JULIO VICENTE RINALDI FAVARIN

**METODOLOGIA DE FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO
PARA ESTALEIROS BRASILEIROS**

**São Paulo
2011**

JULIO VICENTE RINALDI FAVARIN

**METODOLOGIA DE FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO
PARA ESTALEIROS BRASILEIROS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre
em Engenharia

Área de concentração:
Engenharia Naval e Oceânica

Orientador: Professor Doutor
Marcos Mendes de Oliveira Pinto

**São Paulo
2011**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 24 de março de 2011

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Favarin, Julio Vicente Rinaldi

Metodologia de formulação de estratégia de produção para estaleiros brasileiros / J.V.R. Favarin. – ed. rev. – São Paulo, 2011.

p. 136

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.

1. Indústria da construção naval 2. Administração da produção 3. Evolução tecnológica I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica II. t.

AGRADECIMENTOS

À Yaya, pelo apoio e amor incondicionais.

Ao meu pai, por nunca ter me faltado nada e pelo exemplo que representa em minha vida.

Aos meus familiares, que mesmo longe sempre estiveram juntos. E torceram.

Aos exemplos que marcaram minha trajetória profissional: Marcos, Emerson e João.

Aos amigos do Centro de Estudos em Gestão Naval, que todos os dias me motivam positivamente e me mostram que a vida foi generosa comigo.

RESUMO

O plano de revitalização da construção naval brasileira e a demanda explosiva criada pelas descobertas das enormes jazidas de petróleo abaixo da camada de sal motivaram pelo menos 20 anúncios de novos estaleiros no país.

Nesse contexto e colimada com o desafio de erguer uma indústria competitiva, esse trabalho visa contribuir com uma maior racionalidade nas decisões associadas à estratégia de produção para estaleiros brasileiros. O objetivo da pesquisa é desenvolver um modelo de formulação dessa estratégia e reunir o conhecimento crítico sobre cada uma das 18 áreas de decisão apontadas no modelo.

O processo de formulação de estratégia desenvolvido segue uma ordem sistemática de identificação do *status quo*, definição do futuro que se deseja perseguir, identificação de ações necessárias, escolha da melhor solução e implementação. O conteúdo da estratégia consiste no detalhamento das áreas de decisão, que a teoria mostrou estarem organizadas em cinco grupos: Planta e equipamentos; Planejamento e Controle da Produção; Gestão dos Recursos Humanos; Desenvolvimento Tecnológico; e Aspectos Organizacionais.

Ao final, as principais recomendações tecidas para um novo estaleiro brasileiro foram: utilizar produção automatizada até a submontagem, realizar a edificação com megablocos, implementar uma logística interna aprimorada e o sincronismo na produção; realizar o planejamento com software que otimiza a carga de trabalho nas oficinas; controle total da produção; atribuir maior autonomia às equipes com poder de decisão sobre problemas no chão de fábrica; engenharia deve ter foco em padronizar processos e buscar o aumento da eficiência dos recursos; garantir a transmissão da estratégia de produção para os gerentes e operários (caminho crítico, prazos).

Palavras-chave: estratégia de produção, gestão da produção, indústria de construção naval

ABSTRACT

The revitalization of the Brazilian shipbuilding industry, further reinforced with the discovery of enormous oil reserves in the subsalt layer, motivated at least 20 projects for new shipyards to be deployed in the upcoming years.

In this context, and in line with the proposition of developing a competitive industry, this work aims to contribute with a greater rationality in the decisions associated with the Brazilian shipyard's production strategy. The objective of this research is to build up a model to formulate this strategy and bring together the critical knowledge on each of the 18 decision areas pointed out by the model.

The process for formulating the strategy follows a systematical order of identifying the *status quo*, determining the future that should be sought, identifying the necessary actions, selecting the best solution, and implementing it. The content of the strategy consists in the detailing of the decision areas, which theory illustrated to belong to one of five groups: Plant and equipment, Production Planning and Control; Human resource management; Technological development and Organizational issues.

Main recommendations to a new shipyard in Brazil were: use of automation in the manufacturing of panels up to the subassembly, erection of the ship with megablocks, enhanced internal logistics and synchronism of the production; use of software that optimizes the work flow in the shops during the planning process; total control of production; assignment of greater autonomy to teams with decision power over problems at the shop floor; focusing of the engineering department on standardizing processes and striving for increased efficiency of assets and labor; assurance that the transmission of production strategy to managers and employees (critical paths, deadlines).

Keywords: manufacturing strategy, operations management, shipbuilding industry

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS TRÊS NÍVEIS DE ESTRATÉGIA (FONTE: WHEELWRIGHT, 1984)	6
FIGURA 2: POSIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO NA HIERARQUIA DE ESTRATÉGIAS (FONTE: ADAPTADO DE WHEELWRIGHT, 1984)	7
FIGURA 3: PAPÉIS ESTRATÉGICOS DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO (FONTE: ADAPTADO DE HAYES E WHEELWRIGHT, 1984)	8
FIGURA 4: RELAÇÃO ENTRE OBJETIVOS E OS MODELOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO (FONTE: ADAPTADO DE GODINHO FILHO, 2004; GODINHO FILHO E FERNANDES, 2005)	12
FIGURA 5: MATRIZ DE IMPORTÂNCIA VS. DESEMPENHO (FONTE: ADAPTADO DE SLACK, 1991)	13
FIGURA 6: PROPOSTAS DE ÁREAS DE DECISÃO NA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO (FONTE: MILLS, 1995)	14
FIGURA 7: CONCEITO DE TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS (FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	19
FIGURA 8: CICLOS DE DESENVOLVIMENTO DA CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA (FONTE: SINAVAL, ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	24
FIGURA 9: PROCESSO DE FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO	29
FIGURA 10: ESTRUTURA DOS NÍVEIS TECNOLÓGICOS DE ESTALEIROS (FONTE: ADAPTADO DE FMI, 2007)	40
FIGURA 11: DEFINIÇÃO DE REQUISITO DE PRODUTIVIDADE PARA EQUIPARAR-SE COM ISOCUSTO COREANO A PARTIR DO PREÇO DA MÃO DE OBRA BRASILEIRA (FONTE: ADAPTADO DE PIRES E LAMB, 2008)	44
FIGURA 12: DEFINIÇÃO DE NÍVEL TECNOLÓGICO CORRESPONDENTE À PRODUTIVIDADE DE MÃO-DE-OBRA REQUERIDA (FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA / DADOS: PIRES E LAMB, 2008)	45
FIGURA 13: COMPARAÇÃO TEÓRICA DA EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS TECNOLÓGICOS BRASILEIRO E COREANO	46
FIGURA 14: MATRIZ DE ANÁLISE DOS MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA (FONTE: ADAPTADO DE KIM, 1991)	48
FIGURA 15: ESTRUTURA DE NÍVEIS DE DECISÃO ASSOCIADA À GESTÃO DA PRODUÇÃO (FONTE: COLIN ET AL. 2007)	50
FIGURA 16: ÁREAS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	51
FIGURA 17: ESQUEMA DE MODELO DE PLANEJAMENTO AGREGADO DE PRODUÇÃO E ESTOQUES (FONTE: ADAPTADO DE COLIN ET AL., 2007)	53

FIGURA 18: CURVAS PADRÕES DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS PRODUTIVOS AO LONGO DA CONSTRUÇÃO DE UMA EMBARCAÇÃO GENÉRICA (FONTE: COLIN ET AL., 2007).....	55
FIGURA 19: RELAÇÃO ENTRE OS SUBPROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO DO PLANO BASE (FONTE: COLIN ET AL., 2007).....	56
FIGURA 20: ESTRUCTURA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO (FONTE: ADAPTADO DE COLIN ET AL., 2007)	57
FIGURA 21: ETAPAS DA PROGRAMAÇÃO (FONTE: COLIN ET AL., 2007).....	58
FIGURA 22: CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO DO MRP AO MRP II (FONTE: ADAPTADO DE COLIN ET AL., 2007)	59
FIGURA 23: ARQUITETURA DO SISTEMA DAS	62
FIGURA 24: EXEMPLO DA BUSCA DE SEQUÊNCIA OTIMIZADA DENTRO DO UNIVERSO DE SOLUÇÕES	63
FIGURA 25: CRONOGRAMA ESPACIAL DOS BLOCOS	63
FIGURA 26: PERSPECTIVAS NO BSC (FONTE: KAPLAN E NORTON, 2000).....	67
FIGURA 27: EXEMPLO DE MAPA ESTRATÉGICO (FONTE: KAPLAN E NORTON, 2000).....	68
FIGURA 28: CADEIA DE VALOR DOS PROCESSOS INTERNOS.....	68
FIGURA 29: ESTRUCTURA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	74
FIGURA 30: <i>TRADE-OFF</i> PARA ADOÇÃO DE UM SISTEMA ERP	75
FIGURA 31: ESTRUCTURA DO MATES.....	77
FIGURA 32: DECISÕES ASSOCIADAS AO GRAU DE AUTONOMIA (FONTE: ADAPTADO DE MARX, 1998)	89
FIGURA 33: METODOLOGIA DE ESTRUCTURAÇÃO DO PLANO DE CARREIRA (FONTE: DUTRA, 2002)...	101
FIGURA 34: METODOLOGIA DE ESTRUCTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE REMUNERAÇÃO POR COMPETÊNCIA (FONTE: ADAPTADO DE DUTRA, 2002)	105
FIGURA 35: EXEMPLO DE ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DO ESTALEIRO DAEWOO	118

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS MODELOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO (FONTE: GODINHO FILHO E FERNANDES, 2005)	11
TABELA 2: COMPARAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR NAVAL NO BRASIL E NO MUNDO (FONTE: ADAPTADO DE FAVARIN, 2009A).....	26
TABELA 3: CONTEÚDO DA ESTRATÉGIA	35

TABELA 4: PRODUTIVIDADE REQUERIDA (HH/CGT) PARA IGUALAR CUSTO TOTAL DE USD/CGT ENTRE BRASIL E CORÉIA (FONTE: PIRES E LAMB, 2008)	44
TABELA 5: COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUE.....	72
TABELA 6: QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DAS NATUREZAS DE MOTIVAÇÃO (FONTE: GOTTSCHALG E ZOLLO, 2007)	98
TABELA 7: TIPOS DE REMUNERAÇÃO (FONTE: HIPOLITO, 2000).....	102
TABELA 8: COMPARATIVO DAS DIFERENTES TÉCNICAS DE ADMINISTRAÇÃO SALARIAL FONTE: ADAPTADO DE HIPOLITO, 2000)	106
TABELA 9: CARACTERÍSTICAS DOS PLANOS DE REMUNERAÇÃO VARIÁVEL (FONTE: FRANÇA, 2007)	108

SUMÁRIO

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
1.1	CONTEXTO	1
1.2	OBJETIVOS E RELEVÂNCIA	3
1.3	METODOLOGIA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
<u>2</u>	<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>6</u>
2.1	CONCEITOS EM ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO	6
2.1.1	Objetivos de um sistema de produção	9
2.1.2	Áreas de decisão.....	14
2.1.3	Processo de formulação da estratégia de produção	16
2.1.4	Vantagem competitiva	18
2.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA.....	21
<u>3</u>	<u>MODELAGEM DO PROCESSO DE FORMULAÇÃO E DO CONTEÚDO DE UMA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO</u>	<u>28</u>
3.1	DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....	29
3.1.1	Modelagem do processo de formulação da estratégia	29

3.1.2	Modelagem do conteúdo da estratégia	34
<u>4</u>	<u>DISCUSSÃO DOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA A FORMULAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO PARA ESTALEIROS BRASILEIROS</u>	<u>36</u>
4.1	OBJETIVOS GENÉRICOS DA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO.....	37
4.2	DECISÕES EM “PLANTA E EQUIPAMENTOS”	39
4.2.1	Processos e equipamentos	40
4.2.2	Transferência tecnológica	47
4.3	DECISÕES EM “PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO”	50
4.3.1	Planejamento agregado	52
4.3.2	Programação	57
4.3.3	Controle da produção e indicadores de desempenho	65
4.3.4	Controle de estoques	71
4.3.5	Sistemas de informação	73
4.3.6	Cadeia de fornecedores	78
4.4	DECISÕES EM “GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS”	86
4.4.1	Organização das equipes de trabalho	86
4.4.2	Treinamento	92
4.4.3	Motivação, sistema de remuneração e plano de carreira	97
4.5	DECISÕES EM “DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO”	109
4.5.1	P&D	111
4.5.2	Engenharia	114
4.6	DECISÕES EM “ASPECTOS ORGANIZACIONAIS”	116
4.7	SÍNTESE DAS RECOMENDAÇÕES	122
<u>5</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS</u>	<u>127</u>
<u>6</u>	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>129</u>

1 Introdução

1.1 Contexto

O projeto desenvolvimentista do governo Lula encontrou no plano de revitalização da construção naval brasileira um de seus pilares. O apoio a essa indústria, iniciado antes mesmo das descobertas oficiais do pré-sal, teve dois marcos importantes: a construção parcial ou total de plataformas de produção de petróleo em estaleiros nacionais, e os programas PROMEF (Programa de Modernização e Expansão da Frota) e PROREFAM (Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo). Estas ações foram executadas pela Petrobras, com mote na rápida ampliação da atividade *offshore* e na renovação da frota da Transpetro¹.

A necessidade premente de navios e plataformas se deparou com a saturação dos estaleiros internacionais e filas de espera de até cinco anos. Naquele instante, fretes oceânicos registravam picos históricos. O governo exerceu então seu poder de influência e a partir de 2003 iniciaram-se as encomendas nacionais de módulos, *topsides* e cascos de semi-submersíveis, e posteriormente FPSOs. Em 2006, a Transpetro optou pela contratação dos (então) 46 navios em estaleiros nacionais. O PROMEF criou sobrevida ao praticamente sucateado parque naval fluminense após 20 anos de recessão, dando suporte à sua recapacitação e atraindo novas plantas produtivas. Novamente em 2008, a Petrobras anuncia a contratação de 146 embarcações de apoio marítimo em estaleiros nacionais, em um horizonte de 10 anos.

Recentemente, as descobertas de grandes reservas de petróleo abaixo da camada de sal tornaram o Brasil rico em hidrocarbonetos. As reservas de petróleo provadas podem disparar de 16 bilhões de bep² para mais de 100 bilhões³, o que posicionaria o Brasil entre os 10 maiores do mundo neste

¹ Petrobras Transporte S.A., subsidiária integral da Petrobras.

² http://www.anp.gov.br/doc/petroleo/reservas_20051231.pdf

³ Prospecto da OGX e notícia “Exploração de camada pré-sal pode colocar Brasil entre as 10 maiores reservas de petróleo do mundo”, Valor online, 08/11/2007

quesito. Essa perspectiva veio acompanhada do anúncio de diversos novos estaleiros, e possivelmente ainda haverá outros.

Esse contexto caracteriza um berço favorável para que riqueza se materialize em desenvolvimento econômico nacional. Para tanto, e colimado com essa perspectiva, o governo tem promovido as políticas necessárias para preparar o país para um novo ciclo desenvolvimentista, e encontrou no plano de revitalização da indústria de construção naval um de seus pilares. Dessa forma, suas ações têm orientado uma indústria protegida ao nascer, mas que ambiciona atingir níveis internacionais de competitividade. Além da influência nas decisões estratégicas da Petrobras, vem criando regras que forcem as compras no mercado doméstico, incluindo a construção e o fornecimento de peças e serviços. Esse esforço tem encontrado resposta na indústria, que se mobilizou através de programas de acompanhamento do conteúdo local realizado e no desenvolvimento de fornecedores.

Existem também isenções fiscais diversas, financiamento abundante a estaleiros e armadores, um fundo de garantia à construção naval (FGCN), e esforço político consistente para atração de investimentos e parceiros tecnológicos internacionais.

Entretanto, o aproveitamento destas oportunidades para a consolidação da indústria naval brasileira depende da superação de diversos obstáculos. Dentre os mais importantes, pode-se citar: a baixa escala e produtividade dos estaleiros nacionais, a defasagem tecnológica do país, vários problemas relacionados à gestão da produção, e à inexistência de uma rede articulada de fornecedores locais.

Nesse sentido, o trabalho ilumina o caminho das possibilidades na superação dos obstáculos ao contribuir com um método científico para a definição da estratégia de produção de um novo estaleiro no Brasil.

1.2 Objetivos e relevância

O objetivo desta dissertação é desenvolver um modelo de formulação da estratégia de produção para estaleiros brasileiros.

Para atingi-lo, estabeleceram-se as seguintes metas para a pesquisa:

- Identificar um quadro dos principais conceitos e temas de estratégia de produção;
- Elaborar um modelo para as decisões associadas à formulação de uma estratégia de produção;
- Fornecer o conhecimento crítico sobre as 18 áreas de decisão do modelo desenvolvido, com ênfase na indústria de construção naval;
- Tecer recomendações para um estaleiro de grande porte no Brasil.

Não existe no Brasil um estudo específico voltado à definição da estratégia de produção para estaleiros.

Atualmente, o foco da pesquisa acadêmica nacional é:

- Alavancar a competitividade do setor com políticas públicas
- Desenvolver a cadeia de fornecedores
- Identificar *gaps* tecnológicos
- Aspectos associados a mercado e financiamento

Internacionalmente, dos temas que compõem uma estratégia de produção, os mais comumente abordados para a indústria naval são decisões de planejamento e controle da produção, de processos produtivos, e de projeto de produto. Decisões associadas à gestão de recursos humanos, atividades de engenharia e gestão organizacional encontram pouco espaço.

Ainda, não foi encontrado na pesquisa bibliográfica desenvolvida um estudo que abordasse ambos o processo e o conteúdo de formulação de estratégia para estaleiros, apesar de que, independentemente, o processo de formulação e alguns tópicos sobre estratégia de estaleiros sejam assuntos bastante explorados pela academia.

Ambos o objeto e o resultado da pesquisa são relevantes para o contexto atual da indústria e dentro do contexto acadêmico. Nos próximos 5 anos, o país terá

pelo menos mais 20 novos estaleiros, e este trabalho visa contribuir com uma maior racionalidade no processo decisório envolvendo a escolha de uma estratégia de produção.

1.3 Metodologia e estrutura da dissertação

A metodologia desta pesquisa consiste em três atividades:

- Levantamento bibliográfico dos conceitos relevantes dentro de estratégia de produção (conteúdo, processo de formulação, e competitividade) e do contexto da indústria naval brasileira;
- Modelagem do processo de formulação e do conteúdo da estratégia, do tipo axiomática-descritiva (foco no modelo e na compreensão do problema, não nos métodos de solução nem na obtenção da solução ótima);
- Levantamento bibliográfico do conhecimento crítico sobre as 18 áreas de decisão de uma estratégia de produção a partir da teoria, casos relatados na literatura e das melhores práticas internacionais;

A dissertação está estruturada nos seguintes itens:

- Revisão bibliográfica (Capítulo 2);
- Modelagem do processo de formulação e do conteúdo de uma estratégia de produção (Capítulo 3);
- Discussão dos elementos críticos para a formulação de uma estratégia de produção para estaleiros brasileiros (Capítulo 4);
- Considerações finais, limitações e pesquisas futuras (Capítulo 5).

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo traz o arcabouço teórico da dissertação.

2.1 Conceitos em estratégia de produção

“Yet, the strategies that I have observed in organizations seemed to have “grown up” rather than having been “decided” by managers.”

(BUFFA, 1980)

Estratégia é a determinação dos objetivos de longo prazo, do plano de ação e dos meios necessários para atingi-los. (CHANDLER, 1962; ANSOFF, 1965; HAX e MAJLUF, 1988).

Hofer e Schendel (1978) identificam três níveis hierárquicos da estratégia: *corporativa* (em que conjunto de negócios a empresa deve estar?); do *negócio* (como deve competir nos negócios ABC?); e *funcional* (como esta função pode contribuir com o negócio?). A Figura 1 ilustra estes níveis:

Estratégia corporativa

- Escolha dos negócios que a organização irá participar
- Aquisição e alocação de recursos entre os vários negócios

Estratégia do negócio

- Delineamento dos limites do negócio
- Definição das vantagens competitivas necessárias

Estratégia funcional

- Determinação de como a função irá suportar as vantagens competitivas definidas
- Integração e coordenação com as demais funções

Figura 1: Caracterização dos três níveis de estratégia (Fonte: WHEELWRIGHT, 1984)

Dentro de cada unidade de negócio, a estratégia competitiva escolhida é traduzida nas funções de produção, P&D, marketing, vendas, finanças,

recursos humanos, etc. Este conjunto de funções é expresso por uma estratégia funcional, que encerra os aspectos operacionais de cada tipo de atividade e reflete o planejamento dos níveis superiores. Deve ser elaborada a partir de um processo de cima para baixo (do inglês *top down*). Na estrutura de Wheelwright (1984), a estratégia de produção é do nível funcional.

Figura 2: Posição da estratégia de produção na hierarquia de estratégias (Fonte: Adaptado de WHEELWRIGHT, 1984)

O trabalho de Skinner (1969) sobre estratégia de produção foi pioneiro em evidenciar que se a empresa falha em definir sua estratégia de produção alinhada com a busca das vantagens competitivas que necessita para seu negócio, ela pode tornar-se ineficiente naqueles mercados em que concorre.

Hayes e Wheelwright (1984) definiram um modelo com 4 papéis acerca do grau contribuição da estratégia de produção para a estratégia de negócio. Varia de um patamar “neutro”, em que se objetiva minimizar o impacto da função de produção ou apenas acompanhar as práticas da indústria, ao nível de “apoio”, em que a estratégia de produção tem papel decisivo no negócio, construindo competências que definirão o seu grau de diferenciação no mercado ou até em quais mercados irá competir.

Figura 3: Papéis estratégicos da função de produção (Fonte: Adaptado de HAYES e WHEELWRIGHT, 1984)

A estratégia de produção contribui na consecução dos objetivos de negócios através do provimento de itens estruturais (prédios, planta, equipamento etc.) e de infra-estrutura (recursos humanos, estrutura organizacional, políticas de controle etc.) para assegurar a efetividade das operações (PLATTS e GREGORY, 1990).

A literatura de estratégia de produção pode ser dividida em dois grandes campos: um que aborda o conteúdo da estratégia, e outro o processo em que é desenvolvida. O conteúdo ainda é tratado em duas categorias: os objetivos da produção e as áreas de decisão (LEONG *et al.*, 1990).

Objetivos, áreas de decisão e processo de formulação da estratégia serão abordados nos itens subsequentes. Por último, discute-se o conceito de competitividade e o relaciona à estratégia de produção.

2.1.1 Objetivos de um sistema de produção

Os objetivos da produção devem traduzir para a dimensão operacional os objetivos definidos para a empresa. Devem se basear nas dimensões competitivas de sistemas de produção como custo, qualidade, tempo, flexibilidade (BUFFA, 1984; HILL, 1985; SLACK, 1993; SLACK *et al.*, 1997).

A pesquisa de Godinho Filho (2004) consolidou as idéias de vários autores em uma nova proposta de 9 objetivos, sob o argumento de que esta lista deve ser capaz de diferenciar os modelos de sistemas de produção (como manufatura enxuta, manufatura ágil, etc...).

Resumidamente, os objetivos são (GODINHO FILHO, 2004; GODINHO FILHO e FERNANDES, 2005):

- **Produtividade:** habilidade do sistema de produção em satisfazer a demanda dos consumidores em termos de baixo custo;
- **Qualidade mínima:** habilidade em satisfazer a demanda dos consumidores em termos de adequação ao uso;
- **Qualidade superior:** habilidade em satisfazer a demanda em termos de desempenho ou conformidade a um preço aceitável;
- **Flexibilidade em diferenciação:** habilidade em responder a mudanças no *mix* de produtos dentro de uma gama limitada de opções, ou seja, o processo é capaz de fornecer diferenciação (pequena variedade de produtos alternativos bastante similares). Depende da obtenção de baixos tempos de *setup*;
- **Flexibilidade em diversidade:** habilidade em responder a grandes mudanças no *mix* de produtos, ou seja, o processo é capaz de fornecer diversidade (grande variedade de produtos distintos). Depende da obtenção de baixos tempos de *setup*, uso de equipamentos universais e mão de obra versátil;
- **Velocidade:** habilidade em responder a mudanças no volume de produção. Depende da aceleração do processo para obter redução do tempo de ciclo;

- **Pontualidade:** habilidade em satisfazer as necessidades dos consumidores em termos de prazo de entrega;
- **Customabilidade:** habilidade em fornecer soluções individuais para clientes diferenciados dentro de um *mix* de produtos pré-estabelecido. Flexibilidade (diversidade) implica que o cliente tenha opções, mas não necessariamente interfira na especificação do produto, a qual se adquire pela customabilidade. Por exemplo: ter variedade de modelos de carro indica a flexibilidade (diversidade), já especificar a configuração dos equipamentos indica customabilidade.
- **Adaptabilidade:** habilidade em prosperar inserido em um ambiente de constante mudança, caracterizado por inovações tecnológicas e necessidade incessante de lançamento de produtos inéditos. Traduz-se na capacidade de lidar e responder a mudanças, constantes ou inesperadas, acrescentando-se a habilidade de tirar vantagens destas mudanças, entendendo-as como uma oportunidade.

Nem todos os objetivos devem ser perseguidos dentro de um modelo de sistema de produção. Existem os “objetivos ganhadores de pedido” e os “objetivos qualificadores”. Tais conceitos estabelecem um grau de priorização entre os diferentes objetivos de desempenho. Foram desenvolvidos por Hill (1989) e utilizados por diversos autores, dentre eles Slack *et al.* (1997) e Slack (1993).

- **Objetivos ganhadores de pedidos:** são aqueles que contribuem diretamente para a realização de um negócio. Eles são vistos pelo cliente como fatores-chave da competitividade. Um aumento no desempenho em um objetivo ganhador de pedido resultará em mais negócios ou pelo menos no aumento da probabilidade da empresa conseguir mais pedidos;
- **Objetivos qualificadores:** também são importantes para a empresa, mas não são os principais determinantes do sucesso competitivo. São os objetivos nos quais a empresa deve estar acima de um nível determinado para que ela seja inicialmente considerada pelos clientes como uma possível fornecedora. Abaixo deste nível crítico de

desempenho, a empresa provavelmente não vai sequer entrar na concorrência. Acima deste nível a empresa passa a ser considerada pelos clientes, mas principalmente em termos de seus critérios ganhadores de pedido. Para um objetivo qualificador, qualquer melhora acima deste nível não acrescenta grandes benefícios competitivos.

Os modelos de sistema de produção são cinco: manufatura em massa, manufatura enxuta, manufatura responsiva, customização em massa, manufatura ágil. Cada modelo representa um paradigma composto por uma série de princípios os quais possibilitam que a empresa, a partir da função de produção (definida para atender ao mercado em que atua), atinja seus objetivos (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização dos modelos de sistema de produção (Fonte: GODINHO FILHO e FERNANDES, 2005)

Modelo	Descrição
Manufatura em massa	Mercado homogêneo. Foco em clientes sensíveis aos baixos preços; na padronização do produto, sendo que alguma diferenciação é possível; na eficiência operacional/alta produtividade; alta especialização do trabalho.
Manufatura enxuta	Mercado estável. Foco na qualidade; no fornecimento ao cliente de uma ampla diferenciação de produtos, com pouca diversidade; na identificação e eliminação de desperdícios; adoção da estratégia de controle da produção <i>just in time</i> , formada por vários princípios (produção puxada, etc...); automação.
Manufatura responsiva	Mercado caracterizado pela competição baseada na velocidade de entrega e na diversidade de produtos. Foco no atendimento de clientes que priorizam a diversidade de produtos, o tempo de resposta e o cumprimento de prazos; adoção de estratégia de controle da produção que foca a competição baseada no tempo e num ambiente de alta variedade de produtos.
Customização em massa	Cientes desejando customização. Foco no atendimento da demanda fragmentada para diferentes gostos e necessidades; redução no ciclo de desenvolvimento do produto e também no ciclo de vida dos produtos; participação do cliente ao longo das etapas do ciclo de vida dos produtos.
Manufatura ágil	Mercados imprevisíveis e sujeitos a mudanças bruscas. Foco na identificação de novas e inéditas oportunidades de negócios; gestão baseada em competências-chave; desenvolver habilidades para dominar mudanças e incertezas; empresa virtual.

Segundo Slack (1993; 1997) e Godinho Filho (2004, 2005), os modelos apresentam seus respectivos objetivos ganhadores de pedidos e qualificadores, apresentados na Figura 4:

Figura 4: Relação entre objetivos e os modelos de sistemas de produção (Fonte: Adaptado de GODINHO FILHO, 2004; GODINHO FILHO e FERNANDES, 2005)

Em geral, estaleiros possuem sistemas de produção do tipo “responsivos”, pois estão sujeitos a uma demanda que prioriza flexibilidade tanto quanto rapidez e confiabilidade de prazos. Qualidade é pré-requisito na construção naval por ser critério excludente se o produto não atender às regras das sociedades classificadoras, e consiste em um filtro para a seleção do estaleiro pelos armadores. Sobre o requisito de produtividade, verifica-se que o preço do navio varia em função do projeto, do prazo, do lote, da padronização, da necessidade de alteração no decorrer da construção, dentre outros fatores, e não é critério decisivo. Os armadores aceitam pagar preços mais altos desde que prazo e nível de customização sejam satisfatórios.

Slack (1991) propõe que o desempenho de uma empresa seja confrontado com o desempenho dos concorrentes naqueles objetivos relevantes para sua

estratégia, originando uma matriz que revela os hiatos a serem preenchidos. Um exemplo é mostrado na Figura 5.

Figura 5: Matriz de importância vs. desempenho (Fonte: Adaptado de SLACK, 1991)

A caracterização dos modelos de sistemas de produção, dos objetivos relevantes em cada modelo, e dos hiatos de desempenho que precisam ser preenchidos formam a base para o desenvolvimento do processo de formulação da estratégia, no item 3.1.1.

2.1.2 Áreas de decisão

As áreas de decisão representam grupos de ações possíveis para que os objetivos da produção sejam atingidos (SKINNER, 1969; HAYES e WHEELWRIGHT, 1984; PLATTS e GREGORY, 1990; MILLS *et al.*, 1995). Uma estrutura dessas áreas foi originalmente desenvolvida por Skinner (1969) e compreende: planta e equipamentos, planejamento e controle da produção, recursos humanos, engenharia de processo e de produto, e aspectos organizacionais. Posteriormente, Hayes e Wheelwright (1984) sugeriram que as áreas de decisão estão divididas em dois grandes grupos: estruturais, relacionadas a investimentos de longo prazo e elevado volume de capital; e infra-estruturais, que englobam uma grande quantidade de decisões contínuas ligadas a aspectos específicos da gestão (como planejamento e *softwares*) e não requerem pesados investimentos. Desde então, outros autores fizeram novas propostas cujos conteúdos eram similares aos trabalhos de Skinner (1969) e Hayes e Wheelwright (1984), porém distribuídos em estruturas diferentes (MILLS *et al.*, 1995). A Figura 6 ilustra as idéias destes autores e a forma como se sobrepõem (SKINNER, 1969; PLATTS e GREGORY, 1990; HILL, 1989; SCHROEDER e LAHR, 1990; HAYES *et al.*, 1988; FINE e HAX, 1985):

Decision areas	PLATTS & GREGORY (1990)	SCHROEDER & LAHR (1990)	HILL (1989)	HAYES et. Al (1988)	FINE & HAX (1985)	SKINNER (1969)
<i>Structural</i>	Capacity	Plant capacity	Capacity	Capacity	Capacity	Plant and equipment
	Facilities	Plant location	Process	Facilities	Facilities	Plant and equipment
	Process & Technology	Process	Process positioning	Tehnology	Technology & processes	Plant and equipment
	Span of process	Make or buy		Vertical integration	Vertical integration	Plant and equipment
<i>Infrastructural</i>	Quality	Quality assurance	Quality assurance and control	Quality	Quality management	Productoin planning and control
	Control policies	Production & Inventory control	Manufacturing planning control	Production planning	Manufacturing infrastructure	Productio planning and control
	New products	Just-in-time	Manufacturing planning control	New product development	Scope new products	Product design engineering
	Human resources	New product introduction	Manufacturing planning control systems inventory	Workforce, performance measurement & reward	Human resources	Labour & staffing
		Management of people	Work structuring	Organization	Vendor relations	Organization and management
		Suppliers	Payment systems	Performance measurement		
		Manufacturing organization	Clerical procedures			
		Information systems	Organizational structure			
			Manufacturing systems			
			Engineering function support			

Figura 6: Propostas de áreas de decisão na estratégia de produção (Fonte: MILLS, 1995)

Baseando-se na estrutura do trabalho de Skinner (1969) e incorporando as contribuições marginais dos autores citados anteriormente, é possível enunciar que as áreas de decisão envolvem:

- Planta e equipamentos: decisões associadas às instalações industriais e processos produtivos, são tipicamente de longo prazo e dizem respeito à capacidade, ao nível tecnológico e de automação, e à possibilidade de integração vertical vs. terceirização de processos;
- Planejamento e controle da produção: além do que sugere o próprio nome, envolve a determinação, obtenção e utilização dos índices de desempenho e qualidade, gestão dos estoques, e gerenciamento das atividades produtivas;
- Recursos humanos: refere-se à gestão da mão-de-obra, regras sobre as quais trabalham as equipes, e políticas salariais;
- Engenharia de processo e de produto: diz respeito à melhoria dos processos e do projeto do produto, e à gestão de conhecimento;
- Aspectos organizacionais: são as decisões relativas à estrutura da organização e comunicação.

Esta discussão forma a base para o modelo de conteúdo de uma estratégia de produção, no item 3.1.2.

2.1.3 Processo de formulação da estratégia de produção

Maslen e Platts (1997) definem como processo de formulação da estratégia de produção um procedimento através do qual uma organização constrói sua estratégia funcional. Kim e Arnold (1996) acrescentam que consiste em como desdobrar a estratégia do negócio para a função de produção e definir os meios pelos quais a organização buscará vantagens competitivas.

Apesar de Adam e Swamidass (1989) terem atribuído importância equivalente para o processo e para o conteúdo da estratégia, o número de trabalhos no primeiro assunto (tratado nesta seção) é significativamente menor do que para o segundo (DANGAYACH e DESHMUKH, 2001).

Skinner (1969) e Wheelwright e Hayes (1979) forneceram os primeiros modelos conceituais para esse processo, porém a primeira versão operacionalizável foi desenvolvida por Fine e Hax (1985). Trabalhos sucessores abordaram o alinhamento entre estratégia do negócio e da produção (MENDA e DILTS, 1997; BERRY, 1999) e outros definiram mecanismos de adquirir vantagens competitivas para o sistema de produção. Porém, foram os pesquisadores da Universidade de Cambridge que consolidaram um campo do conhecimento voltado à prescrição de um método de formulação da estratégia de produção (PLATTS e GREGORY, 1990; MILLS et al, 1995; MILLS *et al.*, 1996; TAN e PLATTS, 2005).

A maioria dos autores da literatura sugere uma metodologia de cima para baixo (do inglês *top down*) para o processo de formulação. (ex. SKINNER, 1969; PLATTS e GREGORY, 1990; MILTENBURG, 1995). Adicionalmente, Tan e Platts (2003) ressaltam que muitos trabalhos possuem o foco em objetivos e não fornecem detalhes necessários para a operacionalização (passos, ferramentas e formulários que auxiliem na condução).

Tan e Platts (2005) afirmam que um processo de formulação de estratégia eficiente requer uma definição de objetivos, uma identificação e avaliação das alternativas de ação, e a implementação daquelas selecionadas. Esta visão tem sido compartilhada por vários pesquisadores nas áreas de estratégia e de decisão (BOWER, 1972; HOFER e SCHENDEL, 1978; NUTT, 1993; BAINES,

2005; e HILL, 1989). Alguns autores ainda incluem uma etapa anterior de análise do ambiente (KIM e ARNOLD, 1996; MILTENBURG, 1995; FINE e HAX, 1985, e SKINNER, 1969). O número de etapas varia entre esses trabalhos, mas em geral apresentam o conteúdo destas cinco etapas: análise do ambiente, direcionamento da estratégia de produção, identificação de alternativas, avaliação e priorização, e implementação.

As idéias sobre o processo de formulação de estratégia serão utilizadas no item 3.1.1.

2.1.4 Vantagem competitiva

Uma vantagem competitiva surge de uma estratégia de criação de valor não-compartilhada por concorrentes, existentes ou potenciais. Quando esta for inimitável, trata-se de uma vantagem competitiva sustentável e não pode sofrer ameaças de curto prazo pelos esforços de duplicação de terceiros. Mudanças no cenário econômico podem mitigar a sustentabilidade de uma vantagem e diluir as bases da criação de valor de uma estratégia. Estes choques atuam na economia redefinindo quais atributos de uma organização constituem vantagens e quais não, exigindo um re-posicionamento em busca de uma nova vantagem sustentável em caso negativo (BARNEY, 1991).

Segundo a perspectiva evolucionária da Teoria Econômica, a dinâmica de criação e destruição das vantagens competitivas pode ser explicada por três processos fundamentais característicos da dinâmica de concorrência: variação, seleção e retenção. Empresas criam rotinas para conduzir seus negócios, que na presença de competidores sofrem variações. Aquelas que se mostrarem menos eficientes e eficazes são abandonadas. As que prevalecem dão origem às vantagens competitivas (NELSON e WINTER, 1982; BARNEY, 2001).

Diferentemente da vertente neoclássica da Teoria Econômica, que analisa os mercados sob a ótica do equilíbrio, a abordagem evolucionária explica que a dinâmica do capitalismo baseia-se na alternância de vantagens competitivas entre seus diversos agentes. O equilíbrio não seria, portanto, o objetivo dos agentes, mas sim a obtenção de assimetrias competitivas. Diz-se, então, que uma empresa possui competência em determinada atividade quando for capaz de mobilizar seus recursos para criar e re-criar uma vantagem competitiva em diferentes conjunturas. Também, quando empenha esforços para acumular conhecimento e habilidades produtivas que a distanciam dos concorrentes (BARNEY, 1991).

As empresas desenvolvem competências através de seus processos organizacionais e dentro de uma trajetória limitada por um paradigma tecnológico (TEECE, PISANO, e SHUEN, 1997).

Avanços tecnológicos sem quebrar os paradigmas levam a trajetórias previsíveis. As rupturas, entretanto, originam grandes avanços instantâneos (DOSI, 1982).

Figura 7: Conceito de trajetórias tecnológicas (Fonte: Elaboração Própria)

A trajetória padrão evolui pelo acúmulo de avanços incrementais sucessivos, enquanto que as trajetórias de ruptura promovem verdadeiros saltos na curva. A descontinuidade ou a inflexão exige uma nova função de produção (ou paradigma) que surge através do aprendizado e da invenção de uma nova rota de desenvolvimento.

Ambos os caminhos dão origem a vantagens competitivas. Uma trajetória incremental consistente coloca a empresa em um patamar competitivo acima de seus concorrentes. Entretanto, os passos desta trajetória são conhecidos, pois se constituem de melhorias sucessivas, e são passíveis de replicação.

As rupturas, por sua vez, são decorrentes de uma combinação ótima de fatores que possivelmente ainda não sejam conhecidos completamente pelos cientistas e engenheiros ciência (METCALFE, 2003). As particularidades dos processos envolvidos dificultam enormemente a replicação.

Atinge-se uma vantagem sustentável em dois casos: quando a trajetória incremental leva a um nível tecnológico inatingível no curto prazo, e quando se consegue criar trajetórias de ruptura.

Na indústria naval, existe uma preferência natural por inovações incrementais, por vários motivos:

- A natureza complexa das atividades de um estaleiro origina maior imprevisibilidade pela introdução de um novo processo ou produto, favorecendo inovações que possuem menor risco de implementação (incrementais);
- Um sistema de produção de estaleiro é tipicamente intensivo em mão-de-obra, atraindo naturalmente o foco da engenharia para a busca de maior eficiência no uso dos recursos;
- Operários têm maior familiaridade com o processo de melhoria contínua guiado pelo conhecimento tácito, em que os problemas são resolvidos no chão-de-fábrica através de processos criativos não replicáveis;
- Inovações radicais impactariam negativamente na produtividade das atividades e na sincronia da produção em um primeiro momento, com prejuízo para o *lead time* dos produtos e contrariando os objetivos primários de um sistema responsivo (pontualidade e velocidade). Por exemplo, um projeto de navio totalmente novo enfrentaria as dificuldades inerentes de ser fabricado pela primeira vez e somente após um número considerável de repetições chegaria próximo ao patamar de produtividade de projetos antigos. Outro exemplo seria a introdução de uma máquina com procedimentos significativamente diferentes, originando uma nova curva de aprendizado que demoraria certo tempo a ser percorrida, para só então perceber os benefícios da nova tecnologia;
- A indústria naval tipicamente evolui em processos pelas inovações dos fornecedores, que encontram uma grande dificuldade em penetrar no estaleiro uma vez que existe uma resistência justificada a mudanças.

Um país que tardiamente se insere em uma indústria com essas características pode usufruir das vantagens do atraso e empregar trajetórias tecnológicas emergentes com maior facilidade, sem a usual resistência a inovações quando se tem um sistema de produção maduro.

2.2 Contextualização da indústria naval brasileira

Esta seção reconstitui o histórico da indústria de construção naval brasileira a partir dos relatos contidos nas publicações de Telles (2001) e Favarin *et al.* (2008), e nos estudos de Favarin *et al.* (2009a; 2009b, 2009c), Pasin (2002) e Coutinho *et al.* (2002).

A construção naval no Brasil é antiga e remonta de meados do século XVI, quando em 1531 foram construídas as primeiras naus no Rio de Janeiro por Martim Afonso de Souza. Nesta época, em que Portugal construía os melhores navios do mundo, a Junta das Fábricas da Ribeira, de Lisboa, desenvolveu o primeiro projeto padronizado a ser replicado no Brasil, cabendo à colônia apenas a experimentação de novos tipos de madeiras.

Em meados do século XIX, o Arsenal de Marinha da Corte, responsável por fazer os reparos em toda a esquadra brasileira, passou a produzir caldeiras, eixos, hélices, condensadores, bombas, válvulas e outros equipamentos que não existiam no mercado brasileiro. Com sua capacidade instalada excedente às necessidades do Arsenal, passou inclusive a fornecer para o mercado nacional. Ao esbarrar na falta de espaço do estaleiro alguns serviços foram terceirizados, propiciando a criação de oficinas na região que desempenhavam diversas funções.

A construção naval de grande porte no Brasil foi viabilizada somente na segunda metade do século XX, durante o governo de Juscelino Kubitschek⁴. Fortes estímulos industrializantes foram criados através do Plano de Metas, cujos principais setores eram o de Energia e Transportes.

A Lei 3.381, de abril de 1958, instituiu o Fundo da Marinha Mercante⁵ (FMM), capitalizado através do Adicional de Frete da Marinha Mercante⁶ (AFRMM) e

⁴ Até então existiam pequenos estaleiros no Grande Rio, como Mac Laren, Caneco, Toque-Toque e EMAQ. Surgem, em seguida, os grandes: Estaleiro Mauá, Ishibrás e Verolme, além da ampliação do Caneco e do EMAQ.

⁵ O Fundo da Marinha Mercante tem o objetivo de fomentar e estimular a modernização e expansão da indústria naval brasileira, através da concessão de financiamentos com taxas e prazos de pagamento extremamente competitivos e atrativos para o setor. É composto por recursos provenientes do Adicional de Frete da Marinha Mercante.

de aportes governamentais, cujos recursos financiariam a renovação da frota mercante, garantindo encomendas nacionais e fomentando a exportação.

Surgiram estaleiros nacionais com tecnologia japonesa (Ishibrás-IHI), holandesa (Verolme), alemã (EMAQ) e inglesa (Mauá e Caneco). Na primeira encomenda, o índice de nacionalização atingiu pouco mais de 60%. Iniciou-se no país um processo de qualificação de mão-de-obra e desenvolvimento da cadeia de fornecedores local, que chegou a fornecer inclusive motores principais de diferentes marcas⁷ e hélices, atualmente fabricados em poucos países.

Do final da década de 60 ao início dos anos 80 o governo militar promoveu investimentos em infraestrutura e novas políticas para o desenvolvimento do setor naval, primeiro através do Plano de Emergência de Construção Naval (1969-1970) e depois pelos dois Programas de Construção Naval (1971 e 1980).

No seu auge, a indústria de construção naval brasileira chegou a produzir expressivos 3,5% da produção mundial de embarcações⁸ e empregou cerca de 40.000 pessoas diretamente.

A falta de mecanismos de controle dos financiamentos (abundantes à época) fomentou uma indústria não-competitiva, que ruiu diante da crise econômica dos anos 80. A indústria de construção de grandes navios desandou. Com o desenvolvimento apoiado sobre uma proteção de mercado mal gerida, o produto brasileiro passou a ter preço muito superior e, não raramente, qualidade inferior ao internacional.

⁶ Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante. É uma taxa sobre o frete que reverte, no caso de empresas brasileiras com embarcações de bandeira brasileira, parcialmente para a própria empresa em conta vinculada para uso em estaleiros brasileiros (Lei 10.893 de 2004).

⁷ Em 1964, sob licença da Sulzer, é iniciada a construção de motores principais pela Ishibrás. Em 1966 inicia-se a construção de motores por outras empresas: Indústrias Villares, sob licença da Burmeister & Wein, e Mecânica Pesada, sob licença da MAN. Mais tarde, a Ishibrás produziu também motores sob licença da Daihatsu Diesel Manufacturing, SEMT-Pielstick e Wartsila.

⁸ De acordo com a base da Lloyd's, no período 1978-2006, a melhor posição do Brasil entre construtores foi 7º lugar em número de navios construídos e 6º em CGT no ano de 1981, auge daquela fase da construção naval brasileira. Naquele ano, o país produziu 439.530 CGT (3,5% do total mundial) em 35 navios (2,8% do total). Esta base contém, segundo a Lloyd's, todas as grandes embarcações produzidas mundialmente, exceto os rebocadores e outras pequenas embarcações.

Na segunda metade da década de 1990 as demandas crescentes da exploração de petróleo por plataformas e embarcações de apoio trouxeram algum alívio à longa crise do setor, mas apenas para parte dos estaleiros remanescentes. O programa federal Navega Brasil, lançado em 2000, aumentou o financiamento e o prazo de pagamento para os armadores e estaleiros, mas ainda não bastou para estruturar um renascimento consistente. A indústria naval carecia de escala, e a demanda ainda era insuficiente.

A intensificação da retomada da indústria aconteceu em meados da década atual com o PROMEF⁹ e construção de plataformas no país, acompanhado de encomendas de outros armadores que acumulavam grandes somas em suas contas vinculadas ao AFRMM, sem possibilidade de uso por falta de capacidade dos estaleiros locais. Em 2008, a Petrobras anunciou o Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo (PROREFAM), um programa de contratação de 146 embarcações de apoio marítimo que deverão ser construídas no Brasil.

A revitalização da indústria naval tornou-se prioridade governamental, ingressou no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e ganhou instituições para sua promoção. Dentre as medidas concretas, as mais relevantes foram a imposição de conteúdo local, o aumento dos recursos disponíveis para financiamento pelo Fundo da Marinha Mercante (FMM), a criação do Fundo de Garantia da Construção Naval (FGCN), isenções fiscais a estaleiros e à indústria de navieças e anúncios de grandes contratações pela Petrobras.

⁹PROMEF I: 23 navios. PROMEF II: 26 navios.

A Figura 8 expressa os ciclos recentes da indústria por meio da evolução do número de empregos diretos no setor.

Figura 8: Ciclos de desenvolvimento da construção naval brasileira (Fonte: SINAVAL, Elaboração Própria)

Um novo ciclo de modernização foi soprado nos canteiros da construção naval, e dessa vez trazendo ingredientes que sugerem sua sustentabilidade. Favarin *et al.* (2009a; 2009b) traz indícios de a indústria renasce diferente daquela da década 80:

- A indústria da década de 80 era amparada apenas por subsídios governamentais. Não era competitiva em preço, prazo ou qualidade. Embora as políticas de incentivo ainda cumpram um papel essencial, as novas plantas (e possivelmente algumas plantas antigas que sofreram modernização) serão mais competitivas, principalmente em prazo e qualidade;
- A política de incentivos é hoje melhor gerida, existe maior controle do crédito e acompanhamento das obras (conta vinculada, fiscalização *in*

loco e relatórios de avanço físico da Petrobras e BNDES), reduzindo o risco de falência do sistema;

- O Brasil já vivencia mais de 10 anos de estabilidade econômica e controle fiscal, quadro sequer imaginável na década de 80. Os impactos relativamente reduzidos da recente crise mundial até o momento atestam esta solidez;
- A exploração do pré-sal se estenderá por décadas, e as políticas deverão orientar as demandas para estaleiros brasileiros;
- O recente *boom* de construções vem acompanhado da capacitação da cadeia de fornecedores e a formação de mão-de-obra técnica, essenciais para o crescimento robusto da construção naval;
- O parque naval para grandes construções que tem (res)surgido nesta década buscou em parcerias com construtores estrangeiros suprir o *gap* tecnológico, usufruindo da globalização hoje muito mais presente. Dois grandes estaleiros já estão em fase adiantada de implantação e outros foram anunciados;
- Instituições fortes e programas adequados: SINAVAL, PROMINP, ONIP;
- Continuidade das encomendas no curto e médio prazo e perspectivas favoráveis para o longo prazo (pré-sal).

As ações governamentais e o leque de políticas públicas suportam amplamente o setor (FAVARIN, 2009a). As políticas industriais brasileiras para o setor naval são amplas e em grande parte equivalentes a de países líderes no setor (Tabela 2).

Tabela 2: Comparação das políticas públicas para o setor naval no Brasil e no mundo (Fonte: Adaptado de FAVARIN, 2009a)

Natureza	Exemplos de políticas bem-sucedidas no mundo	No Brasil?
1) Criar demanda para estaleiros nacionais	Cabotagem por empresas nacionais (EUA, Coréia, Japão)	Sim
	Navios militares construídos em estaleiros nacionais (Inglaterra, EUA, China, Japão)	Sim
	Encomendas de Cias. estatais de navegação direcionadas a estaleiros nacionais (Cingapura, China)	Sim ¹⁰
	Parte da importação de carga subsidiada pelo governo transportada por navios de bandeira nacional (Coréia)	Não
2) Incentivos fiscais	Diminuição de impostos relativos à importação de insumos, equipamentos e sistemas não produzidos no país (Coréia, Vietnam)	Sim
	Isenção fiscal à exportação de navios (Coréia, Vietnam, China, Portugal)	Sim
3) Financiamentos à CN	Na aquisição de embarcações para armadores nacionais (Japão, EUA, Noruega, Alemanha) e internacionais em estaleiros nacionais (China, Noruega, Alemanha)	Sim
	Na construção/modernização de estaleiros (Japão, Coréia, EUA)	Sim
4) Garantias à CN	O governo assegura o financiamento e contribui com parte da garantia ao empréstimo (Japão, EUA)	Sim
5) Formação de mão-de-obra	Criação de centros de formação de pessoal realocando mão de obra experiente (Japão)	Sim
	Importação de doutores e mestres, transferência de conhecimento por intercâmbio de profissionais (Japão, Coréia)	Pouco
	Presença de Conselho Setorial que monitora a oferta de mão-de-obra e promoção de cursos para atender aos picos de demanda (Coréia)	Pouco
6) Esforço para criação de fornecedores	Substituição de importações via engenharia reversa e suporte à criação de tecnologia nacional (Coréia)	Pouco
	Formação de <i>clusters</i> de fornecedores ao redor dos estaleiros (Coréia, Noruega, Japão)	Não
7) Estrutura de P&D exclusiva à indústria naval	Criação de plataformas de desenvolvimento tecnológico com agenda de pesquisa de longo prazo e envolvendo múltiplos agentes públicos e privados (UE, Coréia)	Sim
	Criação de centros tecnológicos voltados à indústria (Coréia, Japão, Noruega e China)	Pouco
8) Desenvolvimento da competência em projetos	EAM (Noruega), <i>Offshore</i> (Coréia e Cingapura), Cruzeiros (Europa), LPG/LNG (Coréia)	Pouco

A primeira parte da Tabela 2 (itens 1 a 4) refere-se a políticas de incentivo e criação de demanda, para as quais o Brasil está bem servido. O desafio no médio prazo é introduzir paulatinamente políticas de estímulo à competitividade

¹⁰ Companhias originalmente estatais. Petrobras, por influência direta do Governo, e a Vale, por influência política, foram compelidas a realizar aquisições junto a estaleiros no Brasil.

(itens 4 a 8) em substituição às políticas atuais, tendo em vista a premissa de atingir nível de competitividade internacional desse setor e redução gradual dos incentivos governamentais.

O contexto discutido nessa seção representa o pano de fundo para a discussão sobre os elementos críticos de uma estratégia de produção para estaleiros brasileiros, presente no Capítulo 4.

3 Modelagem do processo de formulação e do conteúdo de uma estratégia de produção

De acordo com a orientação de Buffa (1980), os modelos de estratégia de produção devem ser capazes de prover um procedimento pelo qual gerentes são capazes de tomar decisões racionais, identificando os fatores-chave e os impactos esperados no ambiente.

Segundo Miguel (2009), modelo é uma abstração da realidade com a finalidade de:

- Tornar explícitas as relações causais e *trade-offs* entre variáveis;
- Definir as funções que explicam aquele fenômeno;
- Permitir análises matemáticas sobre o problema.

A modelagem axiomática, utilizada nesta pesquisa, objetiva gerar soluções no domínio do modelo construído e garantir que a solução obtida forneça uma visão sobre o problema definido. É prioritariamente usada para delinear políticas, estratégias e ações.

Recebe também a denominação de “descritiva”, pois não pesquisa de forma exaustiva métodos de solução do problema, ainda que uma solução seja obtida ao final apoiando-se em uma pesquisa na literatura e de melhores práticas.

Define-se, portanto, que a metodologia desta pesquisa é do tipo “modelagem axiomática descritiva”. Miguel (2009) prevê quatro fases de execução:

- Elaboração conceitual – escolha do escopo do problema e do quadro teórico (Capítulos 1 e 2);
- Modelagem – construção do modelo científico e definição das variáveis (Capítulo 3);
- Solução do modelo – aplicação de métodos para sua solução (discussão presente no Capítulo 4)
- Implementação – recomendação de ações a partir dos resultados (discussão presente no Capítulo 4).

3.1 Desenvolvimento do modelo

3.1.1 Modelagem do processo de formulação da estratégia

Esta seção apresenta o modelo extraído da síntese teórica discutida no item 2.1.3 e aprofunda a caracterização de cada etapa do processo.

O processo de formulação de estratégia segue uma ordem sistemática de identificação do *status quo*, definição do futuro que se deseja perseguir, identificação de ações necessárias, escolha da melhor solução e implementação. Alguns autores optam por suprimir a primeira etapa de análise (BAINES, 2005; PLATTS *et al.* 1990; e HILL, 1989). Isso pode ocorrer nos casos em que a definição da estratégia do negócio (hierarquicamente acima) já aponta os objetivos da estratégia de produção.

Tendo em vista a natureza genérica do modelo que se intenta obter e o objetivo desta dissertação, de aumentar a racionalidade do processo de formulação de estratégia, optou-se pela versão que inclui uma etapa inicial de análise, como ilustrado na Figura 9.

Figura 9: Processo de formulação de estratégia de produção

As cinco etapas serão detalhadas nos itens subsequentes.

3.1.1.1 Etapa 1: Análise do ambiente

Segundo Hofer e Schendel (1978) e Platts *et al.* (1998) esta etapa contém as seguintes avaliações para o diagnóstico do ambiente competitivo e restrições:

- Análise dos “*gaps*”
- Avaliação das oportunidades e ameaças
- Identificação das principais competências e recursos disponíveis

O resultado da análise de “*gaps*” é um *benchmark* da empresa dentro das dimensões competitivas, com relação aos requisitos do mercado e ao desempenho dos competidores, conforme proposto por Slack *et al.*(1997) e Godinho Filho (2004) (ver item 2.1.1).

A avaliação das oportunidades e ameaças deve estudar o mercado e os concorrentes para identificar mudanças no *status quo* que podem suscitar um novo requisito para a estratégia de produção. Por exemplo, se existe um concorrente fazendo pesados investimentos em um produto inovador com novos atributos, isso pode exigir uma reorientação estratégica para uma produção de baixo custo ou customização.

Por fim, a identificação das competências e dos recursos disponíveis irá definir em que medida esses aspectos restringem ou favorecem o delineamento da nova estratégia de produção.

Cabe ressaltar que não significa re-conduzir estudos semelhantes àqueles que originam a estratégia corporativa e de negócios da empresa, ambas hierarquicamente acima da estratégia de produção. Deseja-se apenas trazer as conclusões desses estudos para este âmbito.

3.1.1.2 Etapa 2: Direcionamento da estratégia de produção

O intuito desta etapa é definir os objetivos e as metas específicas para a nova estratégia de produção. De acordo com as idéias de Hamel e Prahalad (2005) e Platts *et al.* (1998), envolve:

- Construção de uma visão de futuro
- Definição de objetivos e indicadores de desempenho
- Revisão da estratégia atual e direcionamento

A visão de futuro é um resultado de longo prazo a ser perseguido (MCMANUS e BOTTEN, 2006) e deve ser construída com base nos resultados da etapa anterior.

Definir objetivos é o primeiro passo para evoluir da realidade atual para a realidade desejável. Uma visão pode não ter horizonte de tempo estabelecido ou metas, enquanto objetivos são necessariamente específicos, mensuráveis, alcançáveis, realistas e possuem prazo.

Todo objetivo precisa de um (ou mais) indicador de desempenho para monitorar seu progresso e de metas que determinarão o esforço necessário para preencher a lacuna existente.

A revisão da estratégia consiste em avaliar se o plano atual é suficiente para atingir os objetivos ou são necessários ajustes percorrendo as áreas de decisão¹¹. O direcionamento decorre das mudanças identificadas como necessárias na estratégia atual.

3.1.1.3 Etapa 3: Identificação de alternativas

Nesta etapa, desenvolve-se um levantamento das iniciativas possíveis que levarão à consecução dos objetivos definidos anteriormente.

A idéia de gerar uma variedade de alternativas sob diferentes perspectivas objetiva descobrir soluções dentro dos limites da racionalidade dos envolvidos. A Teoria da Decisão afirma ser o passo essencial antes de delinearem-se as ações necessárias (NUTT, 2004; THOMPSON e STRICKLAND, 1980; DRUCKER, 1980). Também recomenda estruturar o problema antes de usar a criatividade.

Segundo Tan e Platts (2005) a decomposição dos objetivos em fatores que os influenciam permite a obtenção de alternativas através de um método direto e focado. Para cada objetivo, devem-se mapear os recursos ou competências que influenciam os indicadores selecionados.

¹¹ Definidas inicialmente por Skinner (1969) e muitos outros autores, sintetizadas por Mill *et al.* (1995)

Adicionalmente, Platts *et al.* (1998) sugere uma investigação de iniciativas baseando-se nas áreas de decisões da estratégia de produção.

3.1.1.4 Etapa 4: Avaliação e priorização

As soluções levantadas devem ser avaliadas sob diferentes perspectivas para dar foco naquelas que melhor perseguirão os objetivos e metas estabelecidos (NUTT, 2004).

Genericamente, existem três métodos de avaliação: qualitativo, quantitativo e subjetivo.

O método quantitativo caracteriza-se pela combinação de informações para se obter uma conclusão. Usualmente, utilizam-se ferramentas analíticas, levantamento de dados e projeções, com o intuito de prever os resultados financeiros esperados em cada solução. Pode incluir também simulação e execução de projeto piloto (NUTT, 1998).

O método qualitativo ranqueia as alternativas segundo uma figura de mérito que busca o consenso. Usualmente, utiliza-se uma análise multi-critério ou de vantagem/desvantagem (NUTT, 1998). É importante incluir uma variável que avalia a consistência com os objetivos da estratégia.

O método subjetivo baseia-se na avaliação pessoal de especialistas e gerentes, que recorrem à própria experiência ou desenvolvem análises incompletas para tomar a decisão.

Ao final desta etapa, as alternativas melhor avaliadas, ou simplesmente escolhidas, são recomendadas para a implementação imediata. As demais podem ser reservadas para uma implementação futura ou não.

3.1.1.5 Etapa 5: Implementação

Apesar de encontrar-se posterior à formulação da estratégia em si, esta etapa consiste em assegurar a realização das ações recomendadas ao final do processo.

Diversos autores ressaltam a importância de um plano que define como as ações devem ocorrer, pois consiste no núcleo da estratégia (FINE e HAX, 1985; TAN e PLATTS, 2005, GREENHALGH, 1991, MILTENBURG, 1995). Em linhas gerais, apresenta metas temporais para indicadores selecionados, a distribuição de responsabilidades entre os colaboradores, a periodicidade das reuniões de acompanhamento, e a necessidade de revisão do plano ao longo da implementação.

3.1.2 Modelagem do conteúdo da estratégia

O conteúdo da estratégia consiste no detalhamento das áreas de decisão, discutido no item 0¹².

Apesar dos diferentes autores apresentarem conteúdo semelhante, porém, dentro da sua própria estrutura, verificou-se que existe uma convergência para o trabalho precursor de Skinner (1969).

Este último foi utilizado como a principal referência neste capítulo, adicionando as contribuições complementares e temas emergentes sugeridos pelos demais autores.

Resumidamente, as áreas de decisão abordam:

- Planta e equipamento: refere-se à capacidade da planta e aos processos produtivos;
- Planejamento e controle da produção: diz respeito aos mecanismos de gestão da produção;
- Gestão dos recursos humanos: preocupa-se com a organização do trabalho e questões associadas à mão-de-obra
- Desenvolvimento tecnológico: relaciona-se com solução dos problemas tecnológicos através da engenharia e P&D;
- Aspectos organizacionais: refere-se à estrutura funcional e comunicação.

A Tabela 3 sintetiza o conteúdo da estratégia proposto para a pesquisa.

¹² (PLATTS e GREGORY, 1990; HILL, 1989; SCHROEDER e LAHR, 1990; HAYES *et al.*, 1988; FINE e HAX, 1985; SKINNER, 1969)

Tabela 3: Conteúdo da estratégia

Áreas de decisão	Conteúdo
Planta e equipamentos	Processos e tecnologia Equipamentos Integração vertical vs. terceirização <i>Layout</i>
Planejamento e controle da produção	Planejamento agregado Programação Controle da produção e indicadores de desempenho Controle de estoques Sistemas de informação Cadeia de fornecedores
Gestão de recursos humanos	Organização do trabalho Treinamento Motivação, sistema de remuneração e plano de carreira
Desenvolvimento tecnológico	Engenharia de processo Engenharia de produto P&D
Aspectos organizacionais	Estrutura organizacional Comunicação

Conforme descrito no item 3.1.1, o processo de formulação de uma estratégia de produção baseia-se nesta estrutura de conteúdo para investigar o universo de soluções possíveis (discutido adiante) e orientar um plano de ação.

4 Discussão dos elementos críticos para a formulação de uma estratégia de produção para estaleiros brasileiros

Este capítulo fornece os conceitos básicos para cada área de decisão e faz recomendações para um novo estaleiro no Brasil.

Baseia-se nos resultados obtidos em 5 anos de pesquisa sobre as práticas de gestão “estado da arte” e as necessidades técnicas da indústria naval brasileira, desenvolvida no Centro de Estudos em Gestão Naval e consubstanciados nas publicações desse grupo, na literatura mapeada, nas diversas entrevistas realizadas e na observação *in loco* dos estaleiros nacionais e internacionais.

Inicialmente, serão abordados os objetivos genéricos de uma estratégia de produção dentro do contexto de estaleiros brasileiros.

Em seguida, para cada área de decisão, discute-se:

- A sua importância dentro da gestão;
- Os conceitos básicos;
- Os pontos críticos identificados;
- As respectivas recomendações;
- Exemplos nacionais e internacionais

Em alguns casos, a discussão específica de cada grupo motivou ajustes na estrutura das áreas de decisão, porém manteve-se o conteúdo originalmente proposto.

4.1 Objetivos genéricos da estratégia de produção

A construção naval é uma “manufatura responsiva”, em que os clientes priorizam a diversidade de produtos, o tempo de resposta e o cumprimento de prazos. Estes são os objetivos primários (ganhadores de pedidos) da estratégia de produção enquanto produtividade e qualidade são os secundários (qualificadores), mas que também devem ser perseguidos.

Em estaleiros com grande escala produtiva e que já se consolidaram nos diferentes segmentos de mercado, como os japoneses e coreanos, verifica-se um elevado grau de padronização dos navios e modularização, uma cadeia de fornecedores integrada (produzindo sistemas *turn key* e blocos do navio), e um sistema de produção com nível de mecanização e informatização altíssimos. Apesar de restringirem a interferência do armador nos projetos e na escolha de fornecedores, estes estaleiros oferecem um portfólio de produtos amplo, conseguindo atender os maiores e mais lucrativos segmentos do mercado.

Essas características revelam traços de um sistema de produção mais complexo que o responsivo, do tipo “customização em massa”.

Entretanto, esses países possuem vantagens intransponíveis para o Brasil no médio prazo: dominam as maiores fatias do mercado, possuem uma cadeia de fornecedores próxima e utilizam uma tecnologia madura.

Estaleiros brasileiros competem naqueles segmentos em que a demanda é pequena para atrair a atenção dos grandes estaleiros, sendo fundamental a capacidade de executar diferentes projetos, em pequena escala, e aceitar modificações no decorrer da construção a um preço relativamente baixo. Armadores mais sensíveis ao tempo de entrega são especialmente atraentes para o Brasil.

Também atenderão aquelas encomendas originadas pela política de conteúdo local, em que o potencial de padronização ainda é relativamente baixo, que se concentrarão principalmente nos segmentos de: embarcações de apoio offshore (diferentes projetos para inúmeras aplicações), plataformas (projetadas para condições específicas), sondas (encomendadas em pequenos

lotes) e navios mercantes variados para atender demandas reprimidas de armadores brasileiros (principalmente tanqueiros e porta-contêineres).

Por causa da baixa escala inicial e da dificuldade de se conseguir um grau razoável de padronização nesse cenário de demanda, estaleiros brasileiros devem buscar um sistema de produção mais flexível, em que os processos são adaptados a diferentes requisitos do cliente, com menor custo e tempo de setup. Nesse sentido, um alto grau de mecanização não é interessante, pois as máquinas são mais custosas e complicadas de parametrização. Os processos realizados manualmente permitem maior liberdade de mudanças, conquanto existam controles de qualidade e produtividade mais severos.

Assim, o sistema de produção dos estaleiros brasileiros deve ser puramente responsivo e ser delineado tendo em vista a necessidade de:

- Trabalhar com fluxo produtivo harmonizado, balanceando a carga de trabalho nas oficinas e evitando picos;
- Planejar com precisão, baseando-se em índices históricos de produtividade e atualização constante do cronograma macro;
- Implementar mecanismos de controle eficazes e abrangentes, priorizando medidas baseadas no tempo além de custo e qualidade;
- Obter flexibilidade na produção com simplificação dos fluxos de materiais, redução da complexidade dos projetos, e minimização de tempos de setup e paradas;
- Integrar os diversos sistemas de informação, com foco na rapidez de alimentação do planejamento para subsidiar a tomada de decisão;
- Maximizar continuamente eficiência operacional, com estudo de tempos e métodos, padronização de atividades, uso da engenharia nos problemas do chão de fábrica, e treinamento periódico;
- Desenvolver soluções específicas para a ausência de uma cadeia de fornecedores local forte e tendo em vista a restrição de conteúdo nacional.

Essas diretrizes irão orientar a discussão sobre soluções adiante

4.2 Decisões em “Planta e Equipamentos”

As decisões nessa área envolvem os investimento em bens produtivos e o projeto do estaleiro.

A escolha das características dos ativos principais, dos processos e dos sistemas de gestão define o nível tecnológico do estaleiro e seu patamar de competitividade esperado. No caso brasileiro, em que o ressurgimento da indústria deve ser rápido para atender uma demanda explosiva, deve-se considerar também a dificuldade de importar (e implementar) tecnologia de processos moderna.

A discussão nesse grupo inicia-se com uma análise do nível tecnológico mais adequado aos novos estaleiros brasileiros, detalhado os processos e equipamentos necessários. Em seguida apresenta-se a estratégia de transferência tecnológica recomendada.

Questões sobre integração vertical vs. terceirização e layout¹³ são específicas da localização do estaleiro e seu projeto, e não foram abordadas diretamente.

¹³ Tipicamente, um estaleiro é composto por células com produção sob encomenda e layout de *job shops* (tubulação, chapas, perfis, mecânica, elétrica), células com produção repetitiva e layout de *flow shop* (fabricação de painéis e montagem de blocos), e uma célula com produção por projetos (edificação).

4.2.1 Processos e equipamentos¹⁴

O nível tecnológico de um estaleiro depende do conjunto de suas características físicas e de gestão.

Os primeiros níveis remontam aos projetos de estaleiro da década de 60 e 70, e apresentam baixo nível de mecanização e nenhuma informatização.

A evolução dos processos produtivos deu-se principalmente pela introdução de sistemas de gestão, da automação industrial, da utilização de grandes equipamentos de movimentação de carga e da redução do tempo de fabricação. A partir do terceiro nível, presente em estaleiros na década de 80, surgem sistemas de informação que permitem maior controle gerencial (recursos, processos, projetos e finanças), o acabamento avançado dos blocos e o uso de dique. Na medida em que os estaleiros se aproximam do quinto e último nível documentado, estes sistemas se tornam integrados e aumenta-se o tamanho dos blocos para minimizar tempo de dique.

A Figura 10 ilustra a evolução e as características que definem os níveis tecnológicos.

Figura 10: Estrutura dos níveis tecnológicos de estaleiros (Fonte: Adaptado de FMI, 2007)

¹⁴ Este item se baseou nos trabalhos de FMI (2007), Storch (1995), Lamb (2004), Pires e Lamb (2008) e Favarin et al. (2010b).

Os dois tipos do principal ativo de um estaleiro, o sistema de lançamento, são a carreira e o dique escavado¹⁵. A opção por carreira demanda menores investimentos, porém impõe maior dificuldade ao processo de edificação causada pela acomodação dos blocos em plano inclinado. Outro complicador é o lançamento em si, que se caracteriza pelo deslizamento do navio até a água com alguma possibilidade de acidente.

O dique, apesar de maiores investimentos, facilita o acesso dos blocos à embarcação por estar no plano horizontal e permite docagens para correções pós-lançamento. No caso de pequenas embarcações, é comum o uso de *syncrolif*, um sistema que permite montar a embarcação na área de edificação e por um conjunto de trilhos levá-la até o dique, que tem o fundo elevável.

A movimentação de carga está atrelada ao equipamento de transporte utilizado na região de edificação. Sua capacidade de içamento limita o tamanho dos blocos, refletindo em todos os processos de construção anteriores. Quanto maior o bloco, menor será o tempo no dique e a produtividade do estaleiro. Para estaleiros de nível entre 2,5 e 3, utilizam-se equipamentos de 200t a 500t (~100 blocos/navio), geralmente com associação de guindastes. A partir do nível 4, essa capacidade é superior a 1.500t, com a utilização de grandes pórticos (de 10 a 30 blocos/navio).

No processamento de aço podem ser utilizados os sistemas de corte a plasma e solda semiautomática até nível 3 ou, o corte a laser (maior precisão e produtividade para cortes curvos), solda automática e linha mecanizada de fabricação de painéis.

Em estaleiros de nível inferior a 3, os processos são caracterizados por um fluxo contínuo dos materiais até a montagem dos blocos. Nos níveis 4 e 5, destaca-se sincronismo da produção, maior controle dos estoques e da produção, a consolidação das partes de um bloco em *pallets* antes da

¹⁵ Existe a opção de dique flutuante com um sistema de *load-out*, no qual o navio é construído em terra e transladado através de trilhos para o dique, sendo posteriormente lançado. Essa opção é menos comum, pois tem restrições operacionais para navios de médio e grande porte, apesar do menor investimento relativo.

montagem (que evita ociosidade das equipes aguardando material) e a logística interna aprimorada¹⁶.

Na etapa de acabamento, a partir do nível 3 verifica-se a instalação de acessórios, tubulações, redes elétricas e equipamentos nos blocos enquanto aguardam ao lado do dique para edificação. A partir do nível 4, o acabamento permeia a submontagem e montagem dos blocos, atingindo níveis elevados de pré-acabamento (acima de 90%). Toda atividade que seria realizada no dique ou no cais que for antecipada para o chão de fábrica reduz o consumo de mão-de-obra e de tempo em cerca de 50%, com impacto na data de entrega e no giro do principal ativo.

A informatização trata do uso de *softwares* para o auxílio da produção. Níveis entre 2 e 3 utilizam CAD¹⁷ ou CAM¹⁸. Já nos níveis superiores, adota-se o CAD / CAM / CIM¹⁹ em que existe integração total entre informações produtivas e o *software* de programação, permitindo maior controle sobre os processos.

Definição de nível tecnológico adequado para estaleiros brasileiros

Tradicionalmente, por ser um setor intensivo em trabalho e os custos de mão de obra responder por parcela expressiva do custo total de produção, utiliza-se como medida de comparação entre o desempenho associado aos diferentes níveis tecnológicos dos estaleiros a produtividade resultante da mão de obra. Cabe ressaltar que apesar dessa medida não expressar o desempenho de um estaleiro em termos de qualidade, flexibilidade, tempo de entrega, e pontualidade, níveis superiores de tecnologia conseguem desempenho melhor também nessas dimensões.

¹⁶ De insumos, equipamentos de trabalho, partes, estoques intermediários, peças, documentos, etc.

¹⁷ Realiza os desenhos técnicos do projeto do navio e o detalhamento construtivo

¹⁸ Transforma os desenhos em códigos a serem enviados às máquinas CNC

¹⁹ Sistema que controla todo o processo produtivo, integrando informações dos diferentes processos e monitorando a ocorrência de erros

Estaleiros com nível de tecnologia elevado apresentam maior grau de automação e, portanto, fazem mais sentido em países com alto custo de mão-de-obra.

Em relação aos principais países construtores navais, o custo da mão-de-obra no Brasil é inferior ao coreano, japonês e europeu, mas superior ao chinês. Isso deve orientar ao país um nível tecnológico intermediário, de forma que o custo total da mão-de-obra (USD/CGT²⁰) seja equivalente ao dos principais concorrentes mundiais. Esse valor resulta do produto entre a produtividade (HH/CGT) pelo preço da mão de obra (USD/HH). Assim, quanto maior o preço da mão-de-obra, maior a produtividade requerida para igualar-se aos estaleiros internacionais, o que implica em níveis tecnológicos superiores e maior volume de investimento inicial.

Para definir o nível tecnológico ideal de um novo estaleiro no Brasil deve-se considerar a equivalência em custos com um caso *benchmark* na indústria: a Coreia. No Brasil, o preço da mão de obra varia entre 8 a 10 USD/HH, enquanto na Coreia entre 13 USD/HH e 17 USD/HH.

A produtividade média dos estaleiros coreanos é de 25 HH/CGT, que resulta em um custo total de 325 USD/CGT²¹ ou 425 USD/CGT²², para os dois extremos do custo da mão-de-obra²³. Para manter a equivalência, o Brasil precisaria atingir valores de produtividade entre 32 e 50 HH/CGT (Tabela 4 e Figura 11).

²⁰ Medida de conteúdo de trabalho contido em um navio, calculado a partir do peso bruto em toneladas ajustado por um fator de dificuldade de construção daquele tipo de navio.

²¹ 25 HH/CGT x 13 USD/HH

²² 25 HH/CGT x 17 USD/HH

²³ Total de mão-de-obra, própria e terceirizada.

Tabela 4: Produtividade requerida (HH/CGT) para igualar custo total de USD/CGT entre Brasil e Coréia (Fonte: PIRES e LAMB, 2008)

Brasil	Coréia	
	13 USD/HH	17 USD/HH
USD/HH	HH/CGT	HH/CGT
8	40,7	53,2
10	32,5	42,5

Figura 11: Definição de requisito de produtividade para equiparar-se com isocusto coreano a partir do preço da mão de obra brasileira (Fonte: Adaptado de PIRES e LAMB, 2008)

Estes patamares de produtividade exigirão um nível tecnológico entre 3,7 e 4, segundo uma curva média de uma amostra de 12 estaleiros, sendo três coreanos (K), três chineses (C), três japoneses (J) e três europeus (E), apresentado na Figura 12. Níveis entre 2 e 3 equivalem a tecnologias praticadas na década de 60 a 80 e dificilmente existem representantes importantes nesta faixa que sobreviveram aos ciclos da indústria²⁴.

²⁴ Os antigos estaleiros brasileiros, favorecidos por uma demanda protegida e disponibilidade de capital para financiar a modernização de suas instalações, são exemplos remanescentes.

Figura 12: Definição de nível tecnológico correspondente à produtividade de mão-de-obra requerida (Fonte: Elaboração Própria / Dados: PIRES e LAMB, 2008)

Entretanto, é importante observar que existe um processo de elevação dos preços relativos da mão-de-obra no Brasil, motivado pelo atual ciclo de investimentos e, sobretudo, pelo aquecimento do setor de O&G. Se isso acontecer, será necessário um maior nível de automação para os estaleiros nacionais conseguirem um custo total de mão-de-obra competitivo. Apesar do maior investimento em bens de capital e automação, a facilidade e disponibilidade de crédito para o setor pode viabilizar uma estratégia desse tipo.

Ainda, deve-se considerar a continuidade da evolução tecnológica dos estaleiros líderes. Ameaçados pelos chineses que conquistaram 1/3 do mercado de navios nos últimos quinze anos, os coreanos encontram-se na iminência de avançar para o próximo nível, apoiados por seus programas de P&D, enormes centros de engenharia e clusters de fornecedores.

Lamb (2010)²⁵ caracterizou o sexto nível tecnológico pela utilização em massa de processos robotizados, edificação da embarcação a partir de megabloco (menos que 10 blocos/navio) e maior eficiência no desenvolvimento e implementação de inovações nos processos e produtos.

Para manter-se alinhado com esses estaleiros, seria necessário que a indústria nacional partisse de um ponto acima daquele originalmente proposto. A Figura 13 ilustra a evolução comparativa entre os estaleiros nacionais e os coreanos.

Figura 13: Comparação teórica da evolução dos níveis tecnológicos brasileiro e coreano

Tendo em vista o encarecimento da mão-de-obra, a disponibilidade (e facilidade relativa) na obtenção de financiamento público para bens de capital, a evolução natural da indústria, o aumento da competição no mercado nacional, e a ascensão dos chineses, estaleiros brasileiros devem buscar nível tecnológico entre 4 e 4,5 no médio prazo. Este resultado também está em consonância com a necessidade de se ter um sistema de produção mais flexível (menor grau de mecanização) que os concorrentes em função do cenário de demanda no Brasil, mas sem deixar de ser competitivo em custo.

²⁵ Thomas Lamb é professor emérito da Universidade de Michigan na área de Construção Naval

4.2.2 Transferência tecnológica²⁶

Existem duas estratégias de entrada para uma indústria nascente, o desenvolvimento de competências locais ou a importação de tecnologia. Na segunda opção, pode existir um processo de importação total ou transferência tecnológica com utilização de competências locais (FAVARIN *et al.*, 2008).

Dentro da proposta de atingir nível de competitividade internacional, o processo de transferência tecnológica é mais adequado ao caso brasileiro, garantindo uma entrada relativamente rápida e, no médio prazo, a independência tecnológica se ocorrer o desenvolvimento nacional.

O setor de construção naval no país, sucateado na década de 90, mostra-se fortemente dependente da atualização tecnológica dos parques produtivos, uma vez que o *know-how* da indústria remonta às décadas de 60 e 70, e está obsoleto ou disperso.

Frente a esse problema e à evolução consistente da demanda interna, os estaleiros nacionais têm optado por implementar uma estratégia de absorção de novas tecnologias através de parcerias com empresas estrangeiras, como estaleiros coreanos e japoneses. Isso acelera a entrada no mercado por parte das empresas e minimiza os riscos inerentes a um novo empreendimento, visto a maturidade da tecnologia importada.

A transferência internacional de equipamentos e *know-how* insere novas ferramentas e processos, alavancando sua capacidade técnica e, principalmente, a produtividade. Existem alguns exemplos bem sucedidos de parcerias: o recente Estaleiro Atlântico Sul (EAS) com o coreano Samsung Heavy Industries, as parcerias do japonês Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltda. na década de 60, com o brasileiro Estaleiro Ishibrás e o cingapuriano Jurong Shipyard (FAVARIN *et al.*, 2010a).

O processo de transferência internacional também minimiza os riscos associados à utilização de novas tecnologias e processos produtivos, gerando credibilidade técnica aos estaleiros. Isso viabiliza o aparecimento de estaleiros

²⁶ Este item se baseia nos trabalhos de Kim, 1991, Favarin *et al.* 2008, Favarin *et al.* 2010a).

virtuais²⁷, que possuem pedidos em carteira e participam de concorrências antes mesmo de terem seus parques produtivos completamente instalados.

Quanto ao papel da instituição estrangeira, ela pode assumir uma posição ativa, exercendo controle na forma como a tecnologia é transferida e usada pela empresa local. Alternativamente a instituição estrangeira pode apresentar um papel passivo, nada tendo a ver com a forma como o qual é utilizado seu know-how técnico, incorporado ou não em bens produtivos.

Nos casos em que a aquisição da tecnologia está inserida em um relacionamento comercial mais amplo, cujo objetivo é a transferência do conhecimento entre as partes, considera-se que há envolvimento empresarial. Todavia, quando a relação é apenas de compra e venda de produtos ou serviços, diz-se não haver este envolvimento.

O envolvimento empresarial e o papel dos parceiros estrangeiros compõem uma matriz útil (Figura 14) para identificar e avaliar os diferentes mecanismos de transferência tecnológica.

		Papel dos fornecedores estrangeiros	
		Ativo	Passivo
Com envolvimento empresarial	Com envolvimento empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento estrangeiro direto • Licenciamento de produtos e processos • Consultorias estrangeiras • Treinamento de mão-de-obra <i>on-job</i> <p>(1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência de maquinaria padrão <p>(2)</p>
	Sem envolvimento empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Assistência técnica de compradores e fornecedores estrangeiros <p>(3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Engenharia reversa • Observação <p>(4)</p>

Figura 14: Matriz de análise dos mecanismos de transferência tecnológica (Fonte: Adaptado de KIM, 1991)

²⁷ Surgiu a primeira vez no Brasil com o Estaleiro Atlântico Sul (EAS), quando este participou do processo licitatório das embarcações da TRANSPETRO com apenas um projeto conceitual do estaleiro.

O investimento estrangeiro direto, através da abertura de filiais ou *joint-ventures*, assim como os acordos para treinamentos *on the job*, que transfere o conhecimento tácito, são fontes formais de tecnologia (quadrante 1). A compra de bens de capital transfere as informações incorporadas nas máquinas (quadrante 2). Informações impressas, como as que constam em catálogos, projetos, especificações técnicas, periódicos e revistas especializadas são importantes fontes informais de novos conhecimentos para empresas nos países em processo de desenvolvimento (quadrante 4). Os fornecedores de equipamentos e os compradores do navio estrangeiros, com frequência, fazem pequenas (mas importantes) transferências de conhecimento tecnológico aos produtores, com o intuito de garantir a qualidade dos bens produzidos (quadrante 3). Além disso, o retorno de profissionais treinados no exterior, bem como o aproveitamento de engenheiros e mão-de-obra especializada estrangeira também é um mecanismo relevante.

A habilidade empresarial em absorver o conhecimento engloba a identificação das potencialidades externas, assimilação e aplicação para fins comerciais, adequando-se a estrutura organizacional e aos recursos disponíveis na empresa. Explorar as habilidades e o conhecimento gerados no ambiente internacional, criando alianças estratégicas, parcerias tecnológicas e *joint-ventures* bem sucedidas, exige que a empresa consiga codificar e transmitir seu conhecimento (ou inovações), escolher parceiros adequados e criar relacionamentos sinérgicos (COHEN E LEVINTHAL, 1990).

4.3 Decisões em “Planejamento e Controle da Produção”

As decisões nessa área objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores da empresa (ZACARELLI, 1979).

A Figura 15 apresenta uma estrutura de níveis de decisão associadas à gestão da produção. Note-se que as decisões do nível estratégico correspondem àquelas do grupo “Planta e Equipamentos”, e as dos níveis tático e operacional do “Planejamento e Controle da Produção”.

Figura 15: Estrutura de níveis de decisão associada à gestão da produção (Fonte: COLIN et al. 2007)

A Figura 16 apresenta as seis áreas que compõem esse grupo.

Áreas	Importância
Planejamento agregado	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de cronograma macro de produção • Balanceamento da carga de trabalho • Coordenação das atividades e caminho crítico
Programação	<ul style="list-style-type: none"> • Execução do planejamento • Alocação de recursos produtivos • Emissão de ordens de produção e compra
Controle da Prod. e Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar a eficiência operacional e eficácia das decisões • Controle de qualidade dos processos
Controle de Estoques	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão do estoque • Emissão das ordens de compra
Sistemas de Informação	<ul style="list-style-type: none"> • Softwares de gestão da produção e gerenciamento de projetos • Integração com sistemas administrativos
Cadeia de Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> • Relação com os fornecedores • Ações de parcerias com fornecedores

Figura 16: Áreas do Planejamento e Controle da Produção (Fonte: Elaboração Própria)

Cada área e sua importância para a gestão serão discutidas adiante.

4.3.1 Planejamento agregado²⁸

O planejamento refere-se à organização das atividades e alocação otimizada dos recursos de forma que a empresa atinja seus objetivos de produção num horizonte de médio prazo (CHIAVENATO, 1994).

Os produtos gerados pelo planejamento são os planos de produção e de compras. Neles, são determinadas as quantidades a serem produzidas e estocadas, os recursos que serão empregados (incluindo previsão de horas-extras, subcontratações, etc.), e o cronograma macro da produção. Os itens finais do planejamento são agrupados em famílias (ex.: os recursos são agrupados em centros de manufatura ou serviços) o que gera a denominação de planejamento agregado.

Falhas no planejamento geram maiores impactos na gestão do que as de programação do nível operacional. Um erro grosseiro na data de conclusão de um bloco ou na quantidade de painéis a ser produzida gera maiores prejuízos que a alocação de uma tarefa em uma estação de trabalho ou equipe inadequada.

Na construção naval, o planejamento agregado revela-se complexo do ponto de vista da quantidade de recursos e processos a serem geridos, exigindo a elaboração de uma rede de atividades (sequência cronológica dos processos produtivos) com um horizonte de médio-prazo (pelo menos 1 ano) e com frequência de revisão mensal seguida pela determinação dos planos de produção e compras para o próximo período.

No cronograma em rede deverão constar as datas de edificação e início de construção dos blocos ou seções. Com dados de produtividade de construções passadas e os requisitos de prazo do cliente, pode-se calcular a data de início da construção do navio e dos blocos. A inviabilidade de uma encomenda será verificada quando a entrega estimada pelo método do caminho crítico for negativa para certa disponibilidade de recursos.

²⁸ Este item se baseou nos trabalhos de Colin e Pinto (2007), Colin et al. (2007), Godinho Filho (2004) e Fernandes e Godinho Filho (2010).

Constatada a viabilidade da encomenda, a alocação dos recursos prevista nos planos de produção e compras visa o atendimento da demanda projetada baseado em critérios de minimização dos custos e balanceamento da carga de trabalho, para reduzir o risco do caminho crítico e maximizar a utilização da capacidade. A necessidade de otimização dos processos e de nivelamentos dos recursos aponta para o emprego de programação matemática no planejamento agregado, em especial de uma modelagem de programação linear.

Aplicado à produção e aos estoques, o problema consiste basicamente em:

- Definir variáveis de decisão, ou “*outputs*” (produção, estoque, homens-hora, horas-extras, contratações, demissões, etc., por período);
- Definir parâmetros do problema, ou “*inputs*” (demanda por período, custos de produção, de estoques, de homens-hora, de horas-extras, estoque inicial e final, etc.);
- Formular uma função objetivo (minimizar custos, maximizar lucro, etc.);
- Formular restrições (atendimento obrigatório de demanda, capacidade máxima de estocagem, máximo de homens-hora por período, etc.).

A Figura 17 sistematiza o desenvolvimento do planejamento da produção com a adoção de um modelo matemático de otimização.

Figura 17: Esquema de modelo de planejamento agregado de produção e estoques (Fonte: Adaptado de COLIN et al., 2007)

A adoção da metodologia de planejamento proposta garante ao estaleiro o nivelamento dos recursos produtivos em função da demanda a ser atendida, tendo relação direta com a rentabilidade do negócio. O resultado do planejamento alimenta a programação, que será tratada adiante neste capítulo.

Exemplo: o Plano Base de Produção do estaleiro coreano Hyundai Heavy Industries

O equivalente do estaleiro coreano Hyundai HI para os planos de produção e compras para estaleiros é o Plano Base de Produção. Nele é apresentada uma visão macro da produção, abordando um horizonte de planejamento de 3 a 5 anos, o que, em um estaleiro como a Hyundai HI, pode significar a gestão de 200 projetos. A partir desse plano de construção são gerados cronogramas mais detalhados, como os cronogramas de edificação e de montagem de blocos, e o nivelamento da carga de trabalho desde o nível mais agregado do planejamento.

A composição do cronograma é iniciada pela definição da carteira de encomendas e da previsão futura de novos pedidos, realizada pelos departamentos de venda e de marketing. O planejamento é, então, dividido em três etapas: planejamento dos ciclos de construção dos diques, *mix* de produção e nivelamento da carga de trabalho, sempre associando algoritmos de otimização e restrições.

Como no caso da Hyundai os diques são os recursos mais críticos, o cronograma de construção é determinado pela especificação do dique e do período que ficará ocupado. O planejamento deve organizar a produção otimizando a sequência de atividades, de modo a atingir o número de construção anual de projetos para cada tipo e classe de navio. A solução para essa primeira etapa vem de dois algoritmos: o algoritmo de Planejamento do Tamanho dos Ciclos e o algoritmo de Geração do Plano Inicial de Construção.

Em seguida, passa-se para a etapa de *mix* de produção, onde o objetivo é alcançar a meta de receita estipulada e atingir um *mix* de produção mais

próximo possível do ideal. O algoritmo altera o plano inicial mudando os projetos programados por novos, avaliando o desempenho por uma função que pondera o desvio de receita esperada e o tipo de navio construído, obedecendo sempre o princípio de que nenhum projeto deve permanecer no cais por mais de 6 meses.

Por último, deve-se determinar como nivelar a carga de trabalho, ou seja, como acomodar ao longo do tempo os cronogramas desnivelados, de modo a homogeneizar o trabalho. Para o nivelamento de recurso em um nível tão agregado, o estaleiro utiliza curvas padrões de demanda de trabalho que avaliam o uso de quatro categorias: corte, pintura, montagem e *outfitting* (Figura 18). A estimativa correta de demanda de trabalho é crucial, pois o resultado de recursos necessários só estará coerente se o estaleiro for capaz de estimar esse parâmetro com precisão.

Figura 18: Curvas padrões da utilização dos recursos produtivos ao longo da construção de uma embarcação genérica (Fonte: COLIN et al., 2007)

Os projetos são então realocados e os cronogramas são avaliados segundo uma função que analisa a oscilação da carga de trabalho. O resultado dessa etapa é um planejamento com datas totalmente diferentes do plano anterior,

gerado pelo algoritmo de mix de produção. Esse processo é realizado iterativamente. A Figura 19 mostra o relacionamento entre as três etapas.

Figura 19: Relação entre os subproblemas de programação do Plano Base (Fonte: COLIN et al., 2007)

Esse planejamento só faz sentido se a correspondência com a realidade for muito boa, pois atrasos e alterações de cronograma são frequentes, e sempre que isso ocorre o trabalho é perdido e deve ser refeito. O alto nível de acuidade dos planos desenvolvidos reflete-se nas oficinas, onde a programação tem um grau de acuidade ainda maior devido a incertezas reduzidas acerca do volume de produção.

4.3.2 Programação²⁹

A programação consiste em traduzir o planejamento agregado nas atividades específicas, nas alocações de tarefas para a mão de obra e maquinário, emissão das ordens de compra, e fixação de prazos para um curto horizonte de tempo (semana ou mês).

A Figura 20 apresenta esquematicamente a estrutura da programação da produção e seu desdobramento a partir do planejamento.

Figura 20: Estrutura da programação da produção (Fonte: Adaptado de COLIN et al., 2007)

Os itens e recursos devem ser tratados de forma desagregada num horizonte restrito. Mesmo que para cada tipo de sistema de produção as formas de modelar os problemas sejam diferentes, uma estrutura geral pode ser definida para abordá-los. São definidas genericamente duas etapas:

- A emissão de ordens de fabricação e compras, que consiste em definir os itens e quantidades a serem fabricados e comprados (matéria-prima, itens intermediários e itens finais), a partir do plano de produção e plano de compras;

²⁹ Este item se baseou nos trabalhos de Zacarelli (1979), Lee et al. (1997), Colin e Pinto (2007), Colin et al. (2007), Godinho Filho (2004) e Fernandes e Godinho Filho (2010).

- A programação da produção e compras, que consiste em determinar quando cada ordem de fabricação e compra será processada, em função de objetivos e restrições do sistema.

Ambas são retroalimentadas pelo apontamento da produção e pelo controle de estoques, que eventualmente indicam que o planejado não foi realizado no período e uma correção é necessária. A Figura 21 ilustra o fluxo de atividades da programação da produção.

Figura 21: Etapas da programação (Fonte: COLIN et al., 2007)

Num sistema complexo de produção em que há o encadeamento de diversos processos, como o de um estaleiro, o foco principal é a programação eficiente do gargalo, isto é, do processo mais lento que dita o ritmo de todo o sistema. Programar um processo que não é gargalo produz ganhos localizados, associados à maior eficiência no uso dos recursos, mas não associados a um maior volume de produção, onde o impacto seria maior.

A ferramenta computacional utilizada para a emissão de ordens é o *Material Requirements Planning* (MRP). O sistema foi criado na década de 70 como uma ferramenta de auxílio ao processo de fabricação e de compras. A partir de informações sobre o *lead time* dos processos (tempo total de uma fabricação ou compra) era capaz de emitir automaticamente ordens de fabricação e compra para obter os materiais e itens intermediários e finais no momento em que eram requisitados.

O conjunto das ordens geradas são comumente chamadas de plano mestre de produção (*Master Production Schedule*, ou MPS)³⁰. Portanto, o MRP faz mais

³⁰ O termo plano mestre de compras (*master procurement schedule*) não é tão frequente na literatura, embora existam em alguns exemplos.

do que simplesmente emitir as ordens: ele também coloca datas de início dos processos e orienta o sequenciamento em função do *low level code*³¹ de cada item e do *lead time* dos processos. Pode-se dizer que é um meio-termo entre a emissão de ordens e a programação destas.

Não é, todavia, uma ferramenta completa de programação da produção, pois não considera a capacidade de produção da fábrica, os tempos de fila inerentes aos processos, os ativos disponíveis e é incapaz de avaliar os custos de manutenção de estoques. Embora sirva para orientar a elaboração de um programa de produção o MRP tem deficiências que podem ser relevantes, dependendo da necessidade da empresa.

Em função dessas limitações, o MRP deu origem ao *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) que visava cuidar do processo produtivo agregando ao MRP novas funções como o cálculo da mão-de-obra e maquinário necessários³². A Figura 22 caracteriza as versões do MRP.

Figura 22: Características e evolução do MRP ao MRP II (Fonte: Adaptado de COLIN et al., 2007)

³¹ É o nível mais detalhado da estrutura de produto em que um determinado material ou componente aparece.

³² O MRP II congrega as habilidades do MRP e do *Capacity Requirements Planning* (CRP), ferramenta que objetiva ajustar a capacidade de produção ao processamento de ordens geradas.

A utilização do MRP é especialmente interessante onde há processos de montagens, em que normalmente uma grande variedade de produtos diferentes é comprada e fabricada para produzir um item final.

No caso da construção naval, a edificação e acabamento do navio recebem como dado de entrada a data de entrega requerida pelo armador. O acabamento é uma etapa com menor grau de dependência das demais, isto é, é iniciada após o lançamento do navio e não requer grande quantidade de componentes produzidos nas oficinas. Por outro lado, são adquiridos diversos componentes fornecidos por outras empresas.

Na edificação, etapa imediatamente anterior, são emitidas ordens em função das relações de dependência na colocação dos blocos e uso dos recursos, buscando minimizar o tempo de término do projeto.

Em seguida é realizada a programação do ativo gargalo do estaleiro: o dique ou carreira. Nesta etapa as datas de edificação são deslocadas no tempo respeitando as restrições de recursos (nivelamento).

A saída da programação em rede é a data de início de montagem dos blocos, que servirá, por sua vez, como dado de entrada do passo seguinte.

Na fabricação de painéis e montagem de blocos, é essencial manter a sincronia entre os processos de fabricação e montagem para não gerar estoque em curso, dar fluidez ao sistema e evitar picos.

A partir das datas geradas pela programação em rede da edificação, e de posse do tempo total de fabricação de cada componente e compras de materiais, da estrutura de produto e do roteiro de processos, têm-se as informações de entrada para gerar ordens com o MRP.

As ordens contêm a lista de cada material ou item intermediário necessários, as tarefas a serem executadas, os documentos técnicos que devem ser seguidos, e as datas de conclusão e envio para a etapa posterior.

A programação destas ordens pode ser feita por meio da simulação de regras de liberação, em que se determina a sequência em que as ordens serão

operadas nas máquinas, de forma a otimizar uma função objetivo, como menor data de entrega, menor folga ou FIFO (*first in first out*).

Normalmente, os problemas de programação de *job-shops* (oficinas e processamento de material) e *flow-shops* (montagem e fluxo de material) são bastante complexos, do ponto de vista computacional, e por isso existem diversas heurísticas disponíveis que conduzem o usuário a soluções efetivamente melhores³³.

Em suprimentos, as ordens de compras para os itens sob encomenda são emitidas diretamente, seguindo as sugestões de um MRP. Quanto aos demais itens, as ordens são geradas no momento do uso com base em políticas ou modelos de reposição.

Exemplo: Daewoo Shipbuilding Scheduling

No início da década de 90, a Daewoo considerava que os *softwares* para programação da produção disponíveis no mercado eram incapazes de captar a complexa inter-relação de suas atividades produtivas e suportar um *layout* espacial dinâmico (organização das peças e blocos em fabricação no espaço e centros de manufatura disponíveis).

Frente as limitações encontradas a empresa optou por desenvolver.

Adotou como solução criar um *software* próprio do tipo MRP, que foi lançado em 1994 após dois anos de pesquisa em parceria com Korea Advanced Institute of Science and Technology. O custo de desenvolvimento foi de US\$ 830.000,00 para se conseguir um aumento de 30% de produtividade na construção e 50% de produtividade no planejamento, resultando em benefícios financeiros de U\$ 4.000.000,00 ao ano.

Esse programa é dividido em cinco subsistemas, interligados sob a arquitetura ilustrada na Figura 23. Cada um deles trata de um problema específico:

- DAS LLP: planejamento de longo prazo;

³³ Para estudo mais aprofundado das heurísticas recomenda-se a leitura de Morton e Pentico (1993)

- DAS Erect: cronograma de edificação para os diques;
- DAS Curve: cronograma de montagem dos blocos curvos;
- DAS Panel: cronograma de montagem dos blocos planos; e
- DAS MH: rede neural para a estimativa de homens-hora.

Figura 23: Arquitetura do sistema DAS

O processo se inicia com o cronograma de navios a serem construídos no dique, fornecido pelo DAS LLP. Em seguida o DAS Erect gera o cronograma de edificação, que é resultado de uma busca dentre as sequências possíveis sob duas restrições:

- Restrição de Recursos (recursos humanos; capacidade do guindaste; e área disponível para estoque);
- Restrições Técnicas (gerais, como geometria, estrutura, peso; e relações de precedência).

Em função das restrições apresentadas o programa procura a sequência de montagem da embarcação que equilibra a carga de trabalho e minimiza o intervalo entre a construção do bloco e sua edificação. A Figura 24 ilustra a potencial disposição dos blocos (à esquerda) e a busca por soluções (à direita).

Figura 24: Exemplo da busca de sequência otimizada dentro do universo de soluções

Definido o cronograma, são expedidas as ordens de pedido de blocos curvos e de blocos planos e, em seguida, os programas DAS Curve e DAS Panel planejam suas produções. Esse é um problema complexo, pois, além de avaliar a utilização de recursos (disponibilidade e nivelamento), deve ser considerada a disponibilidade de espaço para seu armazenamento, recurso bastante escasso na grande maioria dos estaleiros coreanos. A Figura 25 ilustra um cronograma espacial, onde a disposição dos blocos é mostrada ao longo do tempo.

Figura 25: Cronograma espacial dos blocos

Paralelamente, o DAS MH faz a avaliação da carga de trabalho e o nivelamento de recursos, usando uma rede neural que avalia os seguintes parâmetros: tipo de navio, porte, tipo de bloco, tamanho, peso, comprimento de solda, comprimento de juntas, tipo de oficina e local da oficina (*indoor* ou *outdoor*).

Feita a análise de carga de trabalho e de disponibilidade de espaço, o cronograma de edificação é realimentado com essas informações a fim de avaliar a viabilidade do cronograma de edificação inicialmente gerado.

Segundo a Daewoo, a adoção desse *software* na empresa possibilitou uma substancial redução no tempo de elaboração do cronograma. Houve impactos também no balanceamento da carga de trabalho, na seleção do melhor cronograma via simulação, na reengenharia do planejamento dos processos e na estimativa de custo. Além disso, possibilitou a gestão da produção feita visualmente, via cronogramas gráficos.

4.3.3 Controle da produção e indicadores de desempenho³⁴

Os primeiros desafios enfrentados pelos estaleiros nacionais tem sido minimizar os atrasos nas entregas dos navios, reduzir o elevado nível de retrabalho, corrigir a baixa produtividade da mão-de-obra e dos ativos, e reverter as margens de lucro negativas ou quase nulas.

A melhora nos padrões produtivos e o atendimento aos prazos de construção passam necessariamente pela implantação de sistemas de medição de desempenho que possam aumentar o controle e orientar as ações dos estaleiros brasileiros. Para elevar a eficiência do processo global e garantir o cumprimento de prazos é fundamental um monitoramento abrangente e contínuo dos processos construtivos.

No nível operacional, a figura do supervisor é o encarregado de acompanhar a execução das tarefas dos operários e verificar a adequação dos produtos finais. Ordens só devem receber status de finalizadas no sistema quando checados os requisitos de conformidade e aprovadas pela inspeção, e todo retrabalho deve ser registrado separadamente para orientar futuras medidas corretivas.

No nível gerencial, a análise de indicadores de desempenho e o *benchmark* são as ferramentas de controle e correção de falhas nos processos produtivos ou na gestão.

Os sistemas de indicadores de desempenho são compostos por conjuntos de medidas relacionadas entre si e avaliam se os objetivos definidos são atingidos (eficácia) e o quão ótimo os recursos são empregados (eficiência).

As características essenciais de um sistema de indicadores são:

- Balanceamento: equilíbrio entre medidas financeiras e não-financeiras, horizonte de curto ou longo prazo, e foco em fatores externos e internos à empresa;

³⁴ Este item se baseou nos trabalhos de Eccles (1991), Neely e Bourne (2000), Kaplan e Norton (2000) e Colin et al (2007).

- Alinhamento: vertical (deve traduzir as estratégias hierarquicamente acima), e horizontal (consistência interna);
- Flexibilidade: indicadores podem variar localmente ou sofrer influência de fatores imprevistos ao longo do tempo, motivando rever a base de comparação histórica ou a estratégia;
- Operacionalidade: deve ser de fácil compreensão e uso, e permitir acesso rápido às informações do sistema;
- Funcionalidade: essencialmente deve ser capaz de monitorar e controlar o sistema de produção, permitir análise histórica e benchmark, guiar melhorias e investimentos, e mostrar *trade offs*.

O sistema de indicadores mais comum é o *Balanced Scorecard*, desenvolvido na década de 90 e utilizado por cerca de 50% das grandes empresas (NEELY e BOURNE, 2000). Suas virtudes são: a simplicidade de utilização, uma estrutura clara de indicadores ligados entre si por relações de causa e efeito, equilíbrio entre curto e longo prazo, e permitir o desdobramento da estratégia da organização do alto para o baixo nível.

Esse sistema define que o desempenho do negócio seja visto através de quatro perspectivas – financeira, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento – e que a medição deve ser realizada com o uso de um conjunto de indicadores chave derivados da estratégia da empresa para cada uma das perspectivas (Figura 26).

Figura 26: Perspectivas no BSC (Fonte: KAPLAN e NORTON, 2000)

A ligação entre os indicadores segue a lógica de que umas medidas são vetores do resultado esperado em outras, e é explicitada com o uso dos mapas estratégicos. Neles, são demonstradas as relações de causa e efeito entre os objetivos específicos das quatro perspectivas, mostrando como o alcance de metas em cada uma levará ao sucesso da seguinte. Essa forma de construir uma estrutura de indicadores leva ao alinhamento do sistema de medição de desempenho com a estratégia da organização.

A construção do mapa estratégico explicita a estratégia em termos de objetivos, metas e as iniciativas dos gerentes nas perspectivas do BSC (KAPLAN e NORTON, 2000).

A Figura 27 apresenta um exemplo do mapa estratégico onde são explicitas as relações de causa e efeito dos indicadores.

Strategic Theme: Operations Excellence	Objectives	Measures	Targets	Initiatives
Financial 	<ul style="list-style-type: none"> Profitability Grow Revenues Fewer planes 	<ul style="list-style-type: none"> 30% CAGR 20% CAGR 5% CAGR 		
Customer 	<ul style="list-style-type: none"> More Costumers Flight is on-time Lowest prices 	<ul style="list-style-type: none"> # Customers FAA On Time Arrival Rating Market Survey 	<ul style="list-style-type: none"> 12% growth Ranked #1 Ranked #1 	<ul style="list-style-type: none"> Customer loyalty program Quality management
Internal 	<ul style="list-style-type: none"> Fast ground turn around 	<ul style="list-style-type: none"> On Ground Time On-time Departure 	<ul style="list-style-type: none"> 30 minutes 90% 	<ul style="list-style-type: none"> Cycle time optmization
Learning 	<ul style="list-style-type: none"> Ground crew alignment 	<ul style="list-style-type: none"> % Ground crew trained % Ground crew stockholders 	<ul style="list-style-type: none"> Yr1 70% Yr2 90% Yr3 100% 	<ul style="list-style-type: none"> Ground crew training ESOP

Figura 27: Exemplo de mapa estratégico (Fonte: KAPLAN e NORTON, 2000)

No que tange a gestão da produção, as perspectivas relevantes são as de processos internos e de capacitação.

Processos internos

Para aplicação do *Balanced Scorecard* nesta dimensão deve-se mapear a cadeia de valor completa dos processos internos, que tipicamente se inicia com o processo de inovação, seguido do processo de operações e finalizando com o processo de serviço pós-venda.

Figura 28: Cadeia de valor dos processos internos

Genericamente, as medidas importantes são:

- Medidas de tempo: tempo de desenvolvimento, confiabilidade dos prazos de entrega, tempo dos ciclos dos processos internos, ECP (eficácia dos ciclos de produção);
- Medidas de qualidade: taxa de defeito, índice de acerto, desperdício, perdas, índice de retrabalho, percentual de processos sob controle estatístico;
- Medidas de custo: mão-de-obra direta e indireta, matéria-prima, custo unitário de produção, custo de estoques.

Erroneamente, estaleiros costumam adotar apenas índices pontuais, normalmente relacionados ao avanço físico, como *metros de arame/soldador*, inadequados para prover uma visão mais completa dos problemas enfrentados. São necessários índices globais (estaleiros e oficinas) e individuais.

Capacitação

O BSC divide a perspectiva de aprendizado e crescimento em três categorias:

- Capacidades dos funcionários;
- Capacidades dos sistemas de informação;
- Motivação, *empowerment*³⁵ e alinhamento.

Para a avaliação das capacidades dos funcionários, utilizam-se três medidas essenciais: satisfação, retenção e produtividade dos funcionários.

Os elementos de uma pesquisa de satisfação dos funcionários podem incluir reconhecimento pela realização de um bom trabalho, acesso a informações suficientes para o bom desempenho da função e qualidade do apoio administrativo, por exemplo.

³⁵ *Empowerment* diz respeito à autonomia e participação dos funcionários nas decisões, à proatividade dos funcionários.

Já o conceito que permeia o índice de retenção de funcionários é o de que a empresa está investindo em longo prazo com treinamentos e capacitações para seus empregados, e que quaisquer saídas indesejadas representarão uma perda de capital intelectual para a empresa.

A medida de produtividade dos funcionários mede o resultado do impacto agregado da elevação do nível de habilidade e do moral dos funcionários. Alguns indicadores que podem ser usados são: receita por funcionário, valor agregado por funcionário e receita por remuneração.

Quanto à infraestrutura tecnológica, avalia a capacidade dos sistemas de informação para receber, processar, e fornecer dados diversos. Exemplos de indicadores utilizados são:

- Indicador de cobertura de informações estratégicas: avalia a disponibilidade atual das informações relativamente às necessidades previstas;
- Percentual de processos que oferecem *feedback* em tempo;
- Percentual de funcionários que tem acesso direto às informações referentes às suas atividades.

Medidas referentes à motivação, *empowerment* e alinhamento, são, entre outras: número de sugestões por funcionário, número de sugestões implementadas, percentual de gerentes com metas pessoais alinhadas ao *scorecard*, percentual de funcionários com metas pessoais alinhadas ao *scorecard*, percentual dos funcionários de alcançaram as metas pessoais.

4.3.4 Controle de estoques³⁶

O estoque pode ser entendido como o acúmulo de material que está em espera para ser transformado ou transferido. A existência de problemas de estoque está associada ao aumento de custos (como de manutenção, da deterioração do produto, do capital imobilizado) e dificuldades operacionais de armazenagem e necessidade de espaço.

Os itens do estoque podem ser classificados como itens de demanda pontual ou como materiais demandados durante praticamente todo o processo produtivo.

Os insumos com demandas pontuais são, em geral, equipamentos específicos como motores, geradores e propulsores. Têm como característica o alto *lead-time* de entrega, devido à especificidade das peças para cada projeto e escassez de fornecedores, implicando em uma longa lista de espera.

Na segunda classificação, incluem-se materiais com demanda alta, flutuante e presente durante praticamente todo o processo construtivo, como chapas de aço, reforçadores, perfis, tubos e consumíveis de solda. São materiais que ainda serão processados e transformados durante a construção do navio. Esses insumos são padronizados, estando disponíveis no mercado conforme a necessidade do estaleiro, salvo eventuais flutuações.

Para planejar o estoque de natureza pontual utiliza-se um modelo ativo baseia-se no *lead-time* de entrega, nos períodos de revisão, nos estoques de segurança e na antecipação da demanda, que é fornecida pelo planejamento de produção. Já o modelo reativo é aplicável a materiais com padrão de consumo regular e de variabilidade conhecida. São interessantes para planejar a compra de materiais com alta demanda ou com baixo índice de previsibilidade. Nesse modelo, o reabastecimento do estoque é realizado quando um nível crítico é atingido. A realimentação pode ser feita ao nível máximo ou pela emissão de um lote fixo (ex. *kanban*).

³⁶ Este item se baseou no trabalho de Colin et al. (2007).

A Tabela 5 resume as principais características dos modelos de gerenciamento de estoques.

Tabela 5: Comparação dos modelos de gestão de estoque

	Modelo ativo	Modelo reativo
Demanda	Pontual ou customizada	Demanda alta, flutuante e presente durante praticamente todo o processo construtivo
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Itens sob encomenda • Materiais de uso regular com demanda unitária ou pequena • Exemplos: motores, geradores e propulsores 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais de uso regular com demanda pequena, média ou grande • Exemplos: chapas de aço, reforçadores, perfis, tubos e consumíveis de solda
Decisão de compra	Com base na previsibilidade da demanda e do lead-time de entrega	No instante do consumo
Gestão	Pode ser utilizado o MRP. A ferramenta utiliza a estrutura do produto e os tempos das etapas de montagem para gerar o plano mestre, definindo ordens de compras em função da produção esperada	<ul style="list-style-type: none"> • Ponto de pedido: ordem de compra é emitida quando o nível de estoque passa de um nível crítico • Ressuprimento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Emissão de um lote que leva a um limite máximo ○ Emissão de um lote fixo

Há alguns problemas típicos enfrentados pela gestão de estoques: o aumento descontrolado do estoque enquanto a linha produtiva mantém uma taxa constante de produção, a interrupção na produção por falta de material e a baixa rotatividade.

Em situações em que há variação inesperada da demanda do produto final, deve-se revisar as regras de compra. Isso ocorre, por exemplo, quando há aumento no número de cancelamentos de pedidos ou variação excessiva da quantidade a ser produzida.

Em um estaleiro, a gestão do estoque é uma mescla dos dois modelos apresentados, adequando cada um deles às características das demandas pelos insumos. Utiliza-se, portanto, o modelo ativo para a aquisição de materiais mais previsíveis, como motores e geradores, e o modelo reativo para

materiais de uso regular, como é o caso de chapas de aço e consumíveis de solda.

4.3.5 Sistemas de informação³⁷

Sistemas de Informação são ferramentas que auxiliam na organização e no acesso aos dados armazenados em uma empresa. Podem, por exemplo, conter *softwares* que facilitam a programação e o gerenciamento de projetos, e o módulo de *Material Requirements Planning* (MRP), que gera ordens de produção e compras.

Em geral, ferramentas de controle são menos utilizadas do que as de planejamento. Isso ocorre devido ao imenso trabalho exigido por essa tarefa, uma vez que cada alteração feita no projeto durante seu desenvolvimento exige que o sistema seja atualizado. No entanto, são altamente recomendadas para aumentar a capacidade de gestão da empresa.

Em função do grande volume de informações geradas, é imprescindível a existência de um sistema integrador, que congregue os bancos de dados disponíveis em cada *software* de gestão das áreas específicas do estaleiro como produção e finanças. Este sistema é conhecido como *Enterprise Resource Planning* (ERP).

Os ERPs são plataformas de *softwares* desenvolvidas para integrar diversos departamentos da empresa, viabilizando a automação e armazenamento das informações do negócio. Com o acesso às informações em tempo real, a tomada de decisões se torna muito mais dinâmica, sendo possível estabelecer um planejamento mais detalhado, realizar diversas análises e facilitar o controle das operações.

A Figura 29 apresenta a estrutura dos Sistemas de Informação que será analisada.

³⁷ Este item se baseou nos trabalhos de Colin e Pinto (2007), Colin et al. (2007), Godinho Filho (2004) e Fernandes e Godinho Filho (2010).

Figura 29: Estrutura dos Sistemas de Informação

A solução ERP se firmou na década de 90 valendo-se da evolução tecnológica das redes de comunicação entre computadores e também pelo barateamento dos hardwares. Com o passar do tempo, diversas ferramentas foram incorporadas ao programa, que hoje é oferecido em pacotes compostos por um programa central com um banco de dados que integra as informações dos diversos módulos, como:

- **Finanças:** gera relatórios financeiros e administrativos, permite o controle e documentação de todos os processos e transações financeiras da empresa³⁸;
- **Produção:** emite ordens de produção de acordo com a programação realizada;
- **Estoque:** monitora o nível de estoque, fornecendo informações para o controle de compras o planejamento da produção;
- **Compras e vendas:** auxilia o controle das compras e vendas, indicando a necessidade de aquisição de insumos produtivos em função dos níveis de estoque e planejamento da produção; e
- **Recursos humanos:** auxilia a decisão de quem contratar, de como alocar mão-de-obra e alinhar as habilidades de cada pessoa com os objetivos da empresa.

A adoção do sistema possibilita o aperfeiçoamento do processo produtivo, gerar e rearranjar ordens, alocar e realocar mão-de-obra e controlar processos

³⁸ Precisa estar adequado à moeda e legislação tributária do país

de compra e venda, além de provocar reduções no tempo de planejamento e uma potencial redução de custos.

A Figura 30 apresenta o *trade-off* típico para a adoção de um sistema ERP, expressando as vantagens e desvantagens da integração dos sistemas.

Figura 30: *Trade-off* para adoção de um sistema ERP

Embora cara, a implantação de um ERP é geralmente benéfica, principalmente para grandes estaleiros em que a gestão das diversas áreas torna-se demasiadamente complexa sem a adoção do sistema integrador.

Dos componentes do ERP merecem destaque aqueles ligados diretamente às atividades produtivas. Em geral, estes módulos (produção, estoque, compra e venda) são integrados em um único sistema, o *Material Requirements Planning* (MRP), e complementados por *softwares* de gerenciamento de documentos técnicos que fornecem os desenhos para a produção e as especificações das compras necessárias.

Podem ser utilizados *softwares* customizados ou comerciais. A maioria dos estaleiros analisados utiliza *softwares* desenvolvidos internamente, que realizam tarefas associadas à heurística de programação da produção. Isso

decorre principalmente da necessidade de implantação de algoritmos de planejamento nos programas de projeto já existentes e da necessária integração entre os sistemas de gestão empresarial. Sistemas customizados, apesar de oferecerem menos flexibilidade, são mais objetivos e sintéticos na abordagem dos problemas específicos de cada estaleiro.

Já a utilização de *softwares* comerciais é, em muitos casos, trabalhosa na inserção de dados e no tratamento de resultados. Por tais motivos, é comum que estaleiros utilizem *softwares* comerciais para o planejamento geral, mas desenvolvam seus próprios sistemas para a programação. Habitualmente, o aprimoramento contínuo de um sistema o transforma na própria ferramenta de programação. Em todos os casos em que isso ocorreu o processo foi longo não sendo viável em um período inferior a dez anos.

Exemplo: Mitsubishi Heavy Industries – Mates

O estaleiro japonês Mitsubishi utiliza um sistema que integra o projeto do navio e a programação da sua produção. O *software* é composto por quatro subsistemas: o Sistema de Projeto Inicial, o Sistema do Casco, o Sistema de *Outfitting* e o Sistema de Suporte à Produção, responsável pelo planejamento, como ilustrado na Figura 31.

Figura 31: Estrutura do Mates

O Sistema de Projeto Inicial gera o projeto básico do navio. Em função do acesso a um amplo banco de dados, a geração de diversos projetos básicos é rápida, e, a partir dessa amostragem, elege-se um projeto ótimo.

Em seguida, em função do projeto estabelecido, são detalhados o casco e o *outfitting* do navio. O acesso ao banco de dados do sistema com especificações de padrões permite que partes dessa etapa do projeto sejam geradas automaticamente.

Por último, o Sistema de Suporte à Produção recebe os dados de projeto e gera automaticamente cronogramas para as oficinas e ordens de produção para as máquinas automáticas, agilizando a programação da produção.

As vantagens desse sistema são a possibilidade de rápido planejamento da produção e aumento da precisão do planejamento, uma vez que as instruções de produção garantem maior homogeneidade dos índices de produção.

4.3.6 Cadeia de fornecedores³⁹

A cadeia de fornecedores tem papel importante na competitividade da indústria naval em um país. Não só é o elo que tem participado ativamente na estratégia de reorganização da produção, com destaque para a redução do número de fornecedores diretos nos estaleiros e exigência de fornecimento *just in time* de sistemas e blocos já pré-montados, como também é a principal indutora de novas tecnologias na indústria.

Se nas décadas passadas um estaleiro comprava matéria-prima e equipamentos para montar o navio, hoje, comprar pacotes de equipamentos e soluções completas tornou-se indispensável para reduzir o tempo de entrega dos navios e manter uma equipe reduzida nos estaleiros. Surge então uma complexa cadeia de fornecedores, que ao mesmo tempo em que envolve diversos países, favorece a criação de APLs (Arranjo Produtivo Local⁴⁰) como forma de facilitar a comunicação e o trabalho conjunto entre estaleiro e fornecedores.

Na indústria naval japonesa, assim como em outros segmentos industriais, observou-se o domínio de toda a cadeia. O índice de nacionalização de seus navios beira os 98%, e há ainda um grande volume de exportações. Na Coreia não é diferente: consegue-se até 90% de conteúdo nacional. Nesses países é forte o desenvolvimento compartilhado de projetos, e o fato de toda a cadeia de fornecedores se localizar no entorno dos estaleiros demonstra a importância da proximidade física.

Enquanto a China desponta como grande construtor naval, importando grande parte de seus insumos da Alemanha e do Japão, espera-se um aumento progressivo do conteúdo nacional devido à migração de diversos fabricantes para aquele país, buscando os benefícios da mão de obra barata e dos incentivos governamentais. A grande demanda por navios desse país é o

³⁹ Este item se baseou nos trabalhos de Favarin et al. (2008) e Bitzer e Hirschhausen (1997).

⁴⁰ Concentração de empresas relacionadas entre si, numa zona geográfica relativamente definida, que conformam um pólo produtivo especializado com vantagens competitivas.

principal fator de atração, apesar de obstáculos como a dispersão geográfica dos estaleiros e certa deficiência na logística interna.

Em todos os casos a proximidade física entre os estaleiros e seus fornecedores é fator determinante de competitividade. Segundo Bitzer e Hirschhausen (1997), as possibilidades de aglomeração e cooperação entre firmas, sobretudo em regiões produtivas no norte da Europa (tanto no ocidente, em especial, Alemanha e Escandinávia, quanto no oeste, Polônia e Rússia, sobretudo), foram cruciais para a sobrevivência de alguns estaleiros europeus.

Um exemplo expoente é o APL localizado na região de Sunmore e a noroeste da Noruega, onde estão instaladas diversas empresas e entidades do setor marítimo, com ênfase em *offshore*. A Noruega é o país líder mundial em construção de embarcações de apoio *offshore* e detém cerca de 25% desse mercado, seguido pela China, com 17%. Esse sucesso decorre da experiência acumulada desde os primórdios dessa indústria, dos índices de especialização adquiridos pelo alto volume de produção, do domínio de todas as tecnologias envolvidas no ciclo do produto, da presença de fornecedores capacitados com participação ativa no projeto e na construção e, finalmente, do desenvolvimento de APLs orientados às atividades colaborativas.

Figura 40: APL norueguês voltado a embarcações de apoio *offshore*

Muitos estaleiros têm aumentado a escala produtiva e através de uma estrutura terceirizada associada a um alto nível de padronização. Esta tendência está transformando paulatinamente a construção naval em uma indústria de montagem metal-mecânica apenas. Em consequência disto, as equipes responsáveis pela gestão dos fornecedores e pelos processos de planejamento ganham importância dentro dos estaleiros, na medida em que os sistemas de gerenciamento se tornam mais sofisticados.

O sucesso dessa mudança tem sido comprovado através dos ganhos expressivos de produtividade dos principais estaleiros mundiais nos últimos anos. No final dos anos 90, às vésperas de um novo ciclo de alta da indústria, o estaleiro norte-americano NASSCO⁴¹ concluiu a construção de uma série de 3 navios com 5 meses de antecedência. Esse resultado originou-se a partir da gestão por desempenho de sua cadeia de fornecedores. O estaleiro impôs aos seus fornecedores medidas de controle para o prazo de entrega dos equipamentos. Em média, 90% cumpriam os prazos de entrega depois de implantado o programa.

No caso da empresa japonesa Sumitomo, são estabelecidas metas anuais para o setor de compras e aquisições. Esta prática envolve diversas reuniões onde são definidos os objetivos da empresa, tais como a agilidade nas entregas, redução do nível de preços, aumento da geração interna de tecnologia, estreitamento das relações com fornecedores, avaliação dos valores alcançados, entre outros. Dessa forma, são capazes de verificar, ao fim de cada ano, os resultados obtidos de maneira mais clara e objetiva. Traçar metas e objetivos tangíveis permite quantificar os ganhos obtidos com cada prática adotada e avaliar sua evolução.

Nos principais estaleiros mundiais, metade da força de trabalho é terceirizada. Parte substituindo a mão de obra direta e parte realizando tarefas de

⁴¹ Estaleiro localizado na Baía de San Diego, na costa oeste. Funciona desde 1960 e é especializado na construção de navios comerciais (tanqueiros, ferries, porta-contêineres) e militares, realizando também a atividade de reparos.

montagem e comissionamento ⁴² sob responsabilidade dos fornecedores que respondem pelo *design*, materiais, peças ou equipamentos e a instalação, entregando um sistema completo pronto para funcionar. No caso dos estaleiros europeus, cerca de 70% do valor adicionado dos navios é diretamente montado pelos fornecedores ⁴³ (externamente ou na própria área do estaleiro).

Um caso especial é o de fornecedores dos sistemas de propulsão, sobretudo, motores e turbinas. Os sistemas de propulsão e geração de energia (inclusive motores auxiliares) representam, em média, cerca de 1/3 do valor monetário das compras de um navio, superando inclusive o valor de placas de aço e tubos. Dada a importância destes componentes, quase sempre a produção e a instalação destes equipamentos têm um maior grau de integração com os estaleiros.

O aumento no nível de terceirizações só é possível com o fornecimento de pacotes-padrão de sistemas, contando sempre com um intermediário que desenvolve a solução *turnkey* e responsabiliza-se pela instalação e suporte pós-venda. É comum na indústria naval ter dois níveis de fornecedores, como apresentado na figura a seguir:

Figura 41: Níveis hierárquicos de fornecedores

⁴² Entre a montagem e a operação comercial de um navio, há um conjunto de atividades que devem ser realizadas, com o objetivo de levar a embarcação ao regime normal de operação. Esta é a fase de comissionamento, que compreende as atividades de inspeções, testes, calibrações, partida, operação preliminar dos sistemas auxiliares e principais.

⁴³ Ver Bitzer e Hirschhausen, 1997.

Pode-se novamente citar o exemplo do estaleiro NASSCO, que terceirizou a confecção e instalação dos revestimentos de isolamento térmico e acústico do interior de suas embarcações. Esse serviço fica a cargo da empresa PCI, responsável pelo projeto, fabricação e montagem desse sistema. Na primeira fase da instalação, pinos de aço são posicionados nos blocos ainda em construção. Após a colocação desses blocos no navio, os empregados da PCI instalam as placas de revestimento do sistema de isolamento. Já a Sumitomo tem um acordo com empresas coreanas que lhes fornece toda a superestrutura pré-montada.

A decisão de quais processos e produtos devem ser realizados internamente e quais devem ser terceirizados é definida pelas empresas através de análises sobre as respectivas competências centrais e levantamento de possíveis sinergias. As avaliações geralmente são baseadas em critérios como redução de custos, efeitos da terceirização na alocação dos recursos, implicações na qualidade e no cronograma previamente estabelecido, geração de novas tecnologias, etc. Esta análise não se limita ao momento da decisão, mas avalia também os resultados no longo prazo e o impacto nas políticas internas da empresa.

O estaleiro italiano Fincantieri conduziu uma análise de suas competências centrais, incluindo a classificação por tipo de produto e levantamento das principais habilidades de seus empregados (abrangendo até o levantamento de suas idades e previsão da aposentadoria dos mesmos). Hoje a empresa mantém foco nas suas atividades de design, arquitetura naval, construção do casco e integração com consumidores, terceirizando as demais atividades, que correspondem a aproximadamente 40% dos custos.

De acordo com o tipo de serviço ou sistema terceirizado, as estratégias adotadas pelas empresas podem ser distintas. Isso leva a uma customização das relações que a empresa passa a ter com seus fornecedores, sem a adoção de um padrão rígido. A figura abaixo ilustra a matriz empregada pelo Fincantieri para classificar seus fornecedores.

Figura 42: Matriz de classificação de fornecedores (Fonte: FAVARIN et al. 2008)

Através destas classificações, a empresa identifica qual a melhor estratégia a ser adotada no relacionamento com cada fornecedor:

- **Fornecedores estratégicos:** Empresas específicas, escassas no mercado, cujos produtos e serviços respondem por uma grande parcela do valor do navio. São planejados cuidadosamente através de pesquisas de mercado e previsões e, principalmente, por alianças e parcerias de longo prazo inclusive no desenvolvimento tecnológico;
- **Fornecedores gargalos:** Também específicos e escassos no mercado, mas com impacto financeiro menor no valor do produto. As empresas geralmente são controladoras deste mercado. Nesses casos os estaleiros devem assegurar os volumes de compras por contratos, manter estoques de segurança e desenvolver planos secundários, incluindo incentivos ao desenvolvimento de novos fornecedores;
- **Fornecedores influentes:** o impacto no custo dos estaleiros é significativo, porém existem diversas empresas semelhantes. Na maior

parte dos casos as empresas estão sobre grande influência dos estaleiros, que mantêm o poder de barganha. Contratos de curto prazo garantem melhor negociação de preços e otimização no volume das encomendas;

- **Fornecedores não-críticos:** os produtos e serviços não apresentam elevados riscos e retornos ao estaleiro. Escolhem-se as empresas que apresentarem as maiores eficiência no processamento de pedidos.

Recentemente tem-se observado um estreitamento acentuado nas relações entre os estaleiros e os fornecedores classificados como estratégicos e gargalos. Essa prática teve origem na indústria japonesa, cuja mentalidade de negócios sempre favoreceu relacionamentos de longo prazo em uma cadeia.

Nessas alianças e parcerias estratégicas destacam-se as seguintes práticas:

- *Formação de equipes de clientes e fornecedores* com o intuito de melhorar a qualidade do produto e do processo. Fazem parte das atividades desenvolvidas conjuntamente a solução de problemas, o desenvolvimento do design, a eliminação de perdas e a criação de mapas tecnológicos;
- *Integração com fornecedores*, tratando-os como unidades individuais de negócios e envolvendo-os no projeto de novos navios e no planejamento do próprio estaleiro. É comum nestes casos a existência de sistemas de dados integrados que permitam o fluxo contínuo das informações. Desta forma reduzem-se tanto os atrasos de cronograma como os problemas de comunicação;
- *Treinamento de fornecedores* visando à integração e adaptação dos mesmos aos processos de trabalho e ferramentas utilizadas pelo cliente, como *softwares*. Intenta-se aprimorar a comunicação e desenvolver competências na cadeia⁴⁴;

⁴⁴ O Fincantieri oferece treinamento de CAD para fornecedores e a Odense possui um funcionário que trabalha em tempo integral com o treinamento de fornecedores para melhorar seus processos de qualidade

- *Criação de novos fornecedores*, para atender demandas específicas. Envolve o desenvolvimento de um projeto-piloto e o auxílio na capacitação das equipes de trabalho; e
- *Inventário controlado por fornecedores*, que gerenciam os estoques do estaleiro, sendo responsável por garantir certo nível mínimo para os mesmos, sem que haja necessidade de realizar pedidos. Isso pode ser feito através de visitas regulares dos fornecedores à empresa ou da utilização de sistemas como o *kanban*, pelo qual as encomendas são enviadas automaticamente quando o inventário detecta o nível crítico de estoque.

Outra iniciativa recente frente à alta generalizada dos preços dos equipamentos navais e sobretudo do aço, os estaleiros procuram realizar compras consolidadas em busca de melhores preços e do aumento nos prazos para pagamento. O Fincantieri também utiliza esse tipo de prática, associando-se a um grupo de estaleiros europeus que compra materiais em larga escala (EUROSHIP). Segundo divulgado, as reduções médias nos custos, em 1997, chegaram a 12% com perfis de aço, 13% com tubos de aço, 17% com cabos elétricos e 4,5% com âncoras e amarras.

4.4 Decisões em “Gestão de Recursos Humanos”

Ainda que todas as orientações à produção sejam explicitadas em um planejamento detalhado não se pode anular a imprevisibilidade inerente à atividade de montagem de estruturas complexas. Os imprevistos podem gerar atrasos no cronograma geral, custos adicionais elevação da não-conformidade dos produtos gerados, para mitigar estes efeitos deve-se, incentivar a autonomia das mesmas, capacitar as equipes de trabalho e propor um plano de recompensas que motive os trabalhadores.

Este item tratará dos aspectos citados, analisando separadamente cada um, e compondo o que pode ser chamado de estrutura de gestão de recursos humanos.

4.4.1 Organização das equipes de trabalho⁴⁵

A visão Clássica de especialização da mão-de-obra e ganhos de escala pela repetição é incompatível com a natureza das oficinas da Construção Naval. Essa visão teve origem em um período de transição da produção artesanal para a produção em massa com as linhas de produção seriada. São exemplos dessa visão o Taylorismo, que introduziu a metodologia científica na administração da produção, e o Fordismo, que estabeleceu a alocação dos operários em atividades fixas e repetitivas.

A visão Sociotécnica introduz o conceito de equipes autônomas de trabalho. A divisão do trabalho é realizada através da delegação de etapas inteiras para grupos de trabalhadores com maior nível de decisão, o que resulta, por parte dos funcionários, na percepção da importância global e do impacto de suas tarefas, e na maior interferência nos problemas identificados.

No chão de fábrica do estaleiro, os planos chegam incompletos, existem sobreposições de atividades, falhas inusitadas com certa frequência, faltam

⁴⁵ Este item se baseou nos trabalhos de Marx (1998) e Upton e Kim (1998).

peças, ajustes forçados são comuns e falta de comunicação entre as etapas subsequentes.

A imprevisibilidade e complexidade dos processos construtivos associados à necessidade de contínuo acompanhamento da produção para um controle eficaz da qualidade tornam a visão Sociotécnica a mais compatível com a natureza dos estaleiros.

Apesar de antagônicas as visões Clássica e Sociotécnica podem coexistir em uma mesma estrutura produtiva, sendo aplicadas aos processos que mais se adéquem. O surgimento de ambas é fruto de uma evolução das necessidades produtivas. Enquanto a Clássica introduz a idéia de divisão do trabalho no processo industrial, a Sociotécnica tenta preencher as lacunas decorrentes com a valorização do trabalho individual e não-padronizável.

Na visão Clássica, as fronteiras entre atividades são bem definidas resultando em um baixo nível de conhecimento dos processos por parte do operário, restringindo seu raio de ação. Há, portanto, a valorização do trabalho individual, inibindo o desenvolvimento de habilidades intelectuais em favorecimento aos ganhos pela repetição.

Melhorias e inovações são pensadas de fora do processo, o que, em alguns casos, limita o alcance das mesmas. Neste modelo, a maioria das inovações surge em um ambiente diferente daquele no qual a mesma será implementada, quem cria não é quem executa. A empresa torna-se dependente do ganho de produtividade através do domínio da técnica individual decorrente da repetição.

A divisão fixa do trabalho enrijece e infla a estrutura organizacional, forçando as informações a percorrerem um longo caminho e com ruído até os tomadores de decisão (do chefe da oficina, passando pelo supervisor, coordenador, gerente e até diretor). Ao se tratar da solução problemas que surgem aleatoriamente na produção, isto representa atraso na resposta e no cronograma e desperdício de recursos.

Com o objetivo de preencher as lacunas da visão Clássica, o trabalho de Marx (1998) mostrou a efetividade da adoção de grupos autônomos baseados na visão Sociotécnica.

Sob esta ótica, o relacionamento no ambiente de trabalho ganha importância. A instituição passa a dar mais atenção aos aspectos relacionados a motivação das equipes e a capacitação dos grupos para resolverem sozinhos os problemas típicos de suas atividades produtivas, além de incrementar o papel da liderança e comunicação.

A compatibilidade das entregas de cada uma das etapas é crucial para a fluidez do processo, que é atingida através da comunicação multilateral associada à presença de uma figura encarregada de acompanhar o processo produtivo e verificar a conformidade dos produtos gerados por uma determinada equipe.

A troca de informações ganha ainda mais importância quando analisados os mecanismos de aprendizado e difusão de inovações e melhorias. O intercâmbio de experiências como melhores práticas desenvolvidas e problemas encontrados em cada um dos grupos passa a ser uma forma de *benchmarking* interno. Ainda, a rotação de postos de trabalho permite um aprendizado multidisciplinar, e contribui para o domínio coletivo das atividades envolvidas, entretanto, não inviabiliza a existência de especialistas dentro dos grupos.

O poder de decisão de uma equipe pode variar em função do seu grau de autonomia e do alcance de sua autonomia entre as atividades de Produção, de RH e de Planejamento. A Figura 32 traz algumas decisões relacionadas ao grau de autonomia de uma equipe.

Figura 32: Decisões associadas ao grau de autonomia (Fonte: Adaptado de MARX, 1998)

A implantação de grupos autônomos ocorre em quatro fases: conscientização, treinamento, responsabilização e supervisão.

A etapa de conscientização consiste em comunicar aos funcionários a mudança na organização do trabalho, alinhando expectativas e esforços.

A segunda fase divide-se em treinamentos de cunho técnico e comportamental e é seguida pelo aumento gradual de responsabilidades (responsabilização), de forma a evitar o desestímulo pela sobrecarga de atividades.

A última etapa consiste na introdução de um novo modelo de supervisão. Diferentemente da visão Clássica, os responsáveis pelos grupos passam a ter menos influência e a desempenhar papel de coordenação e comunicação, sendo de sua responsabilidade controlar resultados e atender a demanda material e social da equipe. Os líderes e supervisores devem ser estabelecidos por aclamação do chão de fábrica, fazendo com que a aceitação dos demais funcionários seja elevada tornando o ambiente de trabalho colaborativo.

A reorganização da divisão do trabalho sugerida pela visão Sociotécnica modifica as atribuições dos trabalhadores de nível operacional, a seguir destacam-se as principais tarefas de cada tipo de cargo do chão de fábrica:

- Operários: devem ser mais pró-ativos, dado que a definição das atividades a serem desenvolvidas parte do grupo;
- Supervisores: ficam responsáveis pela identificação de conhecimento para novos projetos e objetivos para o seu grupo; e
- Gerentes: passam a avaliar como cada grupo pode melhor ajudar na produção, avaliando as equipes de tal forma a identificar qual possui melhor desempenho em cada um dos diferentes casos.

Nos estaleiros as etapas produtivas são constituídas por um grande número de atividades dependentes e processos pouco padronizados, a visão Sociotécnica permite melhor gestão do capital humano ao levar a decisão para onde o problema ocorre e responsabilizar as equipes operacionais por custos atrasos e produtividade.

Exemplo: a programação da produção no chão de fábrica – o caso do cronograma dinâmico da Daewoo

O estaleiro coreano Daewoo observou que um sistema rígido de controle requeria um planejamento detalhado de todas as atividades, o que enrijecia o processo de melhoria contínua. Por mais completo que seja o cronograma planejado, eventos imprevisíveis acontecem, e um pequeno desvio do processo de produção resulta em um efeito cascata para toda a linha.

Por esse motivo, com o objetivo de tornar a produção mais flexível e dinâmica, em 1994, a empresa adotou uma metodologia de programação que transferia o poder de alocar recursos de curto prazo dos programadores para os responsáveis no chão de fábrica, e dotava-os de certa autonomia no encaminhamento de soluções aos problemas identificados.

A solução encontrada foi distribuir às oficinas um planejamento da ordem de 1 ou 2 meses, com datas de entrega, junto ao detalhamento do plano de trabalho, que continha a programação de cada atividade. As atividades eram realizadas por pequenos grupos de trabalho, com 10 a 15 pessoas, lideradas

por um supervisor, que recebia um cronograma mensal, com metas de produção a serem cumpridas. O detalhamento dessas atividades e como se cumpririam essas metas foram deixados sob sua responsabilidade.

Para montar a programação, eram feitas duas reuniões por semana com toda a equipe. Na primeira, às segundas-feiras, o supervisor detalhava a execução dessas tarefas e ao final da semana, eram avaliados o andamento do planejamento, verificando-se se os objetivos definidos no começo da semana haviam sido atingidos.

Se a meta fosse atingida, o plano para a semana seguinte era seguido como previsto. Caso contrário, o desvio do cronograma precisaria ser absorvido pelo grupo e o atraso se tornava um problema de toda a equipe. Na maioria dos casos, a própria equipe era capaz de ajustar as atividades da semana seguinte para compensar o atraso, com a possibilidade de recorrência ao uso de horas extras.

A gestão da produção somente era envolvida caso o problema não pudesse ser contornado internamente. O atraso era, então, compensado com a distribuição de tarefas para outras equipes. Se nem assim o problema fosse resolvido, o cronograma geral passaria por uma revisão.

Um dos problemas solucionados foi a ausência de programação para o uso das máquinas de corte, que resultava em uma demanda desigual de trabalho por estação e dispersão das peças de um mesmo bloco estrutural. Decidiu-se então, realizar todos os cortes de um mesmo bloco em uma única baia, reduzindo demandas desiguais e tempos de coleta de peças. Essa alternativa, porém, exigia maior flexibilidade operacional e conhecimento do processo, somente possível na nova configuração com maior autonomia.

Ao adotar esta abordagem o Daewoo pretendia capacitar os operários a melhor identificar os gargalos e entraves, reduzindo as incertezas associadas à programação e maior agilidade nas respostas aos problemas. Além disso, a adoção desse modelo implicaria na necessidade de haver trabalho em equipe, o que possibilitaria a disseminação de conhecimento tácito ao ter mão-de-obra

sênior treinando funcionários com pouca experiência durante a realização de tarefas.

Como resultado global, verificou-se uma diminuição significativa dos atrasos e um aumento da produtividade.

4.4.2 Treinamento⁴⁶

O treinamento é um processo de transmissão de aprendizado pelo qual se gera desenvolvimento intelectual e mudanças comportamentais. Consiste em uma forma de apresentar conceitos, idéias e experiências para os funcionários, elevando a produtividade dos mesmos e adaptando-os às atividades designadas, eliminando o longo período de aprendizado empírico pela tentativa e erro.

Podem ser classificados quanto a seus objetivos, vetores de promoção e formato do conhecimento transmitido.

Analisando seus objetivos, os treinamentos podem ser divididos em quatro classes: integração, gerencial, técnico-operacional e comportamental.

- O treinamento de integração objetiva a adaptação das pessoas à organização;
- O gerencial procura desenvolver a competência administrativa e comportamental dos funcionários;
- O técnico-operacional busca a capacitação para o desempenho de tarefas específicas. Consiste em transmitir informações sobre as atividades, habilidades e técnicas relacionadas a cada cargo; e
- O treinamento comportamental envolve a solução de problemas de interrelações pessoais. O foco é dado ao desenvolvimento de atitudes pró-ativas e inovadoras, salientando a importância do trabalho em equipe e a resolução de problemas no âmbito interno.

⁴⁶ Este item se baseou em diversas publicações do SENAI e PROMINP, em Upton e Kim (1998), e em relatos de entrevista com o EAS.

Quando ao vetor de promoção, os treinamentos podem ser classificados em três: oferecidos pelo sistema de ensino público, pelas entidades setoriais, que reúnem indústrias de um mesmo segmento, e pela própria empresa.

O sistema de ensino público tem por foco a educação básica. Este tipo de conhecimento não está diretamente ligado às atividades realizadas no estaleiro, porém é de crucial importância para a assimilação de técnicas e conceitos associados à produção. Em geral, são oferecidos reforços e nivelamentos escolares, assim como alguns cursos técnicos, a exemplo dos oferecidos através do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de P&G (PROMINP).

As entidades setoriais objetivam a geração e difusão de conhecimento aplicado ao desenvolvimento industrial. Um exemplo de instituição com esse enfoque é o SENAI, que apóia 28 áreas industriais por meio da formação de recursos humanos e da prestação de serviços de assistência.

Os treinamentos realizados pelo estaleiro são, em geral, voltados à especialização da mão-de-obra, tanto na área técnica, quanto na comportamental. Aproveita-se, em algumas áreas, a experiência adquirida de forma empírica dos funcionários mais antigos, visando a transmissão do conhecimento acumulado dentro do próprio estaleiro. São comuns temas como técnicas de melhoria da qualidade do trabalho, motivação e cursos relacionados a *softwares*.

Em função do formato das informações transmitidas, os treinamentos podem ser agrupados como: aqueles que se baseiam em conhecimentos formalizados e os que se valem do formato tácito.

O conhecimento formal é aquele presente em livros e manuais, que pode ser mantido nas raízes da empresa por muitas gerações. Os treinamentos que envolvem este tipo de conhecimento são largamente conhecidos e empregados na indústria naval como, por exemplo, os que abordam técnicas de soldagem e os de segurança no trabalho que disponibilizam material didático.

Já o conhecimento tácito é de difícil extração e manipulação. Está contido na experiência dos trabalhadores e não pode ser transcrito facilmente, sendo

exercido na ação, na prática. Os treinamentos que envolvem este tipo de conhecimento são realizados *on the job*, entre os trabalhadores.

A escolha do tipo de treinamento é condicionada ao nível de complexidade das informações que se quer transmitir, ao conhecimento prévio do público-alvo e aos resultados almejados. Para os estaleiros brasileiros, é indicada a adoção de um sistema de educação continuada apoiado em parcerias com o poder público.

Indica-se a criação de um sistema formado por dois módulos: o primeiro com o objetivo associado à preparação inicial das pessoas aos seus cargos; no segundo módulo os treinamentos buscam maximizar o desempenho nas funções designadas, objetivando a criação de grupos produtivos, criativos e inovadores, incentivando a melhoria contínua.

Exemplo: o caso de treinamentos realizados no estaleiro Daewoo

O estaleiro Daewoo faz uso intensivo de treinamentos voltados para grupos semi-autônomos. Com foco nos funcionários do chão de fábrica, o estaleiro adotou o modelo de treinamento voltado para pequenas equipes que contempla temas como motivação e comprometimento, técnicas de melhoria da qualidade e segurança no trabalho.

Os instrutores são preferencialmente funcionários mais experientes da empresa. Estes são enviados para entidades externas para aquisição do conhecimento repassando-o ao restante dos funcionários por meio de treinamento *on the job*.

Exemplo: estrutura de treinamento no Estaleiro Atlântico Sul

No EAS foram criadas quatro frentes de treinamento: processos produtivos, baixa gerência, média e alta gerência; e funções específicas. Esta segmentação originou-se da necessidade de formação de mão-de-obra

especializada na região para suprir os diversos níveis da estrutura do estaleiro recém instalado.

Na primeira frente, para os processos produtivos, criou-se um grande programa de formação de mão-de-obra com quatro etapas:

- Inscrição pela Agência do Trabalho e realização de prova de português e matemática, sendo pré-requisitos a 4ª série do ensino fundamental e ser morador dos municípios ao redor do estaleiro;
- Início da capacitação para os aprovados através de um curso de nivelamento de português e matemática com duração de 2 meses;
- Formação técnica básica no SENAI, com duração de 2 meses, ensino de conceitos de QSMS⁴⁷ e comportamento, e aulas práticas de soldagem; e
- Formação profissional com aprofundamento das aulas práticas com instrutores do próprio estaleiro, duração de 4 meses.

Este programa já foi finalizado e um novo formato está sendo concebido, para alunos entre a 8ª série do fundamental e 3º ano do médio, sem as etapas de nivelamento, entrando direto na formação técnica.

Como incentivo à permanência, está sendo construída uma vila operária para os funcionários, os quais após um período de 10 anos de serviços ao EAS ganharão a escritura da casa. Isso é de vital importância para reter a mão-de-obra formada, visto que os empreendimentos da região (como a refinaria Abreu e Lima e a fábrica da Fiat) podem criar incentivos imediatistas para atrair estes funcionários.

Na segunda frente, para formação da baixa gerência (supervisores, inspetores e engenheiros), está em fase de implantação um programa intitulado “Talento Jovem” que irá recrutar e treinar mão-de-obra de faculdades e centros técnicos da região. Os alunos terão módulos voltados à Construção Naval já na faculdade, em seguida vão passar por um processo seletivo para se tornarem

⁴⁷ QSMS: Qualidade, Segurança, Meio ambiente e Saúde

estagiários do estaleiro e após 6 meses sofrerão uma avaliação para serem contratados.

Para a alta gerência, houve uma fase inicial em que um grupo de 25 funcionários realizou visitas ao Samsung Heavy Industries, na Coreia, para observar os processos e receber treinamentos. Isto foi fundamental para que o EAS pudesse absorver as tecnologias e as práticas de gestão do estaleiro coreano. Também foram oferecidos módulos com foco em alinhamento e planejamento estratégico, gestão de projetos e cultura de segurança.

Na frente de treinamento de funções específicas, pode-se citar o treinamento das equipes de PCP, utilização e implantação do *software* adquirido.

4.4.3 Motivação, sistema de remuneração e plano de carreira⁴⁸

A motivação consiste na força propulsora das ações humanas. Depende fundamentalmente do grau de contribuição de um determinado comportamento para àquela pessoa alcançar seu objetivo, e da relevância desse objetivo para ela.

Pode ser interna ou externa à pessoa. A primeira categoria se subdivide em dois componentes: interna individual, baseada em quão agradável a tarefa é para a pessoa, e interna normativa, relacionada ao grau de alinhamento entre as normas e valores de cada pessoa e as da empresa.

A motivação interna individual é relacionada ao desejo de participar de atividades agradáveis e que aumentem o conhecimento do indivíduo. Seu impacto depende da relevância dada pela pessoa à participação de atividades com essas características. É resultado do quão agradável a tarefa é para o indivíduo e também de como a tarefa é vista dentro da empresa, podendo ser a ela atrelado um contexto positivo ou negativo. Pode ser influenciada através da alteração do contexto e da mudança do modo como a tarefa é realizada.

A motivação interna normativa refere-se ao desejo de se engajar em atividades que estejam de acordo com as normas e valores da pessoa. O impacto, portanto, é proporcional ao grau de identificação com as normas e valores da empresa, como oportunidades de desenvolvimento pessoal oferecidas e o ambiente de trabalho. Pode ser influenciada por atividades de socialização, como eventos e treinamentos, para aumentar a identificação entre os funcionários e a empresa.

A motivação externa é movida pelo objetivo de obter recompensas ou resultados exteriores, como dinheiro, poder e reconhecimento. Seu impacto é intimamente ligado ao sistema de recompensa existente. Quanto maior a relevância da recompensa para o indivíduo, maior será o impacto na motivação. O poder e reconhecimento estão associados a um sistema de remuneração e plano de carreira.

⁴⁸ Este item se baseou nos trabalhos de Hipólito (2000), Dutra (2002), Gottschalg e Zollo (2007), França (2007) e Schein (2009).

A Tabela 6 resume as características de cada natureza de motivação.

Tabela 6: Quadro resumo das características das naturezas de motivação (Fonte: GOTTSCHALG e ZOLLO, 2007)

Natureza da motivação	O que motiva a pessoa?	O que influencia na motivação?	O impacto na motivação é proporcional a que?	Exemplos de ferramentas que podem criar alinhamento de interesse
Interna individual	O desejo de participar de atividades agradáveis e que aumentem o conhecimento	Características e contexto da tarefa	Participação em atividades de socialização, ambiente de trabalho receptivo e desenvolvimento pessoal	Alteração do contexto e do modo como a tarefa é realizada
Interna normativa	O desejo de estar de acordo com as normas e valores da organização	O grau de congruência entre o comportamento e as normas e valores	O grau de identificação do indivíduo com a organização	Atividades de socialização
Externa	O desejo de obter recompensas financeiras, poder ou reconhecimento	Mecanismos de recompensa	A utilidade da recompensa para o indivíduo	Sistema de recompensa e plano de carreira

O modo como o trabalho é realizado, as atividades de socialização e o sistema de recompensa são ferramentas interligadas e complementares na influência da motivação. Devem ser trabalhadas simultaneamente a fim de gerar um nível máximo de alinhamento de interesses entre empresa e funcionários.

Para a construção naval, a adoção de equipes de trabalho autônomas com participação ativa dos funcionários e a estruturação de um plano de carreiras que garanta estabilidade e crescimento profissional são as medidas de maior impacto a serem adotadas.

Adiante serão discutidos os mecanismos de motivação externa, associadas ao plano de carreira e sistema de remuneração.

Plano de carreiras

O plano de carreiras deve ser projetado pela empresa de modo que um conjunto de competências necessárias para o desenvolvimento da empresa seja acumulado ao longo de sua existência. A estrutura de carreira resultante motiva o funcionário na medida em que são explicitadas as oportunidades de crescimento e por dar uma sensação de estabilidade ao se conhecer o caminho a ser percorrido dentro da empresa.

O sistema para gerir carreiras se subdivide em três partes: os princípios, a estrutura de carreira e os instrumentos de gestão da carreira. Deve estar assentado em princípios que representam os compromissos acordados entre a empresa e os funcionários. A estrutura de carreira torna o sistema concreto, palpável, ao definir a sucessão de posições e seus requisitos de acesso.

Uma carreira está atrelada à evolução dentro de um eixo de atividades complementares e que definem um processo. Esses eixos podem ser categorizados pela sua natureza em operacionais, profissionais e gerenciais.

As atividades operacionais são carreiras vinculadas às atividades-fins de uma empresa e a atividades manuais, como por exemplo, as ocupações de soldador e caldeireiro.

No eixo profissional são alocadas carreiras que exigem atividades específicas e que, por tal motivo, são geralmente desempenhadas por técnicos ou pessoas com formação superior, como contadores, administradores e engenheiros.

No gerencial estão aquelas ligadas às atividades de gestão da empresa. Normalmente são pessoas oriundas das duas outras categorias e que demonstraram aptidão e vocação para a carreira gerencial.

Para montar a estrutura de carreira, a cada um dos eixos são associados conjuntos próprios de competências necessárias para que a empresa se mantenha competitiva no longo prazo. São definidas a partir das estratégias, objetivos e valores organizacionais da empresa. Competência pode ser entendida como a capacidade de um indivíduo de agregar valor para a empresa, sendo resultado de como consegue mobilizar seu repertório de conhecimentos, habilidades, experiências e compreensão sobre as demandas do contexto onde se insere. Recomenda-se que para cada eixo seja definido um número não muito grande de competências, pois o processo de avaliação pode tornar-se trabalhoso e desinteressante para os gestores e os funcionários.

À carreira de gerência, por exemplo, podem ser associadas às seguintes competências: comunicação eficaz, atuação em equipe, capacidade de

inovação, capacidade de desenvolvimento, orientação ao negócio e à estratégia organizacional, gestão de recursos e capacidade de análise.

As competências relacionadas a cada eixo devem ser descritas com relação a um mesmo número de níveis de complexidade, de forma que em cada nível a complexidade equivalente das competências deve ser o mesmo. Os níveis precisam ser claramente identificáveis, sendo necessário estabelecer requisitos de acesso, atribuições e responsabilidades.

Esse procedimento é realizado para todas as carreiras. A estrutura de carreiras da empresa é então projetada de forma que os níveis de complexidade dos diferentes eixos são comparados e, aqueles que tiveram a mesma complexidade, são alinhados. Como consequência, o primeiro nível de complexidade de um determinado eixo não necessariamente coincide com o de outro eixo.

A migração entre eixos distintos apresenta grandes dificuldades, enquanto que a mobilidade dentro de um mesmo eixo se dá de forma mais natural. Isso acontece devido às diferentes competências exigidas em cada carreira. Por tal motivo, é de extrema importância que sejam estabelecidos com precisão critérios de mudança entre carreiras de naturezas diferentes e entre quais níveis dos diferentes eixos elas podem ser feitas.

A metodologia de estruturação de um plano de carreira se encontra resumida na Figura 33.

Figura 33: Metodologia de estruturação do plano de carreira (Fonte: DUTRA, 2002)

A progressão no plano de carreiras pode acontecer de duas formas: horizontal ou verticalmente.

A progressão horizontal pode ser vista como forma de reconhecimento da aquisição de experiência e maturidade profissional num mesmo nível de complexidade. Se em algumas competências determinado funcionário estiver enquadrado em níveis superiores ao que ele se encaixa, é sinal de que ele se encontra em processo de desenvolvimento horizontal.

Já a evolução vertical (progressão do funcionário a faixas salariais maiores), exige que o funcionário passe a exercer atribuições mais complexas e possua requisitos mínimos necessários a essa movimentação.

Se o sistema for bem administrado, os profissionais em posições mais avançadas na escala horizontal serão os candidatos mais prováveis à evolução vertical, como por exemplo a evolução de mais experientes soldadores para o cargo de supervisor.

Sistemas de remuneração

A administração da remuneração sempre foi considerada questão de crítica importância para a eficiência organizacional, não apenas por estar relacionada à motivação, mas também por estar vinculada à fidelidade do trabalhador à empresa, ou seja, à capacidade da empresa de reter mão-de-obra qualificada.

A remuneração pode ser dividida em dois componentes: a remuneração fixa e a variável, podendo a última ser distribuída aos funcionários em três planos: individual, em grupo ou organizacional.

A remuneração fixa inclui o salário e benefícios, e a remuneração variável pode ser dividida em remuneração de longo e de curto prazo, como mostrado na Tabela 7.

Tabela 7: Tipos de remuneração (Fonte: HIPOLITO, 2000)

Remuneração fixa	Salário: definido conforme o “valor dos profissionais para a organização”, considerando-se política salarial, mercado de trabalho, legislação, condições financeiras da empresa/setor de atividades, etc
	Benefícios: assistência médica, seguro de vida, auxílio-transporte/alimentação, clube, etc
Remuneração variável	Longo prazo: participação acionária
	Curto prazo: pagamento por proporção de peças produzidas, remuneração por resultados e participação nos lucros da empresa

Sobre a remuneração fixa, o salário geralmente representa o principal componente do mix de remuneração oferecido pela empresa. A maior dificuldade de definir essa parcela da recompensa está na escolha de critérios que efetivamente diferenciem os trabalhadores conforme sua contribuição para a empresa.

O sistema tradicional de definição do salário consiste em atrelar o valor do funcionário a seu cargo. O que se observa atualmente é a transição desse sistema para sistemas de remuneração alternativos, como o sistema de remuneração por habilidades e o sistema por competência.

A habilidade é a capacidade, a aptidão que um indivíduo adquire com treinamentos ou com experiências em seu dia a dia. Já a competência, como foi dito anteriormente, pode ser entendida como a capacidade de produção e as características da pessoa que podem ajudá-la a entregar suas tarefas com maior facilidade.

Na técnica tradicional, um critério que pode ser utilizado para definir o salário é o conceito de equidade, tanto externo quanto interno. Para determinar o salário tendo como padrão o conceito de equidade externa, geralmente faz-se uso de pesquisas salariais. As empresas que têm como referência os padrões internos de equidade estão preocupadas em garantir aos funcionários um ambiente de segurança e justiça. Vale ressaltar que o segundo é mais importante do que o primeiro, dado que a sensação de injustiça é mais danosa do que a inadequação da recompensa em relação ao mercado.

As pequenas variações existentes no salário de um mesmo cargo determinado pelo sistema tradicional se devem ao nível de maturidade do funcionário, tempo de atuação na empresa, conjunto de conhecimento e habilidades entre outros fatores.

Enquanto a atuação do indivíduo limitou-se à descrição do cargo, esse modelo foi considerado válido. No entanto, devido ao dinamismo atual, a ação do funcionário dentro da empresa ganhou variabilidade ao ser influenciada pelas necessidades organizacionais e pelo nível de competência do próprio profissional. Os profissionais passaram a ser utilizados de forma mais flexível, tendo mais autonomia, responsabilidade e poder decisório. As organizações deixaram, então, de mensurar o valor do funcionário pelo seu cargo e passaram a focar no indivíduo.

O sistema de pagamentos por habilidades surge como uma alternativa ao sistema baseado em cargos. Os funcionários passam a ser pagos pela quantidade, tipo e domínio que apresentam das habilidades adquiridas relacionadas às tarefas que devem cumprir. Valoriza-se, assim, o nível de capacitação dos profissionais em detrimento da rigidez da estrutura hierárquica.

Sua aplicação, no entanto, restringe-se a posições operacionais, em que é próxima a relação entre a habilidade e a obtenção de resultados. A dificuldade de se aplicar o método a outras posições organizacionais se deve à falta e garantia de que as habilidades recompensadas reflitam o valor agregado à organização.

Tendo em vista as limitações do modelo baseado em habilidades, criou-se o sistema de remuneração por competências. Introduzindo a utilização de um conjunto de formas de medição de agregação de valor baseado na complexidade do cargo para determinar a remuneração.

Com base na estrutura de carreira, dentro de cada eixo, constroem-se faixas salariais para cada nível de complexidade. As faixas estabelecidas, normalmente largas, com amplitude variando entre 75% e 100%⁴⁹, são referentes à evolução horizontal.

O modelo de remuneração por competência é resumido na Figura 34.

⁴⁹ A amplitude salarial é calculada pela fórmula $[(\text{teto faixa salarial} / \text{valor inicial da faixa}) - 1]$ representando o quanto (percentualmente) o extremo superior da faixa é maior que seu ponto inicial

Figura 34: Metodologia de estruturação de um sistema de remuneração por competência
(Fonte: Adaptado de DUTRA, 2002)

A seguir, a Tabela 8 mostra um quadro comparativo dessas três técnicas de administração salarial.

Tabela 8: Comparativo das diferentes técnicas de administração salarial Fonte: Adaptado de HIPOLITO, 2000)

	Centrado em cargos	Centrado em habilidades	Centrado em competências
Estrutura de pagamento	Baseada na performance de um cargo	Baseada nas habilidades possuídas pelo funcionário	Baseada nos conceitos de complexidade associado às competências
Foco gerencial	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo determina o salário • Funcionário é associado a um cargo 	<ul style="list-style-type: none"> • Emprego determina o salário • Emprego é associado ao número, tipo e profundidade das habilidades adquiridas 	O grau de complexidade das atividades determina o salário
Foco do empregado	Promoção de cargo é almejada para alcançar um nível de pagamento maior	A aquisição de habilidades é almejada para alcançar um nível de pagamento maior	O aprimoramento de competências é almejada para alcançar um nível de pagamento maior
Procedimentos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> • Mensura-se o conteúdo do cargo • Valor do cargo 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensura-se habilidades • Valor das habilidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensuram-se as competências e requisitos de acesso
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • A objetividade do sistema ao avaliar cargos e não pessoas dificulta a determinação de remunerações por processos discriminatórios (em função de gênero, raça, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta a motivação para adquirir novas habilidades • Estímulo à multifuncionalidade e flexibilidade da força de trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior envolvimento das pessoas com a organização, conciliando expectativas de crescimento e desenvolvimento da pessoa e da empresa • Possibilidade de acompanhar o desenvolvimento do funcionário
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz a amplitude de ação de indivíduos e grupos • Inibe a criatividade e o espírito empreendedor • Promove a obediência a normas e regulamentos e não a orientação para resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de estabelecer quanto vale cada habilidade • A aplicação se restringe a posições operacionais • Dificuldade em utilizar o conceito para posições técnico/gerenciais 	<ul style="list-style-type: none"> • Implica na revisão de padrões comportamentais e políticos da empresa

Com relação à remuneração variável, a de longo prazo corresponde à participação acionária, e a de curto prazo ao pagamento por proporção de

peças produzidas, à remuneração por resultados ou à participação nos lucros da empresa.

A participação acionária tem como principal vantagem não implicar desembolso de caixa para a empresa ao oferecer sua co-propriedade. As principais formas de participação acionária são distribuição de ações, venda e opção de compra. Na primeira, a forma mais tradicional, as ações são distribuídas entre os funcionários. Na segunda, os funcionários têm direito à compra de um número limitado de ações a condições especiais de pagamento. Na última, os funcionários têm direito à compra de ações a um preço fixado numa data futura.

O pagamento por proporção de peças é um sistema em que o trabalhador recebe uma quantia fixa por cada produto produzido (na área de produção) ou vendido (na área comercial). Já a remuneração por resultados vincula o pagamento ao atendimento de metas previamente negociadas entre empresas e funcionários.

A participação nos lucros é o tipo de remuneração que tem o menor papel motivador do desempenho. Como os resultados globais da empresa sofrem interferências fora do controle de seus membros, o vínculo entre ação individual ou coletiva e recompensa nem sempre é claro.

Com relação aos planos em que a remuneração variável pode ser realizada, a remuneração pelo plano individual exige da empresa treinamentos e um sistema que calcule estimativas de desempenho. Além disso, é necessário que cada funcionário estipule objetivos para sua produtividade, devendo ser possível que ele tenha controle de sua produção.

Esse critério, ao contrário da remuneração no plano das equipes, não é indicado quando o objetivo é aumentar a produtividade através do trabalho em equipe, da cooperação e do compartilhamento de conhecimento tácito.

A remuneração por equipes é apropriada quando os papéis ocupados pelo funcionário são flexíveis e quando o desempenho esperado depende mais do grupo do que da produtividade individual.

A Tabela 9 mostra as comparações entre os planos de remuneração variável.

Tabela 9: Características dos planos de remuneração variável (Fonte: FRANÇA, 2007)

Plano	Vantagens	Desvantagens	Tipo de remuneração recomendado
Individual	<ul style="list-style-type: none"> • Grande impacto motivacional • Controla custos • Alta objetividade (regras e padrões são claramente transmitidos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer planejamento (adequação da relação desempenho-recompensas) • Negligencia aspectos não ligados aos incentivos • Pode promover competição no interior das equipes 	<ul style="list-style-type: none"> • Por resultado • Por proporção de peças produzidas
Em grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Incentiva a cooperação entre os membros da equipe • Razoável impacto motivacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Os dois primeiros tópicos da célula acima • Acomodação de alguns membros da equipe, sobrecarregando os demais 	<ul style="list-style-type: none"> • Por resultado
Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Incentiva a identificação com a empresa • Estimula a cooperação na empresa toda • Objetividade 	<ul style="list-style-type: none"> • Acomodação da pessoas ou setores • Falta de poder motivacional • A fórmula de compensação pode ser de difícil entendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Participação nos lucros • Participação acionária

Na maioria das empresas, incluindo-se estaleiro, os três tipos de planos de remuneração variável são utilizados. Ambos são tratados como fatores multiplicativos ponderados, com a participação variando de acordo com a posição do funcionário na estrutura da empresa.

Na base da pirâmide, a remuneração variável dos operários é composta em maior parte pelo desempenho individual, seguido do coletivo e organizacional. No nível de diretoria, os resultados organizacionais representam a maior parcela da remuneração, isto se deve a atribuição de responsabilidade, que recai sobre os tomadores de decisão.

4.5 Decisões em “Desenvolvimento Tecnológico”

A evolução da capacidade técnica de um estaleiro é condicionada à ação dos departamentos de Engenharia e P&D. São os responsáveis por implementar melhorias na fabricação e no projeto, modernizar processos, solucionar problemas construtivos e buscar o aumento da eficiência dos ativos e da mão de obra.

Historicamente, estaleiros que empreenderam esforços para alavancar os ganhos de produtividade e ampliar seus portfólios (produzindo navios mais sofisticados) obtiveram maior êxito em sobreviver às crises cíclicas do setor e superar seus concorrentes. Ilustram este sucesso os estaleiros japoneses com a padronização de projetos e a construção em módulos na década de 70, e o acabamento avançado na década de 80; assim como os estaleiros coreanos com a automação de processos e aumento do giro de dique com o uso de mega blocos na década de 90.

Hoje, diferenciar-se dos estaleiros líderes ou concorrer com os muito baixos preços chineses requer abolir o amadorismo na abordagem aos problemas tecnológicos. Somente o objetivo de empreender saltos significativos na trajetória tecnológica conduzirá o sistema de produção a um nível de eficiência que permita competir nesse mercado de grandes conglomerados tradicionais com enorme escala produtiva e de rápida ascensão dos chineses.

A inovação pode ser definida como o conjunto de práticas orientadas a renovação contínua do portfólio e melhoria dos processos produtivos ⁵⁰. Pode ocorrer segundo dois modos: com predominância de conhecimento científico e explícito⁵¹, no laboratório de P&D, ou com predominância de conhecimento tácito⁵², no Departamento de Engenharia. (JENSEN et al.,2007).

⁵⁰ Davila, Epstein, & Shelton (2007)

⁵¹ O conhecimento explícito é codificado, disponível em um meio formal, como por exemplo, os artigos científicos (ciência), patentes (tecnologia) e os manuais.

⁵² O conhecimento tácito é aquele cotidiano, não sujeito a codificação, e transferido de uma pessoa a outra através de comunicação informal, como o ensino em comunidades práticas e o treinamento “on the job”. Apesar de formas distintas do conhecimento, ambos co-existem e interagem. Um manual de um processo não tem utilidade para um trabalhador sem instrução prévia, da mesma forma que um artigo científico não pode ser absorvido por um acadêmico sem a compreensão inicial dos conceitos e linguagem.

A existência destes dois modos coloca à empresa o desafio de implementar estratégias específicas voltadas ao acúmulo e compartilhamento de conhecimento. Envolve também definir os canais de absorção de conhecimento externo (de redes de colaboração, de universidades, e até de outras empresas). No que tange à comunicação, codificar conhecimento não é a única forma de socialização. Sistemas de ensino e treinamento servem como mecanismos de transferência de conhecimento personificado. A mobilidade de mão-de-obra também atua na transferência de conhecimento. Pode ser potencializada pela criação de mecanismos específicos para troca de experiências, interação de funcionários e trabalhos em equipe.

A implementação eficiente de ambos os modos exige uma gestão do conhecimento complexa, pois as linguagens de ambos os modos são distintas e precisam ser combinadas para a produção de inovações com maior taxa de sucesso. Esta gestão deve ser dividida entre o Departamento de Engenharia e o Departamento de P&D, responsáveis pelos modos tácito e explícito, respectivamente.

4.5.1 P&D⁵³

O P&D é o setor da empresa responsável pela busca e aplicação de conhecimento para melhoria ou desenvolvimento de novos produtos e processos.

O desenvolvimento de um produto ou processo consiste em tornar economicamente viável uma idéia ou conceito/descoberta científica. Em pequenas empresas, isto ocorre de forma casuística e é puxado pela alta gerência, que se encarrega de definir em que direção a empresa deve buscar inovações. Em grandes grupos empresariais esta naturalidade mostrou-se ineficiente e infrutífera em diversos casos. Isso suscitou a formalização dos processos envolvidos, resultando na criação do Departamento de P&D.

Cabe ao Departamento de P&D a implementação de uma agenda de pesquisa baseada na estratégia corporativa de desenvolvimento de novos produtos e processos. Esta estratégia é baseada em uma estrutura de análise e decisão que orienta a busca por inovações. As análises interna e externa à empresa identificam potenciais novos produtos e a capacidade da corporação em desenvolvê-los, identificando assim o *gap* a ser preenchido pelas atividades do Departamento de P&D, seja através da aquisição direta de novas tecnologias ou pelo desenvolvimento *in-house* das mesmas.

Na busca por inovações o Departamento de P&D necessita atrair e integrar múltiplas instâncias do conhecimento (científico, tecnológico ou baseado no mercado) produzido em uma crescente variedade de cada vez mais especializados contextos. Ao mesmo tempo, compreender o significado da contribuição de avanços nestes diferentes tipos de conhecimento está cada vez mais fora das capacidades internas de empresas individuais. Por conseguinte, as empresas devem complementar cada vez mais seus esforços em P&D através do acesso a conhecimentos gerados externamente.

Nesta nova abordagem a empresa busca idéias externamente para desenvolvimento interno e explora comercialmente tecnologias geradas dentro

⁵³ Este item se baseou nos trabalhos de Lave e Wenger (1991), Upton e Kim (1998), Metcalfe (2003), Chesbrough (2007), Hansen e Birkinshaw (2007), Favarin (2009d).

da empresa através do licenciamento ou venda de patentes (CHESBROUGH, 2007). Este modelo de gestão de P&D transforma os limites físicos da empresa em membranas semipermeáveis que permitem que seu processo inovador combine elementos externos e internos.

Existem três “fontes” de inovações: através da produção de conhecimento e insights dentro da própria unidade; de colaboração entre unidades da própria empresa; e de colaboração entre agentes externos a empresa (HANSEN E BIRKINSHAW, 2007).

A primeira diz respeito ao processo de P&D tradicional, dentro de um departamento, em que novas idéias surgem do acúmulo de conhecimento.

A segunda envolve o aproveitamento de competências dentro da própria empresa, muitas vezes de unidades descentralizadas geograficamente ou departamentos que desenvolvem atividades não-relacionadas. Para isso é preciso estabelecer um canal interno de comunicação que permita a troca de conhecimento e desenvolvimento conjunto de produto, como Comunidades de Prática⁵⁴ (LAVE e WENGER, 1991).

A terceira consiste em acessar conhecimento existente fora da empresa, contido em fornecedores, institutos, consumidores, e diversos outros agentes. Envolve a criação de canais para se buscar em agentes externos os conhecimentos necessários em um desenvolvimento tecnológico como no exemplo da parceria entre o Korea Advanced Institute of Science and Technology e o estaleiro Daewoo no desenvolvimento de seu *software* de programação.

⁵⁴ Definida como um grupo de pessoas dentro da empresa que compartilham um interesse de aprendizado e, se reúnem periodicamente para desenvolver conhecimento, visando criar uma prática em torno desse tópico. Deve ser suportado por um ambiente virtual de compartilhamento de documentos e idéias, e possuir métricas de avaliação dos resultados obtidos em termos de conhecimento compartilhado e aplicação prática.

Exemplo: o P&D no estaleiro Samsung

Na final da década de 80, o estaleiro Samsung Heavy Industries concentrou seus esforços de inovação no laboratório de P&D para desenvolver tecnologias de produção em parceria com terceiros como estaleiros, fornecedores, armadores e grupos de pesquisa. Em 8 anos, conseguiu uma redução de 50% do consumo de HH/tonelada (UPTON e KIM, 1998).

Um exemplo de tecnologia criada é um sistema unificado de codificação. A construção de uma embarcação exige inúmeros processos (design, soldagem, operações de corte, etc.), que resultam em peças e matérias que precisam ser posteriormente unidas. Com o sistema utilizado anteriormente, cada processo, material e componente era identificado com um padrão diferente dependendo da etapa de construção, o que ocasionava perda de tempo para localizar as peças e reposicioná-las. Gerentes, em conjunto com um grupo de engenheiros do Samsung, desenvolveram um sistema de numeração consistente com as etapas de construção daquele estaleiro e posição no navio.

4.5.2 Engenharia⁵⁵

A Engenharia refere-se à solução de problemas tecnológicos cotidianos, como a instalação de equipamentos, assistência técnica, alteração nos desenhos técnicos do navio ou na sequência produtiva, avaliação de melhorias nos procedimentos, padronização das atividades, dentre outros.

Pode ter dois focos: em Processo, que se preocupa em oferecer suporte à produção, e em Produto, que trabalha com o projeto do navio.

A Engenharia de Processo tem como objetivo garantir maior controle e eficiência dos ativos produtivos e da mão de obra, estando em contato direto com o chão de fábrica. Seu escopo de atuação abrange:

- Procedimentos e sequência de trabalho: realiza análises de tempos e métodos e análise global dos processos produtivos,
- *Layout* e equipamentos: identifica as melhorias possíveis e os ganhos esperados;
- Preparação do trabalho: implementa soluções de apoio aos processos como *pallet systems*, transporte de mega blocos, etc...;
- Desempenho e qualidade: investigação focos de baixa produtividade e excesso de não conformidade nas equipes, corrigindo com treinamentos e *benchmarking*.

A Engenharia de Produto tem como objetivo identificar as necessidades dos clientes e as dificuldades encontradas na fabricação para implementar alterações no projeto do navio. Suas atividades consistem em:

- Detalhamento construtivo;
- Avaliação das necessidades dos clientes e ajustes pertinentes;
- Alterações decorrentes de problemas na construção;
- Correções para atender mudanças de normas e regulamentos;

⁵⁵ Este item se baseou nos trabalhos de Favarin e Pinto (2009d), Upton e Kim (1998), e em relatos de entrevista com o Estaleiro Maua.

- Conceber novas aplicações ou introduzir inovações no projeto.

Exemplo: o Departamento de Métodos e Processos do estaleiro Mauá

O Departamento de Métodos e Processos (DMP) é equivalente à Engenharia de Produção do estaleiro, sendo responsável pela definição do melhor procedimento de construção, otimização da sequência de montagem, determinação da capacidade das oficinas e avaliação do projeto básico e de detalhamento. Tem interfaces com os diversos departamentos (Engenharia, Comercial, Controle de Qualidade, Gerência Industrial (Pintura, Tubulação, Estrutura, Reparo, Manutenção e Projeto) e representa a maior força motriz dos ganhos de produtividade do estaleiro. Este departamento é dividido em quatro áreas: soldagem, estrutura, tubulação e mecânica.

Exemplos de atuação do DMP:

- Na instalação da nova máquina de corte a laser, definiu um procedimento provisório para os primeiros cortes até que progressivamente os funcionários estejam habituados;
- Introduziu um processo de risco na chapa para posicionamento de perfil;
- Alterou a amperagem do processo de soldagem unilateral para economia de material; e
- Estudou técnicas de fazer chanfro no perfil bulbo para os navios do PROMEF visando otimizar a deposição de material.

4.6 Decisões em “Aspectos Organizacionais”

As decisões associadas aos aspectos organizacionais de uma estratégia de produção dizem respeito à sua estrutura funcional e comunicação interna.

Tipicamente, o desempenho do estaleiro é afetado por este grupo de decisões principalmente quando:

- Inibe a organização de apresentar respostas ágeis diante de situações turbulentas (como ocorre frequentemente na construção dos primeiros navios);
- Existe falha no alinhamento entre a alta e a baixa gerência, tanto no cumprimento dos planos quanto na difusão dos valores da empresa (como os princípios da melhoria contínua e de segurança no trabalho);
- A relação de poder entre “quem executa” e “quem controla” é assimétrica em favor do primeiro;
- A padronização incompleta das atividades produtivas desencadeia falhas sucessivas e disseminadas.

A discussão sobre estrutura e comunicação é indissociável e serão abordadas em um único item, adiante.

4.6.1.1 Estrutura funcional e comunicação⁵⁶

Segundo Mintzberg (1993), a estrutura funcional de uma empresa é definida por sua configuração hierárquica, pelos mecanismos de coordenação entre os níveis hierárquicos (comunicação), e pelos requisitos essenciais (como o grau de especialização das funções e os relacionamentos internos).

Na classificação de modelos de organização desse autor, um estaleiro se enquadra em uma empresa de grande porte do tipo “burocrática e mecânica”, caracterizada por uma hierarquia rígida e com funções bem delimitadas. Esse tipo de organização é oriundo da revolução industrial, quando os sistemas produtivos ganharam escala e se formou uma grande base de operários nas empresas. O objetivo central tornou-se extrair a máxima eficiência operacional e reduzir a variabilidade na produção, daí a necessidade de postos de trabalho especializados, de padronização total, de um processo de planejamento abrangente, e de mecanismos de controle rigorosos.

A estrutura funcional dessa organização é composta por:

- Cúpula estratégia, representada pelos executivos, conselho e diretoria. Concentram grande parte do poder de decisão e do planejamento, e são obstinados por maximizar a eficiência da máquina burocrática;
- Faixa intermediária, composta pelas gerências das diversas atividades ou etapas produtivas, concentra a autoridade no chão de fábrica. Suas atribuições incluem a solução dos problemas e conflitos da produção, e suporte ao fluxo vertical de informações;
- Núcleo operacional, constituído pelos operários e forma a base da organização, concentrando cerca de 95% do quadro de funcionários. Realiza trabalho rotineiro e simples, exigindo apenas treinamento específico de um conjunto mínimo de habilidades;
- Corpo técnico, composto pelas funções técnicas como engenharia, P&D, planejamento, controle, qualidade, treinamento, logística, dentre outros.

⁵⁶ Este item se baseou nos trabalhos de Mintzberg (1979), Marx (1998) e Colin et al. (2007).

São responsáveis pela padronização dos processos, especificações do produto, formalização do comportamento, acompanhamento das decisões e desenvolvimento de soluções aos problemas identificados na produção.

- Assessoria, composta por funções de apoio como TI e segurança no trabalho⁵⁷.

A Figura 35 ilustra a estrutura do tipo “burocrática e mecânica” do estaleiro Daewoo.

Figura 35: Exemplo de estrutura organizacional do estaleiro Daewoo

⁵⁷ No nível corporativo envolve também o departamento jurídico, contabilidade, administrativo, relações públicas.

A comunicação organizacional consiste na coordenação entre os níveis e funções da estrutura, para difundir os objetivos da empresa e as informações relevantes para o processo decisório, e na mediação das construções sociais.

O mecanismo de coordenação fundamental na burocracia mecânica é a padronização dos processos. Toda atividade na estrutura obedece a um conjunto de regras formalizadas pelo corpo técnico, através de procedimentos, políticas, manuais, regulamento, descritivo das atividades e instruções de execução. Os trabalhos menos sofisticados são os mais padronizáveis. Em menor proporção ocorrem os mecanismos de supervisão direta entre a cúpula e a faixa intermediária, e de ajustamento mútuo dentro de equipes com autonomia (quando houver).

Os requisitos essenciais são os parâmetros que definem o funcionamento da estrutura. Além da especialização do trabalho e formalização do comportamento, são necessários:

- Programas educacionais que ensinam os padrões definidos para as tarefas;
- Divisão das unidades em equipes gerenciáveis segundo critério de tamanho ótimo e divisão do trabalho;
- Sistema de planejamento e controle (que define concatenação das atividades, entradas e saídas esperadas, plano de ação, controle do desempenho, coleta dados de todas as decisões realizadas);
- Mecanismos de vinculação como forças-tarefa e comitês, que promovam o ajuste mútuo entre gerentes quando (ex. segurança do trabalho e gestão do conhecimento);
- Sistema de decisão centralizado verticalmente (delegação para níveis inferiores) e descentralizado horizontalmente (cada unidade independente, com exceção do gerente de projeto que tem influência sobre todas as gerências no formato de uma estrutura matricial).

A rigidez deste tipo de estrutura impede respostas ágeis devido ao caminho longo e ruidoso da informação, à centralização das decisões, e à sobrecarga

dos gerentes. Quando implementa uma solução, sempre é através de mais regras e procedimentos de controle, diminuindo a motivação dos profissionais e provocando comportamentos paralelos à própria estrutura que escapam ao controle pretendido. Por isso não se adapta bem a ambientes complexos e dinâmicos.

Nesse sentido, estaleiros nascentes tendem a ser muito problemáticos pela ausência da flexibilidade necessária diante da turbulência verificada nos primeiros anos. Ainda, existe a dificuldade de se padronizar todos os processos envolvidos *a priori*. Para novos empreendimentos, deve-se considerar iniciar a operação com uma estrutura um pouco mais autônoma, para lidar com a imprevisibilidade do começo e até caminhar atingindo maior nível de maturidade, com processos estabelecidos e menores incertezas na produção. A partir desse momento, a estrutura mecânica será a mais recomendada.

Do ponto de vista da coordenação, é comum a ocorrência de conflitos entre departamentos devido à inexistência do ajustamento mútuo e especialização. Isolados, os gerentes restringem-se às suas atividades ainda que muitas vezes provoque impacto negativo em outras áreas. Exemplo disso é a resistência ao controle motivada pela dicotomia entre as pessoas que planejam e as que executam.

Na comunicação, verifica-se a dificuldade em formalizar a estratégia para as diferentes áreas e implementar a padronização das atividades. A difusão de valores como melhoria contínua e segurança também é prejudicada por falha na comunicação entre os níveis hierárquicos.

Exemplo: falha de comunicação entre o planejamento e a produção

A relativa falta de compreensão do processo global por parte dos operários em estaleiros brasileiros, que deveriam seguir o planejamento traçado, muitas vezes gera questionamentos e resistência à aplicação de novos métodos. O operário considera que somente ele tem o conhecimento sobre as atividades, por tal motivo, somente ele pode estabelecer prazos e sequências para a

realização das tarefas. Contudo, em entrevistas com alguns estaleiros, observou-se que os operários do chão de fábrica tinham um desconhecimento completo sobre quais seriam as atividades pertencentes ao caminho crítico na construção de uma embarcação (COLIN e PINTO, 2007).

No que diz respeito ao controle da produção, verifica-se que planejamentos são feitos, mas atrasos inesperados e imprevisíveis não permitem que sejam levados em conta. O *feedback* da linha de produção para a reprogramação é pobre. Em alguns casos, percebe-se que o tempo utilizado pela equipe de programação não é atualizado, embora existam dados para isso. Como resultado, não se consideram ganhos de produtividade no planejamento, deixando equipes ociosas em parte do tempo. Parece existir uma margem grande para melhoria de processos de apontamento. Se bem aproveitada, pode contribuir significativamente para um aumento de eficácia do processo.

4.7 Síntese das recomendações

A construção naval é uma “manufatura responsiva”, em que os clientes priorizam a diversidade de produtos, o tempo de resposta e o cumprimento de prazos. Estes são os objetivos primários (ganhadores de pedidos) da estratégia de produção enquanto produtividade e qualidade são os secundários (qualificadores), mas que também devem ser perseguidos.

Por causa da baixa escala inicial e da dificuldade de se conseguir um grau razoável de padronização nos primeiros anos, estaleiros brasileiros devem buscar um sistema de produção flexível, em que os processos são adaptados a diferentes requisitos do cliente, com menor custo e tempo de setup. Um alto grau de mecanização não é interessante, pois as máquinas são mais custosas e complicadas de parametrização. Os processos realizados manualmente permitem maior liberdade de mudanças, conquanto existam controles de qualidade e produtividade mais severos.

De forma geral, o sistema de produção dos estaleiros brasileiros deve ser delineado tendo em vista a necessidade de:

- Trabalhar com fluxo produtivo harmonizado, balanceando a carga de trabalho nas oficinas e evitando picos;
- Planejar com precisão, baseando-se em índices históricos de produtividade e atualização constante do cronograma macro;
- Implementar mecanismos de controle eficazes e abrangentes, priorizando medidas baseadas no tempo além de custo e qualidade;
- Obter flexibilidade na produção com simplificação dos fluxos de materiais, redução da complexidade dos projetos, e minimização de tempos de setup e paradas;
- Integrar os diversos sistemas de informação, com foco na rapidez de alimentação do planejamento para subsidiar a tomada de decisão;
- Maximizar continuamente eficiência operacional, com estudo de tempos e métodos, padronização de atividades, uso da engenharia nos problemas do chão de fábrica, e treinamento periódico;

- Desenvolver soluções específicas para a ausência de uma cadeia de fornecedores local forte e tendo em vista a restrição de conteúdo nacional.

Essas diretrizes orientaram as recomendações resumidas a seguir.

Planta e equipamentos

A implementação rápida de qualquer sistema produtivo complexo requer o envolvimento de um parceiro tecnológico experiente, que auxilie na superação da inércia dos estágios iniciais da curva de aprendizado e ofereça suporte técnico.

É importante porque:

- Transfere conhecimento básico sobre os processos e a organização do estaleiro, contribuindo para uma gestão eficiente da planta produtiva;
- Acelera a implantação das tecnologias adquiridas; e
- Fornece o projeto do estaleiro e do navio (enquanto não houver competência reconhecida no país);

A escolha dos equipamentos deve considerar os seguintes fatores: o encarecimento recente da mão-de-obra brasileira, a disponibilidade (e facilidade relativa) na obtenção de financiamento público para bens de capital, o desenvolvimento tecnológico coreano, o aumento da competição no mercado nacional, e a ascensão acelerada dos chineses. Isso orienta os estaleiros brasileiros para um nível tecnológico entre 4 e 4,5 no médio prazo. Esse patamar é caracterizado pelo uso de dique com grande capacidade de içamento instalada, edificação do navio com megabloco, automação na fabricação de painéis e na submontagem, acabamento avançado desde a montagem dos blocos, sistemas de informação integrados, logística interna aprimorada, e elevado controle e sincronismo da produção.

Planejamento e controle

O planejamento agregado deve ser realizado com software que otimiza a carga de trabalho nas oficinas (baseado em critérios de minimização dos custos, balanceamento, redução do risco do caminho crítico e maximização da utilização da capacidade) e considera índices históricos de produtividade para estimar a capacidade e cronogramas. É necessário o emprego de programação matemática no planejamento agregado, em especial de uma modelagem de programação linear.

A programação precisa de software ERP agregando-se os módulos de finanças, recursos humanos, estoque, compras, produção, com destaque para aqueles ligados diretamente às atividades produtivas, usualmente do tipo MRP e complementados por *softwares* de gerenciamento de documentos técnicos que fornecem os desenhos para a produção e as especificações das compras necessárias. No médio prazo, recomenda-se o desenvolvimento de softwares próprios de gestão, com algoritmos específicos de otimização adequados à realidade brasileira, estrutura de dados mais sintética, maior objetividade, integração total com todos os sistemas do estaleiro, e contendo base de dados histórica de índices e informações dos projetos.

Para maximizar a eficiência do sistema de produção e garantir o cumprimento de prazos é fundamental um monitoramento abrangente e contínuo dos processos construtivos e estoques. Especial atenção deve ser dada à programação dos ativos que são gargalos para o caminho crítico, com prejuízo para a pontualidade da entrega do navio se mal executada.

Do ponto de vista da gestão de fornecedores, aqueles estratégicos devem ser tratados como unidades individuais de negócios e envolvendo-os no projeto de novos navios e no planejamento do próprio estaleiro.

Gestão de Recursos Humanos

Para a organização do trabalho nas oficinas, recomenda-se atribuir maior autonomia às equipes, com poder de decisão sobre certo nível de problemas

que acontecem no chão de fábrica, com líderes e supervisores escolhidos por aclamação.

O sistema de treinamento deve ser formado por dois módulos: o primeiro com o objetivo associado à preparação inicial das pessoas aos seus cargos; no segundo módulo os treinamentos buscam maximizar o desempenho nas funções designadas, objetivando a criação de grupos produtivos, criativos e inovadores, incentivando a melhoria contínua. O foco fundamental do treinamento é fornecer conhecimento prático sobre os processos através da supervisão constante e aprendizado *on the job*, e deve se basear na experiência acumulada dos operários e do estaleiro,

Do ponto de vista motivacional, cabe ao estaleiro garantir um sistema de remuneração com parcela variável (atrelada ao bom desempenho individual, coletivo e da empresa), ambiente de trabalho seguro, cultura de melhoria contínua, e planos de carreira condizentes com as expectativas individuais e necessidades da organização.

Desenvolvimento Tecnológico

Os departamentos de P&D e Engenharia devem ter foco em implementar melhorias na fabricação e no projeto, padronizar processos, solucionar problemas construtivos e buscar o aumento da eficiência dos ativos e da mão de obra.

Cabe ao Departamento de P&D:

- Implementar uma agenda de pesquisa baseada na estratégia corporativa de desenvolvimento de novos produtos e processos;
- Criar redes de colaboração entre áreas da própria empresa e agentes externos, como universidades e fornecedores especializados.

Em um novo estaleiro o foco do P&D deve ser extrair o máximo da tecnologia adquirida e auxiliar a Engenharia a implementar as soluções propostas, e com isso ganhar familiaridade com os sistemas produtivos e suas deficiências para orientar pesquisas futuras.

O foco da Engenharia deve ser:

- Garantir maior controle e eficiência dos ativos produtivos e da mão de obra, estando em contato direto com o chão de fábrica;
- Identificar as necessidades dos clientes e as dificuldades encontradas na fabricação para implementar alterações no projeto do navio.

Aspectos organizacionais

Do ponto de vista organizacional, deve-se evitar a excessiva rigidez da estrutura funcional e a centralização das decisões. É importante garantir um nível elevado de padronização das atividades e minimizar o conflito entre “quem planeja” e “quem executa”. Sobre a comunicação, o estaleiro deve ser eficiente em transmitir a estratégia de produção para os gerentes e operários (caminho crítico, procedimentos, prazos, etc..).

Estaleiros nascentes tendem a ser muito problemáticos pela ausência da flexibilidade necessária diante da turbulência verificada nos primeiros anos. Ainda, existe a dificuldade de se padronizar todos os processos envolvidos *a priori*. Para novos empreendimentos, é recomendável iniciar a operação com uma estrutura um pouco mais autônoma, para lidar com a imprevisibilidade do começo e conseguir respostas ágeis, até se atingir maior nível de maturidade com processos estabelecidos e menores incertezas na produção. A partir desse momento, a pode-se aumentar a rigidez da estrutura e o controle dos processos, com foco em aumentar a eficiência dos processos e reduzir a variabilidade.

5 Considerações finais, limitações e pesquisas futuras

A pesquisa foi um esforço de produzir um material relevante para a indústria e para a academia concomitantemente.

Ao final tem-se um modelo e um conjunto de elementos críticos para a formulação de uma estratégia de produção de um estaleiro brasileiro. De fato, as metas sugeridas para a pesquisa foram atendidas.

Este trabalho serve de base para diversos fins:

- Manual de estratégia de produção para estaleiros brasileiros;
- Subsídios para a identificação de uma agenda de P&D nacional;
- Estrutura para uma avaliação setorial do grau de evolução dos estaleiros nacionais em cada área de decisão;
- Proposição de metas para as políticas públicas e o desenvolvimento tecnológico específico que se deseja induzir;
- Ponto de partida para pesquisas futuras em gestão da produção na indústria de construção naval.

Também é possível perceber as seguintes limitações:

- Cada área de decisão é um assunto por si só, e poderia ser abordada com maior profundidade;
- Nesse sentido, o estudo traz uma virtude e uma deficiência ao mesmo tempo, de apresentar conhecimento organizado sobre todas as áreas de decisão (com o benefício de criar uma figura de alto nível na cabeça do leitor e dotá-lo de visão crítica) e para nenhuma área ter sido exaustivo, (apesar de ter conseguido um bom recorte teórico e exemplos úteis);
- Os métodos de avaliação e priorização da estratégia foram pouco abordados e esta pesquisa não ofereceu nenhuma contribuição relevante nessa linha;
- Não abordou diretamente alguns temas, como segurança no trabalho e meio ambiente. Podem estar faltando outros assuntos que surgiram para

o leitor no decorrer do documento. De qualquer forma, novos temas podem ser abordados dentro dos tópicos já existentes ou serem criadas novas áreas de decisão, se necessário e for útil ao processo de formulação de estratégia.

Como orientação para a continuidade desta linha de pesquisa, merece destaque a necessidade de:

- Ampliar o estudo de melhores práticas no mundo, para indústria naval e incorporando o universo da metal-mecânica como fonte equivalente;
- Identificar um conjunto de autores e periódicos relevantes em cada área de decisão (preferencialmente através de estudos bibliométricos) para uma revisão teórica rigorosa e monitorar a evolução da discussão acadêmica;
- Realizar uma pesquisa empírica no Brasil classificando estaleiros em termos de “*gaps*” para as práticas internacionais;
- Realizar um estudo quantitativo para avaliar a relação entre as melhores práticas e lucratividade de empresas.

6 Bibliografia

- ADAM, E.E.; SWAMIDASS, Paul M. (1989): Assessing operations management from a strategic perspective. *Journal of Management*, Vol. 15, p. 2.
- AMUSSEN, Jörn. (2007). A state-of-the-art Process for Manufacturing Strategy Formulation. Dissertação de mestrado, Cranfield University.
- ANSOFF, H. Igor. *Corporate strategy*. Homewood, Illinois: Dow-Jones, 1965.
- BAINES, T.; Kay, G.; Adesola, S.; Higson M. (2005): Strategic positioning: an integrated decision process for manufacturers. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 2, pp. 180-201.
- BARNEY, J. (1991): "Firm resources and sustained competitive advantage." *Journal of Management*. V17, n.1, 99-120.
- . (2001): "Resource-based theories of competitive advantage: a ten year retrospective on resource based view." *Journal of Management*. N.27, 643-650.
- BERRY, William L.; HILL, Terry; KLOMPMAKER, J.P. (1999): Aligning marketing and manufacturing strategies with the market. *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 16, pp. 3599-3618.
- BITZER, J. E., e HIRSCHHAUSEN, C. V. (1997): *The shipbuilding industry in East and West: industry dynamics, science and technology policies and emerging patterns of co-operation*. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- BOWER, J.L. (1972): *Managing the resource allocation process: A study of corporate planning and investment*. Homewood, Illinois: Irvin.
- BUFFA, E.S. (1980): "Research in operations management". *Journal of Operations Management*, 1 (1), pp. 1-7.
- BUFFA, E. (1984): *Meeting the Competitive Challenge*, Jones and Irving, New York.
- CHANDLER, Alfred D. (1962): *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- CHESBROUGH, H. (2003): "The era of open innovation." *MIT Sloan Management Review*, Spring.
- . (2007) "Why should companies have open business models." *MIT Sloan Management Review*, Winter.
- CHIAVENATO, I. (1994): *Recursos humanos na empresa: pessoas, organizações e sistemas*. São Paulo: Atlas.

- COHEN, W., & LEVINTHAL, D. (1990). Absorptive Capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v35, n.1, p. 128-152.
- COLIN, Emerson e PINTO, Marcos. (2007): Acesso às práticas de PPCPE de estaleiros brasileiros e asiáticos. Centro de Estudos em Gestão Naval.
- . “Benchmarking shipbuilding performance.” *Journal of Ship Production*, 2009.
- COLIN, Emerson; PINTO, Marcos, e GOLDBERG, David. (2007): Planejamento, programação e controle da produção e estoques na Construção Naval. Centro de Estudos em Gestão Naval.
- COUTINHO, L.; LAPLANE, M.; TAVARES Filho, N.; KUPFER, D.; FARINA, E.; SABBATINI, R. (Coordenadores). (2002): Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio. Cadeia – Indústria Naval. Campinas: UNICAMP/MDIC/MCT/FINEP.
- DANGAYACH, G.S. DESHMUKH S.G. (2001): Manufacturing Strategy. Literature review and some issues. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, No.7, pp. 884–932.
- DAVILA, Tony; EPSTEIN Marc e SHELTON, Robert. (2007): As regras da inovação. São Paulo: Bookman.
- DOSI, G (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical changes. *Research Policy*, vol 11(3), 147-162.
- DRUCKER, P. (1980): Identifying Strategic Alternatives. In: *Strategy Formulation and Implementation*, Thompson and Strickland, Business Publications, Dallas, Texas.
- DUTRA, J. S. (2002): Gestão de Pessoas: Modelo, Processos, Tendências e Perspectivas. São Paulo: Atlas.
- ECCLES, R. G. (1991): The performance measurement manifesto. *Harvard Business Review*.
- FAVARIN, Julio V. R.; ANDERSON, Valdir L.; AMARANTE, Rodrigo; FURTADO, João E. M. P.; PINTO, Marcos M. O. (2008): Estratégia Para a Navieças Brasileira. Centro de Estudos em Gestão Naval.
- FAVARIN, Julio V. R.; HASHIBA, Tiffany I.; BACARAT, Leonardo M.; GOLDBERG, David J. K.; PINTO, Marcos M. O. (2009a): Delineamento de políticas de estímulo à competitividade para a construção naval brasileira. In: XXI Copinaval - Congresso Pan-Americano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Engenharia Portuária, Montevideo.

- FAVARIN, Julio V. R.; ANDERSON, Valdir L.; AMARANTE, Rodrigo; GALLARDO, Alfonso P.; PINTO, Marcos M. O. (2009b): Desafios para o ressurgimento da cadeia de fornecedores navais no Brasil. In: XXI Copinaval - Congresso Pan-Americano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Engenharia Portuária. Montevideo.
- FAVARIN, Julio V. R.; GATTAZ, Guilherme S.; DE BARROS, Tiago M.; NETTO, José M. Q.; PINTO, Marcos M. O. (2009c): O papel das políticas governamentais no desenvolvimento da indústria naval cingapurense: uma perspectiva histórica. In: XXI Copinaval - Congresso Pan-Americano de Engenharia Naval, Transporte Marítimo e Engenharia Portuária. Montevideo.
- FAVARIN, J. V. R.; PINTO, Marcos M. O. (2009d) Aplicabilidade do modelo de inovação aberta em setores não-baseados em ciência: uma investigação teórica. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro.
- FAVARIN, J. V. R. ; PINTO, M. M. O. ; ANDERSON, V. L. ; BARACAT, L. M. (2010): Competitividade da indústria naval brasileira. In: 23o. Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore, Rio de Janeiro.
- FAVARIN, J. V. R. ; PINTO, M. M. O. ; GATTAZ, G. S. ; TAVEIRA, R. M. T. (2010): Transferência Tecnológica na construção naval: estudo de exemplos e discussão. In: 23o. Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore, Rio de Janeiro
- FAVARIN, J. V. R. ; PINTO, M. M. O. ; HASHIBA, T. I. ; HOSSODA,V. (2010): Balanço entre oferta e demanda na construção naval brasileira. In: 23o. Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore, Rio de Janeiro.
- FERNANDES, Flavio C. F.; GODINHO Filho, M. (2010):Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Editora Atlas.
- FINE, Charles H.; HAX, Arnaldo C. (1985): Manufacturing Strategy: a Methodology and an Illustration. Interfaces, Vol. 15, No. 6, pp. 28-46.
- SKINNER, Wickham (1969): Manufacturing - missing link in corporate strategy. Harvard Business Review, May - June, pp. 136-145.
- FIRST MARINE INTERNATIONAL. (2005): Findings for the Global Shipbuilding Industrial Base Benchmarking Study.
- FRANÇA, A. C. (2007): Práticas de Recursos Humanos: Conceitos, Ferramentas e Procedimentos. São Paulo: Atlas.
- FRANCIS, R. L., e WHITE, J. A.. (1974): Facility layout and location - An analytical approach . New Jersey: Prentice-Hall Inc.

- GODINHO FILHO, M. (2004): Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 267 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos
- GODINHO FILHO, M; FERNANDES, F. C. F. (2005): Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs): elementos chave e modelo conceitual. *Gestão & Produção*, v. 12, n.3, set-dez. 2005. p. 333-345
- GOTTSCHALG, O., & ZOLLO, M. (2007). Interest alignment and competitive advantage. *Academy of Management Review*.
- GREENHALGH, Garry Robert (1991): *Manufacturing Strategy. Formulation and implementation*. Sydney Australia ;Reading Mass: Addison-Wesley
- HAMEL, Gary; PRAHALAD, C.K. (2005): Strategic Intent. *Harvard Business Review*, July-August, pp. 148-161.
- HANSEN, M. & BIRKINSHAW, J. (2007): The innovation value chain. *Harvard Business Review*.
- HASSINK, Robert, e DONG-Ho Shin. (2005): "South Korea's Shipbuilding Industry: From a Couple of Cathedrals in the Desert to an Innovative Cluster." *Asian Journal of Technology*, 2005.
- HAYES, R.H. e WHEELWRIGHT, S.C., *Restoring Our Competitive Edge*, John Wiley, New York, NY, 1984.
- HAYES, Robert H.; WHEELWRIGHT, Steven, Clark, K. (1988): *Dynamic Manufacturing*, Free Press, New York.
- HAX, A. C. e MAJLUF, N. S. (1988): The Concept of Strategy and the Strategy Formation Process. *Strategic Management*, Vol. 18, No. 3, pp. 99-109
- HILL, T.J. (1985): *Manufacturing Strategy: The Strategic Management of the Manufacturing Function*, Macmillan, London.
- HILL, T.J. (1989) *Management Strategy: Text and Cases*, University of Bath, Irwin.
- HIPÓLITO, J. A. (2000): A Gestão da Administração Salarial em Ambientes Competitivos: Análise de uma metodologia para construção de sistemas de remuneração por competências. São Paulo: Dissertação de mestrado.
- HOFER, C.W.; SCHENDEL D. (1978): *Strategy Formulation: Analytical Concepts*. St. Paul, MN: West Publishing.
- KAPLAN, R. S. e NORTON, D. P. (2000): *The Strategy Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies thrive in the New Business Environment*, Boston.

- KIM, Jay S.; ARNOLD, Peter (1996): Operationalizing manufacturing strategy. An exploratory study of constructs and linkage. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 12, pp. 45-73.
- KIM, L. (1991): "Pros e Cons of Internacional Technology Transfer: A Developing Country View", in T. Agmon & M. A. V. Glinow, eds., *Technology Transfer in International Business*. New York: Oxford.
- LAMB, Thomas. (2010): Opportunities for Brazilian Shipbuilding. Apresentação na Universidade Federal do Rio Grande. 26/nov/2010.
- LAMB, Thomas. (2004): *Ship Design and Construction*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- LAVE, J., & WENGER, E. (1991): *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LEE, Jae, KYOUNG Lee, Hung Park, June Hong, e Jung Lee. (1997): "Developing scheduling systems for Daewoo Shipbuilding: DAS project." *Journal of Operations Research*.
- LEONG, G. Keong; SNYDER, D.; WARD, Peter T. (1990): Research in the process and content of manufacturing strategy. *Omega*, Vol. 18, No. 2, pp. 109-122
- MARX, R. (1998): *Trabalho em grupos e autonomia como instrumentos de competição*. São Paulo, Atlas.
- MASLEN, R.; PLATTS, K. (1997): Manufacturing vision and competitiveness. *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 8, No. 5, pp. 313-322
- KIM, Jay S.; ARNOLD, Peter (1996): Operationalizing manufacturing strategy. An exploratory study of constructs and linkage. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 12, pp. 45-73.
- MCMANUS, J., BOTTEN, N. (2006): *Competitive analysis: Thinking beyond stage one*, Management Service, Summer
- MENDA, Rafael; DILTS, David (1997): The manufacturing strategy formulation process: linking multifunctional viewpoints. *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 223-241.
- METCALFE, J. Stanley. (2003): "Equilibrium and Evolutionary Foundations of Competition and Technology Policy: New Perspectives on the Division of Labour and the innovation Process." *Revista Brasileira de Inovação* Vol.2.
- MIGUEL, P. A. C. (2009) Notas de aula da disciplina PRO5803 – Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção, Escola Politécnica, USP.

- MILLS, John; PLATTS, Ken; Gregory, Mike (1995): A framework for the design of manufacturing strategy process. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15, Iss. 4, pp. 17–49.
- MILLS, John; PLATTS, Ken; NEELY, Andy; HUW, Richards; GREGORY, Mike (1996): *Creating a Winning business Formula*. Horton Kirby: Findlay Publications.
- MILTENBURG, John (1995): *Manufacturing strategy. How to formulate and implement a winning plan*. 1st Edition. Portland Or.: Productivity Press.
- MINTZBERG, Henry, (1979): *The Structuring of Organizations*, Prentice-Hall, New Jersey.
- NEELY, AD, BOURNE, M. "Why measurement initiatives fail". (2000): *Measuring Business Excellence*, Vol. 4 No.4, pp.3-6.
- NELSON, R; WINTER, S (1982). *An evolutionary theory of economic behaviour and capabilities*. Cambridge: Harvard University Press, 195-307
- NUTT, Paul C. (1993): Formulation tactics and success of organizational decision-making. *Decision Sciences*, Vol. 23, No. 3, pp. 519-540.
- NUTT, Paul C. (1998): Evaluate Alternatives to Make Strategic choices. *International Management Science*, Vol. 26, No. 3, pp. 333-354.
- NUTT, Paul C. (2004): Expanding the search for alternatives during strategic decision-making. *Academy of Management Executive*, Vol. 18, No.4, pp. 13-28.
- OLIVEIRA, D. (1993) *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas*. São Paulo: Atlas.
- OGX, "Prospecto Preliminar de Distribuição Pública Primária de Ações", 2008
- OSX, "Prospecto Preliminar de Distribuição Pública Primária de Ações", 2010
- PASIN, J. (2002). *Indústria Naval do Brasil: Panorama, Desafios e Perspectivas*. Revista do BNDES, V.9, N.18. Rio de Janeiro.
- PIRES Jr, Floriano, e THOMAS Lamb. "Establishing performance targets for shipbuilding policies." *Maritime Policy and Management*, 2008.
- PLATTS, K.W.; MILLS, J.F.; BOURNE, M.C.; NEELY, A.D.; RICHARDS, A.H.; GREGORY, M. (1998): Testing manufacturing strategy formulation processes. *International Journal of Production Economics*, Vol. 56/57, pp. 517-523
- PLATTS, Ken, GREGORY, Mike (1990): Manufacturing Audit in the Process of Strategy Formulation. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 10, No. 9, pp. 5-26.

- PROMINP. Estudos diversos. Disponível em: <http://www.prominp.com.br/>
- SANTORO, Miguel Cezar; e MORAES, Luiz Henrique. (2001): “Planejamento e projeto de arranjo físico (PLANT LAYOUT) de uma fábrica de motores.” ENEGEP.
- SCHEIN, E. H. (2009): Cultura organizacional e liderança. São Paulo: Atlas.
- SCHROEDER, Roger G.; Lahr, T.N. (1990): Development of a manufacturing strategy: a proven process. Proceedings of the Joint Industry University Conference on Manufacturing Strategy, Ann Arbor, MI.
- SENAI. Estudos diversos. Disponível em: <http://www.senai.br/>
- SINAVAL. Cenário 1o Trimestre 2009. Disponível em <http://www.sinaval.org.br/>
- SKINNER, W. (1969): Manufacturing - missing link in corporate strategy. Harvard Business Review, May - June, pp. 136-145.
- SLACK, N. (1993): “Trade-offs”, presentation given at the first Manufacturing Strategy and Performance Measurement Workshop, Churchill College, Cambridge.
- SLACK, N. (1991): Manufacturing Advantage: Achieving Competitive Manufacturing Operations, Mercury, London.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; e JOHSTON. (1997): Administração da Produção. Ed Atlas.
- STOPFORD, M. (1997): Maritime Economics. Routledge.
- STORCH, R. (1995): Ship Production. Maryland: Cornell Maritime Press.
- TAN, Kim Hua; PLATTS, Ken (2003): Linking objectives to actions: A Decision Support Approach Based on Cause-Effect Linkages. Decision Sciences, Vol. 34, No. 3, pp. 569-594.
- TAN, Kim Hua; PLATTS, Ken (2005): Effective strategic action planning: a process and tool. Business Process Management, Vol. 11, No. 2, 137–157.
- TEECE, D., PISANO, G., & SHUEN, A. (1997): Dynamic capabilities and strategic management. In: Strategic Management Journal (pp. 509-533).
- TELLES, P. C. (2001) História da construção naval no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar.
- THOMPSON, Arthur A.; STRICKLAND, A. J. (1980): Strategy formulation and implementation. Tasks of the general manager. Dallas Tex. ;Georgetown Ont.: Business Publications; Irwin-Dorsey.
- UPTON, David M., e KIM, Bowon. (1998) “Alternative methods of learning and process improvement in manufacturing.” Journal of Operations Management.

- VAN DER MEER, H. (2007): Open innovation - the Dutchtreat: challenges in thinking business models. In: Creativity and Innovation Management.
- WHEELWRIGHT, Steven (1978): Reflecting corporate strategy in manufacturing decisions. Business Horizons, February, pp. 57-66. York.
- WHEELWRIGHT, Steven. (1984): Manufacturing Strategy: Defining the missing link. Strategic Management Journal, Vol. 5, pp. 77-91. 1984.
- ZACARELLI, S. B. Programação e controle da Produção. São Paulo: Livraria Pioneira. 1979.