

**FUNDAÇÃO DOM CABRAL - FDC  
PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE NEGÓCIOS - SEST SENAT**

**FABIO PERUCHI  
FLÁVIO SILVEIRA  
HUMBERTO KENNEDY  
RAQUEL VIDAL  
RENAN CAMARGO SILVA DE LUCENA  
ROGÉRIO HOENICKE**

**GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PRODUÇÃO EM CÉLULAS DA BERTOLINI  
CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA DO POLO INDUSTRIAL DE  
MANAUS**

Manaus, AM

2017

**FABIO PERUCHI  
FLÁVIO SILVEIRA  
HUMBERTO KENNEDY  
RAQUEL VIDAL  
RENAN CAMARGO SILVA DE LUCENA  
ROGÉRIO HOENICKE**

**GESTÃO DE OPERAÇÕES DE PRODUÇÃO EM CÉLULAS DA BERTOLINI  
CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA DO POLO INDUSTRIAL DE  
MANAUS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Fundação Dom Cabral  
como pré-requisito parcial para obtenção  
do título de Especialista em Gestão de  
Negócios.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. MSc. Paulo Renato de  
Souza

Manaus, AM

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Durante esta jornada, muitos obstáculos foram vencidos, e esta tão sonhada conquista, dedicamos aos nossos familiares, que estiveram sempre ao nosso lado, nos apoiando, nos incentivando e impulsionando ao alcance deste sucesso.

Aos grandes mestres e professores, que desde o início de nossas vidas acadêmicas deixaram ensinamentos essenciais para o sucesso hoje alcançado. Nossa gratidão pelo apoio dos mestres, que contribuíram imensamente para o sucesso deste trabalho.

Aos amigos de todas as horas, aos colegas de trabalho, pela paciência, incentivo e apoio nas horas tensas e difíceis.

À Bertolini Construção Naval da Amazônia LTDA, pela oportunidade de aprender e crescer como pessoa e profissionalmente.

E em especial à Deus, pela forma como guiou sempre nossos passos, iluminou nossos caminhos e nos deu sabedoria e saúde para trilharmos nosso grande sonho com perseverança e fé.

*“Não deixe que a saudade sufoque, que a rotina acomode, que o medo impeça de tentar. Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando, fazendo que planejando, vivendo que esperando, porque, embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu”.*

*Luís Fernando Veríssimo*

## RESUMO

O estudo acerca da produção naval tem se apresentado um grande desafio, sobretudo devido à escassa literatura sobre a temática, no entanto, esta limitação literária não impossibilitou a realização deste projeto de aplicação, que teve como objetivo principal determinar a capacidade máxima de processamento e fluxo de movimentação interna entre as células de produção em função da demanda puxada na fabricação de balsas graneleiras pelo estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (BECONAL). Destaca-se que este estudo teve como arcabouço metodológico a observação participante dos processos, pesquisa documental, além da pesquisa bibliográfica. À luz dos teóricos pesquisados, verificou-se que o mercado de construção naval sempre foi cíclico, por levar tempo para serem fabricados e por apresentarem elevada vida útil (cerca de 25 anos). Verificou-se ainda uma elevada demanda de embarcações graneleiras, contudo, por se tratar de necessidades específicas de cada cliente e por estarem normalmente ligadas a compromissos contratuais de transporte (pelo comprador), devem seguir rígidos cronogramas de fabricação, gerando muitas altíssimas quando ocorre o atraso das entregas. Desta forma, o resultado obtido é que é possível a fabricação de 13,58 balsas no estaleiro a cada 13 semanas, considerando que uma balsa graneleira deve ter um total de 196 chapas a serem cortadas. Assim, resultados apresentados são de suma importância para a gestão dos negócios do estaleiro BECONAL, uma vez que o gestor industrial da planta terá dados concretos da capacidade de produção, proporcionando assim, um grande diferencial no planejamento estratégico.

**Palavras-chave:** Gestão de células. Construção naval. Estaleiro BECONAL. Tempo padrão de processo.

## ABSTRACT

The study on naval production has presented a great challenge, mainly due to the scarce literature on the subject, however, this literary limitation did not make impossible the realization of this project of application, whose main objective was to determine the maximum capacity of processing and flow of internal movement between the production cells in function of the demand pulled in the manufacture of granulated ferrets by the shipyard Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (BECONAL). It is noteworthy that this study had as a methodological framework the participant observation of the processes, documentary research, besides the bibliographic research. In the light of the researched theorists, it was verified that the shipbuilding market was always cyclical, taking time to be manufactured and having a high useful life (about 25 years). There has also been a high demand for bulk carriers, however, because they are specific to each customer and because they are usually linked to contractual transportation commitments (by the buyer), they must follow strict production schedules, generating very high fines when delay of deliveries. In this way, the result obtained is that it is possible to manufacture 13.58 ferries in the yard every 13 weeks, considering that a balsa bean should have a total of 196 plates to be cut. Thus, the results presented are of the utmost importance for the management of BECONAL's yard business, since the plant's industrial manager will have concrete data on production capacity, thus providing a great differential in strategic planning.

**Keywords:** Cell Management. Shipbuilding. BECONAL Shipyard. Standard process time.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Manaus .....	17
Figura 2 - Localização do Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda .....	17
Figura 3 - Início do processo produtivo do estaleiro BECONAL.....	21
Figura 4 - Turbina de jateamento .....	30
Figura 5 - Corte a plasma.....	31
Figura 6 – Processo TIG .....	32
Figura 7 – Semi-pórtico rolante .....	33
Figura 8 - Pórtico Full Gantry .....	34
Figura 9 - Estrutura do pórtico do BECONAL.....	35
Figura 10 - Estrutura do pórtico do BECONAL.....	36
Figura 11 - Posicionamento de chapa de aço .....	36
Figura 12 - Ponte rolante do BECONAL.....	37
Figura 13 - Processo de jateamento e pintura.....	38
Figura 14 - Processo de jateamento e pintura.....	38
Figura 15 - Processo de jateamento e pintura.....	38
Figura 16 - Posicionamento entre as células de jateamento e pintura e a célula de corte a plasma.....	39
Figura 17 - Processo de corte das chapas.....	39
Figura 18 - Processo de corte das chapas.....	40
Figura 19 - Estação de corte a plasma do estaleiro BECONAL .....	40
Figura 20 - Transporte no pórtico alimentando a entrada do processo de jateamentos .....	41
Figura 21 - Jateamento e pintura das chapas .....	42
Figura 22 - Programa de corte do robô .....	43
Figura 23 - função densidade de probabilidade do Input Analyzer do Arena .....	44
Figura 24 - Lógica para o pátio de chapas .....	46
Figura 25 - Lógica para a entrada da máquina de jato.....	47
Figura 26 - Lógica para a estação de saída da máquina de jato.....	47
Figura 27 - Representação gráfica da simulação realizada no programa Arena.....	50
Figura 28 – Demonstrativo do comportamento do número de chapas estocadas no buffer .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos tempos padrão medidos para processo.....	48
--	----



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BECONAL	Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda
ANP	Agência Nacional do Petróleo
TOC	<i>Theory of Constraints</i>
mm	Milímetro
m	Metros
m/s	Metros por segundo
h	Horas
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO PROBLEMA A SER TRABALHADO .....	12
1.3 OBJETIVOS .....	13
<b>1.3.1 Geral</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2 Específicos</b>	<b>13</b>
1.4 RELEVÂNCIA DO PROJETO .....	13
<b>2 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Área de Coleta	16
2.1.2 Coleta de Dados	18
2.1.3 Análise dos Dados	19
<b>3 REALIDADE ATUAL DA EMPRESA</b> .....	<b>20</b>
<b>4 BASES CONCEITUAIS</b> .....	<b>23</b>
4.1 A INDÚSTRIA NAVAL E NÁUTICA NO BRASIL.....	23
4.2 A INDÚSTRIA NAVAL NO AMAZONAS.....	24
4.3 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A FABRICAÇÃO DE EMBARCAÇÕES ..	26
4.4 O ESTALEIRO BERTOLINI CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA.....	29
4.4.1 Célula de jateamento e pintura	29
4.4.2 Corte a plasma	31
4.4.3 Estoque amortecedor Buffer	32
4.4.4 Equipamentos utilizados para o movimento das chapas de aço	33
<b>5 ESTUDO DE CASO: BERTOLINI CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA</b> .....	<b>35</b>
5.1 OS PROCESSO ENVOLVIDOS NAS CÉLULAS DE PRODUÇÃO .....	35
5.1.1 Jateamento e pintura	35
5.1.2 Estoque amortecedor Buffer	38
5.1.3 Corte a plasma	39
5.2 DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO DAS CÉLULAS DE MANUFATURA .....	40
5.2.1 Determinação do tempo padrão do pórtico de entrada	41

5.2.2	Determinação do tempo padrão no jateamento	42
5.2.3	Determinação do tempo padrão da saída do jateamento	42
5.2.4	Determinação do tempo padrão de alimentação do buffer aos plasma 1 e 2	43
5.2.5	Determinação do tempo de processamento do plasma	43
5.2.6	Determinação do tempo de saída dos plasmas 1 e 2	44
6	MODELO CONCEITUAL .....	46
7	PROPOSTA DE SOLUÇÃO .....	48
8	CONCLUSÕES .....	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a indústria marítima passou por um longo período de estagnação e, diante do escasso investimento no setor, os estaleiros passaram a se dedicar na produção de embarcações, entretanto, tal produção só era possível quando os estaleiros estrangeiros não conseguiam suprir com a demanda produtiva ou quando não se interessavam pelo projeto devido ao baixo retorno financeiro para o país (DORES; LAGE; PROCESSI, 2012).

Deste modo, nas décadas de 1980 e 1990, poucas empresas investiam neste setor, haja visto, o risco de se produzir barcos e navios somente para o mercado interno. No entanto, paulatinamente, este ramo de atividade passou por grandes transformações, após a descobertas de novas reservas de petróleo no alto mar brasileiro, conforme dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2011).

As referidas descobertas elevaram a quantidade de investimentos, os quais reaqueceram o setor e trouxeram grandes expectativas para este segmento do mercado. Deste modo, a produção de projetos que vão desde a construção de embarcações para o setor petrolífero e pesqueiro até à construção de barcos e navios destinados ao lazer tem sido maior.

É importante destacar que a partir do ano de 2007, a Indústria Naval Brasileira vem apresentando indicadores de retração em detrimento do colapso das operações de prospecção de petróleo na costa brasileira, gerado pelos resultados da camada pré-sal, largamente expostos na mídia. Contudo, na região Norte do país, tem se observado um movimento contrário, com o fomento da indústria Naval, voltada para a construção de embarcações para transporte de granel sólido, uma vez que a franca expansão do Agronegócio, que com safras recordes, vem gerando cada vez mais recursos à balança comercial, provendo assim, desenvolvimento ao interior do país.

O Amazonas, ao longo do processo histórico, se destacou em termos econômicos e de desenvolvimento, sendo possível citar o período áureo da borracha e a Zona Franca de Manaus, os quais apresentam sucesso em períodos distintos. No entanto, ainda hoje, evidencia-se a necessidade de se avançar no que tange a infraestrutura de transporte, uma vez que o escoamento das safras das zonas produtoras ocorre pelo modal rodoviário, até os portos de exportação na região Sul e Sudeste ou pelo escoamento dos produtos via Calha do Rio Amazonas, o qual tem

se mostrado mais eficiente, pois os afluentes da margem Sul do Rio Amazonas permeiam as zonas produtoras de grãos do Centro Oeste do Brasil.

Neste sentido, o Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (BECONAL), estaleiro especializado em fabricação de embarcações fluviais será o *locus* desta pesquisa.

Sendo assim, este estudo de caso tem como ponto de partida a seguinte hipótese: A capacidade máxima de produção das máquinas de jateamento e pintura e corte a plasma interferem na fabricação das balsas graneleiras pelo estaleiro BECONAL.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da alta demanda de escoamento produtivo da região Norte do país, mais precisamente do Estado do Amazonas, através do modal fluvial tem se tornado evidente a necessidade de produção cada vez maior de barcas graneleiras para atender tal demanda.

Sendo assim, surge o problema desta pesquisa: a capacidade máxima de produção das máquinas de jateamento e pintura e corte a plasma interferem na fabricação das balsas graneleiras pelo estaleiro BECONAL?

### 1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

A escolha do problema deste estudo se deu pela magnitude que o mesmo assume no âmbito dos negócios da empresa Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda, pois a capacidade máxima de processamento e fluxo de movimentação interna entre as células de produção em função da demanda puxada na fabricação de balsas graneleiras reflete de forma direta nos resultados e metas da empresa.

Os sistemas de produção organizados a partir de células de fabricação possibilitam uma administração mais simples e eficiente, uma vez que ocorre a decomposição de um sistema macro de produção em subsistemas, reduzindo assim, o tempo destinado à transferência entre postos bem como de preparação de máquinas. Além disso, ocorre a redução da quantidade de ferramentas, tamanho de lotes e de tempo total destinado à fabricação.

No entanto, o diferente tempo de produção entre as células de jateamento e pintura e de corte a plasma dificulta a máxima eficiência do posto de trabalho, sendo este, considerado o maior gargalo do processo produtivo do estaleiro BECONAL, pois a interrupção ou menor produção de uma das células impactam nas operações seguintes. Sendo assim, considera-se que o estudo da problemática apresentada e a proposta de solução apontada podem subsidiar o planejamento estratégico e a tomada de decisões por parte do gestor.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Geral

Analisar importância da gestão de células no processamento e fluxo de movimentação interna entre as células de produção em função da demanda puxada na fabricação de balsas graneleiras pelo estaleiro BECONAL.

#### 1.3.2 Específicos

- Compreender o histórico da indústria naval brasileira;
- Conhecer os principais processos envolvidos na fabricação de balsas graneleiras
- Identificar a capacidade máxima de produção das máquinas de jateamento e pintura e corte a plasma na fabricação das balsas graneleiras pelo estaleiro BECONAL.

### 1.4 RELEVÂNCIA DO PROJETO

A gestão de negócios é fundamental para o sucesso de uma organização, contudo, tal sucesso perpassa pela gestão de processos produtivos eficientes. Deste modo, o processo produtivo tem sido o foco de muitas organizações, por ser capaz de propiciar resultados decisivos, sobretudo, no tange à competitividade empresarial. Deste modo, torna-se fundamental que a produção ocorra de forma planejada e controlada.

Sendo assim, o presente projeto que visa o estudo sobre as operações de produção em células do estaleiro BECONAL é de suma importância, por estar relacionado diretamente às metas e objetivos organizacionais, os quais dependem do comprometimento da equipe profissional, visto que o cumprimento ou não de uma das atividades do sistema influencia positiva ou negativamente em outra atividade do mesmo sistema, assim como da capacidade de produção das máquinas utilizadas no processo produtivo e, sobretudo, da gestão do negócio que tem o objetivo de alcançar as metas estabelecidas a partir da visão da organização.

Desta forma, este estudo foi desenvolvido não somente pela necessidade de se pesquisar, mas, sobretudo, pela certeza de que este trará grandes contribuições para estudiosos, acadêmicos e profissionais da área, que buscam sempre pela apropriação de conhecimentos aplicáveis à prática profissional, visto que a temática ainda se apresenta com muitos questionamentos que ainda não foram esgotados.

Sendo assim, este projeto foi estruturado da seguinte forma:

Introdução, onde se apresenta uma contextualização sobre o tema do estudo, apresentando a problemática que o permeia, assim justificativa, objetivos e a relevância do mesmo;

- Metodologia, que traça os procedimentos metodológicos necessários para a realização do estudo;
- Realidade atual da empresa, que traz em seu bojo os principais aspectos relacionados ao *locus* da pesquisa;
- Bases conceituais, que apresenta o arcabouço teórico que fundamentou o presente, assim como, os principais conceitos relacionados ao processo de fabricação de balsas graneleiras;
- Estudo de caso, o qual possibilitou a comparação da teoria à realidade do estaleiro BECONAL, bem como, a determinação dos tempos de produção das células de manufatura;
- Modelo conceitual, que demonstra o modelo considerado ideal para suprimir os supostos gargalos entre as células de jateamento e pintura e a de corte a plasma.
- Proposta de solução, onde a partir do estudo dos processos e simulações realizadas em softwares computacionais, se torna possível apontar a solução para a problemática do estudo.

- Conclusões, onde se aponta o tempo necessário para a produção das balsas graneleiras.

Destaca-se que os capítulos estão interligados com a finalidade de facilitar a compreensão.



## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Ao procurar compreender as situações expostas tornar-se necessária a apresentação da metodologia adotada na pesquisa, uma vez que esta orientação metodológica se configura como imprescindível para o bom andamento da pesquisa, pois se constitui no “caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade” (MINAYO, 2011, p. 16).

Goldenberg (2004) salienta que o método possibilita que o pesquisador decida sobre alcance, regras, explicações e validade de suas investigações, ou seja, são os passos que direcionam o estudo com a finalidade de compreender, analisar e explicar os fenômenos, neste estudo especificamente, analisar importância da gestão de células no processamento e fluxo de movimentação interna entre as células de produção em função da demanda puxada na fabricação de balsas graneleiras pelo estaleiro BECONAL.

Sendo assim, este estudo tomou como ponto de partida o método indutivo que “considera que o conhecimento é embasado na experiência, descartando assim, todos os princípios preestabelecidos (GIL, 2010). Considera-se que o método escolhido é o que mais se adequa aos objetivos de estudo proposto, pois conforme Provdanov e Freitas (2013), o raciocínio indutivo possibilita a generalização que deriva de observações de casos da realidade concreta.

Deste modo, o modelo conceitual deste estudo parte de características gerais do processo a ser modelado, considerando os aspectos operacionais da produção em células, bem como as medidas de desempenho, tais como as variáveis relacionadas a entrada e saída das células de jateamento e pintura e corte a plasma na fabricação.

### 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1.1 Área de Coleta

O *lócus* do estudo de caso foi o estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda, localizado na cidade Manaus (Figura 1), capital do Estado do Amazonas.

O Decreto Municipal nº 2.924, de 07 de agosto de 1995, dividiu geograficamente a cidade de Manaus em seis zonas: Zona Sul, Zona Centro-sul, Zona Leste, Zona Oeste, Zona Centro-oeste e Zona Norte (PREFEITURA DE MANAUS, 1995).

Conforme, as estimativas do Censo demográfico de 2010, a cidade de Manaus teria em 2016 uma população de 2.094.391 de habitantes (IBGE, 2010).

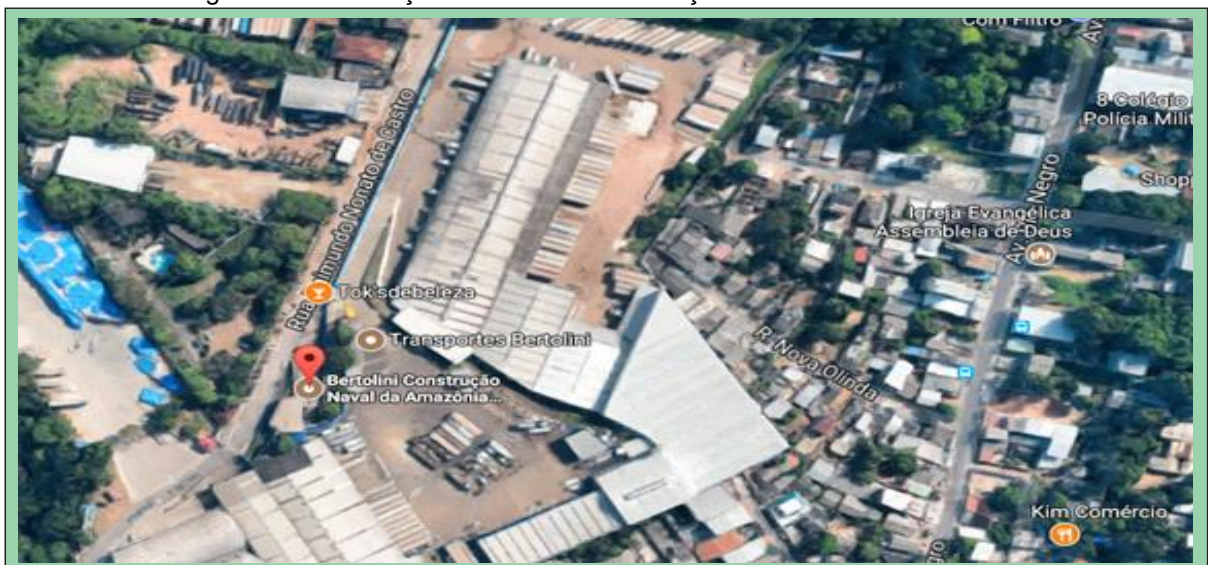
Figura 1 - Localização do município de Manaus



Fonte: Google Maps (2017)

O estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda está situado na Rua Raimundo Nonato de Castro, nº 1, bairro Santo Agostinho, Zona Oeste da cidade Manaus (Figura 2).

Figura 2 - Localização do Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda



Fonte: Google Maps (2017)

Destaca-se que o estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda concedeu autorização para o estudo de caso, incluindo a divulgação de seu nome de fantasia, imagens e fotos.

#### 2.1.2 Coleta de Dados

Para a pesquisa realizada no estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda, optou-se pela observação participante dos processos, pesquisa documental, além da pesquisa bibliográfica. A coleta de dados foi realizada no período de junho a setembro de 2017.

Buscando o aprofundamento das questões relacionadas ao tema proposto, realizou-se o estudo de caso, cuja característica principal é estudo de um ou poucos fenômenos com a finalidade de se chegar à compreensão minuciosa dos mesmos. Assim, “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2015, p. 32). Portanto, o estudo de caso é aplicável quando existem muitos interessados em uma circunstância complexa e mutável, cujas respostas ainda não foram totalmente encontradas, como é o caso da temática pesquisada.

A observação, segundo Gil (2008, p. 100), “[...] nada mais é que o uso dos sentidos com vistas a adquirir os conhecimentos necessários para o cotidiano, além de participar como membro da situação ou do *lócus* da pesquisa”. Neste estudo, a observação participante estruturada foi usada, por ser uma modalidade previamente planejada com o objetivo de responder aos objetivos estabelecidos.

Para Lakatos e Marconi (2011, p. 42), a pesquisa bibliográfica consiste no “Levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um assunto”.

De acordo com Gil (2017, p. 28), “a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa”. Neste sentido, será realizada a pesquisa documental sobre o histórico da empresa, sobre os processos relacionados ao estudo, dentre outros documentos disponibilizados.

Além da pesquisa bibliográfica, a pesquisa qualitativa será utilizada por ser um tipo de pesquisa que responde a questões muito particulares, pois se preocupa com “[...] o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2011, p. 21-22). Neste sentido, a pesquisa qualitativa propiciará a análise, interpretação e atribuição de significados aos dados coletados no estudo de caso.

### 2.1.3 Análise dos Dados

Após a coleta dos dados realizada por meio da pesquisa bibliográfica, documental, realizou-se a análise e tratamento do material empírico e documental selecionados, através da codificação e tabulação, os quais são definidos, respectivamente, como a “operação técnica pela qual os dados são categorizados e, a organização dos dados em tabelas, facilitando a verificação de semelhanças, diferenças, relações e interpretação das informações” (GRESSLER; A, 2004).

Assim, os dados pesquisados foram categorizados e organizados, facilitando a tabulação em tabelas e quadros, as quais foram analisadas à luz de teorias relacionadas.

### 3 REALIDADE ATUAL DA EMPRESA

A empresa Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda, estaleiro localizado na cidade de Manaus capacitado para a fabricação de diversificados equipamentos para navegação hidroviária. Entretanto, para a fabricação destes equipamentos faz-se necessário alguns processos produtivos, organizados em células, através das quais se dá todo o processamento do estaleiro.

Dentre estas células, destaca-se neste projeto, as células de jateamento e pintura das chapas e de corte a plasma. O processamento das chapas pela máquina de jateamento e pintura ocorre em menos tempo, enquanto que o corte a plasma (realizado após o jateamento e pintura) ocorre de forma mais lenta. Sendo assim, indubitavelmente, o maior gargalo do processo produtivo da empresa está na a capacidade da célula de corte a plasma quando submetida a altas demandas produtivas.

Cabe salientar que o estaleiro desenvolve suas atividades em dois turnos, contudo, diante do processo mais lento, o processamento da máquina de corte a plasma foi a única célula produtiva do estaleiro que chegou a trabalhar durante três turnos. Entretanto, atualmente a produção do estaleiro ocorre somente em dois turnos, sendo que as células de produção funcionam em turnos diferentes, como por exemplo, a célula jateamento e pintura que tem suas atividades no horário comercial, enquanto de a célula de corte a plasma funciona em dois turnos.

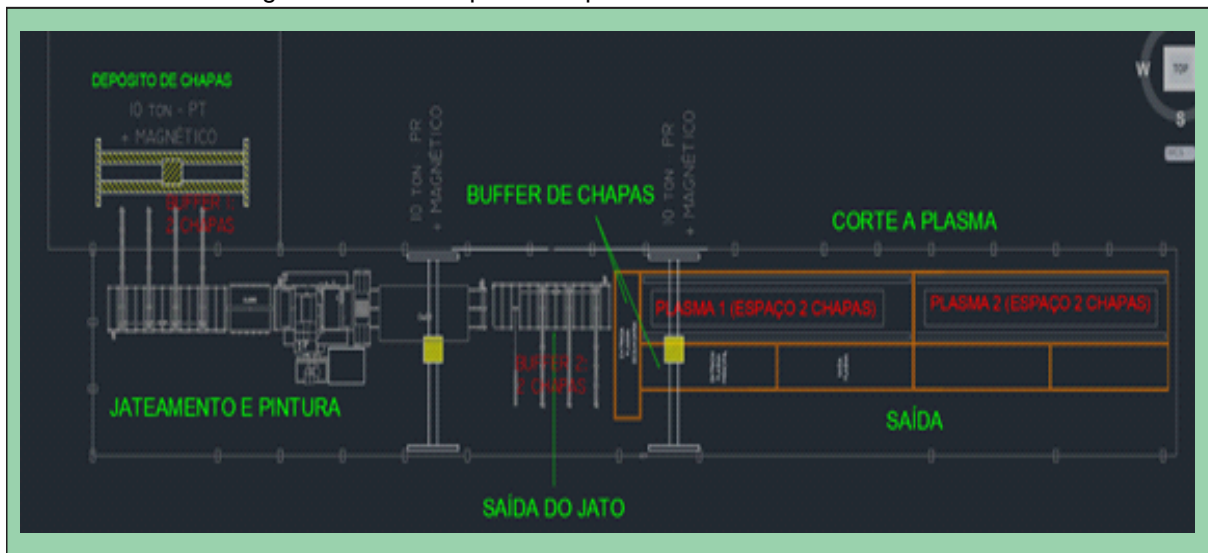
A diferença de turnos de funcionamento se dá em detrimento da capacidade produtiva de cada célula, pois a de jateamento e pintura produz de forma mais rápida, enquanto que a de corte a plasma, apresenta uma produção mais lenta.

Deste modo, este projeto aplicativo está centrado, sobretudo, na modelação das etapas iniciais da fabricação no estaleiro, com o objetivo de determinar o tempo de trabalho necessário para processar todas as peças de uma balsa graneleira padrão. A partir daí, será definido a capacidade da planta industrial em função da quantidade de balsas produzidas em um intervalo de tempo. Assim, pretende-se obter o tempo de trabalho da célula de tratamento e pintura para atender a demanda do corte a plasma, assim como da célula de corte a plasma para atender a demanda da produção das balsas graneleiras.

O estágio inicial do processo de produção do estaleiro (Figura 3) ocorre a partir do momento em que as chapas não tratadas são movimentadas do depósito

de chapas para a estação de jateamento e pintura através de um pórtico externo até o galpão com levantador magnético. Este pórtico possui capacidade de 10t, sendo o seu uso exclusivo para movimentar as chapas, conforme demanda da estação de jateamento e pintura.

Figura 3 - Início do processo produtivo do estaleiro BECONAL



Fonte: Estudo de caso, 2017

Observa-se que na entrada da esteira da máquina de jateamento é possível armazenar até duas chapas. A esteira conta com um *slot* fixo onde é possível posicionar a chapa, a qual permanece imóvel até que o operador a carregue para a esteira. A segunda chapa é posicionada sobre o *slot* fixo e suspensa pelo pórtico externo. Posteriormente, o operador da máquina de jateamento leva a chapa posicionada no *slot* fixo e libera este espaço, o pórtico externo posiciona a chapa suspensa e busca outra chapa no estoque. Assim, o setor de jateamento conta com um *buffer* de entrada com capacidade de duas chapas.

A esteira da máquina de jateamento comporta em processo até cinco chapas de 12000x2500mm e funciona de maneira não cumulativa, ou seja, quando uma chapa chega ao final da esteira o processo é interrompido. Entretanto, as chapas podem ser retiradas da esteira quando alcançam o penúltimo espaço. Assim, é possível inferir que a esteira comporta três chapas em processo e possui um *buffer* de saída de duas chapas.

Destaca-se que a máquina de jateamento só é interrompida quando os dois últimos *slots* são preenchidos, o que só ocorre em casos de atraso na

movimentação de chapas. Na prática, comumente, as chapas são retiradas da esteira quando alcançam a penúltima posição da esteira. Isto ocorre devido a existência de uma ponte rolante de uso exclusivo do setor, que realiza a movimentação da saída da esteira para o buffer de chapas jateadas do estaleiro, que está localizado bem próximo à saída da esteira. Esta ponte rolante possui capacidade 10t e conta com um levantador magnético.

As chapas jateadas armazenadas no buffer do estaleiro são utilizadas para alimentar a próxima etapa do processo, que consiste no corte a plasma e marcação de chapas. Esta estação é responsável por cortar as grandes chapas em peças menores e marca-las, indicando onde os perfis e outras peças devem ser montadas.

A estação de corte a plasma possui duas mesas de corte, onde cada uma comporta até duas chapas de 12000mm (uma em processo de corte e outra aguardando para ser cortada). Tal procedimento potencializa a utilização da máquina de corte, uma vez que quando se conclui o processamento de uma das chapas, automaticamente a máquina passa a cortar a outra chapa no segundo *slot*. Neste ínterim, a ponte rolante retira a chapa processada anteriormente e abastece a mesa com uma nova chapa vinda do *buffer*.

A movimentação para o setor de corte a plasma é realizada por uma ponte rolante de uso exclusivo. Esta ponte possui capacidade de 6t e levantador magnético, sendo responsável apenas por movimentar chapas do *buffer* para as mesas de corte e das mesas para o estoque de peças na saída da estação.

Sendo assim, torna-se evidente que o estaleiro Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda dispõe da infraestrutura adequada para a realização do estudo, uma vez que os processos que se pretende pesquisar encontram-se em funcionamento e que se obteve as devidas autorizações para observar e identificar as informações imprescindíveis para o estudo de caso.

## 4 BASES CONCEITUAIS

### 4.1 A INDÚSTRIA NAVAL E NÁUTICA NO BRASIL

A globalização da economia, evidenciada principalmente a partir da década de 1970, traz em seu bojo mudanças e transformações substanciais e profundas, fazendo com que as indústrias busquem por diferenciais nos processos gerenciais e produtivos que as tornem mais competitivas no mercado. Neste sentido, o cenário atual, marcado pelo crescimento da competitividade, impulsiona estas organizações a buscarem sempre por alternativas que possibilitem sua estruturação do ponto de vista gerencial, do estratégico e operacional.

Sendo assim, considerado como um setor estratégico, o segmento da construção naval e náutica, têm suas atividades fundamentadas no controle nacional de rotas, frotas e estaleiros, podendo compor a estratégia de segurança do Brasil, além se consubstanciar em um ramo altamente lucrativo e essencial para o desenvolvimento econômico de várias regiões do país.

Este ramo do mercado está em plena expansão no Brasil, sendo fabricadas embarcações destinadas a funções diversas, seja através de produção em série ou artesanal. Assim, trata-se de um segmento que marca a retomada da indústria naval e náutica brasileira, haja visto que, até final da década de 1960 estes ramos apresentavam profunda decadência devido às altas tecnologias utilizadas por outros países na fabricação de embarcações (RUAS et al., 2009).

O relatório da Associação Brasileira dos Construtores de Barcos e seus Implementos de 2005, a origem dos segmentos naval e náutico no Brasil se dá a partir da criação de pequenos estaleiros. No entanto, somente entre as décadas de 1970 e 1980, é que estes setores começam a ganhar maior relevo para a consolidação do mercado atual. É neste contexto, que ocorre o início das tímidas fabricações profissionais das embarcações por estaleiros especializados. Conseqüentemente, houve a expansão das empresas fornecedoras de insumos e acessórios para este ramo produtivo. No entanto, é na década de 1990 que se tem a expansão deste segmento, reflexo da abertura do mercado nacional (ACOBAR, 2005).

A partir daí a indústria naval e náutica começa a se preocupar a melhoria das práticas dos processos, produtos e com as tecnologias aplicáveis ao setor. A



construção naval e náutica emprega atualmente grande número de trabalhadores, além de promoverem demandas de outros setores na cadeia de suprimentos navais. Outro ponto a ser destacado é que estes segmentos têm requerido cada vez mais um corpo técnico especializado e, com isso, têm desenvolvido pesquisas, novos projetos e produtos, bem como novas estratégias organizacionais e produtivas (COUTINHO; RODRIGO; RUAS, 2006).

Destaca-se que a fabricação e modelos de embarcações atendem as características típicas de cada país, devendo atender aos aspectos geográficos, climáticos, culturais, etc. No Brasil, as indústrias de embarcações se caracterizam como

[...] um bem de consumo semidurável sofre grandes variações de demanda. Somam-se à variação sazonal anual da demanda, onde as vendas tendem a ser maiores em meses mais quentes e nos períodos que antecedem férias escolares, variações relativas aos desequilíbrios da economia e ainda efeitos de período. Devido à grande variedade de modelos, e à variação da demanda, os sistemas de produção utilizados pelos estaleiros são complexos, fato que dificulta o planejamento e a programação da produção (OLIVEIRA, 2011, p. 9).

Diante da complexidade que envolve os sistemas de produção dos estaleiros, torna-se essencial a gestão que consiste em todo o processo que gerencia a organização, realizando primordialmente um diagnóstico situacional, planejando as próximas ações, elaborando e avaliando a execução destas. Neste sentido, trata-se da administração antes, durante e depois de cada passo do negócio (TEIXEIRA, 2011).

Assim, é essencial que os gestores tenham uma visão ampla da empresa e do mercado em que atuam e, isso é possível através das ferramentas de gestão. É fundamental ainda o adequado gerenciamento dos processos produtivos, o qual se dá através do conhecimento das etapas que o compõem para poder lidar com a previsão das dificuldades, bem como buscar, por melhores alternativas que potencialize a produção.

#### 4.2 A INDÚSTRIA NAVAL NO AMAZONAS

O transporte hidroviário exerce importante função no sistema de transportes no Brasil, tendo a capacidade de carga por quilômetro superior ao do modal

rodoviário. A região hidrográfica amazônica representa cerca de 60% da rede hidroviária no país, tendo como características principais, o transporte de petróleo e derivados, granéis sólidos como grãos e minerais, bem como carga em geral e de passageiros. Destaca-se que a origem e destino das cargas concentram, principalmente nos Estados do Amazonas e Pará (ANA, 2005).

Na região Norte, 90% do transporte de cargas ocorre através das hidrovias. No que tange ao Estado do Amazonas, destaca-se que o transporte hidroviário é de suma importância, tanto nos aspectos ambiental, social e econômico. Considerado como o responsável pela sobrevivência de todo o complexo da bacia Amazônica, o transporte hidroviário possibilita o abastecimento básico através de suas vias, sendo, portanto, imprescindível o desempenho adequado dos serviços de transporte (DUARTE; KUWAHARA; ALENCAR, 2009).

É importante situar o transporte como integrante da logística de qualquer organização, uma vez que, o processo logístico divide-se em dois tipos de atividades: as principais e secundárias, conforme salienta Carvalho (2002, p. 31-32):

[...] o transporte, manutenção de estoques, processamento de pedidos fazem parte das atividades principais enquanto que a armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, a obtenção, programação de produtos e sistema de informação fazem parte das atividades secundárias.

Sendo assim, devido à localização geográfica do Amazonas, o processo logístico das empresas também dependem do transporte hidroviário, “[...] o transporte é fundamental para que seja atingido o objetivo logístico, que é o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível” (BRAGA; MATESCO; LOPES, 2002, p. 23).

Diante da importância do transporte fluvial, a indústria naval tem se expandido no Amazonas, onde atualmente existem 37 estaleiros de pequeno, médio e grande porte (SILVA; FILHO, 2017). Devido à necessidade de escoamento da produção através do modal fluvial, a eficiência operacional dos processos que envolvem a fabricação de balsas graneleiras tem sido um campo com constantes investimentos e, conseqüentemente, uma vasta área de pesquisas nos últimos anos.

O processo de fabricação de balsas compreende três estágios, os quais são:

1) o de processamento do aço/alumínio; 2) o de edificação dos blocos; e 3) o acabamento. O processamento compreende a recepção e estocagem do aço/alumínio, o corte e a conformação das peças, e por fim, a construção de

cada bloco que irá compor a estrutura do navio (SILVA; FILHO, 2017, p. 757).

Contudo, se trata de um processo complexo, necessitando de altos investimentos, profissionais capacitados e constantes inovações tecnológicas. O Amazonas tem se tornado referência na fabricação de navios, sejam navios e balsas gaseiras, balsas graneleiras, balsas petroleiras, navios-escolas, ambulanchas, navios de turismo, lanchas, iates, canoas, dentre outros.

#### 4.3 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A FABRICAÇÃO DE EMBARCAÇÕES

Diante da evidente expansão, os estaleiros precisam de alternativas capazes de suprir as necessidades de seus clientes através da fabricação de embarcações dentro do prazo determinado para a entrega sem deixar para segundo plano, a qualidade advinda de avançados recursos tecnológicos. Deste modo, evidencia-se que a indústria naval e náutica busca cada vez mais por conceitos produtivos inovadores, os quais se baseiam, sobretudo, em técnicas que possibilitem a otimização de seus processos de fabricação.

Para a fabricação de qualquer tipo de embarcação é necessário que haja o estabelecimento dos principais parâmetros que subsidiarão a execução do planejamento e programação da produção. Sendo assim, torna-se fundamental a definição das tarefas necessárias para a manufatura do produto, a quantidade de processadores a serem utilizados para a execução de cada tarefa, bem como o tempo para seu processamento e sua disponibilidade, a estrutura de cada produto, a lista de componentes e materiais necessários para a fabricação e, por fim, o *lead time* da compra da matéria prima e componentes até a entrega dos mesmos na empresa (LUSTOSA et al., 2008).

No que tange especificamente a produção de barçaças, um dos modelos mais utilizado é o que ocorre por projetos, o qual direciona a formação de células de manufaturas paralelas para a fabricação da estrutura das barçaças. Neste modelo, a produção em série dos componentes, são agrupadas em processos similares de manufatura e aquisição de insumos, minimizando assim, os custos e o tempo de entrega. Trata-se, portanto, da utilização das tecnologias em grupos, as quais se configuram nos processos mais indicados para estaleiros por se consubstanciar em

um processo padronizado que reflete diretamente na produção eficiente e acelerada, melhorando assim, na produtividade do estaleiro (PINTO et al., 2007).

Deste modo, Oliveira (2011) salienta que diante da complexidade que envolve a fabricação destas embarcações, muitas empresas dividem a produção em blocos menores. A divisão em blocos menores ocorre, em muitos casos, devido ao peso elevado e da necessidade de uma grande área de trabalho para deslocamento das peças.

Sendo assim, Ribeiro e Meguelati (2002) apontam que os métodos baseados no conceito de tecnologia de grupo tem sido adequado para suprir o aumento das demandas emergentes e afirma que este conceito está ancorado

[...] no agrupamento de peças similares em famílias com o objetivo de fabricá-las em células ou ilhas que reúnem máquinas especialmente selecionadas para este fim. Isto conduz a uma maior automatização, a uma redução do tempo de preparação das máquinas, a uma padronização das ferramentas empregadas e a uma redução dos ciclos de fabricação (RIBEIRO; MEGUELATI, 2002, p. 62-63).

Deste modo, fica claro que a eficiência deste método em um sistema de produção composto por muitas etapas realizadas de forma individual ou coletiva, está exatamente em se evitar atrasos nos processos produtivos do sistema como um todo.

Realizar o trabalho em células exige comprometimento e em muitos casos exige mudanças culturais e organizacionais, pois de acordo com Wilkes (2000), neste tipo de trabalho ocorre a delegação de autonomia e responsabilidade à níveis operacionais, principalmente no que tange ao controle da qualidade, desenvolvimento de projetos de melhorias e operação de várias máquinas. Contudo, é considerado como um sistema de produção simples e eficiente, capaz de responder de forma rápida e com qualidade as demandas emergentes.

Tais características estão fundamentadas nas principais características da produção enxuta que busca “[...] operar o sistema da produção de forma simples, combatendo severamente os desperdícios, com lotes reduzidos, sem estoque, até atingir a condição de produzir somente de acordo com a demanda” (GUSMÃO, 2008, p. 12). Sobre isto, Lustosa et al., (2008), destaca que na produção puxada,

[...] a célula de trabalho seguinte, é que dispara todo o processo produtivo – numa lógica de sincronização para trás, ou seja, todos os recursos

colocados à disposição da produção movimentam-se na medida das necessidades dos clientes, colocadas na forma de pedidos ou de novos produtos (p. 33).

Sendo assim, Santos (2008) destaca que no ambiente de célula é possível reduzir o tempo de ciclo através da junção das funções de vários postos de trabalho, criando assim, um ambiente favorável para a eliminação de dependência entre os postos, reduzindo as esperas que resultam em ociosidade e em maior tempo de ciclo, bem como, na redução do valor do produto fabricado e, conseqüentemente nos ganhos da empresa.

De acordo com a Teoria das Restrições (*TOC – Theory of Constraints*), “[...] os ganhos serão obtidos a partir da administração eficiente de todos os recursos e do conjunto de restrições a que a empresa está submetida” (LUSTOSA et al., 2008). Toda empresa busca lucros, portanto, todas as ações criadas são decorrentes desta busca. Contudo, algumas restrições implicam no alcance da meta principal, a qual seja, ganhar dinheiro.

A TOC busca a otimização global dos sistemas de produção, extraíndo o seu máximo ganho. Assim, a TOC não busca resolver todos os problemas no âmbito organizacional, mas sim, os problemas que implicam na restrição de ganhos para a organização, eliminando desperdício de esforço.

[...] a TOC considera a necessidade de existência de estoques intermediários (pulmões) colocados anteriormente às restrições para garantir reduzir a possibilidade da mesma deixar de operar por falta de suprimento – o que acarretaria perda de ganho pela organização. A TOC também traz uma visão diferente sobre o uso de indicadores de desempenho, focando nos indicadores que são causas do ganho, em vez de focar em indicadores que apenas indicam ou reportam o resultado ou ganho da organização (LUSTOSA et al., 2008, p. 47).

Deste modo, é possível inferir que a TOC foi introduzida nas organizações para alavancar o alcance da meta principal, pois considera que todo sistema gerenciável pode conter limitações que restringem os ganhos. No caso específico do estaleiro BECONAL, considera-se que a restrição dos ganhos pode ser resolvida a partir da determinação da máxima capacidade de produção da célula de corte a plasma, e suas interações com as demais células de produção. De acordo com a TOC, em um processo como este, existe pelo menos uma restrição que limita o desempenho de um sistema de corte em relação ao objetivo (meta), que é o de se ter ganhos por meio da fabricação de balsas graneleiras.

#### 4.4 O ESTALEIRO BERTOLINI CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA

Situado na cidade de Manaus, o estaleiro BECONAL teve suas atividades iniciadas no ano de 2005 com o objetivo de atender a alta demanda por balsas graneleiras de modelo Racked curvada para melhor hidrodinâmica) e Box (que apresenta forma de paralelepípedo), bem como, de empurradores. Desde então, a empresa tem implantado conceitos de linha de produção, otimização de layout, tecnologia de grupo, produção celular, atuando principalmente nas balsas graneleiras (SILVA; FILHO, 2017).

Após a definição do *Layout* produtivo, se tornou evidente muitos gargalos ao longo do processo produtivo. A fabricação das balsas ocorre por meio de produção celular. As células de manufatura são constituídas a partir de um agrupamento de máquinas que trabalham com determinada família de peças. Dentre as células de manufatura, destacam-se as de jateamento e pintura e a de corte a plasma, as quais apresentam um dos gargalos mais substanciais no processo produtivo do estaleiro BECONAL.

##### 4.4.1 Célula de jateamento e pintura

Na fabricação de embarcações vários tipos de material podem ser utilizados, tais como, compostos de plásticos reforçados com fibras de vidro ou fibra de carbono. Além disso, metais como alumínio e principalmente aço, que por apresentar alta resistência, custo relativamente baixo e difundida tecnologia de processamento tem sido o mais utilizado na fabricação de embarcações comerciais.

Sendo assim, o aço é uma liga de ferro e carbono, porém, suscetível a reação com o oxigênio da atmosfera, formando assim o óxido ferro. No processo de laminação, esse óxido de ferro forma uma camada uniforme e estável sobre as chapas, a qual é denominada carepa de laminação. Deste modo, Leite (2008, p. 8) salienta que “[...] o fenômeno de formação de óxidos de ferro na superfície dos aços possui importância relevante para os processos industriais de produção de bobinas de aços laminados a quente e bobinas laminadas a quente e decapadas”.

A limpeza do aço é feita através de jato abrasivo, que consiste na remoção de óleos, graxas, carepas de laminação, restos de pintura e ferrugem, a remoção dos

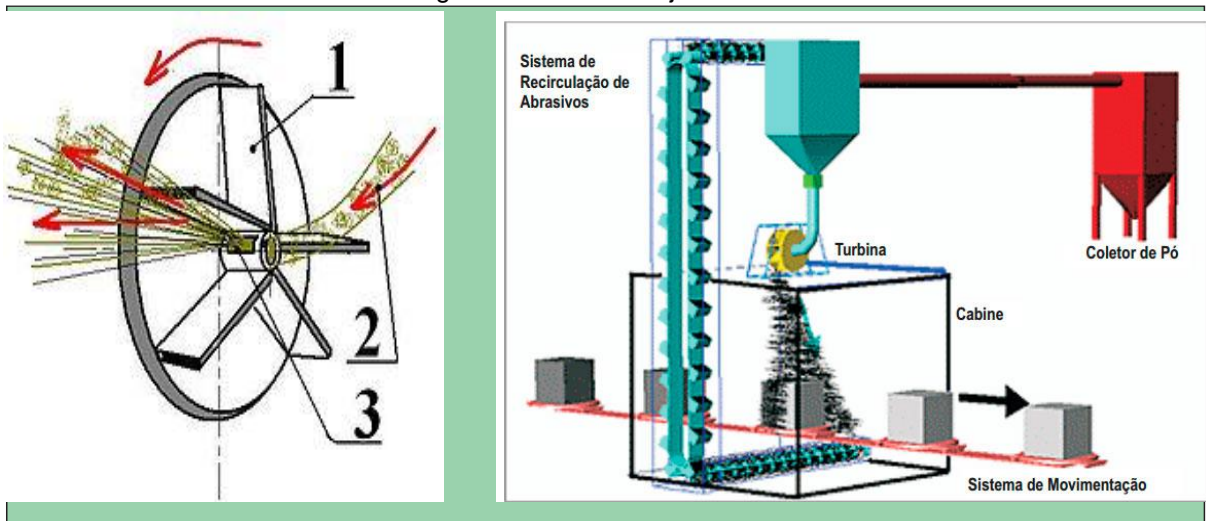
resíduos varia de acordo com os seguintes graus de limpeza, conforme norma ABNT- NBR 7348. O material utilizado para o processo de jateamento abrasivo é feito com granalhas de aço. Cria-se durante a limpeza da superfície graus de rugosidade da chapa (ARAUJO, 2011).

A carepa de laminação apresenta propriedades mecânicas diferentes do metal base, devendo ser retirada e substituída por uma camada mais adequada e que proteja o aço do contato com a atmosfera, isolando-o do meio ambiente. Essa camada é a tinta. A pintura e toda a composição aplicada à superfície do aço têm a finalidade de protegê-la contra corrosão causada pela exposição ao meio ambiente garantindo assim sua vida útil.

Existem algumas técnicas para retirada da carepa de laminação, porém a mais eficiente e que proporciona maior escala de produção e o jato abrasivo. Essa técnica consiste basicamente no uso de jato de granalha de aço para a limpeza da superfície que recebe o material metalizado. O uso do abrasivo que predomina atualmente é a granalha de aço, pois traz mais vantagens técnicas e até econômicas, diante das outras opções, permitindo assim melhor rendimento operacional.

A Figura 4, ilustra a turbina de jateamento arremessando a granalha, bem como a síntese do processo da máquina com turbina de jateamento, rosca recuperadora de granalha, elevador de canecas, silo de alimentação da turbina e coletor de pó.

Figura 4 - Turbina de jateamento



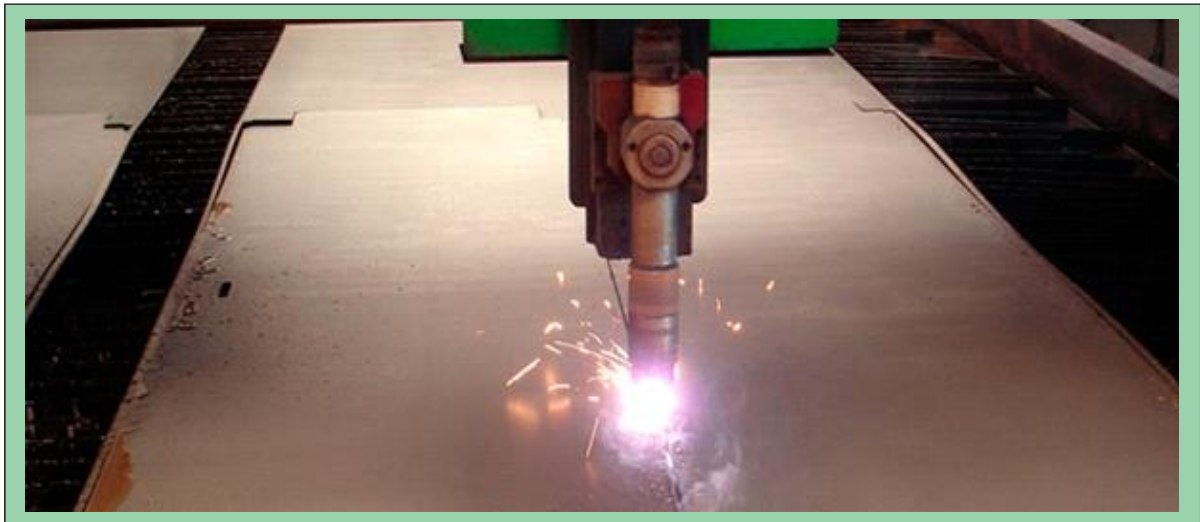
Fonte: <<https://google.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2017.

Após a pintura das chapas de aço, inicia-se o processo de beneficiamento das mesmas através da célula de corte a plasma.

#### 4.4.2 Corte a plasma

O processo de corte a plasma (Figura 5) teve seu início na década de 1950, sendo criado para cortar metais condutores, sobretudo o aço inoxidável e o alumínio. Atualmente, se trata de um processo largamente usado na indústria e em oficinas, por ser uma importante ferramenta para corte de metais, devido a velocidade e precisão de corte (URTADO, 2009).

Figura 5 - Corte a plasma



Fonte: <[http://metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id=788](http://metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id=788)>. Acesso em: 12 out. 2017.

O plasma é caracterizado como sendo o quarto estado da matéria, ou seja, considerando três estados na matéria (sólido, líquido e gasoso), destaca-se que, ao se adicionar energia em forma de calor ao sólido, ocorrerá a mudança do estado para o líquido. Ao se adicionar mais calor ao estado líquido, tem-se o gás, o qual se transformará em plasma, caso seja adicionado mais calor. Sobre isto, (URTADO, 2009) destaca que

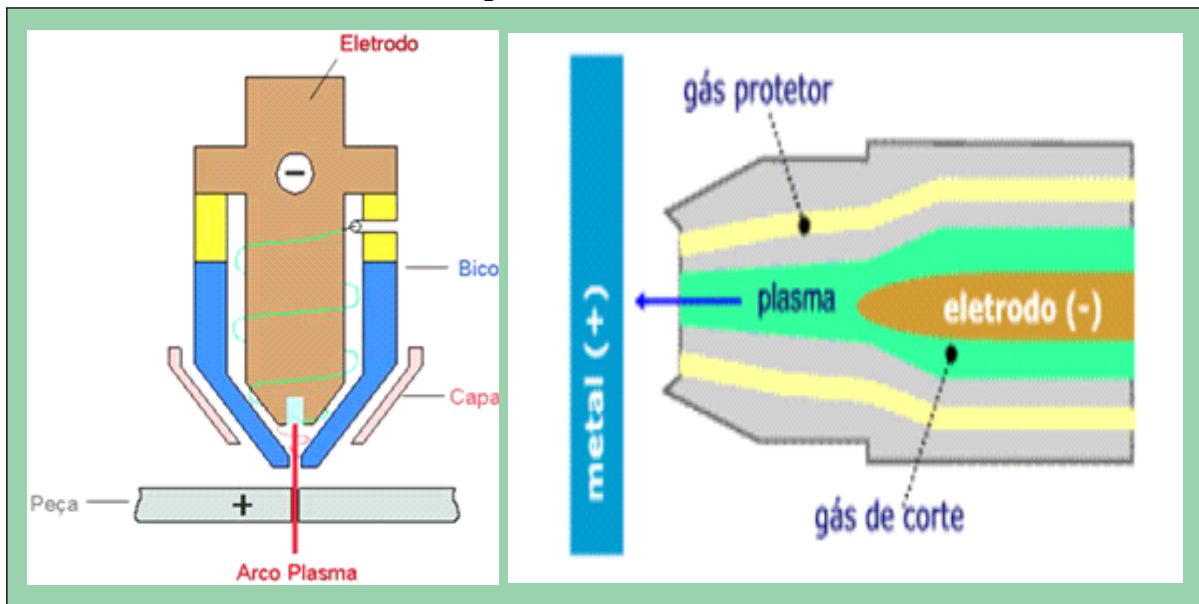
Plasma é um gás eletricamente condutor. A ionização dos gases gera a criação de elétrons livres e de íons positivos junto com os átomos de gás. Quando isso ocorre, o gás torna-se eletricamente condutor, com a característica de transportar corrente, tornando-se assim o plasma. O corte a plasma é um processo que utiliza um bico com um orifício para constringir o gás ionizado em alta temperatura até que possa ser utilizado para cortar seções de metais, como o aço carbono, aço inoxidável, o alumínio e outros



metais eletricamente condutores. O arco Plasma derrete o metal, e a alta velocidade do gás remove o material derretido (p.1).

O mesmo teórico salienta que em 1950, o processo TIG (gás inerte de tungstênio) de soldagem estava implantado como um método de alta qualidade para soldar metais nobres. Durante seu desenvolvimento descobriram que se reduzissem o diâmetro do bocal por onde saia a tocha de gás para soldagem, o arco era comprimido, aumentando a velocidade e a temperatura do gás. O gás, ionizado, ao sair pelo bocal, em vez de soldar, cortava, conforme Figura 6 (URTADO, 2009).

Figura 6 – Processo TIG



Fonte: <[http://metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id=788](http://metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id=788)>. Acesso em: 12 out. 2017.

#### 4.4.3 Estoque amortecedor *Buffer*

Os estoques de amortecedores, também denominados chapados de *buffer*, são utilizados em vários tipos de indústrias, assim como na distribuição logística.

De origem inglesa, a palavra *buffer* significa amortecedor. Este amortecedor tem como objetivo equalizar o processo com taxas de entrega diferentes. Trata-se de um estoque que se posiciona entre dois processos e onde o predecessor e cliente do antecessor, para que o sistema flua sem interrupções, por um certo intervalo de tempo, em caso de paralização de um dos processos ou por características de tempos diferentes em suas entregas (SILVA, 2013).

#### 4.4.4 Equipamentos utilizados para o movimento das chapas de aço

Quanto aos equipamentos, destacam-se os pórticos e pontes rolantes. Em termos de aplicação técnica, os pórticos e pontes rolantes são muito parecidos, tendo a mesma finalidade. Contudo, a seleção da ponte rolante ou pórtico é de suma importância.

As pontes rolantes trasladam de forma aérea, ou seja, os trilhos são montados em altura considerável, (para fins de comparação, acima da cabeça de um ser humano) e por isso o nome *overhead cranes*, além do alinhamento, nivelamento e cambagem dos trilhos. Desta forma, independentemente da quantidade de máquinas ou pessoas no chão de fábrica, a ponte rolante nunca fará contato direto ou colisivo com outro equipamento que não seja outra ponte no mesmo trilho.

Já para os pórticos e semi-pórticos (Figura 7), a situação é oposta, uma vez que, conceitualmente, pelo menos um dos lados do equipamento terá as rodas trasladando na altura onde pessoas ou máquinas móveis podem ser consideradas obstáculos.

Figura 7 – Semi-pórtico rolante



Fonte: <<http://climber.com.br/produtos/semi-portico>>. Acesso em: 12 out. 2017.

Destaca-se que se os dois lados tiverem os rodízios tocando no piso, trata-se de um pórtico Full Gantry (Figura 8).

Figura 8 - Pórtico Full Gantry



Fonte: <<http://climber.com.br/produtos/semi-portico>>. Acesso em: 12 out. 2017.

## 5 ESTUDO DE CASO: BERTOLINI CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZÔNIA LTDA

### 5.1 OS PROCESSO ENVOLVIDOS NAS CÉLULAS DE PRODUÇÃO

#### 5.1.1 Jateamento e pintura

De acordo com o estudo de caso, foi verificado que o estaleiro BECONAL realiza seus processos tratamento e pintura através de jato abrasivo, por apresentar menor exposição dos colaboradores a riscos químicos, assim como por possibilitar o aumento da produtividade. A célula de jateamento e pintura antecede o processamento das chapas de aço por outras células do processo de manufatura.

Diante da magnitude da fabricação da indústria naval, tanto a matéria prima quanto os subconjuntos, demandam por processo e equipamentos especiais para prover sua movimentação. Foi identificado no estudo de caso que as chapas de aço ficam armazenadas no depósito principal, sendo manipulado com o auxílio de equipamentos de guindar especiais denominadas pontes rolantes e pórticos.

As Figuras 9 e 10 demonstram a estrutura do pórtico (cor amarela), sendo controlado remotamente por um colaborador suportando uma chapa de aproximadamente 2,2 toneladas, enquanto circula por sobre o estoque de chapas até posicioná-la no início do processo de jateamento.

Figura 9 - Estrutura do pórtico do BECONAL



Fonte: Estudo de caso, 2017

Figura 10 - Estrutura do pórtico do BECONAL



Fonte: Estudo de caso, 2017

A Figura 11 apresenta o colaborador posicionando uma chapa, na saída do processo de jateamento com o auxílio de ponte rolante.

Figura 11 - Posicionamento de chapa de aço



Fonte: Estudo de caso, 2017

A ponte rolante (Figura 12) é um equipamento utilizado para içamento, ou seja, para elevação de cargas e transporte de cargas, e são compostas basicamente de viga, carro e talha ou guincho, podendo ser móveis ou fixas, com o propósito de manipular objetos classicamente grandes e pesados, e que não podem ser movidos facilmente de forma manual.

Figura 12 - Ponte rolante do BECONAL



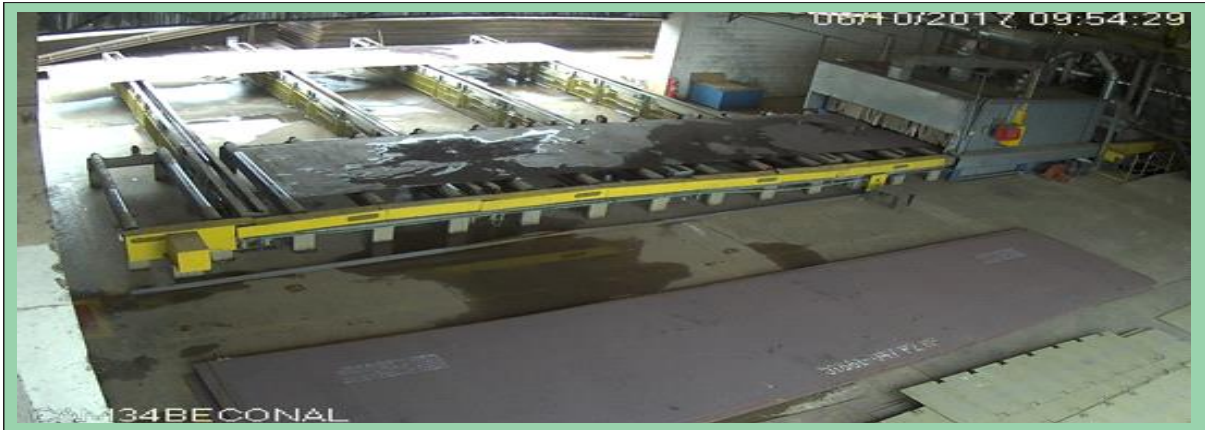
Fonte: Estudo de caso, 2017

Neste tipo de guindaste, o mecanismo que opera é montado em um carro que corre ao longo do eixo transversal, as pontes podem possuir carros principais e auxiliares, dependendo da operação que se deseja realizar. De acordo com as aplicações, os içamentos podem ser realizados através de cabos de aço, corda ou correntes, através do mecanismo do carro, e os objetos podem ser movidos horizontalmente ao longo do eixo da própria ponte.

Diferente de outros guindastes de lança flexíveis, que através do balanço, permitem que operadores sejam capazes de mover objetos em múltiplas direções, ela só realiza o movimento permitido de translação e o movimento do seu carro ao longo do eixo transversal. Estes movimentos geralmente são necessários para realizar qualquer tarefa de içamento de carga. Destaca-se que diversos locais podem fazer uso deste tipo de equipamento, sendo necessário tomar o devido cuidado em sua operação, havendo normas que devem ser seguidas no içamento de carga para estabelecer padrões de segurança descritos na análise preliminar de risco elaborada pelo SESMT constantes no anexo - A.

No BECONAL é utilizada uma máquina de jateamento contínuo linear, conjugada com uma cabine de pintura e estufas de secagem. Neste seguimento, a chapa entra por uma linha de roletes, passa por um forno de pré secagem com o objetivo de retirar quaisquer resquícios de umidade da chapa. A chapa passa pela cabine de jateamento onde, impulsionado por 6 turbinas rotativas, a granalha de aço é arremessada sobre as chapas, causando assim a abrasão na superfície, removendo a carepa de laminação e expondo o metal base: o aço (Figuras 13, 14 e 15).

Figura 13 - Processo de jateamento e pintura



Fonte: Estudo de caso, 2017

Figura 14 - Processo de jateamento e pintura



Fonte: Estudo de caso, 2017

Figura 15 - Processo de jateamento e pintura



Fonte: Estudo de caso, 2017

### 5.1.2 Estoque amortecedor *Buffer*

No estudo de caso, verificou-se que a taxa de entrega dos processos anteriores ao da célula de corte a plasmas é maior que o seu processamento. Sendo assim, se tornou necessário a introdução de um *buffer* entre as células de jateamento e pintura e a de corte a plasma, com a finalidade de lidar com este desbalanceamento. A Figura 16, apresenta o posicionamento entre as células de jateamento e pintura e a célula de corte a plasma no estaleiro BECONAL.

Figura 16 - Posicionamento entre as células de jateamento e pintura e a célula de corte a plasma



Fonte: Estudo de caso, 2017

Deste modo, caso não houvesse a máquina de jateamento e pintura, seria necessário a interrupção de seu processo.

### 5.1.3 Corte a plasma

No estaleiro BECONAL, o processo de corte das chapas é executado por duas estações de corte a plasma robotizadas, conforme Figuras 17 e 18.

Figura 17 - Processo de corte das chapas





Fonte: Estudo de caso, 2017

Figura 18 - Processo de corte das chapas



Fonte: Estudo de caso, 2017

## 5.2 DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO DAS CÉLULAS DE MANUFATURA

A máxima capacidade de produção de balsas graneleiras do estaleiro BECONAL está ligada a máxima capacidade de corte de chapas de aço. Essa hipótese se sustenta, pois, todas as chapas do estaleiro são cortadas na estação robotizada de corte a plasmas, a qual ocupa 690 m<sup>2</sup> de área, e o incremento da capacidade da estação de corte (Figura 19) está ligado a altos investimentos e ainda a uma mudança substancial de *layout*. Já os demais processos, após o corte, podem ser fomentados com o aumento de mão de obra e investimentos de pequena monta em compra de máquinas de solda e pequenas ferramentas.

Figura 19 - Estação de corte a plasma do estaleiro BECONAL



Fonte: Estudo de caso, 2017

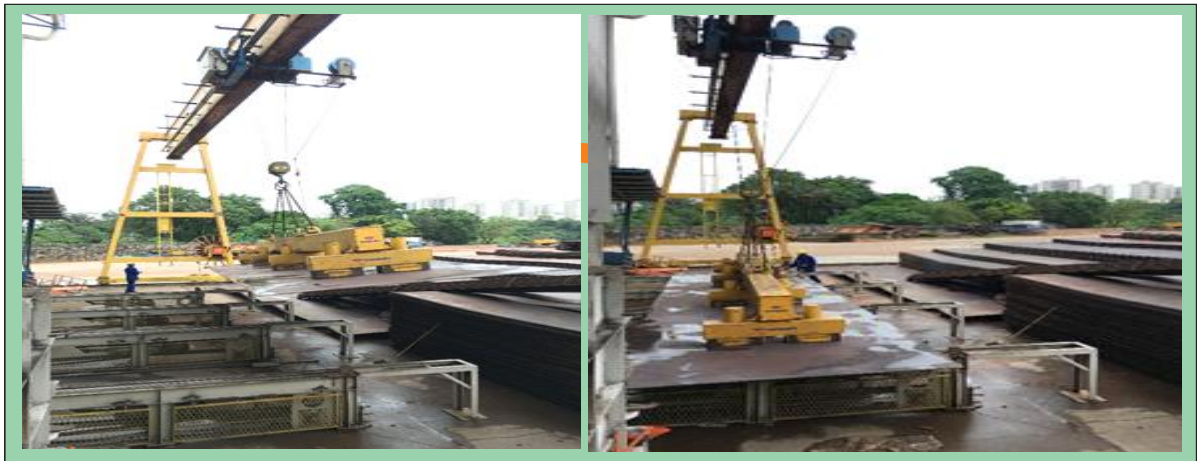
Sendo assim, é de suma importância a determinação dos tempos no processo de fabricação, uma vez que, como não se pode alterar a capacidade de produção de corte, aumentando o ativo, torna-se essencial a compreensão sobre a capacidade de produção no tempo disponível.

Como o corte é um processo intermediário (pois se tem cliente e fornecedor dentro da cadeia de produção), foi necessário estudar todos os tempos dos processos que o antecedem, ou seja, de transformação e de transporte, os quais devido sua peculiaridade, são feitos por grandes máquinas. Estes processos aumentam ativo, sendo impossível, a médio prazo, novas aquisições e por este motivo, acabam sendo colocados em situação estratégica, similar ao plasma.

#### 5.2.1 Determinação do tempo padrão do pórtico de entrada

As chapas de aço são coletadas no pátio de chapas e transportadas até a entrada do processo de jateamento por um pórtico (Figura 20). O processo consiste em um colaborador que opera o pórtico por controle remoto, coletando uma chapa por vez.

Figura 20 - Transporte no pórtico alimentando a entrada do processo de jateamentos



Fonte: Estudo de caso, 2017

Foi realizado a medição dos tempos de coleta de chapas em um turno de trabalho, em um período de 3 horas e calculado a média. O tempo obtido foi de 2,38 minutos por chapa.

### 5.2.2 Determinação do tempo padrão no jateamento

Conforme descrito anteriormente as chapas são jateadas e pintadas (Figura 21), sendo estes os primeiros processos de transformação.

Figura 21 - Jateamento e pintura das chapas



Fonte: Estudo de caso, 2017

A estação de jateamentos e pintura, quando totalmente carregada suporta 5 chapas de 12000mm de comprimento e 2500mm de largura em sua estrutura, porém, o que realmente importa ao desempenho do processo é a taxa de entrega.

Para determinação do tempo padrão foi observado dados históricos de produção desta estação, disponibilizados pelo estaleiro, os quais foram comprados a uma tomada de tempo de processamento de chapas, feito por três horas de observação com a estação trabalhando em condições normais.

Como não houve divergências significativas, e para manter a mesma metodologia dos tempos de transporte, foi adotado a medição de tempo para determinar a capacidade de processamento. Assim, pela média dos tempos coletados, admitiu-se que o tempo padrão de processamento de uma chapa na máquina de jateamento é de 2,0 minutos por chapa.

### 5.2.3 Determinação do tempo padrão da saída do jateamento

O processo de saída da máquina de jateamento para o *buffer*, também é um processo de transporte, sendo executado por uma ponte rolante. O tempo de

processo também foi medido por um período de três horas, e a média fora de 2 minutos por chapa.

#### 5.2.4 Determinação do tempo padrão de alimentação do *buffer* aos plasma 1 e 2

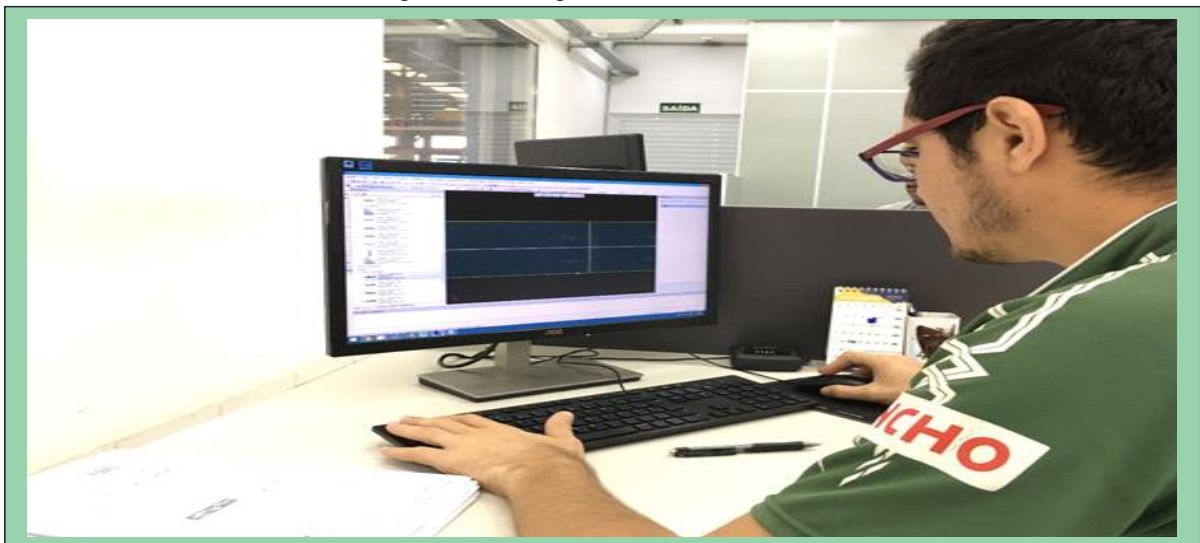
As chapas estocadas no *buffer*, são transportadas até as estações de corte a plasmas e, por serem duas e com distâncias do *buffer* diferenciadas, verificou-se tempos distintos: para o plasma 1, o tempo médio foi de 2 minutos e para o plasma 2, o tempo foi de 4 minutos.

#### 5.2.5 Determinação do tempo de processamento do plasma

Para construção de uma balsa graneleira são processadas na máquina de corte a plasma, 196 chapas de 12 metros de comprimento por 25 metros de largura, cada uma pesando em média 1860kg, somando um total de aço processado de 365 mil quilos gramas ou 365 toneladas.

Neste caso, a determinação do tempo padrão usou, inicialmente, o tempo padrão para corte de cada entidade de chapa, ou seja, o tempo dados pelo programa de corte do robô, conforme demonstrado na Figura 22, onde aparece o engenheiro Bruno Cardanha, trabalhando no programa de planejamento de corte.

Figura 22 - Programa de corte do robô



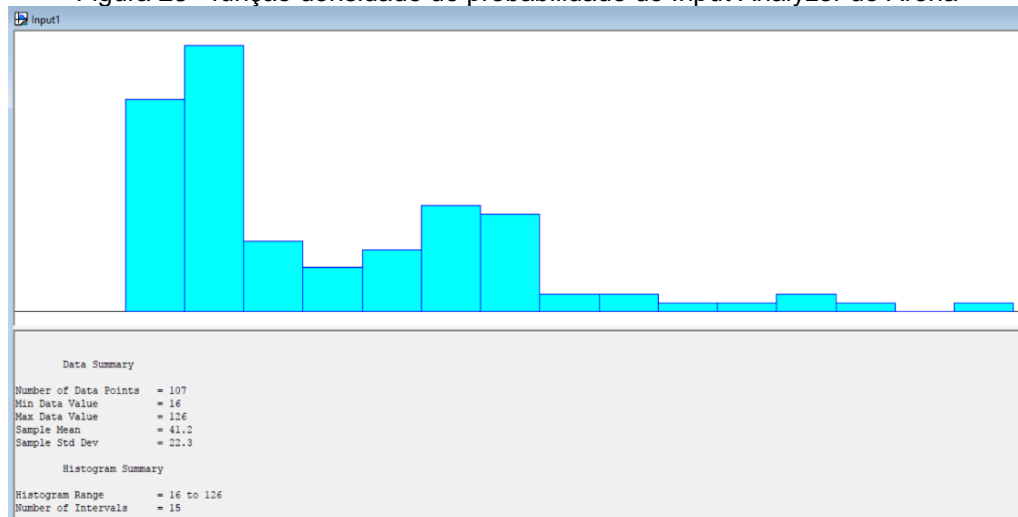
Fonte: Estudo de caso, 2017

Posteriormente, foi comparado o tempo teórico de corte de cada entidade de chapa calculado pelo programa com um levantamento dos tempos reais coletados em planilhas de controle do estaleiro.

Após a comparação dos dados, optou-se pelo uso dos dados reais coletados em campo pois refletem a realidade do processo. O desvio das medias dos tempos calculadas pelo programa, pelas medias observadas no levantamento, foi de 14%.

Sendo assim, foi utilizada a função densidade de probabilidade obtida pelo Input Analyzer do Arena. A função foi criada a partir de dados coletados em campo, conforme ilustra o histograma (Figura 23).

Figura 23 - função densidade de probabilidade do Input Analyzer do Arena



Fonte: Estudo de caso, 2017

O tempo médio padrão para o sistema foi levantado, após a interpolação de 107 amostras de tempo fora um tempo médio de 41 minutos, com um tempo mínimo de 16 minutos, um tempo máximo de 126 minutos e um desvio padrão de 22,3 minutos, porém, esse tempo não foi utilizado no modelo, e sim os tempos de processamento de cada unidade de chapas coletada no histórico da planilha de controle do estaleiro, bem como sua incidência, em um modelo de distribuição estatística.

### 5.2.6 Determinação do tempo de saída dos plasmas 1 e 2

As estações de plasma 1 e 2 ocupam juntas um comprimento de 60 metros, cada uma com uma mesa de corte de 30 metros. Das saídas de chapas cortadas até as demais células de produção, tem-se um tempo médio comum, pois os pontos de

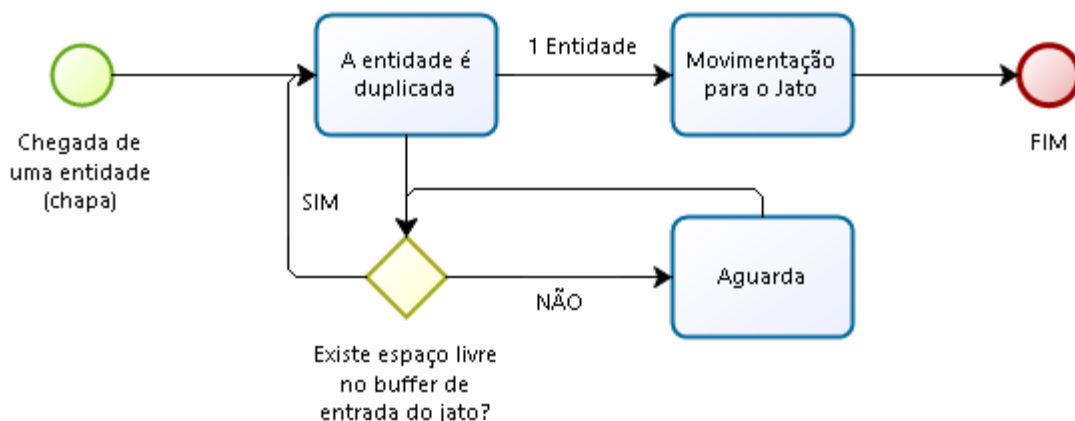
saída são três ao longo de todos os 60 metros da estação. Sendo assim a média dos tempos de sidas de chapas cortadas fora de 7 minutos.

## 6 MODELO CONCEITUAL

Afim de se estudar as etapas descritas anteriormente, foi formulado um modelo conceitual do processo, o qual foi posteriormente implementado através de um modelo computacional: *software* Arena. O modelo foi montado através do *software* Bizagi e está anexado neste trabalho.

O modelo conceitual, traduzido em um modelo de simulação e implementado no *software* Arena, foi dividido em 5 estações. A primeira estação consiste no pátio de chapas. Como neste estudo o foco não é avaliar os níveis de estoque no depósito de chapas, foi adotada uma hipótese de abastecimento *just-in-time*, de forma que o pátio de chapas cria chapas e as libera para o jato conforme demanda. A lógica desta estação pode ser observada na Figura 24.

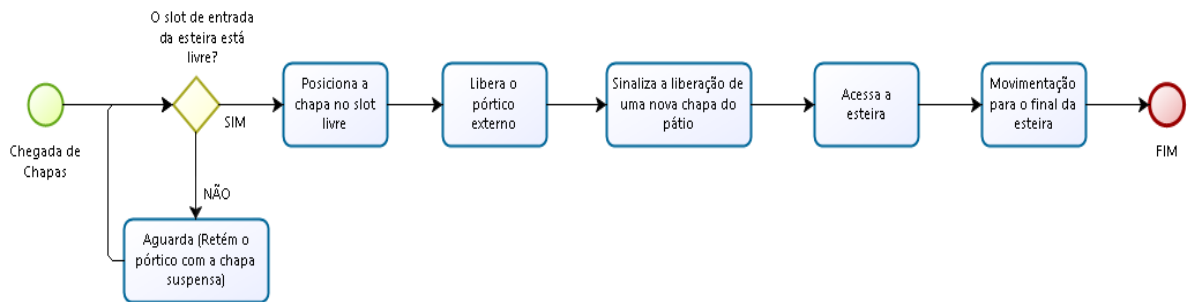
Figura 24 - Lógica para o pátio de chapas



Fonte: Estudo de caso, 2017

A segunda estação é a entrada para a esteira da máquina de jato. Toda a máquina de jato foi modelada como uma esteira cujo comprimento é 43m e a velocidade de transmissão 2,5m/s. Apesar das chapas possuírem 12m de comprimento, foi considerado que cada chapa ocupa 13m devido a existência de espaçamentos entre as chapas. A lógica da estação de entrada para a máquina de jato está representada na Figura 25, onde é possível observar que, antes de acessar a esteira, existem 2 espaços para chapas, uma no *slot* livre e outra suspensa pelo pórtico.

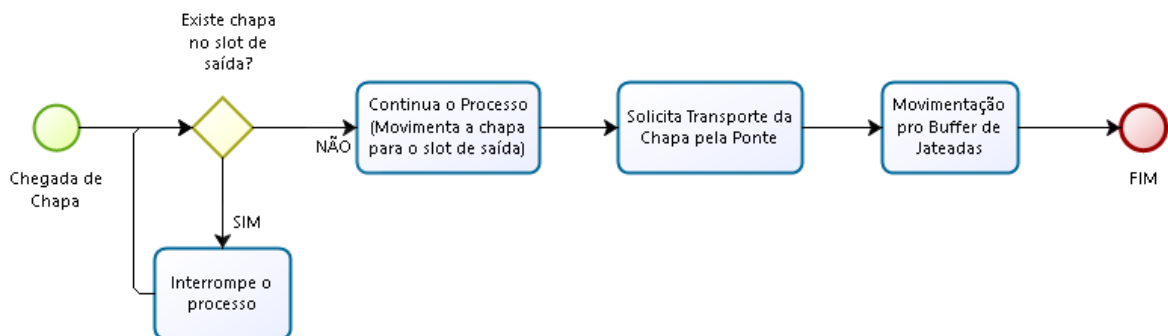
Figura 25 - Lógica para a entrada da máquina de jato



Fonte: Estudo de caso, 2017

A terceira estação é a saída da esteira da máquina de jato, onde ocorre o armazenamento de duas chapas no *buffer* de saída do jato e a transferência para o *buffer* de chapas jateadas do estaleiro. É importante salientar que a máquina de jateamento comporta três chapas na esteira e uma no *slot* de saída, semelhante ao de entrada. O processo é interrompido sempre que o *slot* de saída e o último *slot* da esteira estão ocupados. A lógica desta estação pode ser conferida na Figura 26.

Figura 26 - Lógica para a estação de saída da máquina de jato



Fonte: Estudo de caso, 2017

Além da lógica da Figura 26, existe uma lógica de controle da máquina de jato que funciona em paralelo. Esta lógica interrompe o serviço do setor sempre que o *buffer* de chapas jateadas atinge sua capacidade máxima de 1000 chapas, e retorna a processar quando este atinge o número de 950 chapas estocadas.

A quarta e quinta estação correspondem, respectivamente, ao *buffer* de chapas e às máquinas de corte a plasma. Estas duas estações funcionam de maneira semelhante às anteriores, as chapas saem do *buffer* conforme demanda das máquinas de plasma, que são alimentadas por uma ponte rolante dedicada.



## 7 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Diante dos processos necessários para a fabricação das balsas graneleiras, este projeto apresenta a seguinte proposta de solução para o gargalo que foi identificado entre as células de jateamento e pintura e a de corte a plasma:

- Chegada de chapas *just-in-time*, conforme demanda da planta;
- Sistema de organização puxado, onde cada etapa trabalha em função do próximo estoque intermediário;
- Simulação de 78 dias de trabalho, com 12h de funcionamento para as máquinas de plasma (2 turnos) e 8h de funcionamento da máquina de jateamento (turno comercial);
- Tempos de transporte determinísticos com velocidade dos transportadores e distâncias fixas;
- Simplificação das chapas de diferentes espessuras em uma única entidade “chapa”. Justifica-se devido não existir distinção de processo para diferentes chapas e ser indiferente para o tempo de processo da máquina de jato. No corte a plasma essas nuances foram inseridas dentro de uma distribuição de probabilidades.
- Processamento do jato determinístico;
- Processamento do plasma estocástico conforme distribuição de probabilidades obtidas de tempos coletados pelos operadores.

A Tabela 1 demonstra conjuntamente os resultados dos tempos padrão medidos para os processos.

Tabela 1 - Resultados dos tempos padrão medidos para processo

PROCESSOS	TEMPO PADRÃO (em minutos)
Pórtico de entrada	2,38
Jateamento	2,0
Ponte de saída ao buffer	2,0
Buffer ao plasma 1	2,0
Buffer ao plasma 2	4,0
Tempo processamento plasma	41
Saída dos plasmas 1 e 2	7,0

Fonte: Estudo de caso, 2017

Como todos os tempos de processos de movimentação e transformação estão imersos em um mesmo lapso temporal, não é possível a consideração pura e simplesmente dos tempos padrões na soma dos mesmos para determinação do tempo de processamento do sistema. Isso ocorre, quando o pórtico não entrega a chapa para o jateamento na mesma razão que ele a processa.

É possível ainda supor que quando o plasma 2, demanda uma nova entidade de chapa para processamento, a ponte não pode ir buscá-la, pois esta poderá estar descarregando o plasma 1, tendo esse que ficar esperando.

Desta forma, encontrou-se uma teia de possibilidades, as quais devem ser tratadas por modelos estatísticos e o mais aderente ao sistema de Processos Estocásticos<sup>1</sup>. Sendo assim, vários processos com recursos diferentes, transporte por pórticos, jateamento, transporte por pontos rolantes, corte a plasma todos com tempos padrões também diferentes, mas imersos no mesmo lapso temporal, geram resultados aleatórios e ventos que não se repetem conforme um padrão linear esperado.

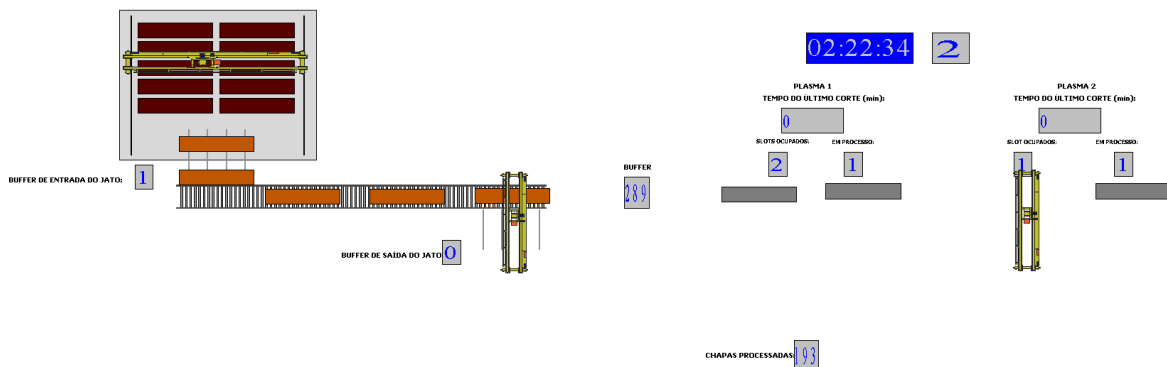
Tal sistema só pode ser tratado com modelos matemáticos robustos e para simulação de tal comportamento estocástico usaremos um *software* de computador, no caso o Arena. Deste modo, frente ao número de interações possíveis e enorme para se solucionar de forma manual, foi utilizado o Programa Arena versão *student*, para o processamento das informações e gerar os resultados.

Assim, foi montado no programa Arena um ambiente de simulação onde todos os atores com todos os seus atributos de tempos de processamento foram considerados, sendo: pórtico do estoque; jateamento; ponte rolante da saída do jateamento; buffer; ponte de carregamento dos plasmas 1 e 2; corte a plasmas 1 e 2; ponte de saída dos plasmas 1 e 2. A representação gráfica da simulação pode ser observada na Figura 27.

---

<sup>1</sup> Em termos gerais, um processo estocástico é um fenômeno que varia em algum grau, de forma imprevisível, à medida que o tempo passa. A imprevisibilidade, nesse caso, implica em que se observa uma sequência de tempo do processo em diversas ocasiões diferentes, sob condições presumivelmente idênticas, as sequências em observações resultantes seriam, em geral, diferentes. Assim, a probabilidade aparece, mas não no sentido de que cada resultado de uma experiência aleatória determina somente um único número. Ao invés, a experiência aleatória determina o comportamento de algum sistema para uma sequência ou intervalo de tempo inteiro. Isto é, o resultado da experiência aleatória é uma sequência ou série de valores, uma função, e não apenas um único número (ARALDI, 2014).

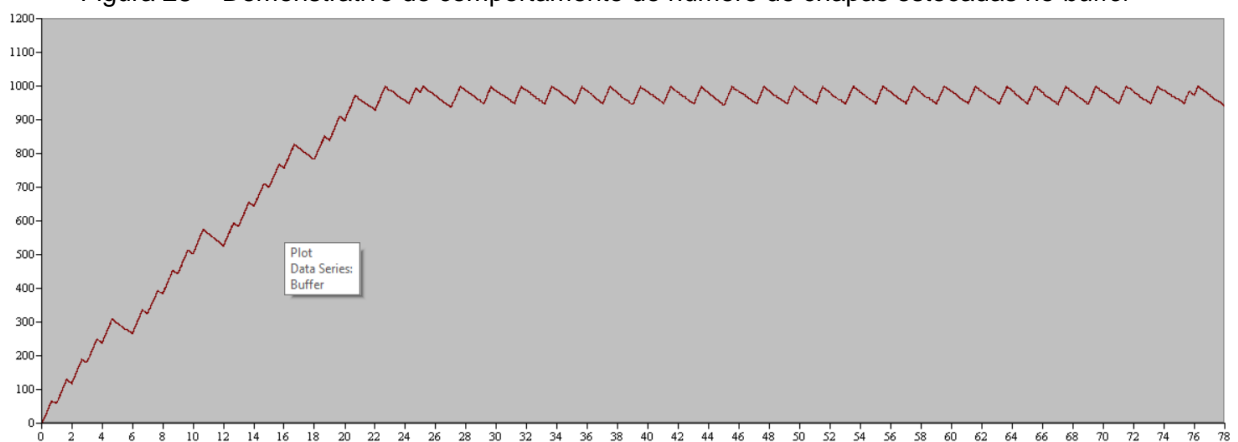
Figura 27 - Representação gráfica da simulação realizada no programa Arena



Fonte: Estudo de caso, 2017

O comportamento do número de chapas estocadas no *buffer* (Figura 28), posicionada entre a saída da estação de jateamento e entrada da estação de corte, em função do tempo, é representado pelo gráfico abaixo:

Figura 28 – Demonstrativo do comportamento do número de chapas estocadas no *buffer*



Fonte: Estudo de caso, 2017

Após o início da simulação de processamentos, foi observado que a curva apresenta uma derivada positiva, denotando o acúmulo de chapas no *buffer* pelas primeiras 8 horas de simulação, sendo que logo após, foi notado uma inversão desta tendência, apontando um decréscimo das chapas estocadas até o final do dia de operação. Isso ocorre devido ao fato da estação de plasma trabalhar por 8 horas diariamente, enquanto que a célula de corte a plasma, trabalha em dois turnos totalizando 12 horas de trabalho diário.

Ainda foi observado uma queda mais acentuada após o quinto dia de simulação, a qual se repete ciclicamente no período de cinco em cinco dias. Esse comportamento ocorre devido ao fato da célula de jateamento trabalhar em um turno de 8 horas por dia e não trabalhar aos sábados, enquanto que a estação de corte a plasma, por trabalhar em dois turnos de 6 horas, consome as chapas do *buffer* por um período de 12 horas, sem ressuprimento da estação de jateamento.

O gráfico ainda apresenta a informação de que, após 24 dias de operação a uma interrupção do processamento da célula de jateamento, o *buffer* atinge sua capacidade máxima de 1000 chapas, retornando com uma frequência de aproximadamente 1 dia para reposição do estoque total de 1000 chapas.

A simulação do número de entidades de chapas máximas cortadas pelo sistema fora resultado da média de dez simulações. Isso se mostra prudente pois, tratando-se de um modelo que se comporta segundo a teoria estocástica, simulação de apenas uma simulação poderia trazer valores não replicáveis.

Desta forma, foram simulados dez vezes em 78 dias de operação, ou seja, 780 dias, aproximadamente 2 anos e 49 dias, demonstrando a segurança dos valores obtidos. Como resultado da simulação se obteve uma quantidade de chapas cortadas no período de 78 dias de trabalho, ou seja, 2663 chapas, aproximadamente 34 chapas dia.

Sendo assim, tendo uma balsa graneleira um total de 196 chapas a serem cortadas, e considerando a simulação realizada, verificou-se que é possível a fabricação de 13,58 balsas no estaleiro a cada 13 semanas, o que representa monetariamente algo em torno de R\$ 44.000.000,00 (quarenta e quatro milhões de reais) considerando o valor médio de um balsa é de R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais).

## 8 CONCLUSÕES

À luz dos teóricos estudados e dos resultados obtidos no estudo de caso realizado na Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda, é possível inferir que a pesquisa se consubstancia em importante instrumento para a tomada de decisões presentes e futuras, podendo ser considerada, inclusive, como ferramenta para a gestão estratégica, pois contribui com informações sobre a planta de produção, apontando ainda para a capacidade máxima da planta já que todo o aço processo passa pela célula de corte à plasma.

Deste modo, a partir dos resultados do estudo, o estaleiro BECONAL terá uma estimativa da capacidade máxima da planta, bem como, subsídios para o planejamento quanto às vendas. Além disso, terá a possibilidade de escolher sobre a melhor política de preços para uma campanha comercial.

Indubitavelmente, os resultados do estudo de caso auxiliarão para um plano de aquisição de matérias primas, estimando às necessidades e em que tempos precisam ser colocados à disposição da produção, sem precisar descapitalizar em tempos não necessários, ou que sabe investir esse capital e ainda obter ganhos.

O estudo ainda poderá contribuir para o planejamento de admissão ou demissão da mão de obra, pois tanto a contratação quanto a demissão geram gastos para as organizações. É importante salientar que a mão de obra utilizada na industrial naval é escassa, sendo necessário que a empresa promova a formação de grande parte de seus profissionais e faça o possível para mantê-los em seu quadro funcional. Trata-se, portanto, de um grande desafio para o estaleiro BECONAL.

Sabendo que uma balsa graneleira utiliza um total de 196 chapas processadas, é possível também planejar a aquisição de ativos de produção de processos à frente da célula de plasma, que contribuam para o aumento da capacidade, sendo um balizador para essa aquisição, bem como para saber qual tempo será suficiente para isso. O estudo também proporciona dimensionar a carga operacional fabril que, de acordo com a simulação realizada, é de fabricação de 13,58 balsas no estaleiro a cada 13 semanas, o que representa monetariamente algo em torno de R\$ 44.000.000,00 (quarenta e quatro milhões de reais) considerando o valor médio de um balsa é de R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOBAR. Associação Brasileira dos Construtores de Barcos e seus Implementos. **Indústria náutica brasileira: fatos e números 2005**. Rio de Janeiro: ACOBAR, 2005.
- ANA. **Agência Nacional de Águas**. A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis - 2011**. Rio de Janeiro: ANP, 2011.
- ARALDI, A. A. R. Processos Estocásticos. **Ensino & Informação**, v. 2, n. 1, p. 1–8, 2014.
- ARAUJO, G. M. **Análise do processo de pintura na conversão de navios em plataformas FPSO**. 2011. 34 f. Monografia (Especialização em Construção Naval), Departamento de Tecnologia em Construção Naval, Centro Universitário Estadual da Zona Oeste - UEZO, Rio de Janeiro, 2011.
- BRAGA, H. C.; MATESCO, V. R.; LOPES, L. C. C. **O potencial exportador das empresas localizadas na Zona Franca de Manaus**. Manaus: ISAE/FGV, 2002.
- CARVALHO, J. C. de. **Logística**. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.
- COUTINHO, L.; RODRIGO, S.; RUAS, J. **Forças atuantes na indústria**. 2006. NEIT - IE - Unicamp. PR-011 PROTRAN–Programa Tecnológico da Transpetro. Centro de Estudos em Gestão Naval. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo, 2006.
- DORES, P. B. das; LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. **A retomada da indústria naval brasileira**. Brasília: BNDES, 2012.
- DUARTE, R. C. D. S.; KUWAHARA, N.; ALENCAR, L. A. Perspectiva ergonômica para embarcações do estado do Amazonas. **XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, XXIII ANPET**, Vitória, v. 1, n. 2, p. 2–13, 2009.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- GRESSLER, L.; A. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004.
- GUSMÃO, S. L. L. de. A Influência da customização sobre a cadeia produtiva: uma interpretação analítica. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção - Abepro**, v. 3, n. 1, p. 9–17, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico do Brasil de 2010**. Brasília: IBGE, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEITE, W. F. **Dissolução de Óxidos formados a altas temperaturas nos aços elétricos variando-se a temperatura e concentração da solução ácida na decapagem**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica), Universidade Federal do Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LUSTOSA, L.; MESQUISA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. J. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Editora Vozes Limitada, 2011.

OLIVEIRA, V. A. de. **Programação da produção de um estaleiro náutico**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Manufatura), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PINTO, M.; ANDERSON, V.; CARDOSO, J.; STUPELLO, B. **Desenvolvimento e aplicação de método para definição da estrutura de produto de um navio tanque (SUEZMAX) com aplicação de planejamento, programação e controle da produção em um Estaleiro**. 2007. Centro de Estudos em Gestão Naval–Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PREFEITURA DE MANAUS. **Decreto Municipal nº 2.924, de 07 de agosto de 1995**. Institui a divisão geográfica da cidade de Manaus e dá outras providências. Manaus: Diário Oficial nº 28.253, Ano CI de 10 de agosto de 1995, 1995.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. De. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, J. F. F.; MEGUELATI, S. Organização de um sistema de produção em células de fabricação. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 1, p. 62–77, 2002.

RUAS, J. A. G.; LUGLI, V. M.; ARAÚJO, R. D.; MELLO, C. H.; BOEIRA, J. L. F. **Relatório de acompanhamento setorial: indústria naval**. 4. ed. Campinas: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2009. v. 4

SANTOS, A. V. dos. **Análise de célula de produção em uma empresa de construção civil**. 2008. 64 f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada em Engenharia, São Paulo, 2008.

SILVA, W. J. B. da; FILHO, M. A. G. P. Implantação de Novas Tecnologias na Linha de Montagem de Balsas Graneleiras. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo**

**do Conhecimento**, v. 1, n. 4, p. 755–776, 2017.

SILVA, W. V. da. Gestão estratégica de estoques e o uso do DBM (Dynamic Buffer Management) em produto da linha branca: estudo de caso em empresa varejista. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 1, p. 907–929, 2013.

TEIXEIRA, C. D. da S. **Ferramentas de gerenciamento econômico-financeiro como diferencial competitivo de mercado nas organizações do segmento de saúde**: estudo das organizações de grande porte de Belo Horizonte e região. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado profissional em Administração), Faculdade Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2011.

URTADO, E. O Processo de Corte de Metais por Plasma. **Hypertherm Brasil**, v. 1, n. 2, p. 1–4, 2009.

WILKES, N. Strength in agility. **Professional engineering**, v. 13, n. 3, p. 34–35, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015. v. 15



## ANEXOS

ANEXO A – Analise Preliminar de Risco F-IT-SMS02 01 - Rev.00 - Ponte Rolante


## ANEXO – A

		<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO</b>		Rev.: 00
				Data: 22/08/2016
<b>EMPRESA: BERTOLINI CONSTRUÇÃO NAVAL DA AMAZONIA LTDA</b>			<b>ÁREA: Interna do Estaleiro</b>	
ATIVIDADE	MOVIMENTAÇÃO DA PONTE ROLANTE	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS/ FERRAMENTAS ENVOLVIDAS	PONTE ROLANTE, CINTAS, MALINHAS	
<b>ORIENTAÇÕES GERAIS</b>				
01 - Realizar DDQSMS antes do início das atividades;				
02 - Fazer reciclagem de treinamento da APR com trabalhadores envolvidos na atividade, com lista de presença;				
03 - Manter a mesma sempre na frente de serviço;				
04 - Manter extintor adequado a classe de incêndio e KCR (kit de contenção e recolhimento) nas frentes de serviço e onde houver trabalhos com máquinas a combustão;				
05 - Especificar, acondicionar e destinar conforme instruções em caso de geração de resíduos;				
06 - Desligar as máquinas e seguir as orientações do Técnico de Segurança em caso de emergência;				
07 - Paralisar as atividades e seguir orientações superiores em caso de situação de alerta;				
08 - Em toda área industrial é obrigatório a utilização dos EPI's básicos: capacete de segurança com jugular, protetor auricular, óculos de segurança, calçado de segurança com biqueira de aço, exceto eletricitista que deve utilizar calçado sem componentes metálicos;				
09 - Em dias nublados utilizar óculos com lentes incolores;				
10 - Realizar vistoria / inspeção prévia (em todas as etapas do trabalho) dos ambientes e/ou locais de trabalho (SMS);				
11 - Prestadores de serviços; fornecedores e visitantes deverão seguir os procedimentos e normas da Beconal;				
12 - Quando utilizar produtos químicos, o encarregado deverá solicitar a FISPQ (Ficha de informação de Segurança de Produtos Químicos) ao setor de Meio Ambiente e divulgá-la para sua equipe, devendo mantê-la próxima ao respectivo produto químico;				
13 - Onde for exigida PT, seguir as recomendações das mesmas;				
14 - Observar o disposto na IT SMS02 - Análise preliminar de risco (APR)				
15 - Caso ocorra derramamento / vazamento de produto químico comunicar de imediato ao Técnico de Meio Ambiente;				
16 - Em caso de acidente/ incidente comunique imediatamente ao Técnico em Segurança do Trabalho responsável pela área.				
<b>Em caso de emergência ligar 8998 e proceder conforme o PAE</b>				
Encarregado:	Supervisor:	Eng. Responsável:	Segurança:	Meio Ambiente:
Data:	Data:	Data:	Data:	Data:

F-IT-SMS02 01 – Rev.00

		<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO</b>			Rev.: 00
					Data: 22/08/2016
LOCALIZAÇÃO/ÁREA	TAREFA E ETAPAS	PERIGOS E ASPECTOS	RISCOS E IMPACTOS	CONTROLE OPERACIONAL	
INTERNA DO ESTALEIRO	Todas Etapas	Fatores Humanos	Desatenção ao trabalho; Comunicação falha; Procedimento não seguido.	Realizar um DDSMS específico da atividade; Sempre manter uma boa comunicação com os companheiros de trabalho; Em caso de dúvida procure o encarregado ou TST da área; Jamais realize uma atividade sem orientação do encarregado ou supervisor; Seguir procedimento para abandono de área, Não iniciar a atividade sem estar com a PT e ARP da atividade; Capacitar os colaboradores para a operação e segurança do equipamento. Observar as orientações de cuidados ergonômicos de cada tarefa.	
		Emergência	Desatenção ao trabalho; Comunicação falha; Procedimento não seguido.	Em caso de emergência de acidente ou incidente, comunicar o Encarregado e o Líder responsável do setor, que o mesmo entrará em contato via Radio com o SESMT ou Equipe de Resgate e Primeiro socorros, para realizar o procedimento do PAE(Plano Atendimento e Emergência)	

F-IT-SMS02 01 – Rev.00

		ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO			Rev.: 00
					Data: 22/08/2016
LOCALIZAÇÃO/ÁREA	TAREFA E ETAPAS	PERIGOS E ASPECTOS	RISCOS E IMPACTOS	CONTROLE OPERACIONAL	
INTERNA DO ESTALEIRO	Transporte de material (Ponte rolante)	Operação da ponte rolante.	Queda de material; Chocar-se contra; Princípio de incêndio.	Somente o profissional habilitado e identificado poderá operar a ponte rolante; Realizar check-list do equipamento sempre antes do início da atividade; Assina o caderno de controle de funcionários que esteja utilizando a ponte; Utilizar sempre alarme sonoro durante a movimentação de carga; Nunca improvise ou altere o equipamento, em caso de avaria paralise o equipamento e comunique ao responsável da área; Sempre utilizar o cabo guia para qualquer movimentação; Sempre quando estiverem realizando qualquer tipo movimentação, solicita que os colaboradores parem o serviço para poderem passar com a peça suspensa na ponte rolante	
		Carga suspensa.	Queda de Material; Atingido por; Chocar-se contra; Tombamento	É proibida a presença de pessoas no raio da carga suspensa; Sinalizar e isolar a área de movimentação de carga. Verificar a cinta, cabos de aço e manilhas antes do início da atividade; Observar o check-list das máquinas e equipamentos antes do início da atividade; Em área de movimentação de carga manter-se afastado; Carga cilíndrica, utilizar cunhas e equipamentos para garantir a estabilidade da carga de modo a impedir a rolagem e tombamento das mesmas, no local de assentamento; Nunca transportar barreiras de Cerquites e corrente zeburada; Em caso de dúvida procure o encarregado da área; Respeite a sinalização; Atenção ao local de trabalho; Utilizar os EPIS da função corretamente.	
		Obstáculos na área de trabalho.	Queda de mesmo nível; Chocar-se contra.	Manter a área limpa e organizada, não deixando material estocado nos locais de acesso; Sinalizar os pontos de desnível ou obstáculos na área; Atenção ao transportar material; Utilizar os EPIS corretos da função; Atenção ao local de trabalho.	
		Obstáculos na área de trabalho.	Queda de mesmo nível.	Manter área limpa e organizada e não deixar material estocado nas áreas de acesso; caso visualize algum obstáculo isole e sinalize o mesmo caso venha a interferir com a operação; fazer inspeção diária nas unhas que transportam as chapa de aço e nas malinhas, se detectarem alguma anomalia, comunicar o SESMT e ENCARREGADOR imediatamente, para que tome as providencias correta.	

F-IT-SMS02 01 – Rev.00

		ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO			Rev.: 00
					Data: 22/08/2016
LOCALIZAÇÃO/ÁREA	TAREFA E ETAPAS	PERIGOS E ASPECTOS	RISCOS E IMPACTOS	CONTROLE OPERACIONAL	
Interna do Estaleiro	Manutenção de Ponte Rolante	Fatores Humanos	Desatenção ao trabalho; Comunicação falha; Procedimento não seguido.	Realizar DDQSMS específico da atividade, manter comunicação, somente profissional habilitado para os trabalhos de manutenção, realizar bloqueio do controle da ponte de forma que ninguém utilize a ponte no momento da manutenção	
		Trabalhos Manuais	Atingido por; Prensamento	Atenção com o posicionamento das mãos em relação aos pontos de prensamento; Fazer uso de luvas de proteção durante todo período de atividade.	
		Ferramentas manuais.	Queda de Material; Atingido por; Chocar-se contra.	Verificar condições das ferramentas antes do uso, ferramentas danificadas devera ser trocadas na ferramentaria, amarrar as ferramentas, isolar e sinalizar a área de trabalho.	
		Energia elétrica	Choque elétrico / Queimaduras	Verificar ausência de tensão, bloqueio elétrico da ponte, utilizar os EPIS obrigatória da função, isolar e sinalizar a área, informar o TST no início e principalmente no fim da atividade para rotina de bloqueio elétrico.	
		Trabalhos em altura.	Queda de altura; Queda de material; Atingido por.	Para trabalhos em altura deve aferir a (PA) uma vez ao mês no departamento de saúde; Nunca improvisar estrutura de acesso a locais em altura; Utilizar o Cinto de segurança com talabarte duplo; Manter as ferramentas manuais com amarras contra queda; Nunca deixar material largado no piso do andaime; É proibido o trabalho sobreposto; Isolar e sinalizar a área de trabalho.	

F-IT-SMS02 01 – Rev.00