado no setor de pintura de acessórios e tubulações. Então um segundo *Kaizen* foi desenvolvido para “explorar a capacidade do restrição” (passo 2 da TOC). O processo que antes era efetuado em cabines de pintura, com as equipes se deslocando, passou a ter um posto de trabalho definido para pintura, e cabines para secagem e cura, o processo foi colocado em fluxo.

A Figura 72 ajuda a entender como era processo de fabricação antigo de pintura de acessórios e tubulações

Figura 72 – Antigo processo de pintura



Fonte: Elaborado pelo autor.

- a) Os principais elementos que podem caracterizar estão apresentados a seguir:
- b) as cabines eram fixas, e os produtos quando finalizados eram enviados para a cabine que estava disponível. Se não houvesse cabine disponível os operadores ficariam esperando;
- c) o tempo de cura era feito dentro da cabine, o que aumentava em muito o tempo em que as peças ficavam dentro da cabine. Sendo assim, mesmo depois de pintar e com peças esperando, a cabine não poderia trabalhar;
- d) as equipes se movimentavam de uma cabine para outra, com uma lógica de frente de trabalho.

A criação de fluxo de pintura modificou radicalmente os conceitos e paradigma das pessoas envolvidas. A Figura 73, apresenta esquematicamente o novo processo de pintura;

Figura 73 – O novo processo de pintura



Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando a descrição do antigo processo com a descrição do novo processo, fica claro a mudança realizada. Segundo o GF3, somente estabelecendo um claro fluxo produtivo, “sem investimento nenhum” fez com que a pintura de acessórios saísse “de 1 tonelada por dia para 7 toneladas/dia”. As melhorias efetuadas modificaram a localização da restrição, que deixou de ser a pintura de *outfittings* e passou a ser a fabricação de tubulações.

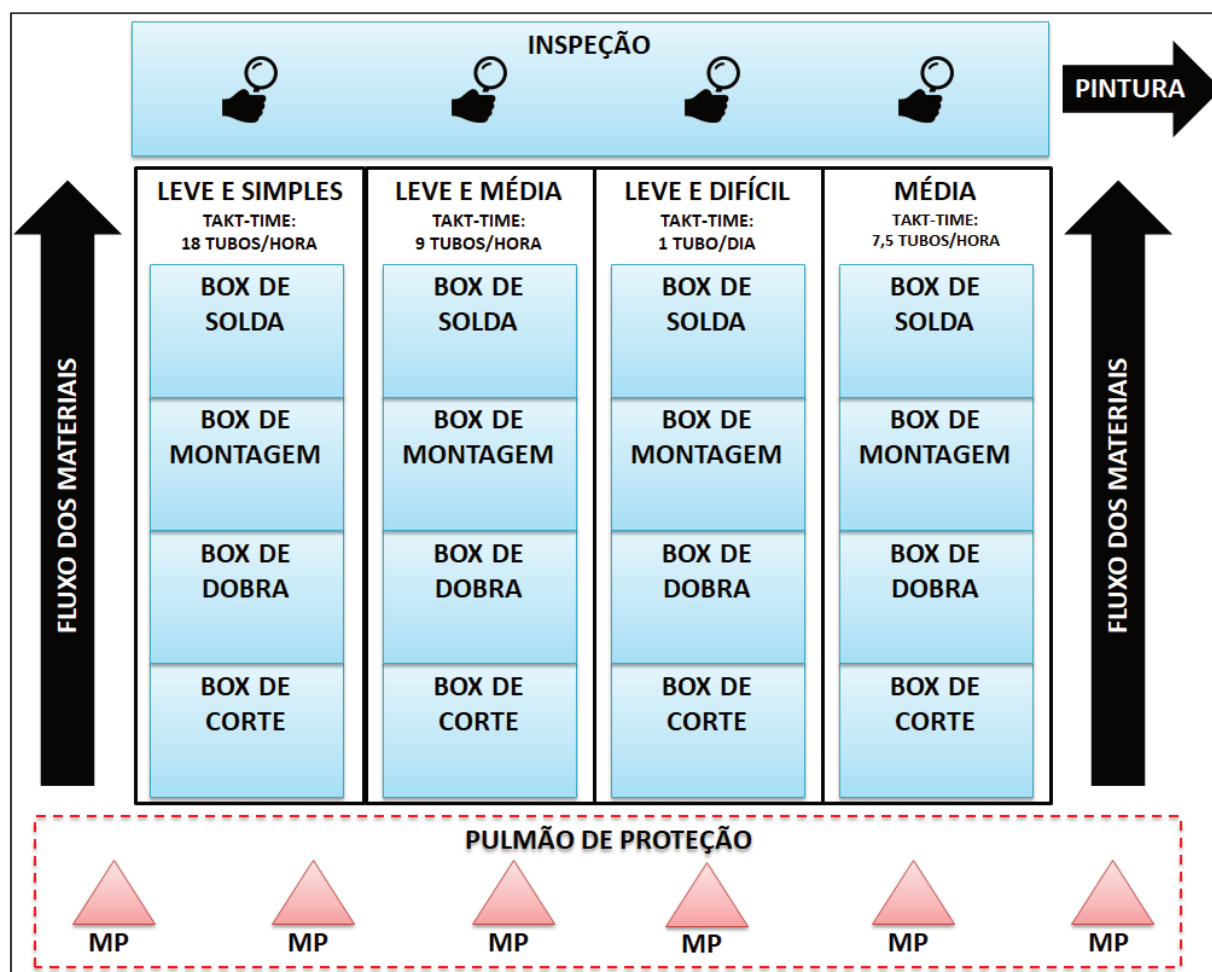
A realização deste primeiro *Kaizen*, mostrou que o processo de fabricação de tubulações, seguia o modelo conceitual da Fase 1 - paradigma de produção taylorista. A produção estava separada de forma departamental, não existindo um bom conceito de fluxo. O CKAI comenta: “no começo tinha o setor de corte, dobra, montagem, solda, inspeção e pintura, bem separados”.

O desafio na fabricação seria diferente, por se tratar de um universo de 18 mil tubos. Para possibilitar a criação de fluxo, bem como entender os tipos de produtos fabricados, foram utilizados conceitos de Tecnologia de Grupos para a definição das diferentes famílias de produtos. Dessa análise resultou a divisão em 3 grandes famílias, que são os objetos de trabalho considerados para o caso em cena:

- a) família leve – tubos com até 4”, representam 70% da demanda de fabricação. Por se tratar de mais de 12 mil tubos, sua homogeneidade não era suficiente para ser uma única família, então realizou-se uma divisão dentro dela:
 - a. família leve e simples: tubos com até 4” e com no máximo 2 curvas;
 - b. família leve e média: tubos com até 4” e com no máximo 4 curvas;
 - c. família leve e difícil: tubos com até 4” e com mais de 4 curvas;
- b) família média: tubos entre 4” e 8”, representam aproximadamente 20% da demanda de tubulações;
- c) família pesada: tubos entre 8” e 26”, tubos muito grandes e pesados, que representam aproximadamente 10% da demanda.

A divisão, através da adoção do conceito de Tecnologia de Grupo se fez necessária, e norteou a formação dos fluxos na fabricação de tubulações. A Figura 74 apresenta o processo de fabricação em fluxo.

Figura 74 – O processo de fabricação em fluxo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor entendimento da Figura 74, segue uma detalhada explicação:

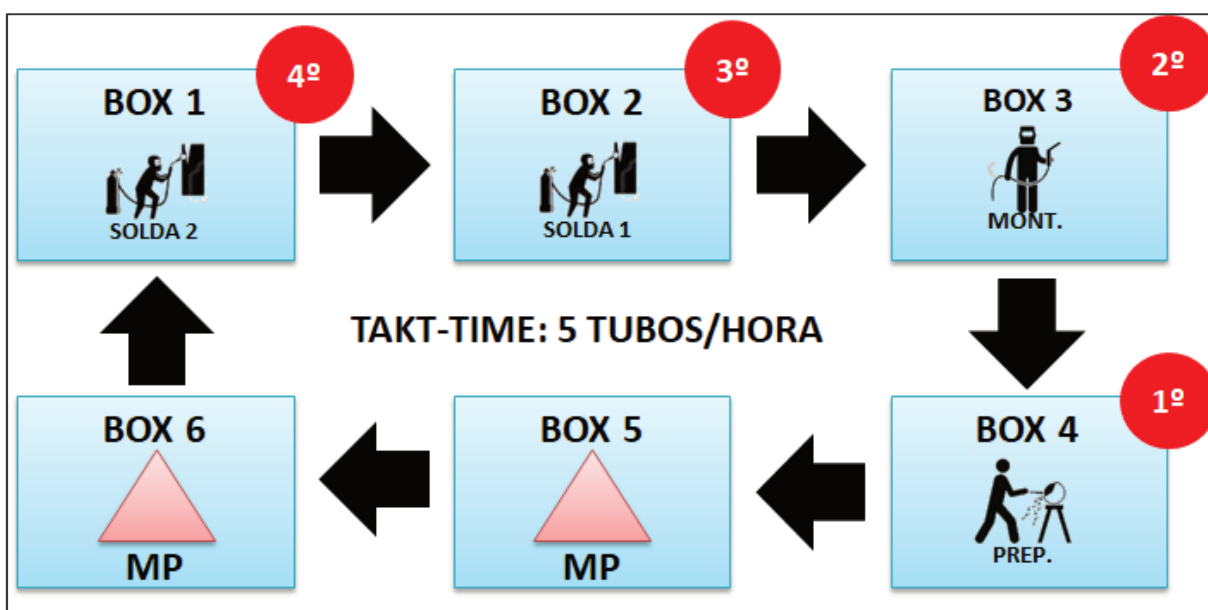
- para proteção da restrição, foi criado um estoque de matéria-prima alocado na entrada do processo;
- cada família ficou alocada em um fluxo e cada fluxo possui todas as suas etapas de fabricação (corte, dobra, montagem e solda). Ocorreu um balanceamento das operações para cada um dos fluxos, tendo tempos diferentes de operação;
- cada fluxo foi microdimensionado de acordo com o seu *takt-time* específico;
- o fluxo 'leve' e 'difícil' possui um *takt-time* muito menor que os demais, mas a sua separação se fez necessária para tirar a complexidade dos outros fluxos. Já que seu *takt-time* é baixo foi criada uma lógica especial para esse fluxo:

- a. quando os demais fluxos estiverem com atrasos nos seus processos, causando CCRs, o fluxo leve e difícil irá ajudar na manutenção do atendimento e meta do fluxo com atraso;
- b. quando identificado um problema de qualidade o fluxo 'leve' e 'difícil' atuará como clínica da qualidade, resolvendo os problemas dos outros fluxos;

A estratégia adotada com o fluxo 'leve' e 'difícil' foi fundamental para o bom andamento do novo desenho. Devido a seu tamanho e principalmente maior peso, os itens referentes a família pesada, não poderiam ser colocados em fluxo sem o investimento em movimentadores. Dessa maneira o CKAI comenta: “mesmo sem poder investir para movimentar, existiam melhorias a serem feitas”.

Nesse sentido um processo distinto foi desenhado para a família pesada, onde o objeto de trabalho ficaria fixo e as equipes de trabalho se movimentariam. A Figura 75, apresenta o processo desenhado para a família pesada.

Figura 75 – Processo para família pesada



Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo para criação dessa lógica a seguir será detalhado:

- a) O estudo para criação dessa lógica está descrito a seguir:
- b) foi realizado um amplo e completo detalhamento dos tempos de operação (tempo de ciclo) para a família;

- c) com este trabalho foi identificado as operações que compõe o processo, de forma a melhorar as atividades de balanceamento: preparação, montagem, solda 1 e solda 2/acabamento;
- d) foi realizado um estudo para definir quais eram as ferramentas e equipamentos necessários para cada operação, tendo sido definido para cada box um conjunto de operação-padrão;
- e) a restrição do processo é a operação de solda 2 (maior tempo de ciclo), e foi estrategicamente posicionada nessa etapa. Para que caso um dos processos anteriores (solda 1 ou montagem) termine sua atividade e ainda esteja “trancada” por outro processo, ele pode então começar a fazer atividades do processo seguinte. A título de exemplificar o conceito, o tempo de ciclo da solda 2 é de 10 minutos e o tempo de ciclo da solda 1 é de 8 minutos. Caso o operador de solda 1 termine seu processo e a montagem ainda não tenha liberado o box seguinte ele pode antecipar a atividades da restrição;
- f) foi definida uma equipe de abastecimento e movimentação responsável por retirar o produto pronto do box e movimentar até a inspeção e, também, realizar o abastecimento de matéria-prima.

A implantação dos fluxos na pintura e na fabricação de *outfittings*, fez com que fosse possível o atingimento da meta traçada. Neste sentido, o GF3 comenta que: “chegamos a ter picos de 14 toneladas produzidas em um dia” (representa 15% da meta mensal). O GF3 comenta que com a “aplicação dos conceitos de fluxo, saímos de 17 toneladas por mês para 95 toneladas mês”

O sucesso dessa implantação gerou uma inquietação interna positiva no EAS, na intenção de replicar os conceitos para as demais fábricas. Nesse sentido, esta implantação contribuiu para o avanço da implantação do SPE na empresa, tendo servido como referência para a implantação desta lógica de boxes em outras partes da Fábrica I e II.

5.3.8.3 Os casos de dimensionamento dos boxes na fábrica 1

Após o grande sucesso da implantação na fábrica de *outfittings*, as atenções da direção se voltaram para as melhorias na fábrica 1. As melhorias na Função Operação dentro da fábrica 1 ocorreram sob o macrodimensionamento do EAS,

partindo da visão central de 3 meses de *takt-time* para o dique, e da visão do microdimensionamento dos fluxos da Fábrica 1.

Para entender o processo de dimensionamento dos boxes na fábrica 1, precisamos retomar o entendimento dos micro-objetos existentes dentro dessa fábrica.

5.3.8.3.1 O dimensionamento de boxes para o micro-objeto submontagem

O primeiro micro-objeto a ser dimensionado foram as submontagens, devido a sua característica de ser “base” para os outros micro-objetos, e por ser um setor que já estava com problemas de abastecimento. Utilizando a metodologia *Kaizen* para implementar as modificações, criou-se uma equipe de trabalho composta por operadores, líderes operacionais, consultor técnico e gestão.

Anteriormente, um estudo tinha sido realizado para entender as principais paradas da linha de submontagem. Foi identificado que a principal parada era por falta de ponte rolante para movimentação das peças. Visando eliminar essa parada foi desafiado a equipe do *Kaizen* a não utilizar ponte rolante.

Seguindo a mesma lógica de condução que na fábrica de *outfittings*, iniciou-se baseado no microdimensionamento de 12,5 submontagens por hora, que resultava numa demanda de 100 peças por dia. Foram realizados estudos com os conceitos de Tecnologia de Grupos, que tiveram seus critérios definidos por peso e por dimensão (altura x largura). Isso levou a criação de 6 fluxos dentro da submontagem, e cada um deles com um *takt-time* específico:

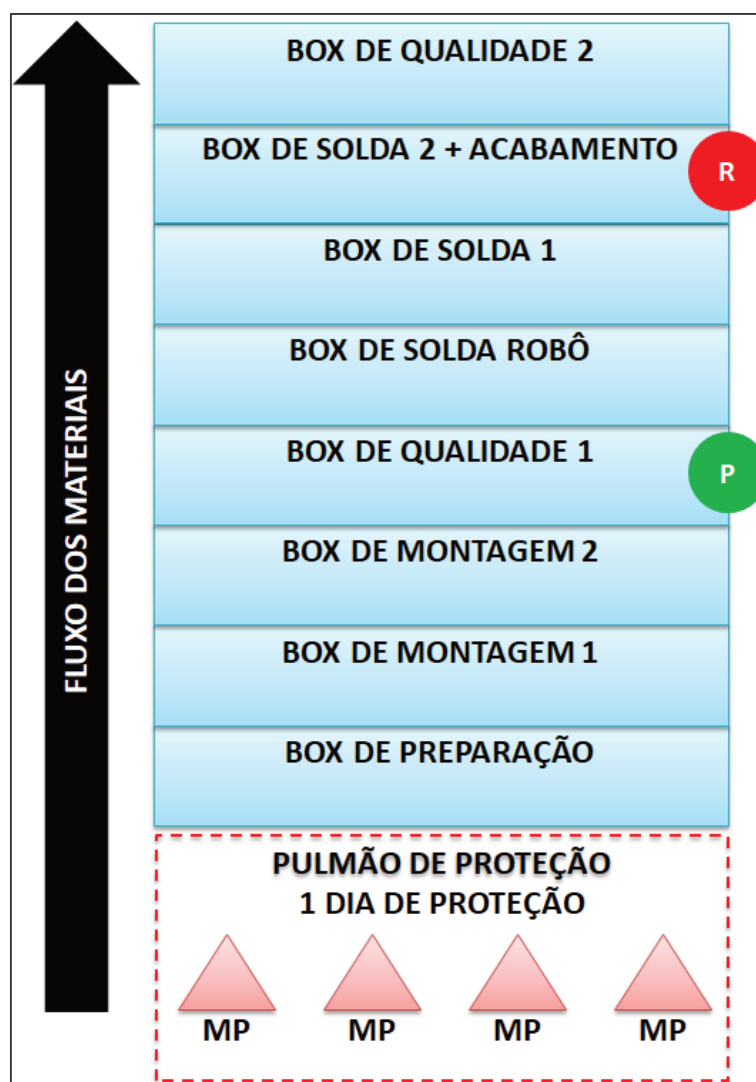
- a) fluxo 1 classificação média, *takt-time* 1 submontagens por hora (16 submontagens por dia);
- b) fluxo 2 classificação leve, *takt-time* 4 submontagens por hora (64 submontagens por dia);
- c) fluxo 3 classificação pesada, *takt-time* 0,6 submontagens por hora ou 9 submontagens por dia;
- d) fluxo 4 classificação apoio/clínica da qualidade, *takt-time* 1 submontagem por turno. Também segue a lógica do fluxo de apoio da fábrica de *outfittings*;
- e) fluxo 5 classificação leve, *takt-time* 2 submontagens por hora (32 submontagens por dia);

- f) fluxo 6 classificação leve, *takt-time* 4 submontagens por hora (64 submontagens por dia);

Sabendo que a submontagem foi projetada para operar em dois turnos, é possível transformar o *takt-time* em peças por dia, que somadas resultam em 187 submontagens de capacidade projetada. Como a demanda é de 100 peças por dia, isso resulta em uma ocupação de aproximadamente 53%.

Para atender a esse dimensionamento, foram divididas os processos da submontagem em oito boxes de trabalho, ilustrados na Figura 76.

Figura 76 – A divisão dos boxes de trabalho



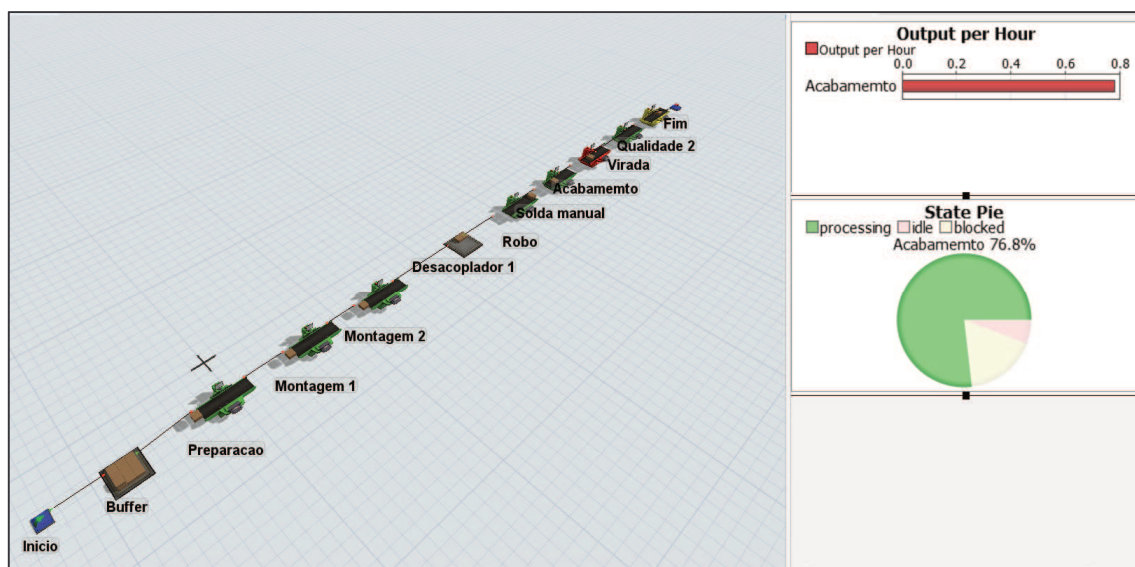
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 76 pode ser melhor entendida através da explicação que se segue:

- a) foi definido a necessidade de criação de um pulmão de entrada de linha de 1 dia;
- b) a restrição do fluxo é o último box de solda e acabamento (representado com um R na Figura 76), para que caso a linha tenha atrasos, e aconteça perda da sincronização, as operações anteriores podem ir adiantando o trabalho da restrição. Essa ação se faz extremamente necessária para reduzir a variabilidade do processo, já que a produção de submontagens pode ser considerada *one-of-a-kind*, ou seja, nenhuma submontagem é igual a outra num navio;
- c) o box da qualidade 1, é o pulmão do fluxo. Seu tempo de ciclo é muito menor que os outros, e dessa forma sempre existe uma peça que pode ser movimentada para a restrição.

Com o desenho conceitual construído, precisou-se criar uma simulação para garantir a operacionalização do processo. Utilizando o simulador *Flexsim Simulation Software*, foi possível testar o balanceamento realizado e verificar a variabilidade da demanda. Além de simular diversos tipos de balanceamento a fim de encontrar o que resultaria na maior capacidade e aderência ao *takt-time*. A Figura 77 apresenta a simulação do fluxo.

Figura 77 - Simulação do novo Processo



Fonte: Arquivo interno (2017)

O box restrição teve uma identificação e iluminação diferenciada, em busca de alertar sobre a sua importância de não parar, mas também para melhorar a qualidade das peças produzida. Procurando reduzir ao máximo a produção de refugos na operação restritiva.

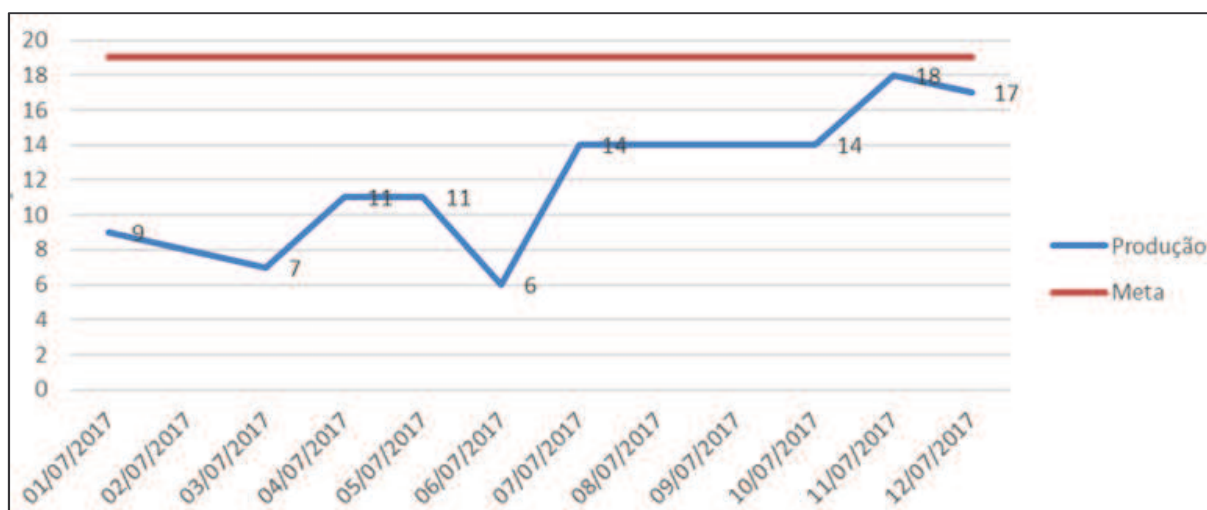
Figura 79 - Melhorias implementadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A mudança de conceito resultou em grande melhora na capacidade e eficiência da sub montagem, tornando-o capaz de abastecer os demais na quantidade e sequência correta. A Figura 80 apresenta a evolução da produção na linha de sub montagem.

Figura 80 - Evolução da Produção



Fonte: Arquivo interno (2017)

5.3.8.3.2 O dimensionamento dos boxes para os micro-objetos bloco plano e semiplano

Os micro-objetos bloco plano e semiplanos detêm o fluxo de produção mais automatizado, e previamente planejado de toda a fábrica 1. Seu conceito prevê uma linha móvel onde o bloco (plano ou semiplano) é produzido e movimentado de forma automática, através de um rebocador para movimentação.

Porém somente após a criação dos boxes de trabalho e aumento da capacidade da submontagem, foi possível produzir conforme o conceito inicial. Anterior a isso a falta de sincronização dos materiais, impossibilitava o conceito de fluxos e boxes de trabalho na produção dos blocos planos e semiplanos.

O aumento na capacidade de produção das submontagens possibilitou a criação dos boxes. A movimentação dos blocos era feita utilizando pontes rolantes, os blocos tem em média o peso de 50 toneladas, logo sua movimentação é complexa e perigosa.

Como todo o processo dependia de pontes para realizar sua movimentação, a ponte acabava se tornando um recurso restritivo dentro da fábrica. Buscando eliminar a perda por esperas de ponte, reduzir a complexidade e periculosidade na movimentação, além de colocar o processo em fluxo, foram colocados em operação rebocadores hidráulicos com capacidade de 220 toneladas (Figura 81).

Figura 81 – Rebocadores hidráulico



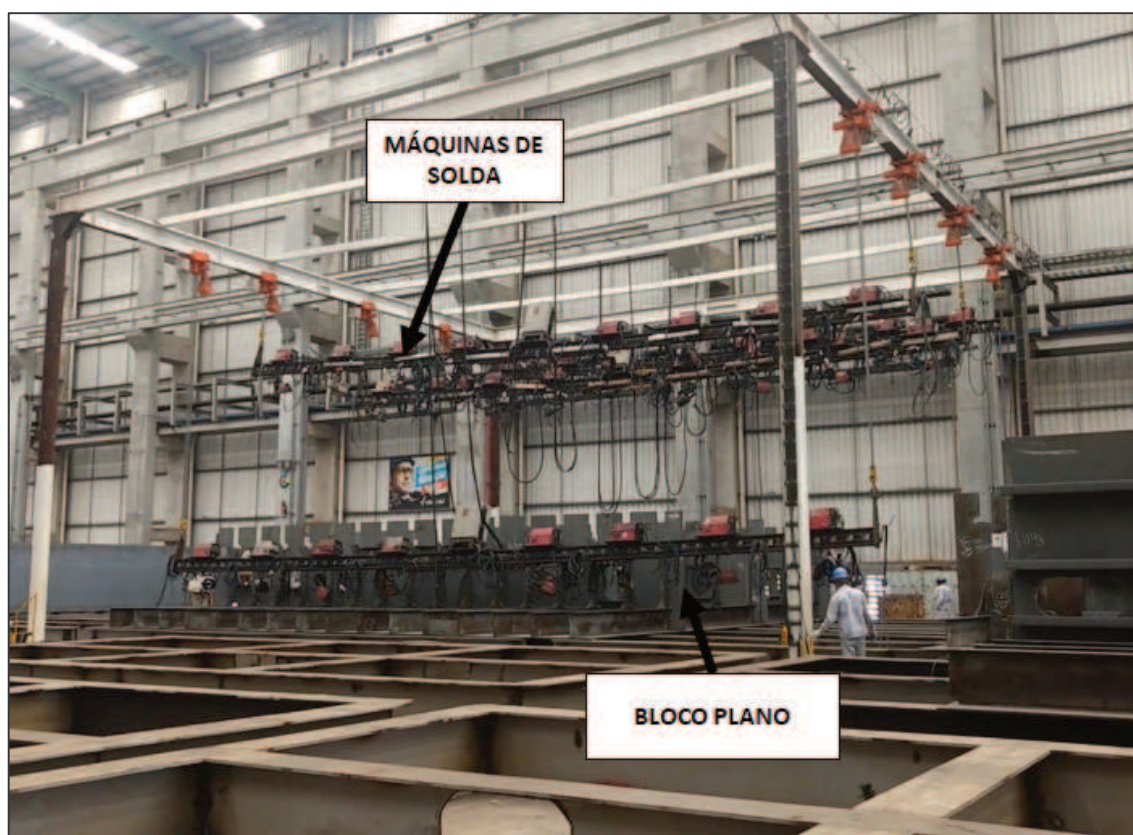
Fonte: Elaborado pelo autor.

O rebocador começou a operar segundo a lógica do *Takt-time* definido, ou seja, a cada *Takt-time* o rebocador movimentava o bloco para o posto seguinte. Realizou-se então um estudo detalhado das operações onde através do gráfico de balanceamento de operações definiu-se os postos de trabalho e o número de operador em cada posto para atender ao tempo *Takt*.

O detalhamento das operações evidenciou como muito significativa a perda por movimentação e instalação de equipamentos no box de trabalho. A cada tempo *Takt*, o operador tinha que desmontar sua máquina de solda, removendo conexões com energia e gás, posicionando seu equipamento no próximo bloco a ser trabalhado.

Utilizando o conceito de Preset e disponibilizando todos os equipamentos para o operador no seu box de trabalho, foi desenvolvida uma estação de solda, onde os equipamentos de solda ficam elevadas num suporte, e com a movimentação do novo bloco a ser trabalhado elas são posicionadas rapidamente. A Figura 82 demonstra o posto de trabalho do fluxo 1.

Figura 82 – Estrutura de posto de trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

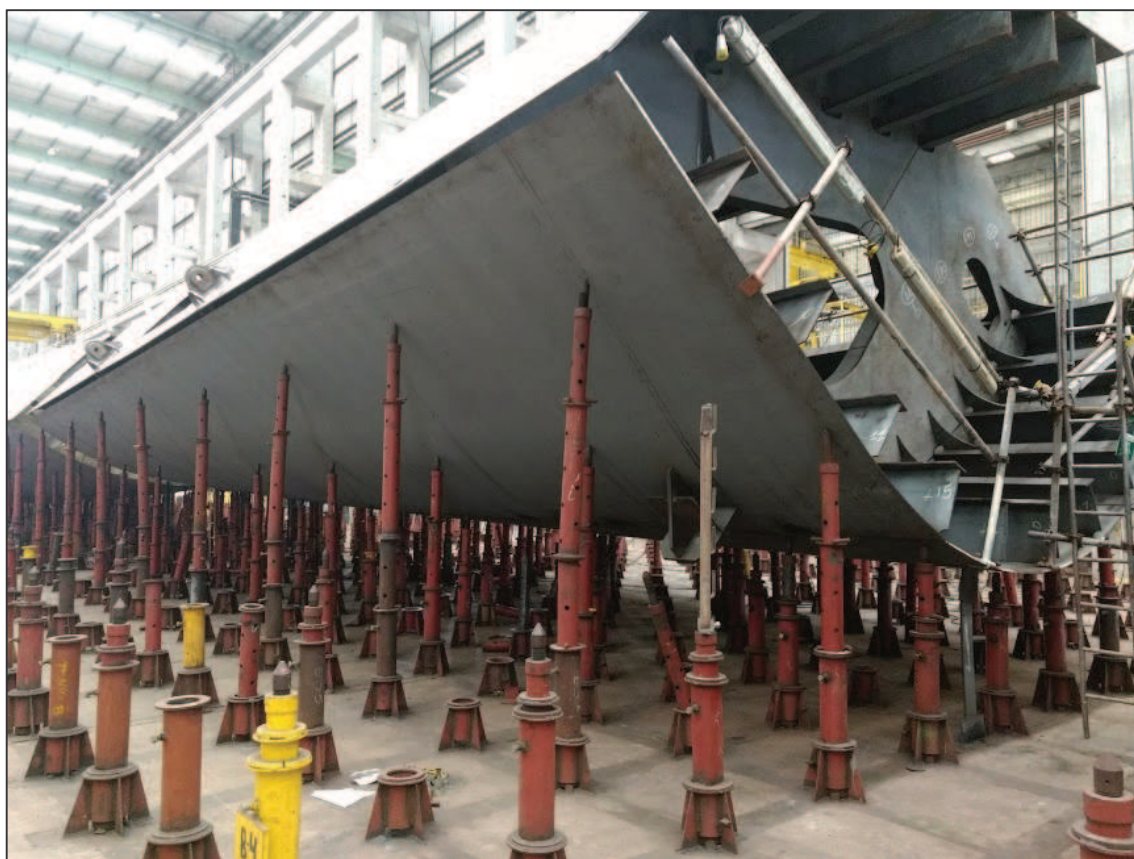
A aplicação do conceito de Preset, no fluxo 1, reduziu praticamente 100% a perda com movimentação e instalação de equipamentos. Podendo assim reduzir drasticamente o HH (hora-homem) aplicados no processo de montagem de blocos.

5.3.8.3.3 O dimensionamento dos boxes para os micro-objetos bloco curvo e especiais

A complexidade dos blocos especiais e curvos fez com que fosse o ultimo fluxo a ter a lógica de box de trabalho implantada. Os blocos referentes a esse fluxo tem uma dificuldade muito maior em sua produção, a começar pelo alinhamento e suporte dos blocos. Por sua característica curva, os blocos ficam posicionados sob pontaletes, que impossibilitam a sua movimentação para o box de trabalho seguinte.

O ajuste de um bloco curvo em seu pontalete costuma levar de 8 à 12 horas de trabalho, por esse motivo este fluxo possui estações fixas de trabalho. A Figura 83 apresenta um exemplo de bloco curvo posicionado sob pontaletes.

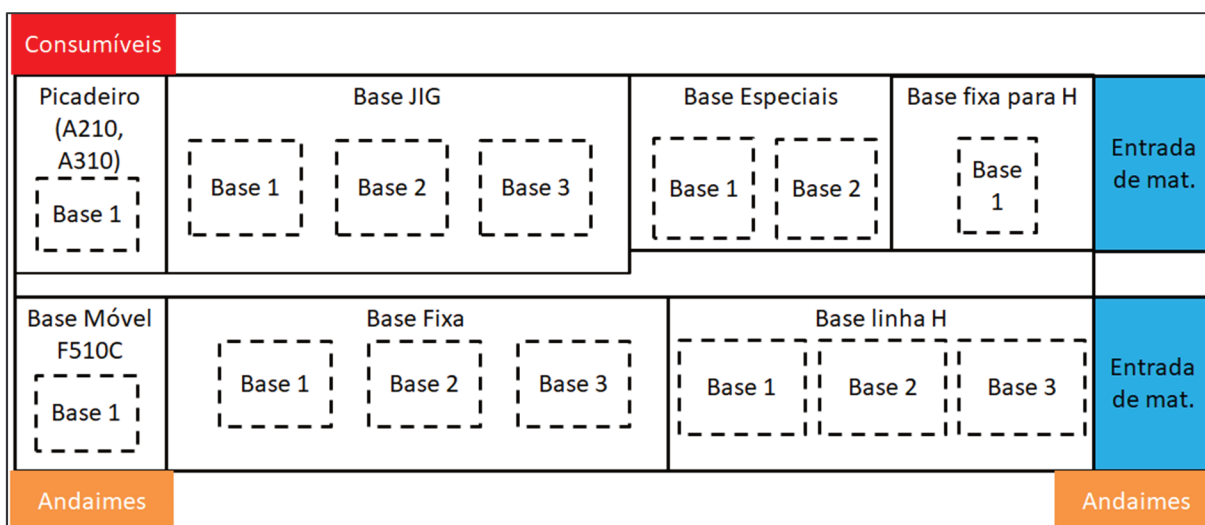
Figura 83 – Exemplo de posicionamento em pontaletes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, a produção dos blocos era feito por uma equipe em cada base fixa de trabalho, onde todos os operadores faziam todas as funções dentro da montagem do bloco. O *lead time* de produção de blocos especiais e curvos era de 8 meses. A Figura 84 apresenta o layout inicial no fluxo 3, o acesso distante de todos os recursos necessários para a produção (andaimes, consumíveis e materiais).

Figura 84 – Layout inicial Blocos curvos e especiais



Fonte: Arquivo interno (2017)

Devido ao novo macrodimensionamento, foi definido pela alta gestão que o *lead time* deveria ser de 4,5 meses (86 dias) para atender a demanda. O que resultou na necessidade de quebrar as atividades, redução drástica das perdas, e desenvolver uma nova lógica de produção.

Começou-se então um projeto *Kaizen* para atender o objetivo de obter 4,5 meses de *lead time*. Formou-se um equipe multidisciplinar, com envolvimento dos operadores e gestão do fluxo. Foi preciso realizar um estudo sobre a dificuldade de cada bloco devido a sua grande variedade e composições. Classificou-se então em 3 dificuldades (ABC) e com base na demanda calculou-se o *Takt time* para cada uma das bases. A Tabela 4 apresenta o cálculo do *takt-time*.

Tabela 4 – Tempo *Takt* para fluxo curvos e especiais

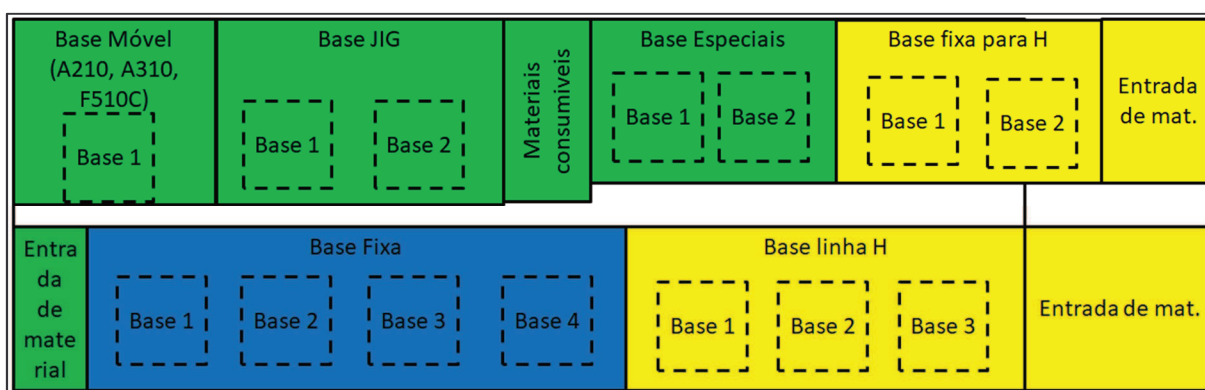
N.	FAMÍLIAS	ABC	QTD BLOCOS	LEAD TIME	TAKT TIME
1	Especiais	A	3	86	86
		C	5		
2	Fixa	A	5	86	61
		B	12		
		C	4		
3	Fixa H	B	8	86	161
4	JIG	A	2	86	98
		B	5		
5	Linha H	B	12	86	57
6	Base Móvel	A	3	86	229

Fonte: Arquivo interno (2017)

Com determinação do *Takt-time* para atendimento da demanda e aderente ao objetivo de 4,5 meses de *lead time*, montou-se um gráfico de balanceamento das operações, dividindo a montagem dos blocos em 4 equipes (preparação, montagem, solda e qualidade) para blocos com dificuldade B ou C (mais simples) e 6 equipes (preparação, montagem 1, montagem 2, solda 1, solda 2 e qualidade) para blocos de dificuldade A (mais difíceis). Seguiu-se então a mesma lógica existente no processo de fabricação da família de *outfittings* pesados.

Foi realizado um estudo de todas as perdas envolvidas no processo atual, perdas por movimentação e por espera foram as que mais representavam. Buscando eliminar estas perdas, foi implementado um novo layout com os materiais e equipamentos necessários para a produção mais próximos ao ponto de uso (Figura 85).

Figura 85 – Novo layout Blocos curvos e especiais

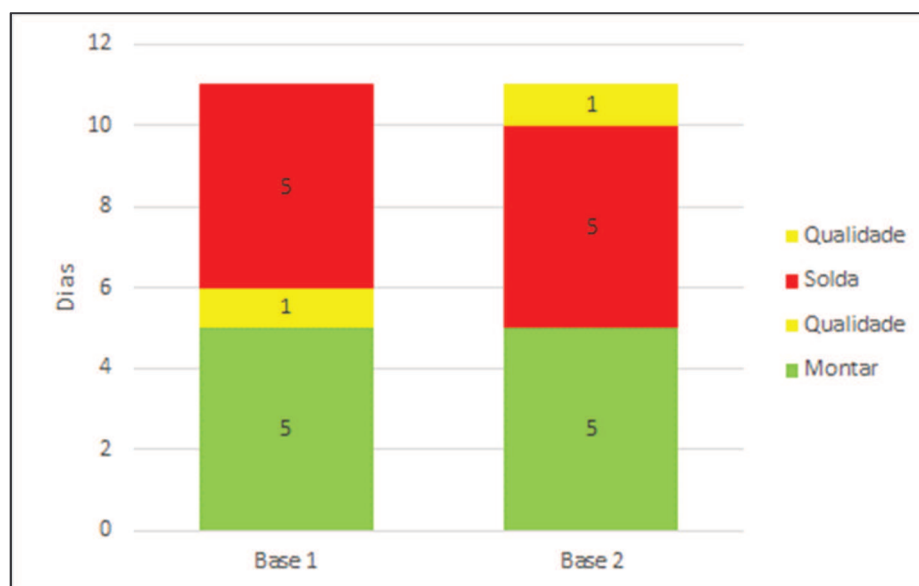


Fonte: Arquivo interno (2017)

Anteriormente as equipes realizavam todas as operações dentro do bloco, logo a mão de obra de curvos e especiais era altamente qualificada e capaz de desenvolver qualquer uma das macro etapas estabelecidas. Criou-se então uma definição de mão de obra multifuncional, onde as equipes variam nos postos de trabalho seguindo a necessidade da programação dos blocos.

Com essa classificação da mão de obra e com um completo estudo dos tempos e movimentos, foi possível realizar o balanceamento das operações, podemos observar no Gráfico 8 o GBO, dividido em 2 equipes e em 3 atividades centrais.

Gráfico 8 – GBO para base curvos (fixa)



Fonte: Arquivo interno (2017)

Para cada base de trabalho, foi definida uma folha de layout padrão de trabalho, seguindo modelo da implantada na sub montagem. A Figura 86 apresenta um exemplo para a Base H Curvos, onde temos toda a sequência de trabalho detalhada, o tempo *Takt* a duração do tempo de ciclo, número de operadores e a quantidade de peças no processo.

Figura 86 – Exemplo de folha de layout padrão

AtlânticoSul		FOLHA DE LAYOUT PADRÃO - BASE H CURVO (FIXO)				PRODUCTARE			
ÁREA	BLOCOS ESPECIAIS	DATA	15/08/2017	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	AUTORIZAÇÃO	REVISÃO		
N. PEÇA/NOME	BASE H CURVO	VOLUME	100.00%						
SEQUÊNCIA	ETAPA PRINCIPAL	Dia = 8 horas	TAKT TIME:	11 DIAS 86 HORAS					
BASE 1	FAZER MARCAÇÕES								
BASE 1	POSICIONAR FUNDIDOS	5 DIAS							
BASE 1	POSICIONAR CHAPEAMENTOS								
BASE 1	MONITAR CHAPEAMENTOS	1 DIA							
BASE 1	QUALIDADE (ABR)								
BASE 2	SOLDAR								
BASE 2	VISUAL DE SOLDA	5 DIAS							
BASE 1	POSICIONAR CAVERNA								
BASE 1	MONITAR	5 DIAS							
BASE 2	SOLDAR								
BASE 2	VISUAL DE SOLDA	5 DIAS							
BASE 2	QUALIDADE (ABR)	1 DIA							
				BASE 1 BASE 2 EQUIPES MULTIFUNCIONAIS 13 OPERADORES EM UM TURNO					
MOVIMENTAÇÃO DO OPERADOR:				MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL:					
ESTOQUE PADRÃO PARA PEÇAS EM PROCESSO:									
SÍMBOLO	N. TOTAL DE PEÇAS DENTRO DO PROCESSO	SEGURANÇA	VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE	TEMPO DE CICLO					
	2 BLOCOS	+	◆	11 DIAS 86 HORAS					

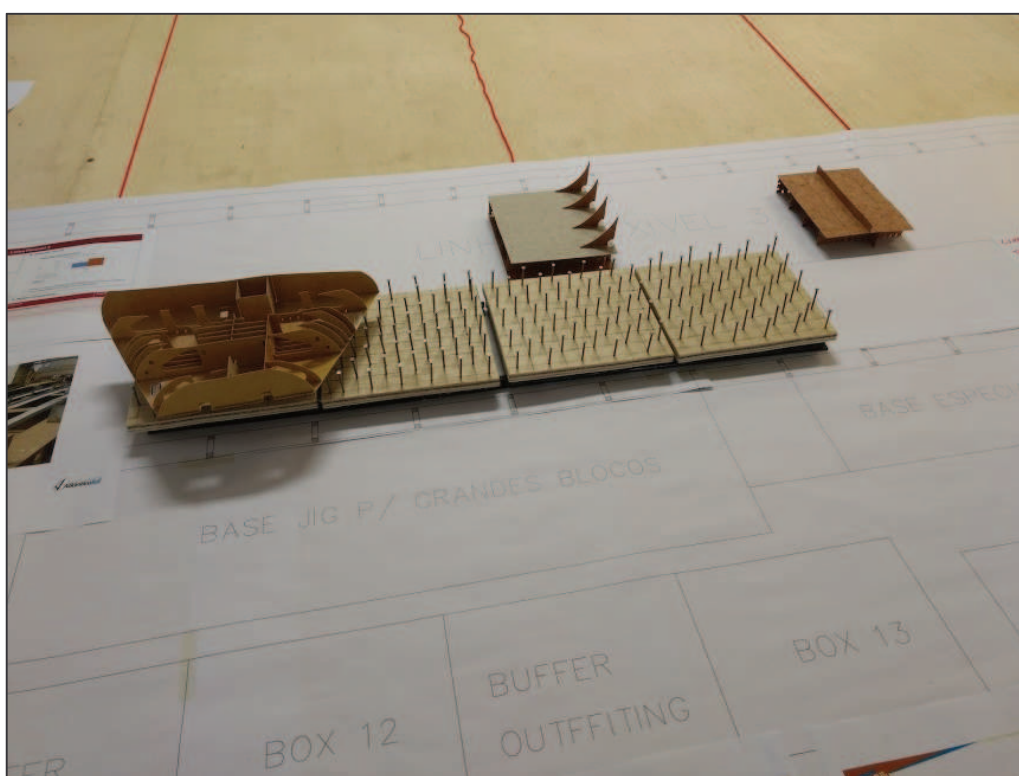
Fonte: Arquivo interno (2017)

A realização do *Kaizen* em blocos curvos e especiais teve grandes impactos na performance do fluxo. A redução do *lead time* foi atingida, tendo alguns blocos de menor dificuldade estarem sendo produzidos em menos de 60 dias, e nenhum a mais de 86 dias (4,5 meses).

A tonelagem mensal produzida por esse fluxo aumentou de 741 toneladas para 2335 toneladas (resultado de dezembro de 2017), um aumento de 215% na produção. O valor de HH/tonelada reduziu de 130 para 37 (redução de 71%).

No futuro, pretende-se criar um processo em fluxo para blocos curvos e especiais, para isso está sendo projetado no Mockup do EAS uma base móvel onde os pontaletes estão posicionados encima de um trilho móvel. A Figura 87 apresenta a maquete em desenvolvimento para a linha de blocos curvos, sua implantação seria revolucionário na indústria naval.

Figura 87 – Maquete em desenvolvimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A ideia de movimentar blocos curvos foi desenvolvida por estaleiros japônês, e Liker e Lamb (2000) apresentam uma fotografia deste conceito. Na Figura 88, podemos verificar que os pontaletes estão posicionados sob uma base móvel.

Figura 88 – Conceito para movimentação de blocos curvos



(LIKER; LAMB, 2000)

5.3.8.4 Os casos de dimensionamento dos boxes na fábrica 3

A criação de fluxos e dimensionamento de boxes na fábrica 1 começou a modificar a forma de pensar a produção no EAS, sob a ótica da Função Operação. Nesse sentido, começou a ser criado um projeto para viabilizar a lógica de fluxos e boxes na fábrica 3. Porém, nessa fábrica os desafios seriam diferentes, inicialmente existe uma complexidade de movimentação tendo em vista que o peso de um bloco é quase 5 vezes menor que de um megabloco.

À título de exemplo, o mais pesado do projeto AFRAMAX é o bloco B190GC, que é um bloco semiplano formado pelos blocos B190P e B190S e seu peso é 267 toneladas. O maior megabloco edificado é o B19U, formado pelo bloco B190GC e outros 16 blocos (das famílias D, H, L, S, T) que totaliza 1236 toneladas. Ou seja, as movimentações na fábrica 3 tem uma complexidade muito maior, e precisam ser minimizadas. Para isso, essa fábrica possui a característica de ter um layout fixo das peças e as equipes se movimentarem.

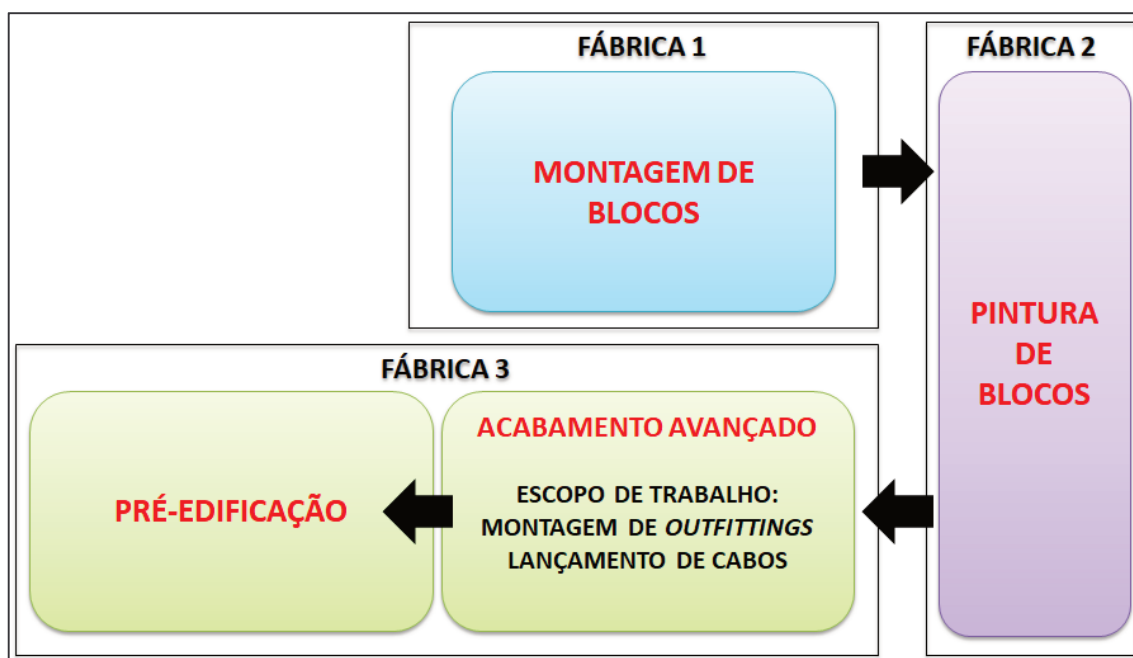
5.3.8.4.1 A criação dos boxes de acabamento avançado

Um dos grandes paradigmas quebrados na fábrica 3 na visão do ENG foi, “não existia tempo para acabamento, esse *lead time* não era contabilizado”. O ENG comenta que o acabamento fica “espalhado” no processo, e tinha que fazer suas operações de montagem “quando a estrutura deixava”. Existia uma grande priorização da montagem. Por esse motivo, nas palavras do ENG “existiam 500 pessoas espalhadas pela fábrica montando acabamentos”, e ocasionava a postergação.

Para exemplificar, como não existia previsto um tempo para acabamento, as atividades eram feitas quando possíveis, mas até o que era possível fazer dentro da fábrica de blocos era postergado para a pré-edificação e até para o dique. O que aumentava substancialmente o consumo de HH e complexidade, uma vez que na pré-edificação e dique a montagem acontecia exposta as adversidades do tempo e como a priorização da produção era a estrutura, um acabamento que seria simples montar no bloco, fica complexo de montar no megabloco. O ENG comenta: “na virada do bloco para conectar ao megabloco uma montagem que estava no solo acaba se tornando uma montagem de cabeça para baixo”. Além de necessitar de mais utilidades para a montagem (andaimes, plataformas, guindastes), aumenta em muito o risco e tempo de montagem.

Buscando minimizar isso, foi realizado um redesenho do fluxo entre a saída da pintura e entrega dos blocos a pré-edificação. Entre eles, foi criado o setor de **acabamento avançado**, que visa a criar um local e determinar um tempo para a execução de acabamentos. A Figura 89 apresenta o novo desenho do fluxo.

Figura 89 – Redesenho do fluxo incluindo acabamento avançado



Fonte: Elaborado pelo autor.

No escopo do acabamento avançado, está a montagem de *outfittings* (tubos e acessórios) e o lançamento de cabos. Nessa etapa, são realizadas todas as montagens possíveis e que anteriormente estavam espalhadas pela planta do EAS, onde segundo o ENG, “entrega pronto o bloco para a pré-edificação”. Foram então construídas 7 “garagens” para o processo de acabamento avançado. A Figura 90 ajuda a entender os tipos de *outfittings* montados, e a estrutura de garagens

Figura 90 – exemplo de *outfittings* nas garagens de acabamento avançado



Fonte: Arquivo interno (2017)

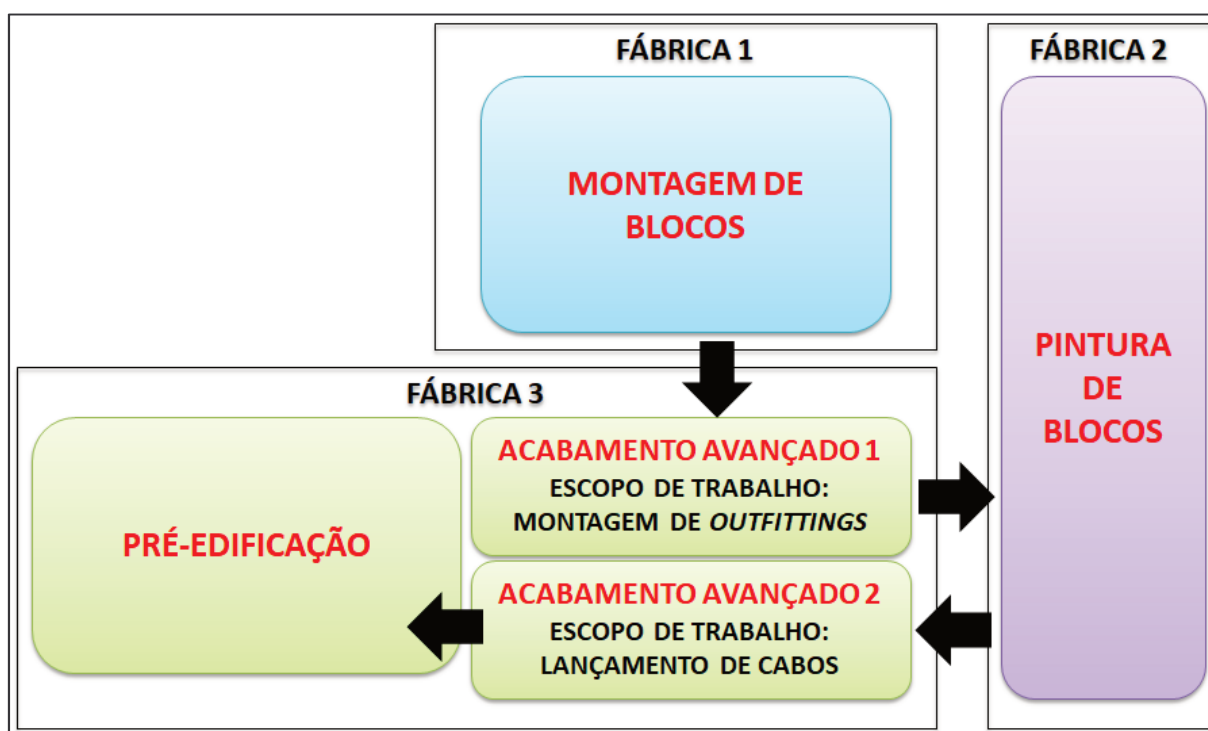
A criação do setor de acabamento avançado contribuiu muito para a redução de HH, uma vez que dentro das garagens a montagem não se faz mais exposta ao tempo, possui todas as utilidades já previamente definidas e instaladas (guindastes, equipamentos, ferramentas, andaimes). O GF3 comenta que antes do processo de acabamento avançado eram utilizados em média “13HH/tubo montado, e hoje é menos que 1 HH/tubo”. E que, “já chegamos a picos de 0,6HH/tubo, melhor que o *benchmarking* japonês que é 0,8HH/tubo”.

5.3.8.4.2 Os próximos passos no dimensionamento dos boxes de na fábrica 3

Para o futuro, está sendo estudado uma nova modificação no fluxo. Para a etapa de acabamento avançado, buscando atingir os índices de produtividade coreanos e japoneses de pintura de compartimentos (ver seção 5.2.6.5, Tabela 3 – Comparativo de produtividade: pintura de blocos e compartimentos).

Após a pintura do bloco, são montados *outfittings* como tubos e acessórios que utilizam solda na sua montagem. Esses itens são chamados de itens de “queima”, porque ao realizar sua montagem com solda, acabam “queimando” a pintura, e assim na etapa de pintura de compartimento, acabam por resultar em retrabalho e aumento do HH. Nesse sentido está sendo proposto uma modificação no fluxo, a Figura 91 apresenta o novo fluxo.

Figura 91 – Fluxo futuro para acabamento avançado



Fonte: Elaborado pelo autor.

O objetivo com essa modificação é reduzir e até eliminar o retrabalho causado pelos itens de “queima”. Dessa forma, após a montagem de bloco, este é encaminhado para o acabamento avançado 1, onde realiza as montagens dos itens de queima. Depois passa para a pintura de blocos e retorna para o acabamento avançado 2 para lançamento dos cabos, o cliente não autoriza a pintura de blocos ser realizada com os cabos já lançados. Apesar do contra fluxo que a mudança irá causar, seus ganhos serão muito consideráveis.

Um outro trabalho que está sendo conduzido, buscando reduzir o HH no acabamento avançado é a criação do conceito de unidade, que é basicamente a pré-montagem do *outfittings*. Em um setor separado, operadores com habilidades

multidisciplinares realizam uma montagem da unidade que contém, à título de exemplo, um tubo, uma válvula, um comando elétrico, depois realizam o teste dessa unidade e a disponibilizam para o setor de acabamento avançado o sistema já pronto.

Essa é, mais uma vez, uma clara ruptura do conceito de disciplina, em que o montador de unidade está pré-fabricando todo o sistema, e dessa forma focado no produto. A grande vantagem nisso é o paralelismo do *lead time*, que é uma forma de reduzi-lo, além da facilitação na montagem de acabamentos. O conceito ainda inicialmente foi testado somente no bloco T150P, onde os resultados foram expressivos. No modelo de acabamento avançado nas garagens, necessitava-se de 6 operadores trabalhando 9 dias para conclusão. Utilizando o conceito de unidade, foram necessários 2 operadores na montagem da unidade e mais 3 operadores na montagem das unidades no bloco, e o trabalho foi realizado em 4 dias, ou seja, uma redução de aproximadamente 170% na utilização de HH.

5.3.8.5 O caso da manutenção e a nova cultura a ser implementada

Uma análise detalhada dos Pareto de Paradas fornecidos pelo método de GPT para todas as máquinas da fábrica 1 fica claro uma característica em comum: a manutenção aparece sempre como primeiro ou segundo principal motivo de parada. O DF1 comenta que: “[...]na minha opinião é o principal problema que a gente tem hoje aqui na fábrica”. Os equipamentos no EAS realizam um processo pesado e em alguns casos mais que isso: “Alguns são até autodestrutivos, como a própria *Shot Blasting*¹⁹, ela é autodestrutiva, ela mesmo, né, se ‘jateia’ dentro do processo, ela mesmo vai se autodestruindo”.

O DF3 cita o avanço de produção aliado a uma cultura que não realizava manutenções:

Não se tinha feito resgate de máquinas, então em função das questões financeiras do próprio estaleiro, se reduziu muito esse investimento em manutenção e nunca se teve no estaleiro, pelo a gente viu, uma estrutura mais organizada de manutenção, de preventiva, de peças de reposição, de TPM muito longe. Então a gente pegou equipamentos já numa condição precária e como a gente aumentou muito os volumes, mês passado, novembro, a gente fez 6 mil e 124 toneladas. [...] É um terço de navio e perto

¹⁹ *Shot Blasting* – Equipamento responsável por jatear, tratar e pintar todas as chapas de aço antes do processo de corte.

do que se vinha fazendo historicamente, 2 mil, 2 mil e 500 é quase três vezes o volume. (DF1).

Isso gera um impacto constante nas eficiências das máquinas que “constantemente vem quebrando” (DF1), e mesmo com a existência de *buffers* de proteção dentro das linhas, está ocorrendo muitas paradas por quebras das máquinas.

Além do necessário resgate dos equipamentos que estão hoje em operação no EAS, o mais importante na questão de manutenção é a mudança da cultura organizacional. Atualmente, o que existe é uma cultura de reparação, não existem técnicas de prevenção básicas e tão pouco a existência de um sistema fundamentado no TPM para suportar o nível de exigência e produção do EAS. O DF1 entende a gravidade da situação: “nas nossas contas aí é mais de 50% da perda de performance em função de todos esses problemas que a gente teve de manutenção, e constantemente a gente tem” e planeja buscar novos conceitos: “Então acho que aí nós temos que investir, temos que trazer uma consultoria pra nos ajudar”.

5.3.9 Resultados econômico-financeiro e outros

Os esforços realizados nas Fase 2 e 3, resultaram em uma evolução nos resultados do EAS, primeiramente será apresentado o resultado da perspectiva econômico-financeira. Foram analisados os Demonstrativos do Resultado do Exercício dos anos de 2012 à 2016, e o resultado se encontra na Tabela 5.

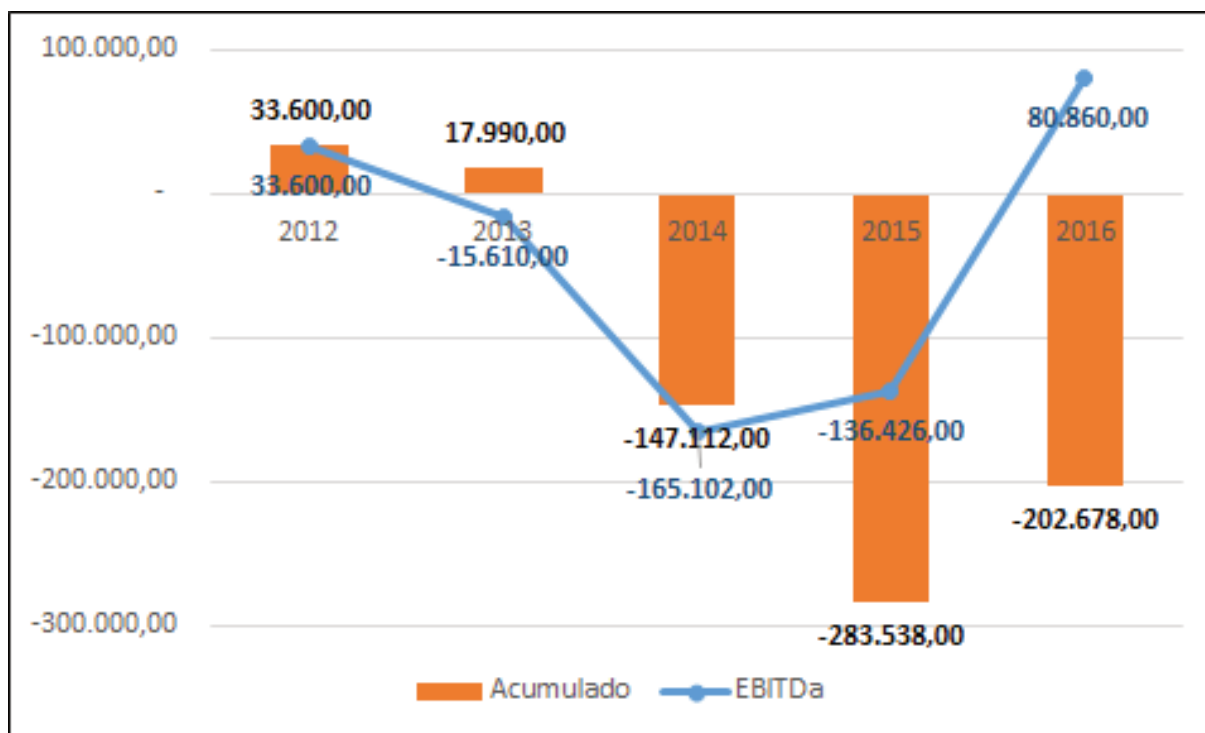
Tabela 5 – Análise do Financeira do EAS

ANO BASE	EBITDa	ACUMULADO	FONTE
2012	33.600,00	33.600,00	(EAS, 2014)
2013	(15.610,00)	17.990,00	(EAS, 2014)
2014	(165.102,00)	(147.112,00)	(EAS, 2016)
2015	(136.426,00)	(283.538,00)	(EAS, 2016)
2016	80.860,00	(202.678,00)	(EAS, 2016)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos observar, no Gráfico 9, que os 4 anos de análise o resultado do EBTIDa do EAS é no acumulativo muito negativo, porém 2016 é o primeiro ano com uma melhora no resultado depois de uma série de 3 anos negativos.

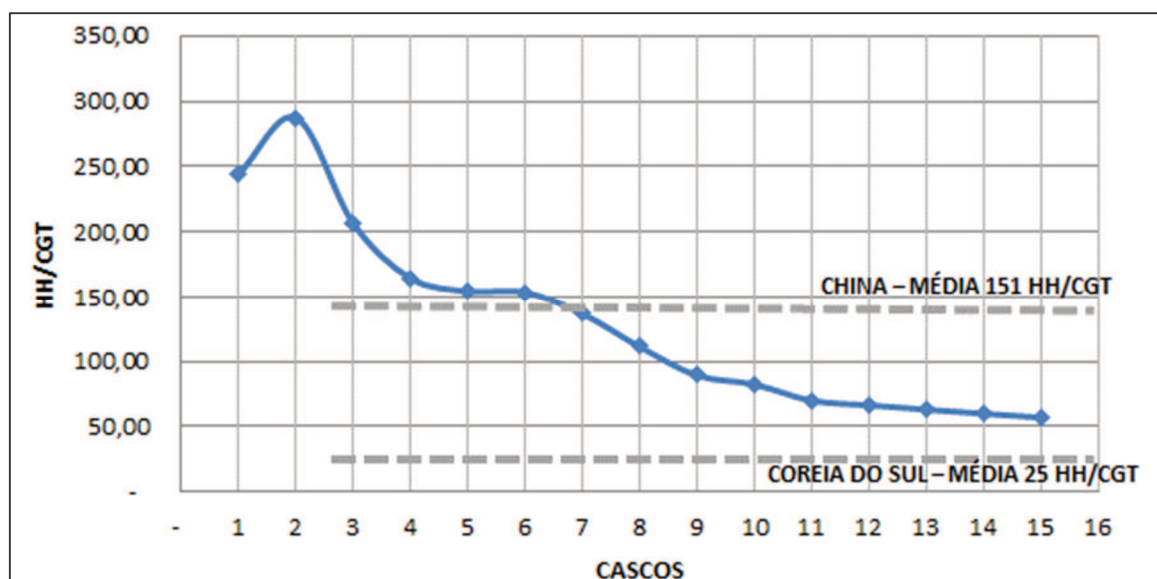
Gráfico 9 – Acompanhamento do EBTIDa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um outro indicador que mostra as evoluções ocorridas no EAS é o controle de HH/CGT, que é um indicador amplamente utilizado na indústria naval mundial. O indicador normatiza a utilização de HH baseado em termos da dificuldade de produção do navio (CGT - *Compensated Gross Tonnage*). Desta forma torna-se possível comparar estaleiros que produzem diferentes navios. O Gráfico 10 apresenta o acompanhamento de todos os 10 primeiros navios e a previsão para os outros 5 Aframax (casco 11 ao 15).

Gráfico 10 – Acompanhamento do HH/CGT



Fonte: Arquivo interno (2017)

É observável uma enorme redução, baseado na curva de aprendizagem. É bastante provável que esta melhoria esteja diretamente relacionada com a utilização de novos conceitos no EAS nas Fases II e III descritas com detalhes neste trabalho.

De forma mais empírica e baseado nas entrevistas orais conduzidas com o DENG e o DF3 é possível sintetizar os resultados na Tabela 6.

Tabela 6 – Análise dos resultados

ANO	HH POR NAVIO	FUNCIONÁRIOS	LEAD TIME (meses)
2014	5.600.000	6.700	29
2015	2.900.000	3.700	20
2017	1.800.000	3.400	18

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6 mostra a significativa evolução no que tange a redução dos HH empregados por navio e dos funcionários do EAS. A Tabela 7, apresenta as datas dos marcos do EAS, e um cálculo de *lead time* e *takt-time* dos Navios (do primeiro ao décimo primeiro são números reais e os valores dos navios 12, 13, 14 e 15 são previstos).

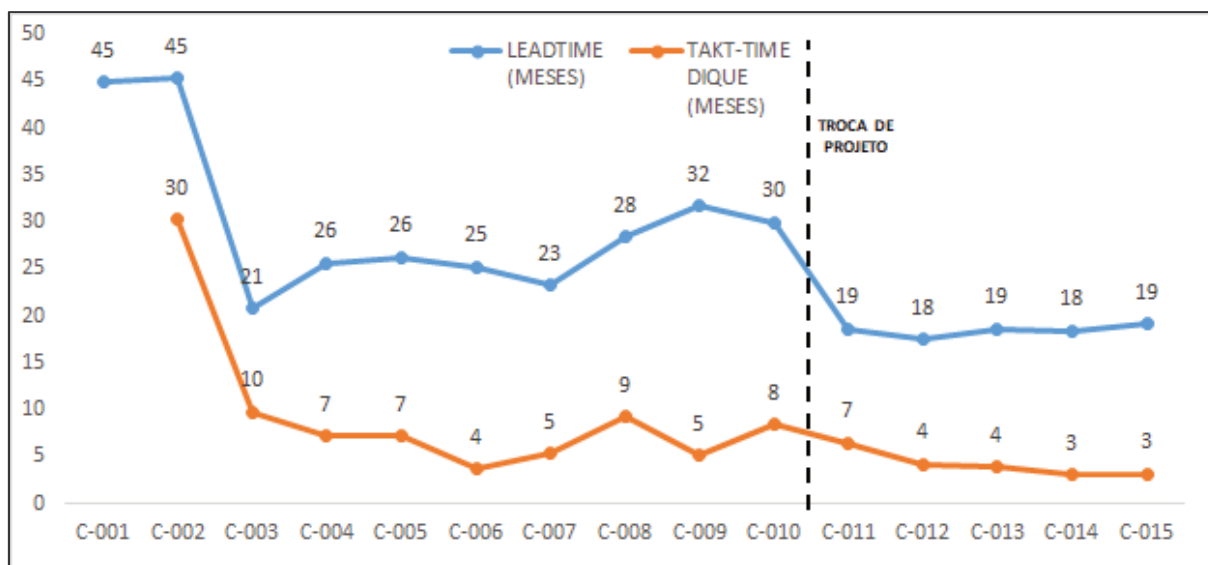
Tabela 7 – Datas marcos EAS

#	PROJETO	NOME	INÍCIO FABRICAÇÃO	BATIMENTO QUILHA	LANÇAMENTO	ENTREGA	LEAD TIME (MESES)	TAKT-TIME DIQUE (MESES)	TAKT-TIME ENTREGA (MESES)
C-001	SUEZMAX	João Candido	05/09/08	03/08/09	07/05/10	14/05/12	45		-
C-002	SUEZMAX	Zumbi dos Palmares	01/08/09	29/05/10	02/11/12	22/04/13	45	30	11
C-003	SUEZMAX	Dragão do Mar	01/04/12	18/12/12	23/08/13	16/12/13	21	10	8
C-004	SUEZMAX	Henrique Dias	01/10/12	24/08/13	28/03/14	10/11/14	26	7	11
C-005	SUEZMAX	André Rebouças	15/01/13	09/09/13	31/10/14	15/03/15	26	7	4
C-006	SUEZMAX	Marcílio Dias	13/06/13	01/07/14	20/02/15	10/07/15	25	4	4
C-007	SUEZMAX	José do Patrocínio	15/01/14	21/02/15	30/07/15	15/12/15	23	5	5
C-008	SUEZMAX	Machado de Assis	01/05/14	01/08/15	01/05/16	01/09/16	28	9	9
C-009	SUEZMAX	Milton Santos	20/09/14	01/03/16	01/10/16	30/04/17	32	5	8
C-010	SUEZMAX	Abdias Nascimento	19/03/15	10/10/16	10/06/17	04/09/17	30	8	4
C-011	AFRAMAX	Castro Alves	08/09/16	10/07/17	22/12/17	21/03/18	19	7	7
C-012	AFRAMAX	Carlos Drummond	15/02/17	25/10/17	28/04/18	25/07/18	18	4	4
C-013	AFRAMAX	Olavo Bilac	11/05/17	13/03/18	24/08/18	22/11/18	19	4	4
C-014	AFRAMAX	Mané Garrincha	16/08/17	04/07/18	23/11/18	21/02/19	18	3	3
C-015	AFRAMAX	Candido Portinari	25/10/17	01/10/18	25/02/19	24/05/19	19	3	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 11 é possível observar a evolução redução do *lead time*, de 50% entre o primeiro e último Suezmax. Também, existe uma previsão de redução de mais de 130% entre o primeiro SUEXMAX (C-001) e último AFRAMAX (C-015). Para o *takt-time* do dique observa-se uma redução de 30 meses para 3 meses.

Gráfico 11 – Evolução do *lead time* e *takt-time* dos projetos



Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo item busca expressar os resultados do estudo do ponto de vista do referencial teórico.

5.3.10 Resultado do estudo de caso sob a ótica do referencial teórico

Para expressar os resultados do estudo de caso, na ótica do Referencial Teórico é necessário, primeiramente, entender quais são os eventos críticos que dividem cada uma das 3 fases do estudo de caso. O primeiro evento crítico pode ser considerado a Fundação do EAS. Essa primeira fase é caracterizada pela construção do EAS, tendo como pano-de-fundo a adoção do paradigma taylorista/fordista usualmente adotados nas práticas da indústria naval brasileira dos anos 80.

O evento crítico que caracteriza a mudança para a Fase 2 é a contratação do CEO e da nova gestão, com diretores com ampla experiência em outros ramos industriais. Essa fase é determinada pela gestão focalizada nas mini fábricas, com o central de reduzir a complexidade de gestão. É também o início da criação de

elementos para a transformação operacional e comportamental do EAS. Um elemento a destacar foi a ampla utilização do conceito de 5S que resultou em significativas modificações comportamentais, e algumas de cunho operacional. A adoção da metodologia *Kaizens* em conjunto com as capacitações e treinamentos e influenciaram na criação de uma “massa crítica” inicial no que tange aos modernos conceitos de Engenharia de Produção (STP e TOC) dentro da gestão do EAS.

Um ponto chave da transformação do EAS foi a criação da maquete, que é o evento crítico que caracteriza a mudança da Fase 2 para a Fase 3. A maquete teve papel fundamental ajudando diretamente em pontos tais como: i) gerar uma visão holística e integrada crítica do sistema de produção da EAS a partir da lógica do STP e da TOC, ou seja, com foco na sincronização da produção; ii) contribuiu para o desenvolvimento do sistema de gestão do EAS que culminou na inovação com foco na Função Processo (foco nos fluxos produtivos) e, na consequente mudança na gestão materializado pela criação das Fábricas I (Montagem de Blocos), Fábrica II (Pintura) e Fábrica III (Pré-Edificação e Edificação); iii) Reprojetou completo da fábrica para a produção dos navios AFRAMAX a partir do novo *takt-time* necessário (4 navios/ano) e dos índices de produção previamente estipulados; iv) buscar a máxima integração possível entre os fluxos físicos e de informação.

A Fase 3 foi determinante no avanço da aplicação dos melhores conceitos e práticas do STP e da TOC, na medida em que estes modernos conceitos de engenharia de produção foram utilizados para melhoras sistematicamente o Sistema de Produção EAS. Neste contexto é possível destacar o redesenho dos fluxos com base no micro e macro-objeto de trabalho. Além disso, é preciso notar o dimensionamento de toda a planta, com uma ótica de sincronização da produção, a partir das necessidades da demanda representadas pela noção do *takt-time*. Adicionalmente, uma drástica mudança na forma de visão da qualidade, agora com foco no processo e não no produto, foi realizada.

Do ponto de vista da Função Operação a introdução do método do GPT nas máquinas de processamento da Fábrica I foi relevante e permitiu uma melhor utilização dos ativos existentes. Porém, tendo em vista a característica do Estaleiro o ponto de maior destaque da ótica da Função Operação, e tendo como lógica mais geral a busca da sincronização da produção e a redução do *lead-time*, foram a criação de um método para dimensionamento e balanceamento da mão-de-obra, independentemente do layout ser fixo (equipes de trabalho) ou móvel (boxes).

Considerando os conceitos de Dependência e Criação de Trajetória, o Quadro 10 apresenta os principais aspectos em cada uma das Fases da história do sistema de produção do EAS.

Quadro 10 – Aspectos de Dependência e Criação de Trajetória em cada Fase

ASPECTO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Aprendizagem	Indústria naval convencional, focada na operação	Começa a ser focada no processo, porém com visão da mini fábrica	Visão do Processo (fluxo) e inovação com melhores práticas
Capacidade Técnica	Ocupação das frentes de trabalho	Focada no melhor desempenho local (MF)	Voltada ao Resultado Sincronização e menor utilização de HH
Competências	Operacionais	Focalizadas	Holística e Integrada
Gestão	Departamental e Centralizada	Focalizada e Descentralizada	Focada no objeto de trabalho
Inovação	Incrementais	Dentro das mini fábrica	Holística e Integrada
Heterogeneidade	Recursos	Dividir para organizar	Sincronizar e Otimizar
Relações Humanas	Contexto	Descentralizada na MF	Organizacionais

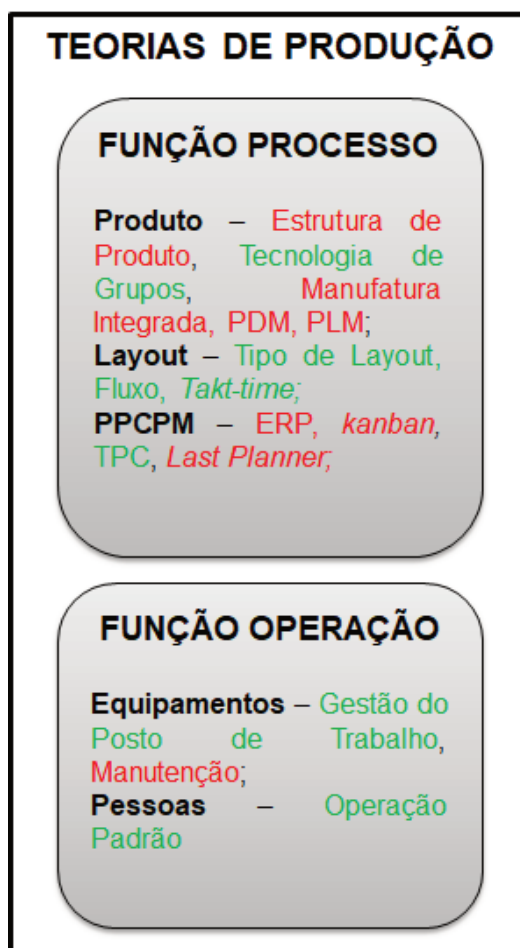
Fonte: Elaborado pelo autor.

Um dos aspectos que mais se destacam na mudança de Fases é processo de aprendizagem. Na Fase I o modelo era focado na operação/‘disciplinas’, ponto característico do modelo taylorista/fordista, passando, na Fase II, a ser focada na Função Processo/Fluxos Produtivos, o que foi aprofundado na Fase III. Outro aspecto que merece destaque é a heterogeneidade, onde é possível caracterizar que, mesmo com a aquisição de recursos de produção de ponta (como os *Golliaths*), que permite o içamento dos chamados megabloco eles não foram devidamente utilizados em função da falta de domínio tecnológico por parte da gestão da empresa nas Fases I e II e que foram compreendidos na Fase III do EAS. Outro ponto importante é que Fase 2 construiu-se um relevante conhecimento no que tange a gerar processualmente uma visão focada em processo, porém, com algumas visões de ótimo local em função da adoção das mini fábricas que mantiveram, de forma geral, muitos elementos da cultura das disciplinas. Resultados bem mais importantes foram obtidos após a adoção da

gestão a partir de ações junto a maquete – incidente crítico da Fase III, dado que neste processo foi buscado muito mais amplamente colocar o tema da sincronização como elemento central das melhorias a serem efetivadas no sistema de produção da EAS. A adoção das Fábricas I, II e III em lugar das mini fábricas teve o sentido claro de melhorar o sistema de gestão da empresa rumo a sincronização da produção.

Parte importante do avanço ocorrido em todos os aspectos detalhados anteriormente está associado com a utilização de conceitos de engenharia de produção. Nesse sentido, a Figura 92 apresenta uma visão das teorias, método e técnicas apresentadas em detalhes no Capítulo 2.

Figura 92 – Status das Teorias de Produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em verde estão apresentados os métodos/técnicas que foram implantados com sucesso ao longo das Fases II e III da história do sistema de produção no EAS, a saber: Tecnologia de Grupo, Layout, melhoria dos Fluxos, *Takt-Time*, TPC, Gestão do

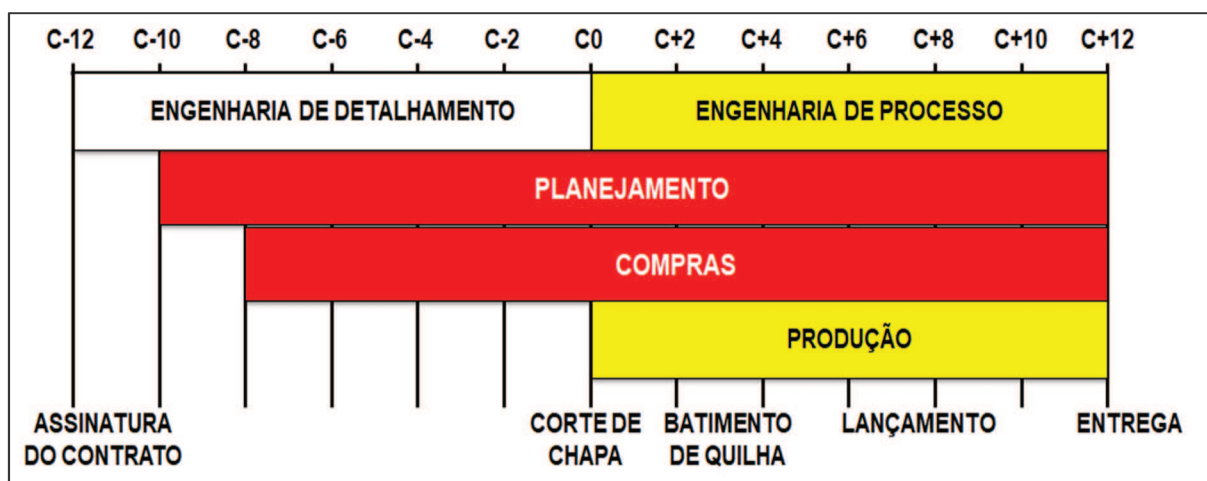
Posto de Trabalho e Operação-Padrão) Em vermelho encontram-se os métodos e técnicas que ou forma apenas fragilmente implantadas (é o caso, por exemplo, do sistema de manutenção e da lógica da estrutura de produtos), ou que não foram implantadas (como, por exemplo, o ERP/MRP/MRP II, o *Kanban* e o PDM/PLM). Uma visão crítica sintética é que as melhorias com base nos princípios do STP e da TOC ocorreram em profundidade nas Fases II e III a partir de uma ótica de mudanças físicas que ajudaram sobremaneira a sincronização da produção, tendo como focos conceituais a lógica do Tambor/Pulmão/Corda (global e localmente) e o *takt-time* e seus desdobramentos. Já deficiência no atingimento dos padrões universais parecem estar mais associados com os aspectos da não implantação dos métodos e técnicas baseadas em Tecnologia de Informação voltadas tanto ao produto (PDM/PLM), quanto principalmente ao PPCPM (MRP/MRP II, *Last Planner*) que podem ajudar sobremaneira o processo de sincronização da produção do EAS.

Em outras palavras, da ótica da Função Processo, os melhores resultados vieram das melhorias físicas realizadas em termos de Layout, associadas na maioria dos casos com a necessidade da implantação dos fluxos e da utilização do *takt-time* como elemento central para o macrodimensionamento da planta. Ainda, em várias situações foi utilizada a lógica do TPC que foi, basicamente, o elemento teórico mais relevante para a melhorias dos processos de PPCPM, dado que as demais ações de integração que ajudaram na melhoria do PPCPM foram basicamente associadas a gestão. Ainda, como já dito anteriormente, as questões relacionadas a engenharia do ponto de vista conceitual, ainda precisam de um avanço considerável, na busca por um processo integrado e estruturado.

Já na Função Operação, destaca-se o sucesso nas implantações do GPT e da Operação Padrão. Porém, verificou-se um espaço para melhorias diretas nas atividades dos sistemas de manutenção, passando pela melhoria dos pilares de Manutenção Autônoma (MA) e Manutenção Preventiva (PV), até chegar a implantação do TPM.

Uma outra maneira de avaliar o processo da empresa em estudo está na interpretação da Figura 41 tem-se apresentado o processo de produção naval de forma genérica e global. Em função disto avaliar cada uma das etapas é relevante para compreender e avaliar o sistema de produção como um todo. Dessa forma a Figura 93 apresenta uma avaliação possível a partir do caso descrito.

Figura 93 – Avaliação da linha do tempo EAS



Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de engenharia de detalhamento é inexistente dentro do EAS, sendo comprado da SHI. A engenharia de processo em geral, teve um grande avanço, mas ainda se observam dificuldades no que tange ao fornecimento de todas as informações a engenharia de detalhamento. Alguma influência da distância e linguagem, mas muitas melhorias objetivas devem ser feitas para subsidiar o processo de detalhamento. Os processos de melhoria nos temas do planejamento e compras são os grandes desafios em sentido de um sistema de produção mais robusto. A produção teve avanços significativos que levaram a melhoria do desempenho econômico do EAS, mas ainda existem melhorias a serem feitas em busca dos melhores índices de produção existentes no mundo.

À título de conclusão, e em linhas gerais, muitos avanços foram feitos no que tange ao desenvolvimento do sistema de produção do EAS, sendo significativos os ganhos em termos dos resultados obtidos nos diferentes indicadores. No entanto, tendo como *benchmarking* as melhores práticas internacionais, ainda existe um considerável caminho a percorrer na busca pela excelência operacional e utilização sistemática dos conceitos de engenharia de produção.

5.4 FASE 4: O FUTURO DO EAS EMBASADO NAS MELHORES PRÁTICAS COREANAS E NAS TEORIAS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Visando a explorar o futuro do EAS, o item que segue pretende direcionar os futuros avanços sob os conceitos de *benchmarking* coreano, tendo como fonte um

relatório de consultores coreanos sobre o EAS. A *Power Bridge International* (PBI) esteve realizando trabalhos no EAS no período de 08 a 26 de Janeiro de 2018, tendo como objetivo identificar oportunidades de melhorias no processo do EAS em comparação com as boas práticas atualmente adotadas nos estaleiros coreanos. A consultoria é formada por uma série de experientes executivos coreanos, com amplo tempo de carreira na indústria naval. O Quadro 11 mostra a experiência destes profissionais:

Quadro 11 – Equipe de consultores coreanos

FOCO DO TRABALHO	EXPERIÊNCIA NA INDÚSTRIA NAVAL	MAIOR CARGO OCUPADO
Modelo de negócio EAS	40 anos	Presidente da Daewoo Heavy Industries & Construction
Engenharia de Produto	42 anos	Diretor de engenharia da Daewoo Heavy Industries & Construction
Planejamento e Programação	38 anos	Diretor de planejamento da Daewoo Heavy Industries & Construction
Equipamentos e facilidades de Produção	32 anos	Diretor de produção da Daewoo Heavy Industries & Construction
Processo de Produção	36 anos	Diretor de produção da Daewoo Heavy Industries & Construction
Qualidade	32 anos	Diretor de engenharia da Daewoo Heavy Industries & Construction

Fonte: PBI (2018)

Como é possível perceber pelo Quadro 11, os consultores tem comprovada vivência na indústria naval o que lhes permite fornecer informações objetivas sobre as melhores práticas dos estaleiros coreanos. Em outras palavras, este relatório tende a servir como uma base relevante para identificar um conjunto de *gaps* existentes entre o *benchmarking* coreano e o modelo atual do EAS. Ao fim, propõem-se uma compilação do modelo atual com as melhorias já observadas e as melhores práticas propostas.

5.4.1 O *benchmarking* coreano

Visando a compreender as dimensões dos estaleiros coreanos e sua diferenciação em relação ao EAS, Tabela 8 apresenta uma comparação entre a quantidade produzida de navios anual e o efetivo de cada estaleiro.

Tabela 8 – Comparação entre estaleiros

PAÍS	ESTALEIRO	QTD NAVIO POR ANO	EFETIVO	QTD DIQUES	TAKT-TIME DIQUE
Coréia do Sul	<i>Hyundai Heavy Industries</i>	100	30.000	9	1,1 meses
Coréia do Sul	<i>Samsung Heavy Industries</i>	60	25.000	7	1,4 meses
Brasil	Estaleiro Atlântico Sul	4	3.500	1	3 meses

Fonte: Arquivo interno

Para uma análise crítica da Tabela 8, é necessário considerar que cada estaleiro produz um tipo de navio diferente e, adicionalmente, que cada navio tem uma quantidade de horas aplicadas que varia significativamente caso a caso. Porém, é relevante considerar que o EAS produz navios petroleiros, cuja dificuldade e quantidade de horas aplicadas é das menores na indústria naval. É possível entender que o *gap* existente entre o EAS e os estaleiros globais é realmente considerável.

A consultoria coreana consolidou suas observações em um relatório em que estão detalhados diversos pontos, a seguir serão listados os que efetivamente tem relação com o escopo desta dissertação, sendo que cada ponto será analisado de uma ótica crítica.

Do ponto de vista da PBI, de uma ótica geral, o layout e o fluxo produtivo do EAS está aderente as proposições do modelo coreano adotado em seus estaleiros. Porém, existe um ponto crítico a ser levantado que se refere a um aspecto relevante de projeto que consiste na observação de que existe um desbalanceamento na capacidade de içamento, entre a Fábrica 1 (montagem de blocos) e Fábrica 3 (pré-edificação e edificação). Em outras palavras para a PBI, na Fábrica 3 é possível pré-edificar blocos de um peso muito maior, devido a capacidade dos *Golliaths*, ser substancialmente maior do que a capacidade de içamento dos blocos produzidos na Fábrica 1. Isto tem uma importante implicação na medida em que, em função destes aspectos de projeto, é necessário gerar uma maior divisão de blocos na Fábrica 1, na medida em que os blocos produzidos são menores. Isto tem uma implicação direta na medida em que isto implica na necessidade de realizar um maior número de emendas à na Fábrica 3.

Outro impacto proveniente do desbalanceamento da capacidade de içamento está associado com o fato de que, uma vez que os sistema construtivo é dividido em uma maior quantidade de blocos, um maior número de *outfittings* e conexões necessitam ser colocados na Fábrica 3. Ainda, este desbalanceamento tem como resultado: i) a necessidade de pintar um maior número de blocos; ii) necessitar de um maior número de emendas pintadas na pintura de compartimentos.

A título de síntese e a partir de uma observação sistêmica, o desbalanceamento nas capacidades de içamentos das Fábricas I e III oriundas de uma eventual deficiência no projeto tendem a causar uma série de efeitos que tendem a dificultar a melhoria da produtividade e do desempenho econômico-financeiro do EAS. Tal análise crítica pode ser de fundamental importância para os projetos futuros da empresa.

Uma consideração por parte da consultoria PBI é a necessidade da definição e criação de um “*Basic Production Plan*”. O BPP é um sistema de integração entres as áreas de apoio que busca sincronizar os materiais, para atender as necessidades da produção. Para isso, a engenharia e o setor de compras deve emitir as ordens de acordo com o BPP.

A caracterização do BPP é que ela tem como uma das suas funções mais importantes garantir que toda a entrega do material seja feita antecipadamente em cada um dos processos. Neste sentido, o Departamento de Projeto (*Design*) e compra necessita emitir o pedido de compra de acordo com o BPP, considerando o *lead time* de cada um dos material. O BPP, em verdade, tem uma lógica de funcionamento muito semelhante aos dos sistemas MRP. Da ótica deste trabalho, sugere-se que a implantação do MRP supriria, perfeitamente, a sincronização das necessidades para a produção.

O relatório descreve o grande *gap* existente entre os processos de planejamento e compras no EAS em comparação com os estaleiros coreanos, mas considera o BPP o ponto de maior discrepância entre os estaleiros. Isso porque o BPP é a base central de operação de qualquer estaleiro no mundo. (PBI, 2018).

O ponto que chama a atenção em seu relatório é a importância de um setor de pré-montagem de *outfittings*. Os coreanos comentam que: “a pré-montagem de *outfittings* é muito importante para reduzir o HH da produção dramaticamente”. Essa iniciativa de pré-montagem foi abordada em detalhes no item 5.3.8.4.2 deste trabalho. A ideia geral segue a lógica proposta originalmente por Shingee Shingo de montar

‘módulos’ e não ‘partes’. Este tema pode significar avanços consideráveis na produtividade do EAS. O modelo coreano tem como premissa que um volume de 75 a 80% dos *outfittings* instalados devem ser feitos antes da pintura, enquanto o EAS está ao redor de 30%.

Essa antecipação é, na verdade, uma ótica distinta de sincronização, que permite que boa parte dos acabamentos ainda sejam montados na fase de blocos. Isto tende a se refletir diretamente nos retrabalhos e pintura de compartimentos. E isso explica como os índices da pintura de compartimento do EAS está tão defasado em relação aos coreanos (ver Tabela 3 – Comparativo de produtividade: pintura de blocos e compartimentos). A Tabela 9 compara os percentuais montados em cada fase.

Tabela 9 – Comparação de montagem de *Outfittings*

ESTALEIRO	ANTES DA PINTURA	DEPOIS DA PINTURA	CAIS
EAS	30%	30%	40%
<i>K-YARD</i>	82%	14%	4%
<i>Gap</i>	-52%	-16%	36%

Fonte: PBI (2018)

Para evitar que os *outfittings* montados antecipadamente não seja danificados, existe uma grande preocupação com a preservação dos sistemas. A Figura 94 ilustra o cuidado tomado.

Figura 94 – Preservação da praça de máquinas coreana



Fonte: Arquivo interno

Outro direcionamento da PBI indica as deficiências existentes nos projetos de engenharia do EAS. A Tabela 10 apresenta a quantidade de tubos para o peso total de tubos no projeto.

Tabela 10 – *Gap* Quantidade de tubos

ESTALEIRO	QTD DE TUBOS	PROJETO
EAS	13.949	114.000 kg
K-YARD	11.250	156.000 kg
<i>GAP</i>	2.699	

Fonte: PBI (2018)

É verificado na Tabela 10 que, comparando um projeto com 40 toneladas a menos entre o EAS e um estaleiro coreano, ainda sim, o EAS tem 2699 tubos a mais. Isso é reflexo do modelo equivocado de divisão de blocos, e de um processo de engenharia de detalhamento deficitário, que não apresenta a melhor maneira de produzir eficientemente. É compreendido pelos coreanos da PBI e relacionado nesse trabalho é a importância da engenharia de detalhamento e engenharia de processos, segundo eles:

A engenharia de detalhamento e engenharia de processo são um valor central do estaleiro, que é invisível, mas fundamental. Sem habilidade própria de engenharia, não é tão fácil fazer o estaleiro saltar. A EAS deve encontrar a maneira mais rápida e eficiente de incubar a capacidade de engenharia de produção como um primeiro passo. Caso contrário, a EAS se erguerá sozinho. (PBI).

O relatório da PBI constata que “as acessibilidades de produção e a operação do estaleiro são muito precárias”. É um aspecto que chama atenção aos processos coreanos, é a utilização de conceitos de *preset*, para a montagem de andaimes e postos de trabalho móveis. Mais uma vez, observa-se aqui a abordagem conceitual proposta por Shingeo Shingo quando do desenvolvimento do método da TRF. (SHINGO, 1996b). Já no EAS as “acessibilidades” são sempre montadas sob demanda, enquanto na Coreia do Sul ficam prontas a espera da produção. A Figura 95 apresenta esse conceito de *preset* do modelo coreano. Adaptações desse tipo podem rapidamente ser feita no EAS e com baixo investimento relacionado.

Figura 95 – Acessibilidades já previamente montadas



Fonte: PBI (2018)

Outro ponto relevante de *gap* entre os processos coreanos e brasileiros está na submontagem. No EAS, como apresentado no item 5.3.8.3.1, as submontagens são boxes de trabalhos fixos e as peças se movimentam formando um fluxo, num conceito tradicional do STP. Na Coreia do Sul, esse conceito é diferente, na medida em que as submontagens são equipadas com dispositivos de solda automáticos. Em geral, um operador controla de 3 a 5 dispositivos, ele transita entre um posto e outro, ajustando e colocando em operação cada dispositivo. Na Figura 96, é possível observar o processo descrito.

Figura 96 – Processo de submontagem na Coreia do Sul



Fonte: PBI (2018)

O processo de submontagem coreano adota um dos dois princípios básicos do Sistema Toyota de Produção – a Automação. Esse conceito é capaz de reduzir significativamente a utilização de mão de obra visando a construir processos “automatizados com um toque humano”. Em outras palavras, são automações simples e com baixo investimentos, que necessitam do operador para compor o processo de produção. Porém seus resultados são realmente expressivos e diretos nos custos globais de produção.

O GCON, que teve experiência com os *benchmarking* no Japão, comenta “é muito importante essa transferência e integração de conhecimento, porém as respostas só virão se as perguntas forem feitas, ninguém vai entregar nada de forma espontânea.”. Visando estar pronto para a competição mundial o próximo item do trabalho busca compilar as boas práticas do modelo atual, com melhorias já observadas e com as contribuições do *benchmarking* coreano.

Em linhas gerais, os processos coreanos estão mais automatizados e melhor planejados para atender as demandas. Existe um grande *gap* nos processos de logística e planejamento que precisam em um curto espaço de tempo ser modificados para atender as novas demanda do mercado mundial.

A PBI classifica o EAS como “o melhor estaleiro do Brasil, que tem muitas oportunidades para um futuro desenvolvimento, mas um dos piores estaleiros do

mundo”. A consultoria PBI considera que “O EAS produz um navio AFRAMAX com 660% mais horas que na Coreia e com 50% a mais de *lead time*”.

5.4.2 O Futuro do EAS

Nessa dissertação, uma série de melhorias foram retratadas e discutidas criticamente. Porém, tendo como padrão referência as melhores práticas internacionais é evidente a necessidade de aprimorar ainda mais o sistema de produção do EAS de forma ao atingimento futuro destes padrões que nunca alcançados na indústria naval brasileira.

Apesar da experiência dos consultores coreanos, é preciso analisar criticamente suas colocações sobre o modelo do EAS. Por exemplo, é muito importante o entendimento das taxas de juros para financiamentos de projetos que na Coreia do Sul é de 2,5 a 3% ao ano, sendo muito mais atrativa em comparação com o Brasil que é de 7,5 a 8% ao ano. Dessa forma, é necessário analisar em um sentido mais amplo o sistema de indicadores que somente o número de horas aplicadas no projeto e o *lead time* de produção.

Porém, é importante constatar que se faz necessário alertar que, apesar dos avanços explicitados nessa dissertação, a indústria naval brasileira parece necessitar de uma Política Industrial e de regulação adequada no País. Primeiramente, o apoio governamental está relacionado a manter os atuais estaleiros em funcionamento, com o intuito de propor políticas adequadas para facilitar a demanda de navios (e dos demais produtos). Se houver um incremento da demanda, isto poderá incentivar a criação futura de um robusto e completo *cluster* de navieças. O funcionamento dos estaleiros e o fomento governamental, também despertará um interesse no estudo da indústria naval, o que se faz totalmente necessário para o sucesso da indústria. Novas iniciativas como o PROMINP são recomendáveis. A taxa de juros para a este tipo de empreendimento se faz importante. Desta forma, a adoção de critérios diferenciados de financiamento, com toda certeza apoiariam a manutenção da indústria naval brasileira. Uma outra maneira direta de apoio a indústria naval é criando restrições para empresas brasileiras na aquisição de navios de bandeiras internacionais. Tal questão, no entanto, depende dos diferentes posicionamentos relativos as políticas industriais serem adotadas (ou não) no País.

A engenharia de detalhamento é outro ponto essencial de refinamento necessário no sistema de produção do EAS, tendo um papel fundamental no sentido do aprimoramento dos processos do EAS. O ponto aqui consiste em perceber que um melhor detalhamento tende a impactar diretamente em todos os processos de produção. Seu intuito é em desenvolver o 'jeito EAS' de produzir a partir da tecnologia intrínseca e da tecnologia de produção disponíveis no Estaleiro, ou seja, do domínio tecnológico – em suas diversas dimensões- existente na empresa.

A observação da consultoria coreana, a respeito das capacidades de içamento na Fábrica 1 e na Fábrica 3 está, também, relacionado com a não existência formal de uma engenharia de detalhamento no EAS. Dessa forma, o detalhamento que foi realizado historicamente através da interpretação do Sistema de Produção por parte de um terceiro, acarretou na utilização ineficaz da Capacidade Instalada do EAS, acarretando diretamente em retrabalhos e outros tópicos que reduziram significativamente a produtividade da empresa. Um passo futuro relevante consiste em detalhar os investimentos necessários para viabilizar o atual desbalanceamento das capacidades de içamento.

Da mesma maneira, se faz necessário o investimento nas tecnologias de pré-*outfittings* com o intuito de reduzir o HH empregados no total do processo. Isso está conectado a uma melhor e mais eficaz divisão de blocos e um projeto de engenharia de detalhamento adequado.

Como recomendado no item 5.3.3 e pelo *benchmarking* coreano, existe uma necessidade latente de melhorias nos processos de planejamento, logística e compras, buscando melhorar a sincronização dos processos. Ou seja, é necessário projetar e implantar um sistema de informação de forma a criar uma integração robusta e digitalizada na empresa. Apesar do EAS integrar suas equipes através de reuniões sistemáticas isso é insuficiente da ótica dos padrões de sincronização mundiais. De uma ótica prática é necessário a implantação de ferramentas, em particular o MRP/MRP II e o *Last Planner*. Em linhas gerais, a baixa maturidade dos processos de PPCPM dificulta, sobremaneira, a sincronização da produção em função da dificuldade de articular os fluxos físicos, incluindo a fábrica e o fornecimento de materiais etc.

Precisa-se destacar que elevando em consideração uma análise mais ampla, o *gap* existente entre o Brasil e a Coréia do Sul, é menor do que parece. Para isso, se

faz necessário a análise do custo da mão de obra direta no Brasil e na Coreia do Sul. A Tabela 11 apresenta um comparativo entre os valores de MOD para o ano de 2015.

Tabela 11 – Comparativo do Salário mínimo no Brasil e Coreia do Sul

PAÍS	SALÁRIO MÍNIMO	HORAS	CUSTO TOTAL
Brasil	R\$ 788,00	240	1,12 US\$/hora
Coreia do Sul	US\$ 1.404,00	240	5,85 US\$/hora

Fonte: OCDE (2015)

Não se teve acesso nesse trabalho, aos dados reais dos custos da mão de obra em estaleiro no Brasil ou Coreia do Sul. Porém, de forma genérica, é possível avaliar com base no custo da mão de obra de cada país.

O valor no Brasil é substancialmente menor que na Coreia, o que faz com que uma maior aplicação de horas na produção de um mesmo navio, não necessariamente implique em uma menor competitividade global, em função dos custos totais envolvidos.

Mesmo com a considerável diferença entre as produtividades e escalas de produção no Brasil e na Coreia do Sul, realizando uma análise mais ampla, levando em consideração os fatores de produção, é correto afirmar que existe uma real possibilidade do EAS competir, no futuro, com padrões mundiais. De fato, são necessários aprimoramentos significativos no seu sistema de produção, mas dado que os maiores investimentos e o amadurecimento dos profissionais já ocorreram, o cenário para os próximos anos ao EAS parece ser favorável, uma vez que exista demanda real para a empresa.

Percebe-se que existe um claro posicionamento da gestão no sentido de continuar a conduzir a implantação do Sistema de Produção EAS, tendo como foco a adoção das melhores práticas dos melhores estaleiros do mundo tanto da ótica da Engenharia Naval como de Engenharia de Produção. Apesar da existência de uma Dependência de Trajetória relativa aos primeiros anos de existência, e práticas convencionais da indústria naval brasileira, o EAS evoluiu consideravelmente o seu sistema de produção em 4 anos.

Em linhas gerais, apesar do *gap* existente entre os estaleiros da Coréia do Sul e o EAS, todas as melhorias sugeridas pelos consultores ou observadas a partir de uma análise crítica de elementos internos do EAS (por exemplo: as melhorias necessárias na Engenharia de Detalhamento e no PPCPM) são passíveis de ser implantadas em uma perspectiva de médio prazo. Dessa forma, o EAS é um estaleiro com recursos de produção competitivos mundialmente, mas com um processo produtivo e gestão ainda em processo de amadurecimento.

É evidente que a comparação com estaleiros coreanos deve ser mediado pela consideração que o EAS tem 12 anos de existência tendo produzido até o presente momento 10 navios, enquanto os estaleiros coreanos tem em geral mais de 50 anos e já produziram centenas de navios. Ou seja, são curvas de aprendizagem distintas, a partir de escalas de produção muito distintas.

6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesse capítulo, serão tratadas as principais conclusões do trabalho. Na sequência, são apresentadas as limitações e, finalmente, as sugestões para trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES

Essa dissertação teve como problema de pesquisa identificar “**Como os conceitos do estado da arte da engenharia de produção podem ser utilizados na indústria naval brasileira, visando a aumentar seu desempenho econômico-financeiro?**”. O trabalho partiu de um modelo de referência para as melhores práticas de engenharia de produção, e utilizou desses conceitos para melhor compreender o Sistema de Produção EAS.

À título de síntese, o Quadro 12 apresenta uma relação dos constructos da dissertação com as conclusões, e as seções do trabalho que melhor ajudam a entender a relação entre eles.

Quadro 12 – Relação entre constructos

CONSTRUCTO	ANÁLISE	CONCLUSÃO	SEÇÃO
Análise de eventos	Dependência de Trajetória	Conceito de obra/frete de trabalho; Modelo fabril coreano; Estrutura taylorista/fordista; Conceito de disciplina; Dificuldades com mão de obra especializada;	5.1
	Criação de Trajetória	Modelo <i>benchmarking</i> Coreano; Planejamento de Produção (BPP); Pré-montagem <i>outfittings</i> ; engenharia de detalhamento; <i>Preset</i> de acessibilidades; Automação da operação de solda;	5.4
Teorias de Produção	Teorias de Produção	Sistema Toyota de Produção; <i>Lean Manufacturing</i> ; <i>Teoria das Restrições</i> ; <i>Total Quality Management</i> ;	5.2 5.3
	Função Processo	Mini fábricas; 5S; <i>Kaizens</i> ; Maquete fabril; Gestão de Pessoas; Takt-time; Macrodimensionamento; Conceito de fluxo; TPC; Estrutura de Produto; PPCPM Hierárquico; Logística interna (Ponto de Uso); Six Sigma; A3;	5.2 5.3
	Função Operação	GPT/ IROG; MES; Pareto; Operação Padrão; Gestão Visual;	5.3.8

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para poder contextualizar e chegar as considerações centrais desse trabalho, foi necessário realizar uma revisão histórica da indústria naval no cenário brasileiro.

Na sequência, através de um conjunto de fontes de evidência (entrevistas, observações *in loco*, documentos, fotografias etc.), foi possível entender e relatar as diferentes etapas em que a empresa em estudo passou e compreender em detalhes o seu sistema de produção em três distintas fases. Ficou claro que, na primeira fase, o paradigma taylorista/fordista do modelo convencional de produção naval brasileiro, influenciou diretamente as operações. Em um segundo momento, buscou-se modificar essa cultura taylorista/fordista baseada na noção de 'obra' e de 'disciplinas' típica da primeira Fase.

Na Fase II, observou-se a construção da base de sustentação para os aprofundamentos que viriam levar ao projeto inicial do SPE. Na Fase II foram introduzidos elementos como: i) o 5S - fundamental para modificar a cultura da empresa ii) a ideia das mini fábricas – melhorando a gestão da empresa e reduzindo significativamente a hierarquia até então vigente; iii) a geração da qualidade gerada no processo e não do produto; iv) melhorias nos microfluxos dentro das diferentes mini fábricas através da ampla utilização da metodologia *Kaizen*; v) o início da utilização da lógica da Teoria Das Restrições para definir os gargalos produtivos (neste período a pintura);

Na Fase III, iniciado com a construção e utilização da maquete, o ponto de centralidade constituiu no redimensionamento e nova concepção da fábrica baseado nos conceitos de *takt*-time e, mais amplamente, da busca da sincronização da produção. Nesta etapa foram rediscutidos os diferentes 'objetos de trabalho' em toda a fábrica e gerado um aprofundamento na melhorias dos fluxos produtivos. Para isto foi alterada a estrutura de gestão do conceito de mini fábricas, a qual ainda continha elementos associados com a noção de 'disciplinas', para Fábricas: Fábrica I (Blocos), Fábrica II (Pintura) e Fábrica III (Pré-Edificação e Edificação). Na Fase III foram refeitos vários leiautes tendo como lógica local a adoção da noção do Tambor/Pulmão/Corda, a partir do dimensionamento de boxes, utilizando o método da operação-padrão.

Outro ponto a ser destacado, foi a oportunidade de entender a visão da alta gestão da indústria naval coreana sobre o Sistema de Produção do EAS. Através de um relatório analisando o EAS e oportunidades de conversa com os consultores foi possível entender melhor os *gaps* existentes entre a indústria naval no Brasil e na Coreia do Sul.

À título de síntese, as contribuições dessa pesquisa são descritas a seguir:

- a) apresentação dos novos modelos de gestão propostos incluindo os controles, as formas de trabalho de rotina e de melhorias, a descrição dos padrões de reuniões etc.
- b) apresentação do papel da maquete na formação de equipes, além de subsidiar a criação do modelo de produção que iria embasar o SPE;
- c) contribuição teórica na formação do conceito de macro e micro-objeto de trabalho para o caso de Estaleiros, o que permite entender e projetar com muito mais detalhe a criação dos fluxos eficazes na empresa;
- d) criação de um modelo teórico para os processos de PPCPM, visando a integração entre as áreas e a criação de uma visão unificada e holística dos processos;
- e) proposição de um novo modelo de medição para a indústria naval, baseado no objeto de trabalho, e sendo assim entre os modelos conhecidos pelo autor, o que melhor representa a produção no EAS;
- f) Uma completa caracterização de como dimensionar, balancear e implantar fluxos de produção através dos conceitos de *takt-time*, operação padrão, tecnologia de grupos e principalmente sob a ótica do MFP e TOC;
- g) apresentação dos principais *gaps* existentes entre a indústria naval brasileira e o principal produtor de navios do mundo, a Coreia do Sul. Tendo como observador uma consultoria internacional formada por antigos executivos do alto quadro de gestão na Coreia do Sul;
- h) série de sugestões visando aprimorar os processos do EAS e assim subsidiar uma possibilidade de concorrência global.

6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

As limitações desta dissertação são as seguintes:

- a) o modelo de medição baseado no objeto (MMBO) não foi avaliado pelos entrevistados da pesquisa, tampouco especialistas;

- b) não foi realizado um aprofundamento das percepções e experiências da consultoria coreana.

6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa, mesmo considerado suas limitações, procura abrir uma conexão entre a indústria naval e a engenharia de produção no Brasil. A seguir, são apresentadas algumas sugestões que podem nortear trabalhos futuros relacionados a dissertação em cena.

- a) compreensão ampla das políticas econômicas e industriais dos diferentes governos brasileiros e entender sua influência na indústria naval;
- b) propor uma análise aprofundada da cadeia de suprimentos naval, e entender como isso pode alterar a forma de produção do EAS;
- c) ampliar as análises e discussão crítica em torno de um modelo de medição coerente para a realidade dos contratos na indústria naval brasileira.

Finalmente, cabe ressaltar que esta pesquisa buscou aproximar a engenharia de produção (tecnologia de produção) da indústria naval (tecnologia intrínseca), gerando uma série de exemplos de boas práticas na aplicação de teorias, métodos e ferramentas. De outra parte, essa dissertação não visa a encerrar a discussão acerca da integração do contexto naval com a engenharia de produção. O trabalho a partir da análise em um estaleiro, que tem sua relevância e singularidade, busca motivar novos trabalhos referentes ao tema em outros estaleiros, fazendo com que o debate possa ser ampliado no âmbito da engenharia de produção.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. D. R.; ANTUNES JR., J. A. V. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 1–18, 2001.
- ANDRADE, A. L. et al. **Pensamento Sistêmico: Caderno de Campo :o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ANTUNES, J. et al. **Uma revolução na produtividade: a gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- ANTUNES, J. A. V. **Em direção a uma teoria geral do processo da administração da produção: Uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero**. Tese de Doutorado - Porto Alegre: UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- ANTUNES, J. A. V. et al. **Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2008.
- ARANTES, P. C. F. G. **LEAN CONSTRUCTION: FILOSOFIA E METODOLOGIAS**. Porto - Portugal: Dissertação (mestrado) - Universidade do Porto, 2008.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Birmingham: University of Birmingham, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11–17, jan. 1998.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.
- BARONI, A. R. **PDM e PLM** Porto Alegre, 2017.
- BARROS, E. DE S. **Aplicação do Lean Construction no setor de edificações: um estudo multicaso**. Recife: Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- BERNARDI, B. B. O conceito de Dependência da Trajetória (Path Dependence): definições e controvérsias teóricas. **Perspectivas**, v. 41, p. 137–167, 2012.
- BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. Construction beyond Lean: a new Understanding of Construction Management. **Lean Construction Journal**, 2004.
- BICHENO, JOHN, P. Value Stream Mapping. **New Lean Toolbox: Towards Fast Flexible Flow**, p. 35, 2004.
- BITENCOURT, C.; OLIVEIRA, T. Dependência e criação de trajetória na organização não governamental parceiros voluntários. **Revista de Administração**

Contemporânea, v. 18, n. 3, p. 351–367, jun. 2014.

BOTTA-GENOULAZ, V.; MILLET, P. A classification for better use of ERP. **Computers in Industry**, v. 56, p. 573–587, 2005.

BRANDÃO, F. **Ao Mar 2007 - 2012** Ipojuca Estaleiro Atlântico Sul, , 2014.

BRASIL. **Cria o Fundo da Marinha Mercante e a taxa de renovação da marinha mercante e dá outras providências**. Brasil, 1958. Disponível em: <<https://goo.gl/DFHcSf>>. Acesso em: 3 abr. 2017

BRASIL. **Lei No 9.478, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências**. BRASIL, 1997a. Disponível em: <<https://goo.gl/2ze9aK>>. Acesso em: 3 abr. 2017

BRASIL. **Lei No 9.432, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências**. BRASIL, 1997b. Disponível em: <<https://goo.gl/HvGvtK>>. Acesso em: 6 abr. 2017

BRASIL. **Decreto No 4.925 de 19 de dezembro de 2003. Institui o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural - PROMINP, e dá outras providências**. BRASIL, 2003. Disponível em: <<https://goo.gl/3gQsMe>>. Acesso em: 6 abr. 2017

BUSSMANN, S. An Agent-Oriented Architecture for Holonic Manufacturing Control. **First Open Workshop IMS Europe**, 1998.

CAMPOS NETO, C. A. S.; POMPERMAYER, F. M. **Ressurgimento da indústria naval no Brasil: 2000-2013**. 1. ed. Brasília: Ipea, 2014.

CARVALHO, A. N.; OLIVEIRA, F.; SCAVARDA, L. F. Tactical capacity planning in a real-world ETO industry case: An action research. **International Journal of Production Economics**, v. 167, p. 187–203, 2015.

CERQUEIRA, K. C. Dependência da trajetória e mudança institucional nos processos de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ciência Política**, v. 19, n. 19, p. 253–275, abr. 2016.

CHAN, F. T. . Effect of kanban size on just-in-time manufacturing systems. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 116, n. 2–3, p. 146–160, out. 2001.

CHEN, Y.; HSIO, Y. A collaborative data management framework for concurrent product and process development. **International journal of computer integrated Manufacturing**, v. 8, n. 5, p. 437–450, 2012.

CITISYSTEMS. **Mapeamento do Fluxo de Valor**. Disponível em: <<https://goo.gl/iiUsns>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

COX III, J.; SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEPEC. **Bens de capital**.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and Design Science Research. **Review of Business Management**, v. 17, n. 56, p. 1116–1133, 2015.

DUPONT, A. **PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA CONCEPÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO CONCEITO DE SUBUNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGÓCIOS**. [s.l.] UNISINOS, 2011.

EAS. **EAS RECEBE PRÊMIO SER HUMANO PAULO FREIRE**. Disponível em: <<https://goo.gl/nUUtSr>>. Acesso em: 28 dez. 2017.

EAS. **Demonstrativo de Resulto do Exercício 2013**. Disponível em: <<https://goo.gl/S5sLD6>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

EAS. **Demonstrativo de Resultado do Exercício 2015**. Disponível em: <<https://goo.gl/FWjfgo>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

EAS. **Demonstrativo de Resultado do Exercício 2016**. Disponível em: <<https://goo.gl/HBJCQT>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 1, p. 532–550, 1989.

ERICKSEN, P.; STOFLET, N.; SURJ, R. Manufacturing critical-path time (MCT): The QRM Metric for Lead Time. **Technical Report**, p. 1–4, 2007.

FILHO, E. .; FERREIRA, C. **O setor de projetos e as novas tecnologias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

FORMOSO, C. T. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. **Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação**, p. 12, 1996.

GARUD, R.; KUMARASWAMY, A.; KARNØE, P. Path Dependence or Path Creation? **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 4, p. 760–774, jun. 2010.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: aplicações e inovações**. Recife: Editora UFPE, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. ed. São Carlos: Atlas,

2008.

GOLDRATT, E. M. **The General Theory of Constraints**. New Haven, CT: Abraham Goldratt Institute, 1989.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta**. São Paulo: Nobel, 2003.

GOLDRATT, E. M.; FOX, R. E. **A Corrida pela Vantagem Competitiva**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989.

GUIA TRABALHISTA. **NORMA REGULAMENTADORA 18 - NR 18- CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Disponível em: <<https://goo.gl/nQV42s>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

GUPTA, M. C.; BOYD, L. H. Theory of constraints: a theory for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 10, p. 991–1012, 2008.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a Fábrica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora campus, 1991.

HASSAN, K.; KAJIWARA, H. Application of Pull Concept-based Lean Production System in the Ship Building Industry. **Journal of Ship Production and Design**, v. 29, n. 3, p. 105–116, 2013.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 420–437, mar. 2007.

JACOBS, R. F.; WESTON, F. C. Enterprise resource planning (ERP)—A brief history. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 357–363, mar. 2007.

JUNIOR, J. A. V. A.; NETO, F. J. K.; FANSTERSEIFER, J. E. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção: do “Just-in-case” ao “Just-in-time”. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 29, n. 3, p. 49–64, 1989.

KLIPPEL, A. F. et al. Estratégia de Gestão dos Postos de Trabalho – Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2003.

KLIPPEL, M.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; VACCARO, G. L. R. Matriz de posicionamento estratégico de materiais: conceito, método e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 181–192, abr. 2007.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report Stanford University**, v. 72, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to**

construction. Espoo Finland: VTT publications, 2000.

KRISTOFFERSEN, S. Nextship - lean shipbuilding: state of the art and potential to be “lean” in multifariously distributed maritime design, engineering and construction. p. 26 s., 2012.

LACERDA, D. P.; RODRIGUES, L. H.; SILVA, A. C. DA. Uma abordagem de avaliação de processos baseados no mundo dos custos para processos no mundo dos ganhos em instituições de ensino superior. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 584–597, dez. 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia científica.** São Paulo: Editora Atlas, 2000.

LEITÃO, P.; RESTIVO, F. AN AGILE AND COOPERATIVE ARCHITECTURE FOR DISTRIBUTED MANUFACTURING SYSTEMS. **International Conference Robotics and Manufacturing**, 2008.

LICHA, A. L. Dependência da trajetória, irreversibilidade e o papel da história na seleção de tecnologias. **Economia**, v. 28, n. 1, p. 107–127, 2004.

LIKER, J. K. The 14 Principles of the Toyota Way : An Executive Summary of the. **The 14 Principles of the Toyota Way : An Executive Summary of the**, p. 35–41, 2003.

LIKER, J. K.; LAMB, T. **Develop and Implement a “World Class” Manufacturing Model for U.S. Commercial and Naval Ship Construction.** Michigan: [s.n.].

LIKER, J. K.; MEIER, D. The Toyota Way. **Action Learning: Research and Practice**, v. 1, n. 22, p. 288, 2015.

LIU, X.; WANG, Y.; MENG, Q. Study on the integrated cost management system based upon ERP/MES/PCS. **Internation conference on Human System Interaction**, v. 1, p. 1004–1008, 2008.

LORINI, F. J. **Tecnologia de grupo e organização da manufatura.** Florianópolis: Editora UFSC, 1993.

MABERT, V. A. The early road to material requirements planning. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 346–356, 2007.

MAGALHÃES SILVA, F. . D. **O CAD Aplicado ao Projeto do Produto: O Ponto de Vista dos Designers Industriais.** Rio de Janeiro: Dissertação (mestrado) - COPPE/ UFRJ, 2011.

MAHONEY, J. Path Dependence in Historical Sociology. **Theory and Society**, v. 29, n. 4, p. 507–548, 2000.

MARSHALL JR., I. et al. **Gestão da Qualidade.** 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

MATSUBARA, R. Y. **Redução de Custos através do manufacturing execution system.** São Paulo: Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, 2014.

MELO, L. Navio João Cândido é finalmente entregue à Transpetro. **Portal Marítimo**, p. 1, 25 maio 2012.

MELTON, T. The Benefits of Lean Manufacturing. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, n. 6, p. 662–673, jun. 2005.

MESA. **MESA Model**. Disponível em: <<https://goo.gl/yOcBQO>>. Acesso em: 8 abr. 2017.

MOREIRA, M. E. PDM ou PLM? Eis a questão que confunde. **CaDesing**, v. 125, p. 18–29, 2008.

MOURA, R. A. **Kanban – A simplicidade do Controle da Produção**. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989.

NAKAJIMA, S. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. **Productivity Press, Cambridge**, p. MA, 1988.

NAVEIRO, R.; GOUVINHAS, R. **Projeto de Produto, Competitividade e Inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

NUNES, A. Depois do trem-bala invisível, o governo inventa o navio que não navega. **Revista Veja**, mar. 2012.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, C. B. M. **Estruturação, identificação e classificação de produtos em ambientes integrados de manufatura**. São Carlos: Dissertação (mestrado) - USP, 1999.

OLIVEIRA, T. R. DE. **Dependência de Trajetória e Criação de Trajetória no terceiro setor: um estudo de caso na ONG Parceiros Voluntários**. [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo- RS, 2013.

PHOGAT, S. AN INTRODUCTION TO APPLICABILITY OF. v. 2, n. 6, p. 85–89, 2013.

PIERETTI, R. **Método para dimensionamento e gestão de linhas de montagem em boxes operadas por equipes**. [s.l.] Universidade Rio dos Sinos, 2013.

POOL, A.; WIJNGAARD, J.; VAN DER ZEE, D.-J. Lean planning in the semi-process industry, a case study. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 194–203, maio 2011.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale - [recurso eletrônico], 2013.

RONDEAU, P. J.; LITTERAL, L. A. Evolution of manufacturing planning and control systems: from reorder point to enterprise resource planning. **Production and Inventory Management Journal**, v. 42, n. 2, p. 1–7, 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. **Lean Enterprise Institute Brookline**, p. 102, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos uma referência para melhoria de processos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, jun. 2007.

SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **O Nascimento do Lean**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção : do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

SINAVAL. **Cenário da Construção Naval – 2º Semestre de 2016**. Disponível em: <<https://goo.gl/E5SOC1>>. Acesso em: 1 jan. 2017.

SKINNER, W. The focused factory. **Harvard Business Review**1, p. 113–121, 1974.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2001.

SLOAN JR, A. P. **Meus anos na General Motors**. 1. ed. São Paulo: Negócios, 2001.

SOUZA, A. A. C. Do OPT à teoria das restrições: avanços e mitos. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 184–197, 2005.

SOUZA, C. A. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudo de caso de implantação de sistema ERP**. São Paulo: Dissertação (mestrado) - FEA/USP, 2000.

SOUZA, C. M. **Técnicas Avançadas em Planejamento e Controle da Construção Naval**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

STARK, J. **Product Lifecycle Management**. Cham: Springer International Publishing, 2015.

STEVENSON, W. J. **Administração da Produção**. 6 ed ed. São Paulo: LTC, 2001.

STORCH, R. L.; LIM, S. Improving flow to achieve lean manufacturing in shipbuilding. **Production Planning & Control**, v. 10, n. 2, p. 127–137, 15 jan. 1999.

SYNDARMA. **Cabotagem brasileira: Evolução do transporte de Cabotagem**. Disponível em: <<https://goo.gl/bFIKE8>>. Acesso em: 4 abr. 2017a.

SYNDARMA. **Comércio Marítimo Internacional**. Disponível em: <<https://goo.gl/zg0y2T>>. Acesso em: 4 abr. 2017b.

THOMAS, D. R. et al. Case study research methods for theory building. **Journal of**

Business & Industrial Marketing, v. 2005, n. 6/7, p. 146, 2003.

THOMPSON, C. G. **Uma avaliação do potencial de aplicação da mentalidade enxuta (lean thinking) na construção naval: estudo de caso múltiplo**. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

TOWILL, D. R. Exploiting the DNA of the Toyota Production System. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 16, p. 3619–3637, 15 ago. 2007.

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, Á. B. Vantagem competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 4, p. 20–37, 2000.

VEIT, D. R. et al. REPERCUSSÕES DOS PROBLEMAS CONCEITUAIS DO CÁLCULO DO IROG: UM ESTUDO DE CASO SOBRE ADOÇÃO DE UM SOFTWARE NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADOS TERMOPLÁSTICOS. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 1, 2011.

VERMULM, R. A Indústria de Bens de Capital Seriados. **CEPAL - Comissão Econômica para América Latina e o Caribe**, p. 48, 2003.

VOTTO, R. G. **Produção Enxuta e Teoria das Restrições: Proposta de um Método para Implantação Conjunta na Indústria de Bens de Capital Sob Encomenda**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2012.

WATSON, K. J.; PATTI, A. A comparison of JIT and TOC buffering philosophies on system performance with unplanned machine downtime. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 7, p. 1869–1885, 2008.

WOMACK, J. P. Value stream mapping. **Manufacturing Engineering**, v. 136, n. 5, p. 145–156, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production** World, 1990.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

APÊNDICE A: LISTA DE ESPECIALISTAS

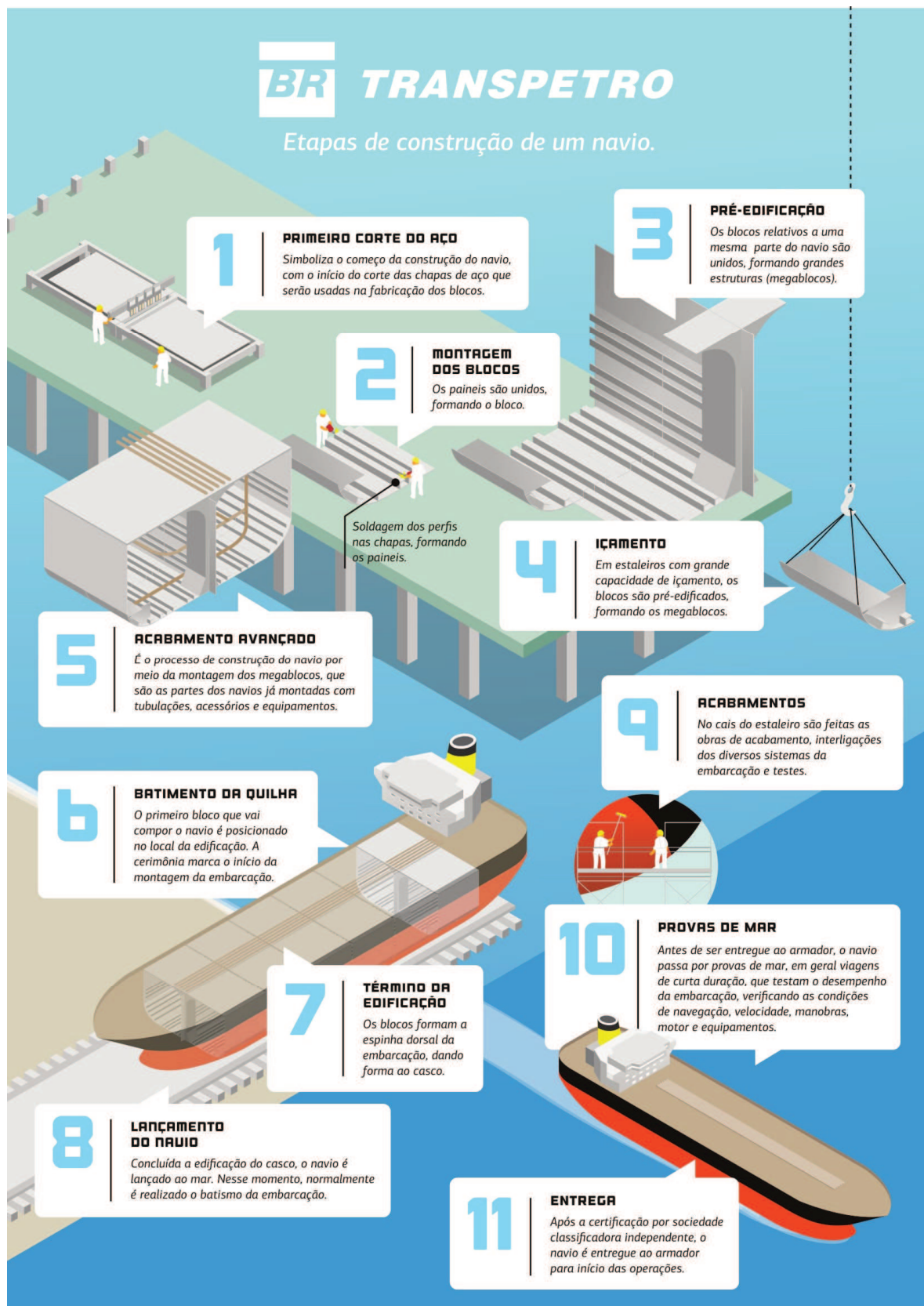
Ariel Peixoto Possebon: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Graduado em Administração de Pequenas e Médias Empresas pela Universidade Norte do Paraná. Sócio e Consultor da Produttare Consultores Associados, possui 12 anos de experiência em projetos de consultoria em Gestão de Operações. Atuou em diferentes empresas e segmentos, tais como: Altus, Aniger, CGTEE, Comil, Controil, Dambroz, ELO, Fras-le, JAN, Kepler Weber, KNAPP, Master, Medabil, Randon, Rotamil, Sazi, Soprano, Suspensys, Termolar, TMSA, Todeschini, Trafo e Zegla. Especialista em Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos Materiais (PPCPM), ferramentas para aumento de Produtividade e Melhoria de Fluxos;

Bruno Miguel Baccin: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pelo PPGEPS/UNISINOS. Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade de Caxias do Sul/RS. Analista em Engenharia Industrial com experiência profissional de 9 anos em projetos de implantação de sistemas de produção. Atuou em diferentes empresas e segmentos, tais como: Bbosch, CNCS, Carraro, Dambroz, Farina, Fras-le, KEKO, Medabil, Perfilline, P&C, Randon, Rotamil, Sazi, Soprano, Suspensys, Tecnovidro, TMSA, Todeschini, Tupy, Tramontina. Experiência em gerenciamento de projetos, projetos de planejamento e implantação de layout, produtividade e flexibilização da produção. Consultor especialista em ferramentas de Gestão dos Postos de Trabalho, Troca Rápida de Ferramentas, Preset, Operação Padrão, Balanceamento de Linhas de Montagem, 5S, Sistema Kanban, Modularização e Padronização de Produtos.

Fabiano de Lima Nunes: Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pelo PPGEPS/UNISINOS. MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Pós-Graduação em Gestão Estratégica da Produção e Logística pela Universidade Feevale. Professor nos Cursos de Logística na Faculdades Tecnológicas FTEC e Gestão da Produção da Universidade Feevale, além de atuar em Cursos de Pós-Graduação na Universidade Feevale. Ministra Cursos de Extensão nas Faculdade da Serra Gaúcha (FSG) e Universidade Feevale, bem como, palestras nas seguintes Instituições: Universidade Feevale, Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM), ACI/NH e FTEC. Possui larga experiência na Gestão de Suprimentos, Compras e Logística, com ênfase em Negociações, Desenvolvimento

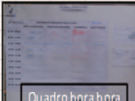
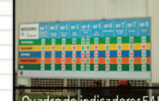
de Fornecedores, Análise de Valor, Redução de Custos, Gestão e Otimização de Armazéns e CD's; implantação de CD's, TMS e ferramentas de Gestão; também nas áreas Industriais e de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto, Implantação e Controle de Sistemas de Produção (Lean, Sistema Toyota de Produção e Sistema Hyundai de Produção) onde já desenvolveu projetos relevantes em empresas de médio e grande porte nacionais e multinacionais, nas indústrias Automotiva, Metal-Mecânica, Serviços, Distribuição, Bélica, Borracha e Alimentação/Varejo, atuando na área de Operações de 1995.

ANEXO A: PRINCIPAIS ETAPAS DE FABRICAÇÃO DE UM NAVIO



Fonte: Transpetro (2013)

ANEXO B: PADRÃO DE REUNIÕES – SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS

PADRÃO DE REUNIÃO – SISTEMA DE PRODUÇÃO EAS								
								
Reuniões	Diálogo diário de produção e segurança	Reunião hora a hora	Reunião diária de indicadores	Avaliação diária de produção	Reunião de operações	Status Navios	Reunião de diretoria	Diálogo de produção e segurança geral da IMF
Participantes	 Líderes e operadores	 Líderes e Supervisores	 Gerente e staffs	 Gerente executivo e gerentes	 Diretoria e staff fábrica	 Diretoria e staff gerencial	 Diretoria	 Toda a Mini-fábrica
Sistema	 Folheto diário	 Quadro hora a hora	 Quadro de indicadores	 Quadro de indicadores	 Quadro de indicadores EAS			
Local	Área de trabalho da equipe	Ilha de gestão dos supervisores	Ilha de gestão da Minifábrica	Ilha de gestão das MFs	Sala de reunião da diretoria	Sala de Guerra	Sala de reunião da diretoria	Local de apresentação da MF
Frequência	Diariamente – 07:30	Diariamente – 09:00	Diariamente – 09:30	Diariamente – 11:00	Semanalmente – Terça-feira – 16:00	Semanalmente – Quarta-feira – 14:00	Semanalmente – Quinta-feira – 11:00	Mensalmente – 07:30
Duração	15 minutos	15 minutos	20 minutos	30 minutos	2 horas	2 hora	1 horas	30 minutos
Objetivo	Disponibilizar as informações de produção e segurança para equipe produtiva.	Checar a cada hora a produção planejada versus a realizada e destinar a resolução de problema necessária.	Rever os indicadores de segurança, qualidade, produtividade e entrega e os problemas que impactaram no não atingimento da meta e suas resoluções.	Rever os indicadores de segurança, qualidade e entrega (aderência do C.D) diários e os problemas que impactaram no não atingimento das metas e suas resoluções, assim como os que ainda não foram solucionados.	Apresentar os resultados alcançados pelas mini-fábricas à diretoria	Apresentação do status e estratégias dos navios em construção.	Acompanhamento da aderência ao BP e outras questões estratégicas da empresa.	Apresentar os resultados alcançados pela mini-fábrica a todos os colaboradores envolvidos. Reconhecimento das melhores ideias.
								Apresentar os resultados alcançados pelo EAS a todos os colaboradores.

Fonte: Arquivo interno (2017)

ANEXO C: ACOMPANHAMENTO DE PROJETOS – PINTURA 2017

 ACOMPANHAMENTO DE PROJETOS - Fábrica de Pintura 2017 -			
Tema	Tipo de Projeto	Responsável	Status
Reduzir o tempo gasto com retrabalho na revisão da 2ª demão da pintura de blocos.	Seis Sigmas	Lucas Fortes	
Novas cabines de jateamento e pintura do EAS	Seis Sigmas	Lucas Fortes	
Melhoria de Produtividade no processo de pintura de Blocos	Seis Sigmas	Lucas Fortes	
Redução no consumo de tinta com foco em melhoria de processo de aplicação da 1ª e 2ª demão na fase de blocos.	Seis Sigmas	Lucas Fortes	
Redução de HH na preparação de superfície em tanques lastro e carga.	Seis Sigmas	João Furtado	
Redução de HH na revisão de 2ª demão dos tanques de lastro.	Seis Sigmas	Vitor Rios	
Redução no consumo de tintas Jotaguard 100 na pintura de acessórios e tubulação.	Seis Sigmas	Daniel Oliveira	
Kaizen Blitz Mapeamento de Processo na Fábrica de Pintura de Tubulações e Acessórios.	Kaizen	Lucas Fortes	
Kaizen Mapeamento do Processo de preparação de superfície na Pintura de Compartimentos.	Kaizen	João Furtado	
Projeto de implementação do sistema Vacuum Blasting em pintura de compartimentos.	A3	Lucas Fortes	
Plano de melhoria na etapa de limpeza de bloco na cabine de jateamento.	A3	Lucas Fortes	
Redução no Retrabalho de 2ª demão na pintura de blocos	A3	Enoque Silva	
Redução de paradas de bombas <i>Airless</i> na fábrica de pintura de blocos.	A3	Paulo Paixão	
Eliminação de marcas de bota na fábrica de pintura de Blocos	A3	Jeferson Amancio	
Redução de paradas em máquinas Vacuum Blasting com realização da manutenção autônoma.	A3	Anderson Silva	
Aumento de Produtividade na Pintura de Compartimentos com utilização de Lixadeira a Bateria para atividades de difícil acesso.	A3	Mário Marques	
Eliminação de retrabalho em nome do navio e marcação de calado no projeto AFRAMAX.	A3	Mário Marques	
Redução do uso de Tyvek.	A3	Genigleidson	
Redução do desperdício de componente B.	A3	Nehemias	
Manutenção Autônoma das mangueiras de ar comprimido.	A3	Célio	

Fonte: Arquivo interno (2017)