

SAMUEL SCHLEDORN

ESTUDO E PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE IÇAMENTO DE
PEÇAS EM UMA INDÚSTRIA DE METALURGIA

São Paulo

2018

SAMUEL SCHLEDORN

ESTUDO E PADRONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE IÇAMENTO DE
PEÇAS EM UMA INDÚSTRIA DE METALURGIA

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2018

Dedico este trabalho à todos que me apoiaram ao longo destes dois anos, em especial aos meus pais, que me apoiaram e suportaram desde o início da minha carreira. Sem eles, nada seria possível.

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso de uma indústria de metalurgia na Argentina, a qual foi comprada por uma outra companhia que buscava a melhoria nos padrões de segurança e a minimização dos riscos envolvendo, principalmente, atividades de elevação de carga. Estas atividades vinham despontando como uma das principais causas de acidentes, por ser um atividade frequente no processo, sendo executadas com equipamentos obsoletos e com manutenção precária, sem qualquer tipo de padronização de tarefa, além de ferramentas e recursos técnicos limitados. Ao longo do trabalho foram avaliados os diferentes elementos de montagem de uma eslinga de elevação de cargas combinada, tipos de grampo, os fatores que interferem na resistência de uma eslinga e desenvolvido um guia para seleção e dimensionamento de eslingas combinadas com grampos. O trabalho envolveu o time de supervisão e engenharia para entendimento do processo e especificações das peças, e contou com a participação dos funcionários na avaliação dos métodos de içamento mais adequados para cada carga. O resultado foi um Guia de Içamento, que traz em seu conteúdo os métodos de elevar a carga, informações como peso, dimensão e centro de gravidade, além das especificações para construção de eslingas para a movimentação de cada peça da unidade. Este guia se mostrou uma ferramenta importante para padronizar a operação e melhorar as condições de segurança nas atividades de içamento de cargas, além de fornecer informações técnicas críticas para a segurança durante a operação de pontes rolantes.

Palavras-chave: Içamento. Elevação de carga. Dimensionamento e montagem de eslingas. Padronização de tarefas.

ABSTRACT

This paper presents a study developed in an Argentine metallurgy factory, which was bought by another company that was seeking to improve the safety standards and minimized the risks, specially those involved on lifting operations. These activities had been in the spot as the main cause of accidents, once it was a routine task, being performed with old and poorly maintained equipment, without any task standardization, and also limited tools and technical resources. During this study, the elements used to build a combined device were studied, as clamps, the factors that interfere the device resistance, being developed a guidebook to select and design the appropriate elements to assemble a new lift sling, combined with clamps. The study involved the leadership and engineering teams to a better process understanding and get to know the parts specification, and had a continuous help from the operators to evaluate and defines the safest methods to lift each material. The result was a Lifting Guide, which brings inside it the materials' specific lifting methods, weight, length, gravity center, and the specifications to assemble a sling that fits each product part lifted in the operation. The guide was an important to improve lifting operations safety and also to provide missing critical safety technical information to operators during cranes operation.

Keywords: Lifting. Design lifting devices. Clamps. Tasks standardization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelos de Grampos de Elevação	16
Figura 2 – Grampo de elevação vertical	16
Figura 3 – Grampo de elevação horizontal	17
Figura 4 – Imã	17
Figura 5 – Grampo de elevação de cilindros.....	17
Figura 6 – Dispositivo de elevação desenvolvido internamente	18
Figura 7 – Representação das forças em uma operação de içamento.....	19
Figura 8 – Plano cartesiano de vetores das forças em uma operação de içamento	20
Figura 9 – Eslinga montada no formato adequado	25
Figura 10 – Exemplo de do angulo de trabalho de um grampo horizontal e sua perda de resistência em relação ao ângulo de trabalho	26
Figura 11 – Efeito do centro de gravidade em um içamento.....	27
Figura 12 – Ilustração das vértices no dispositivo de elevação	28
Figura 13 –Ilustração das vértices no dispositivo de elevação	29
Figura 14 – Tabela de resistência de corrente grau 8 em função de ângulo de trabalho	30
Figura 15 – Ângulos permitidos para elevação de carga	30
Figura 16 – Gancho com sinais de desgaste pela abrasão das correntes	31
Figura 17 – Tabela de resistência de anel de carga	32
Figura 18 – Anel de carga com sub elos.....	32
Figura 19 - Bomba de Vareta (ou Bomba Cabeça de Cavalo).....	33
Figura 20 – Disposição das áreas produtivas	34
Figura 21 – Elevação de peças na área externa.....	35
Figura 22 – <i>Layout</i> da Planta 1	36
Figura 23 – <i>Layout</i> da Planta 1 com as áreas de alcance das pontes rolantes.....	37
Figura 24 – Processo de Giro da Peça	38
Figura 25 – Conjuntos Eixo e Engrenagem acabados.....	40
Figura 26 – Giro do <i>Housing</i>	41
Figura 27 – Uso de grampo horizontal em elevação para grampo vertical	46
Figura 28 – Eslingas com e sem anelão	47
Figura 29 – Grampo com os dentes de fixação gastos.....	47
Figura 30 – Grampos e acessórios de içamento encontrados no estoque	48

Figura 31 – Operador fazendo a adequação de uma eslinga com grampos de elevação vertical	49
Figura 32 – Eslinga com grampos horizontais com dimensões e configuração adequada após a ação.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
DDS	Diálogo Diário de Segurança

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 ENTENDIMENTO E CONHECIMENTO DO PROCESSO E DAS QUESTÕES DE SEGURANÇA	22
3.2 CONCEPÇÃO DE UMA ESLINGA DE ELEVAÇÃO COMBINADA COM GRAMPO	24
3.3 ESTUDO DE CASO	33
3.3.1 Produto – Bomba de Vareta (ou Bomba Cavalo de Pau)	33
3.3.2 Fabricação da Estrutura	34
3.3.3 Fabricação da Caixa de Engrenagem	39
3.3.3.1 Eixos e Engrenagens	39
3.3.3.2 Housing	41
3.3.3.3 Manivelas	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55
ANEXO – Guia de Içamento	58

1 INTRODUÇÃO

A elevação de cargas grande e pesadas é uma ação cotidiana em diversos ramos da indústria. Seja como parte do processo produtivo, com o emprego de guindastes ou pontes rolantes, até mesmo nas pequenas atividades, onde talhas e outros dispositivos manuais são usados em atividades pontuais, para levantar equipamentos móveis, tambores ou em atividades de manutenção (HSE, 2016).

De acordo com dados da Arnold & Itkin LLP (2015), em 2006, acidentes envolvendo guindastes foram responsáveis por 72 mortes nos Estados Unidos.

As operações de elevação de cargas são atividades consideradas de alto risco, já que, em uma única atividade, estão envolvidas grandes massas suspensas que, muitas vezes, estão passando acima de pessoas, equipamentos e construções, com centros de gravidades assimétricos, movidas por equipamentos motorizados, suspensas por diferentes tipos de eslingas ou dispositivos de elevação, com diversos componentes (NAVARRO, 2012).

A participação direta de pessoas, seja na operação dos equipamentos, como guias da carga ou operadores alheios à operação, mas que estão próximos à carga elevada, também é um fator crítico, já que 90% dos acidentes com guindastes estão associados à erro humano (CICB, 2015).

Para que a prevenção de acidentes do trabalho seja efetiva, dentre outras ferramentas de segurança do trabalho, a padronização de atividades por meio de procedimentos tem um papel fundamental, pois evita que a tomada de decisão fique totalmente a cargo do trabalhador, favorecendo sua segurança (GARCIA, CATAI, MICHAUD et al., 2013).

1.1 OBJETIVO

Este trabalho busca avaliar as variáveis existentes na concepção de uma eslinga de elevação de carga, a importância da padronização de atividades e apresentar um guia de montagem de eslingas combinadas com grampos, com orientações sobre as capacidades de carga e particularidades de cada elemento, para que a realização de atividades de içamento seja realizada com segurança, a partir de um estudo de caso em uma indústria metalúrgica na Argentina, onde a padronização de operações de elevação, aliada à disponibilidade de recursos e treinamento dos operadores, se mostrou efetiva na prevenção de acidentes do trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho foi requerido durante uma rotação de trabalho na empresa em estudo pelo fato de as operações de elevação de carga serem a operação realizada com maior frequência no processo produtivo e pelo histórico de eventos na unidade, a qual havia registrado 7 acidentes, com e sem afastamento, ao longo do último ano, em atividades de içamento.

Na mesma companhia, em anos anteriores, ocorreram também 2 fatalidades em outras localidades, trazendo as operações de elevação de carga para o centro das atenções globalmente, despertando um grande interesse na adequação de condições perigosas associadas à tais atividades.

Como as condições estruturais desta unidade requereria um investimento considerável para sua adequação, optou-se por trabalhar inicialmente nos elementos de elevação de carga e na capacitação dos trabalhadores, como forma de minimizar as condições perigosas relacionadas à falta de métodos de içamento e ao uso de eslingas que era feito desrespeitando seus projetos de fabricação e dimensionamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Atividades de içamento são movimentações de carga feitas com o uso de equipamentos de elevação, motorizados ou não, os quais tem como objetivo deslocar a carga no plano vertical e/ou horizontal. Dentre estes equipamentos estão as gruas, guindastes, talhas (manuais ou motorizadas), pontes rolantes, caminhões munk, dentre outros equipamentos (Blog da Segurança, 2014).

Nas diversas indústrias onde esta atividade é realizada, como construção civil, portuário, industrial, dentre muitos outros dentro de suas áreas de manutenção, ela pode ser considerada como uma das operações mais perigosas. Tal fato pode ser explicado, pois as atividades de movimentação de carga, de acordo com Navarro (2012), os riscos aumentam em função do tipo de carga que se está levantando, por terem diferentes dimensões, geometrias, pesos, assim como em função dos equipamentos envolvidos, do trajeto em que a carga será deslocada, das pessoas envolvidas e de diversas outras variáveis que podem se tornar um problema se não avaliadas e entendidas previamente.

No campo regulatório, na Argentina, existem poucas leis que tratam o tema mais a fundo. No Brasil, é possível encontrar referências na NR 11 - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais; NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, NR 29 - Segurança e saúde no trabalho portuário; e NR 34 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, reparação e desmonte naval, as quais dão orientações de como executar a atividade de maneira segura.

Também existem Normas Técnicas, da ABNT, voltadas à construção, manutenção e operação de equipamentos, como por exemplo a NBR 15516:2013 para Correntes de elos curtos para elevação de cargas, que especifica os requisitos, método de classificação e ensaio de lingas de correntes de uma, duas, três e quatro pernas, montadas por métodos não soldados, utilizando correntes de grau 8; NBR ISO 2408:2008 - Cabos de aço para uso geral, que especifica os requisitos mínimos para a fabricação e ensaios de cabos de aço para uso geral, incluindo operações com

equipamentos de elevação de carga, tais como guindastes e guinchos; NBR 11900:1991 - Terminal para cabo de aço, que especifica em suas partes 1, 2, 3 e 4 os requisitos mínimos para produção de terminais para cabo de aço; NBR ISO 16798:2006 versão corrigida 2007 - Anel de carga Grau 8 para uso em lingas, que especifica os requisitos para anel de carga principal forjado ou soldado, anel de carga intermediário, conjunto de anéis de carga e anel de carga final de Grau 8 para até 132 toneladas; NBR 13541-2:2012 - Linga de cabo de aço, que especifica os requisitos mínimos das lingas de cabo de aço utilizadas para elevação e movimentação de cargas e fornece orientações para utilização e inspeção em operação de linga de cabo de aço para uso geral; NBR 13545:1995 - Movimentação de Carga – Manilha, que especifica as características gerais, o desempenho e as dimensões críticas para uso e compatibilidade de manilhas; NBR 16147:2013 – Equipamentos de levantamento e movimentação de carga – Comissionamento – Especificação, que determina o conjunto de ensaios e verificações a que devem ser submetidos os equipamentos de levantamento e movimentação de cargas; NBR 8400:1984 – Cálculo para Equipamento para Levantamento e Movimentação de Carga – Procedimento, que fixa as diretrizes básicas para o cálculo das partes estruturais e componentes mecânicos dos equipamentos de levantamento e movimentação de cargas, independentemente do grau de complexidade ou do tipo de serviço do equipamento; dentre outras.

Para a operação de içamento, é requerido muitas vezes o uso de acessórios (ou dispositivos) de elevação ou movimentação que, segundo a NR-29 são dispositivos utilizados na movimentação de carga, situados entre a carga e o cabo de elevação do equipamento de transporte, tais como moitões, estropos, manilhas, balanças, correntes, grampos, distorcedores, olhais de suspensão, cintas e ganchos (BRASIL, 2011). Estes dispositivos podem ser usadas pelo princípio de amarração, como as eslingas sintéticas que podem ser laçadas em uma peça; de pinça, no caso dos grampos (ou garras) que “mordem” a peça quando se aplica tensão durante a elevação; encaixe, no caso das tesouras para elevação de cilindros ou tambores; entre outros.

Apesar de haver regulamentos dando diretrizes e orientações sobre a segurança nas operações de içamento e outras provendo diretrizes para a construção de determinados elementos do equipamento ou dos acessórios, não existe uma norma que explicita os aspectos que devem ser considerados na montagem destes dispositivos para seu uso prático na indústria, para que o dispositivo suporte a carga a que será exposto, especialmente quando se agrega neste mesmo dispositivo diversos elementos combinados como conectores, grampos, anéis, etc.

Para esta montagem, os documentos onde é possível extrair mais informações são os catálogos dos fabricantes, na sua maioria de outros países, onde trazem diversas orientações sobre os esforços e tolerâncias à esforços dos dispositivos de elevação, permitindo fazer uma aplicação prática para os usuários.

Nestes catálogos é possível identificar muitos tipos de acessórios de elevação, que podem ser de conexão direta, em que simplesmente se pendura o acessório de elevação no gancho do equipamento de elevação, ou requerer uma montagem combinando outros acessórios, o que dependerá da característica da peça a ser movimentada para sua concepção.

Para cada tipo de peça, existe um tipo específico de dispositivo de elevação (Figura 1).

Figura 1 – Modelos de Grampos de Elevação



Fonte: Crosby (2014)

Alguns modelos de grampos e dispositivos:

a) Grampos de elevação vertical (Figura 2)

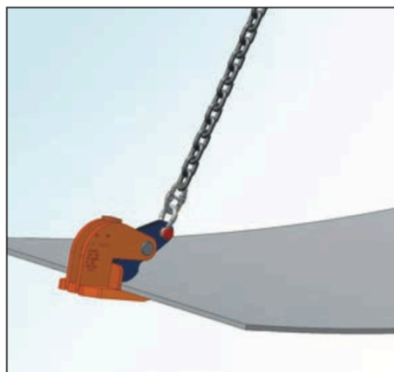
Figura 2 – Grampo de elevação vertical



Fonte: Crosby (2014)

b) Grampos de elevação horizontal (Figura 3)

Figura 3 – Grampo de elevação horizontal



Fonte: Crosby (2014)

c) Imãs (Figura 4)

Figura 4 – Imã



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

d) Gancho tipo tesouras para elevação de cilindros (Figura 5)

Figura 5 – Grampo de elevação de cilindros



Fonte: Crosby (2014)

- e) Dispositivos especiais, desenvolvidos especificamente para determinado material, pela própria empresa (Figura 6)

Figura 6 – Dispositivo de elevação desenvolvido internamente



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

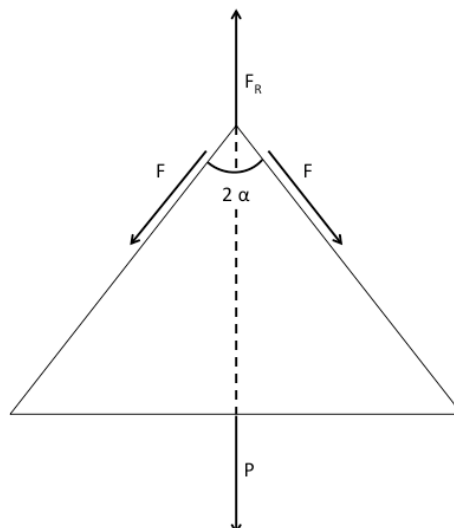
Os grampos de elevação horizontal ou vertical, como o próprio nome sugere, definem a posição em que o grampo vai se prender à carga. Grampos verticais se prendem à carga com a “boca” da garra virada para baixo, na vertical. Nos horizontais, a “boca” da garra fica apontada para frente, na horizontal (CROSBY, 2014).

Pelo fato de operações de içamento de cargas envolver esforços e ângulo, as grandezas vetoriais devem ser consideradas nas operações. O vetor, que é representado por uma seta, indica o sentido e direção de uma força (JUNIOR, s.d.).

Na análise dos vetores em um içamento, temos forças que se manifestam diretamente no topo da carga (F_R), forças que se distribuem nas eslingas (F) e o

peso da carga (P) (Figura 7). Para facilitar o entendimento, pode -se cortar este triângulo ao meio para obter dois triângulos retângulos idênticos e calcular individualmente¹.

Figura 7 – Representação das forças em uma operação de içamento



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

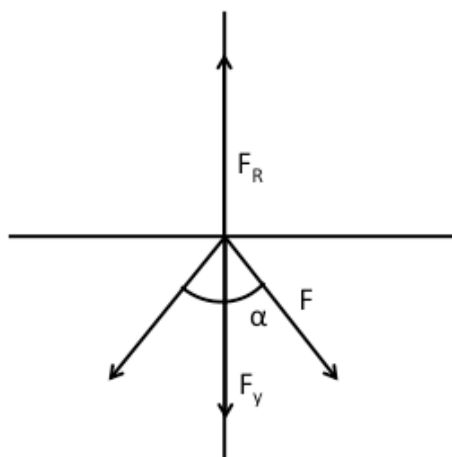
Assim, com a divisão, o ângulo 2α , passa a ser somente α e P , que é carga total, também se divide, sendo chamado aqui de F_y . Assim:

$$P = 2 \cdot F_y$$

Transferindo estas informações para um plano cartesiano, temos F_R , que é a Força Resultante que o gancho sustenta; F , que é a força incidindo sobre a eslinga em estudo, que deseja-se encontrar; F_y , que é a força sendo aplicada em um ramal da eslinga; e α , que é o ângulo que a eslinga se abre para sustentar a carga (Figura 8).

¹ Informação fornecida durante explicação sobre vetores nos içamentos, pela professora Tereza Schledorn de Camargo, em 22 de março de 2018.

Figura 8 – Plano cartesiano de vetores das forças em uma operação de içamento



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Tomando o ângulo α como referência, para encontrar a força que é aplicada no vetor F , aplica-se a fórmula de cosseno.

$$\cos \alpha = \frac{F_y}{F}$$

Alterando a ordem dos fatores, definimos o valor de F_y :

$$F_y = F \cdot \cos \alpha$$

Como abaixo do gancho (F_R) existem duas eslingas, logo, para encontrar a Força Resultante final, deve-se multiplicar a força F_y por 2, que é o valor total do peso da carga (P).

Como P é a somatória de $F_y + F_y$, então:

$$P = 2 F_y$$

Como o gancho suporta o peso total da carga, logo:

$$F_R = P$$

Assim sendo:

$$FR = 2.Fy$$

$$FR = 2.F.\cos \alpha$$

$$F = \frac{FR}{2 \cos \alpha}$$

Desta forma, entende-se numericamente que, quanto maior o ângulo α no gancho, maior será o divisor da equação, sendo menor a resistência da eslinga.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ENTENDIMENTO E CONHECIMENTO DO PROCESSO E DAS QUESTÕES DE SEGURANÇA

O trabalho foi iniciado no processo produtivo da empresa, fazendo visitas em todas as etapas do processo para entender a operação e, junto aos funcionários, os cenários que eles entendiam ser os mais críticos para a segurança.

O roteiro da visita foi feito seguindo o fluxo de produção de cada peça, desde seu armazenamento como matéria prima, seu corte e perfuração, soldagem, até sua montagem para acabamento e pintura. Assim era mais fácil acompanhar a produção de cada peça e entender como uma se conectava na outra e também verificar as condições perigosas que ali existiam. Nestas visitas eram entrevistados os operadores, os líderes de turno e o time de segurança do trabalho da unidade questionando-os sobre a operação que estavam realizando, as principais dificuldades que encontravam, os riscos que eles entendiam estar expostos e as ideias que tinham para melhorar o trabalho.

Verificou-se junto à área de Segurança do Trabalho da unidade os registros de treinamento dos operadores. Por haver operação de máquinas e elevação de carga, buscou-se treinamentos relacionados à estes temas. Em seguida, foi feito contato com empresas de treinamento especializadas em içamento para oferecer esta capacitação aos funcionários.

A empresa em estudo tinha cerca de 450 funcionários distribuídos em 3 turnos rotativos. As visitas começaram pelo primeiro e segundo turno, que eram de manhã e a tarde respectivamente, e na semana seguinte este mesmo processo foi realizado com o terceiro turno, que iniciava os trabalhos a tarde. As entrevistas eram feitas com os operadores de equipamentos, soldadores e outros funcionários da operação que eventualmente se aproximavam para conversar e compartilhar suas experiências e ideias. As informações eram anotadas em um caderno para consulta.

Durante as visitas pela operação também foram observadas diferentes atividades de elevação de cargas, desde peças pequenas até as peças maiores, já na etapa de acabamento e pintura. Nesta atividade eram anotados os nomes das peças que eram içadas, a quantidade produzida no turno, as dimensões da peça e também seu peso, informações que estavam disponíveis nas ordens de produção. Também eram analisadas as eslingas que eram usadas e a forma como eram acopladas na carga, já que diferentes operadores executavam a operação com uma eslinga e um método diferente. Estas operações eram fotografadas para comparação posterior e seleção dos métodos de elevação mais seguros, levando em consideração se as eslingas eram usadas da forma correta (de acordo com a orientação do grampo), se propiciavam mais estabilidade à carga durante seu deslocamento e se permitiam uma distância do operador da carga atendendo a regra da companhia, de 1,5 vezes a altura da peça.

Com as informações das cargas em mãos iniciou-se o dimensionamento das eslingas, que será explicado mais adiante. As especificações de cada peça eram agrupadas em um documento específico incluindo as informações da carga (tamanho, peso, centro de gravidade) e as especificações do dispositivo de içamento, de forma que formou-se um dossiê de cada peça, servindo como um guia para elevação de cada peça e para a montagem de eslingas apropriadas para tal elevação.

Com a aprovação dos líderes da fábrica, foi selecionado um funcionário de cada turno que conhecia o processo para auxiliar na aplicação e adequação das eslingas. Realizou-se um treinamento inicial com estes funcionários, apresentando a proposta do trabalho e a importância que a ação tinha para a segurança da operação, conceitos básicos de operações de elevação de carga, dimensionamento das eslingas e forma de montá-las. Também foi apresentado os pontos críticos para inspeção dos equipamentos que consiste, basicamente, na avaliação da estrutura geral do dispositivo, das condições dos dentes e molas dos grampos e a identificação de capacidade máxima de peso.

Tendo os métodos padronizados e as eslingas apropriadas definidos, foram apresentados os procedimentos aos funcionários que faziam parte da equipe de trabalho para a revisão inicial. Em seguida foi feita uma varredura em todos os pontos da fábrica para identificar as eslingas e dispositivos adaptados ou em péssimas condições que colocavam em risco a operação.

No que diz respeito às pontes rolantes, que eram parte crítica das elevações, fez-se um inventário de cada equipamento com suas localizações e capacidades de carga. Verificou-se junto à área de Manutenção a programação de manutenção dos equipamentos e se havia algum plano de manutenção preventiva para reduzir as quebras constantes dos equipamentos, assim como algum plano de manutenção ou inspeção das eslingas.

3.2 CONCEPÇÃO DE UMA ESLINGA DE ELEVAÇÃO COMBINADA COM GRAMPO

Para dimensionar uma eslinga, deve-se dispor, antes de qualquer coisa, das seguintes informações:

- Massa da peça a ser levantada;
- Ponto de equilíbrio da peça, especialmente se tiver formas assimétricas;
- Tipo de grampo necessário para sua sustentação.

A partir de tais informações, deve-se analisar cada elemento da eslinga (anelões, liga correntes ou soquete de cabo de aço, corrente ou cabo de aço e o grampo/garra, etc.) para identificar os materiais necessários para a configuração da eslinga e suas respectivas capacidades de carga. É necessário que o elemento de menor capacidade do conjunto tenha a resistência maior que o peso da carga que se elevará. Porém não se deve super dimensionar a eslinga, pois, quanto maior sua capacidade de carga, ela ficará mais pesada e esta condição deve ser evitada para não dificultar as atividades do operador, nem criar outras condições perigosas na operação. Vale lembrar que estas capacidades individuais de cada elemento da eslinga poderão mudar, dependendo dos ângulos adotados na sua operação.

Portanto a compra dos dispositivos deve ser feita após o dimensionamento teórico, que veremos adiante.

Para os dispositivos de conexão direta, normalmente não é requerida nenhuma montagem. Basta conecta-lo ao gancho do equipamento de elevação e iniciar os trabalhos. Para os dispositivos que requeira uma montagem diferenciada, em que é necessária a adoção de pernas ou ramais alongados, esta pode ser feita usando correntes, cabos de aço ou eslingas sintéticas. Para a montagem de um grampo utilizando correntes (Figura 9), esta deve ser feita seguindo o esquema abaixo.

- Anel de carga principal ou anelão, que é a “argola” que encaixa no gancho da ponte rolante;
- Conector liga corrente, que é o dispositivo que permite a emenda da corrente ao anel;
- Corrente, no tamanho e dimensões adequados à massa a ser elevada;
- Liga corrente;
- Garra ou grampo, que é o dispositivo que permite a pega da peça.

Figura 9 – Eslinga montada no formato adequado

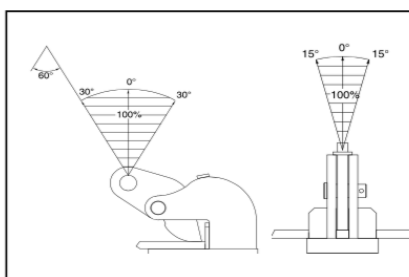


Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Quando é feito o uso de cabos de aço ou eslingas sintéticas, a sequência de montagem é a mesma, devendo ser apenas ser trocado o liga corrente por outro tipo conector, apropriado à eslinga.

Para a seleção do grampo, conforme visto, estes podem ser horizontais ou verticais. Deve-se avaliar qual o tipo que deve ser utilizado e as peças que este dispositivo será utilizado para movimentar. Se selecionados erroneamente, por possuírem aberturas iguais, apesar da mudança na orientação, eles poderão ser usados pelo operador. Por exemplo, um grampo vertical pode ser usado num içamento que deveria ser feito com um grampo horizontal e vice versa, porém, durante a elevação, é muito provável que a angulação de trabalho fuja da qual ele foi projetado (Figura 10) e há grandes riscos de se soltarem da carga ou sofrer algum dano durante a elevação podendo causar um acidente de alta gravidade. Se a orientação do grampo for correta, porém for dimensionado com correntes muito curtas, este ângulo de trabalho muito possivelmente também estará fora do projeto do fabricante do grampo.

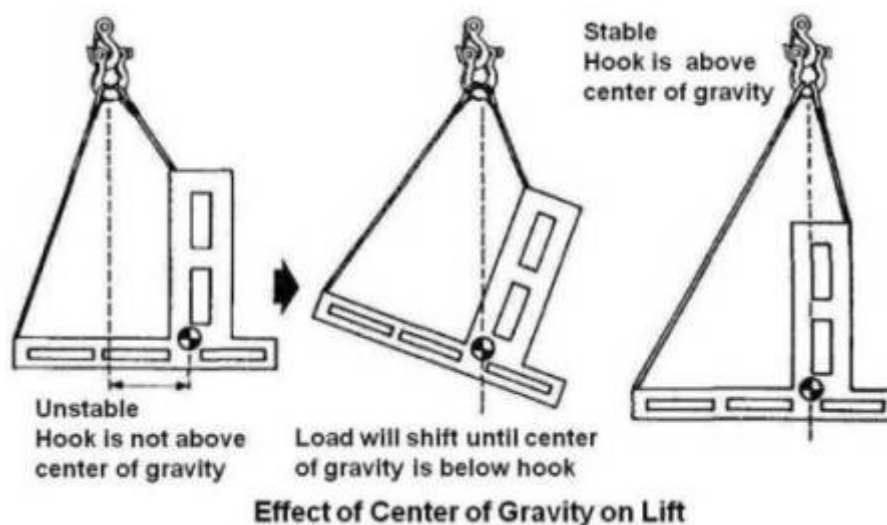
Figura 10 – Exemplo de do angulo de trabalho de um grampo horizontal e sua perda de resistência em relação ao ângulo de trabalho



Fonte: Crosby (2014)

SHAH (s.d.) explica que na seleção da configuração da eslinga, deve-se considerar o centro de gravidade da peça. Para que a peça fique equilibrada, o gancho do equipamento de elevação deve estar alinhado com o centro de gravidade, já que a carga tenderá a se alinhar à este (Figura 11). O autor também afirma que eslingas com duas ou mais pernas favorecem uma maior estabilidade na carga, especialmente quando esta tem dimensões grandes.

Figura 11 – Efeito do centro de gravidade em um içamento



Fonte: SHAH (s.d)

Definido o tipo de grampo e quantidade de ramais da eslinga, deve-se definir o diâmetro da corrente ou do cabo de aço ou da eslinga sintética, de acordo com as orientações do fabricante. Para fins deste estudo, será adotada a corrente como padrão, por ser mais resistente às condições da indústria metalúrgica pesada.

A resistência das correntes estão diretamente relacionadas ao seu ângulo de operação e sua graduação de fabricação.

De acordo com a fabricante RUD (2018), a classificação do grau da corrente é conferida de acordo com a tensão de ruptura, ou seja, a capacidade da corrente. Quanto maior a tensão de ruptura, maior a graduação.

A corrente grau 8 é aquela que suporta de 800N/mm² ou mais.

A corrente grau 10 é a corrente que suporta 1000N/mm² ou mais.

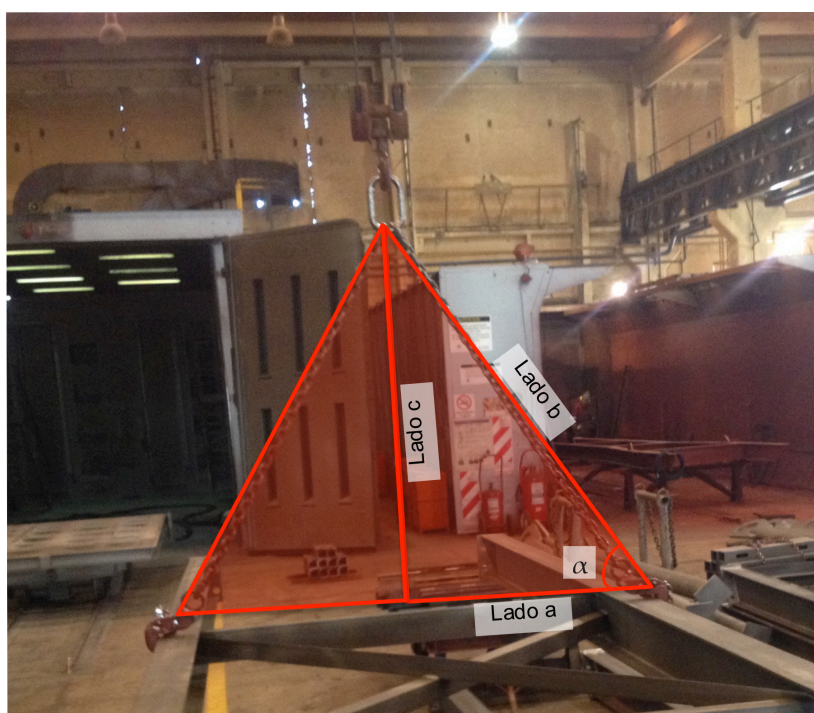
A corrente grau 12 é a corrente que suporta 1200N/mm² ou mais.

A especificações para o enquadramento no grau da corrente, no Brasil, para correntes de grau 80 (ou 8), é feita pela NBR 15516-1:2013 - Corrente de elos curtos para elevação de cargas - Lingas de correntes. Parte 1: Grau 8 - Requisitos e métodos de ensaio. Internacionalmente, pode-se utilizar a norma ASTM A906 /

A906M – 02 (2016) *Standard Specification for Grade 80 and Grade 100 Alloy Steel Chain Slings for Overhead Lifting* (Norma para Especificação de Correntes de Liga Metálica Grau 80 e 100 para Elevações). Porém, tais normas serão aplicáveis somente aos fabricantes de correntes, tendo pouca aplicação prática para os usuários.

Tendo definida a configuração básica da eslinga (grampo e tipo de perna, que definirá o tipo de conector), é necessário dimensionar a extensão das pernas do dispositivo². Para o cálculo, deve-se imaginar um triângulo, sendo as vértices deste triângulo os pontos de fixação do grampo na peça e o gancho da ponte rolante. Deve-se traçar uma linha ao centro, dividindo este triângulo em duas partes, usando o gancho como linha de orientação do corte (Figura 12).

Figura 12 – Ilustração das vértices no dispositivo de elevação



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

² Como as cargas na unidade tinham pontos de fixação simétricos, foi feita a análise considerando este tipo de configuração de eslinga.

Usando um dos dois triângulos como referencia, deve-se tomar as medidas na peça para obter a distância do centro da eslinga (linha do gancho da ponte rolante) até o ponto de fixação do grampo, que representa o lado “a” do triângulo.

Outra informação relevante é o ângulo α desejado para a operação desta eslinga. Este ângulo deve ser escolhido considerando as informações de resistência da corrente (Figura 13), que varia de acordo com a espessura do elo; o ângulo de trabalho da corrente (Figura 14), pois, conforme visto, quanto mais aberto o ângulo da corrente maior a tensão e o esforço que cada elo sofre, e ainda levar em consideração o ângulo de trabalho do grampo (Figura 10), que perde sua resistência de acordo com o sentido e posição da tensão aplicada.

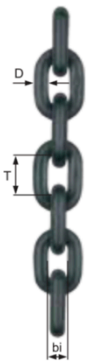
Tendo a distância do ponto de fixação até a linha do gancho e o ângulo teórico de trabalho, deve-se aplicar a fórmula abaixo. O resultado do cálculo será o comprimento que a perna da eslinga deverá ter.

$$\text{Comprimento eslinga (lado B)} = \frac{\text{comprimento lado A}}{\cos \alpha}$$

Figura 13 – Ilustração das vértices no dispositivo de elevação

CORRENTES E LINGAS DE CORRENTES GRAU 8

(Conforme normas brasileiras ABNT NBR 15516-1 e 2, NBR ISO 1834, NBR ISO 3076 e norma européia EN 818-2 e 4)

	Descrição D x T (mm)	Carga máx de trabalho (kg)	Dimensões (mm)			Peso (kg/m)	Carga de teste (kN)	Carga de ruptura (kN)
			D	T	bi (mín)			
	6 x 18	1120	6	18	7,8	0,80	28,3	45,2
	8 x 24	2000	8	24	10,4	1,40	50,3	80,4
	10 x 30	3200	10	30	13	2,20	78,5	126
	13 x 39	5300	13	39	17	3,70	133	212
	16 x 48	8000	16	48	20,8	5,70	201	322
	19 x 57	11200	19	57	24,7	8,10	284	454
	22 x 66	15000	22	66	28,6	10,90	380	608
	26 x 78	21200	26	78	33,8	15,20	531	849
	32 x 96	31500	32	96	41,6	23,0	804	1290
	36 x 108	40000	36	108	46,8	28,0	1020	1630

Fonte: RUD (2016)

Figura 14 – Tabela de resistência de corrente grau 8 em função de ângulo de trabalho

Modo de içamento		1 ramal	2 ramaís		3 ou 4 ramaís		Linga sem fim
Ângulo de inclinação α		0	0 - 90°	90 - 120°	0 - 90°	90 - 120°	-
Ângulo de inclinação β		0	0 - 45°	45 - 60°	0 - 45°	45 - 60°	-
Fator de carga simétrica*		1	1,4	1	2,1	1,5	1,6
	6 mm	1120	1600	1120	2360	1700	1800
	8 mm	2000	2800	2000	4250	3000	3150
	10 mm	3200	4500	3200	6700	4750	5000
	13 mm	5300	7500	5300	11200	8000	8500
	16 mm	8000	11200	8000	17000	11800	12500
	19 mm	11200	16000	11200	23600	17000	18000
	22 mm	15000	21200	15000	31500	22400	23600
	26 mm	21200	30000	21200	45000	31500	33500
	32 mm	31500	45000	31500	67000	47500	50000
36 mm	40000	56000	40000	-	-	-	

Fonte: RUD (2016)

O liga corrente, por questões de compatibilidade no encaixe, segue a mesma espessura da corrente que será adotada.

A NR 29 define que os ângulos das eslingas não devem ultrapassar 120°. Já a fabricante RUD, proíbe ângulos superiores a 70 graus (Figura 15).

Figura 15 – Ângulos permitidos para elevação de carga



Fonte: RUD (2016)

Por fim, deve-se selecionar o anel de carga mais adequado. Este elemento é muito importante, já que sua ausência pode causar sérios danos ao gancho do equipamento de elevação (Figura 16), já que, quando a corrente é passada

diretamente no gancho, durante o levantamento da carga, ela tende a encontrar seu equilíbrio. Nesta ação, a corrente se move, e vai desgastando a parte interna do gancho por abrasão.

Figura 16 – Gancho com sinais de desgaste pela abrasão das correntes



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

A seleção do anel deve ser feita, primeiramente, pela resistência à carga que será elevada (Figura 17). Em seguida, deve-se avaliar se a espessura do anel é compatível com o liga-corrente adotado. Caso não seja, é necessário adotar o uso de anel com sub elos (Figura 18) ou incluir manilhas conectando a corrente ou o liga corrente ao anel.

Figura 17 – Tabela de resistência de anel de carga

Tamanho		A-342 Nº. de estoque	Peso Cada (kg)	CLT FS = 5/1 (t)*	Carga de prova (kN)**	Dimensões (mm)			
(mm)	(pol.)					A	B	C	Indicador de deformação
13W	1/2W	1014266	0.59	3.40	77	15.7	71.1	127	89
16	5/8	1014280	0.69	4.00	80	15.7	76.2	152	89
19W	3/4W	1014285	0.91	5.60	126	18.5	81.3	152	102
22W	7/8W	1014319	1.50	6.90	157	22.4	95.3	162	114
26W	1W	1014331	2.77	11.8	267	27.9	109	191	140
32W	1-1/4W	1014348	5.44	17.7	402	33.8	140	241	178
38W	1-1/2W	1014365	8.44	27.7	628	40.9	150	267	191
44	1-3/4	1014388	11.4	38.5	944	44.5	152	305	191
51	2	1014404	16.8	46.5	1141	50.8	178	356	229
57	2-1/4	1014422	24.5	64.9	1287	57.2	203	406	254
63	2-1/2	1014468	31.1	72.6	1423	63.5	213	406	279
70	2-3/4	1014440	42.6	98.4	1930	69.9	251	457	318
76	3	1014486	52.0	103	2029	76.2	251	457	330
83	3-1/4	1014501	66.0	119	2332	82.6	254	508	343
89	3-1/2	1014529	91.0	126	2483	88.9	305	610	394
95	3-3/4	1015051	90.0	152	2990	95.3	254	508	343
102	4	1015060	120	169	3319	102	305	610	406
†† 108	†† 4-1/4	1015067	137	160	3150	108	305	610	-
†† 114	†† 4-1/2	1015079	156	163	3202	114	356	711	-
†† 121	†† 4-3/4	1015088	198	176	3460	121	356	711	-
†† 127	†† 5	1015094	234	179	3515	127	381	762	-

*A carga de ruptura é 5 vezes a carga limite de trabalho. Com base na eslinga de uma perna (carga em linha) ou carga resultante em pernas múltiplas com um ângulo incluso menor ou igual a 120 graus. Aplicações com cabo de aço e eslinga sintética geralmente requerem um fator de desenho de 5.

**A carga de prova é igual ou excede o requerimento da ASTM A952(8.1) e ASM B30.9. †† Anelão soldado.

Para uso com eslingas de corrente, consulte a página 238 no catálogo geral para as classificações de eslinga e a página 234 no Catálogo geral para a seleção de anelão adequado.

Fonte: Crosby (2014)

Figura 18 – Anel de carga com sub elos



Fonte: Crosby (2014)

Tendo todos os elementos (anelão, conectores, corrente e grampos) em suas dimensões adequadas, basta conecta-los para formar o dispositivo de elevação de carga.

Após a montagem, é necessário identificar a capacidade máxima da eslinga e, para este item especificamente, deve-se avaliar todos os elementos da eslinga e verificar qual é o que tem a menor resistência, considerando as perdas de carga pelas angulações, de acordo com as tabelas dos fabricantes. O elemento menos resistente definirá a capacidade máxima da eslinga.

3.3 ESTUDO DE CASO

Para facilitar a compreensão da criticidade da importância dos passos anteriores, nos itens seguintes poderá ser uma explanação sobre o fluxo produtivo da empresa.

3.3.1 Produto – Bomba de Vareta (ou Bomba Cavalo de Pau)

O produto final da empresa são bombas de vareta de petróleo, também conhecidas como bomba cavalo de pau ou bomba cabeça de cavalo no meio petroleiro (Figura 19). Os modelos de bomba variam basicamente pelo seu tamanho e, conseqüentemente, sua capacidade nominal de bombeamento.

Figura 19 - Bomba de Vareta (ou Bomba Cabeça de Cavalo)



Fonte: FE Week (2017)

A bomba de vareta é formada por duas estruturas principais, estrutura e engrenagem, as quais são produzidas em duas construções distintas, unindo-se na fase de pintura e expedição:

- Estrutura: conjunto de vigas e eixos que se movimenta, fazendo o “sobesce” para bombear o petróleo;
- Caixa de engrenagem: caixa de eixos e engrenagens, com o princípio do redutor, que, acoplados à um motor elétrico, produzem a força motriz para o cavalo se movimentar.

A caixa de engrenagem é conectada ao cavalo por meio de correias mecânica.

3.3.2 Fabricação da Estrutura

A estrutura é produzida praticamente por completo a partir de vigas “I” e chapas metálicas. Toda a produção é feita na Planta 1 (Figura 20).

Figura 20 – Disposição das áreas produtivas



Fonte: Google Maps (2018)

O processo se inicia na área externa da empresa, no estoque de vigas e chapas, onde as vigas são elevadas e transportadas para uma esteira que direciona as barras para a área interna (Figura 21).

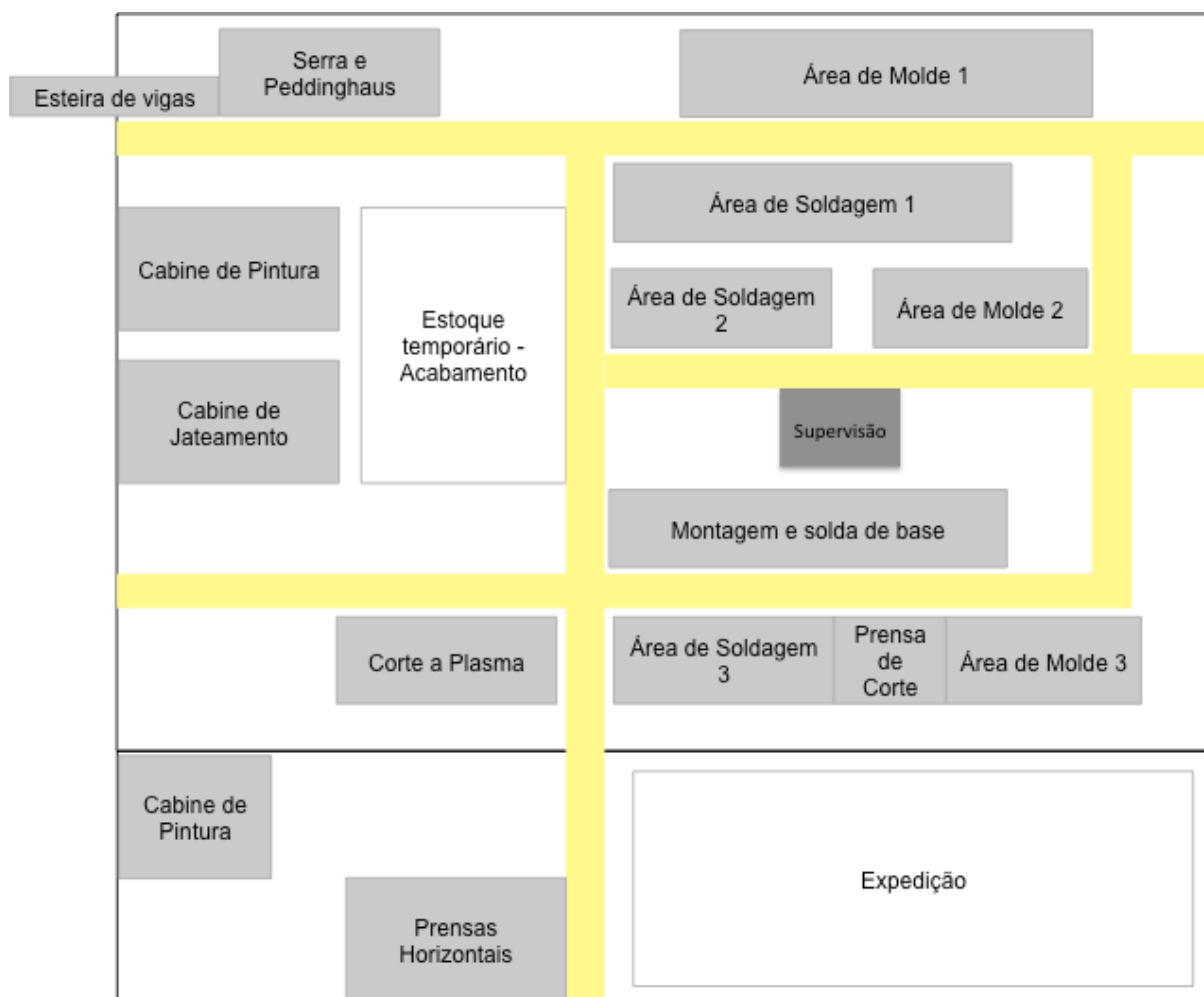
Figura 21 – Elevação de peças na área externa



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

A primeira etapa do processo é a serra de fita, que corta a viga nos tamanhos especificados para a peça a ser construída. A serra de fita está instalada logo ao lado da máquina *Peddinghaus* (Figura 22), que é uma furadeira computadorizada, que faz os orifícios nas vigas para o posterior encaixe e conexão das peças por meio de parafusos.

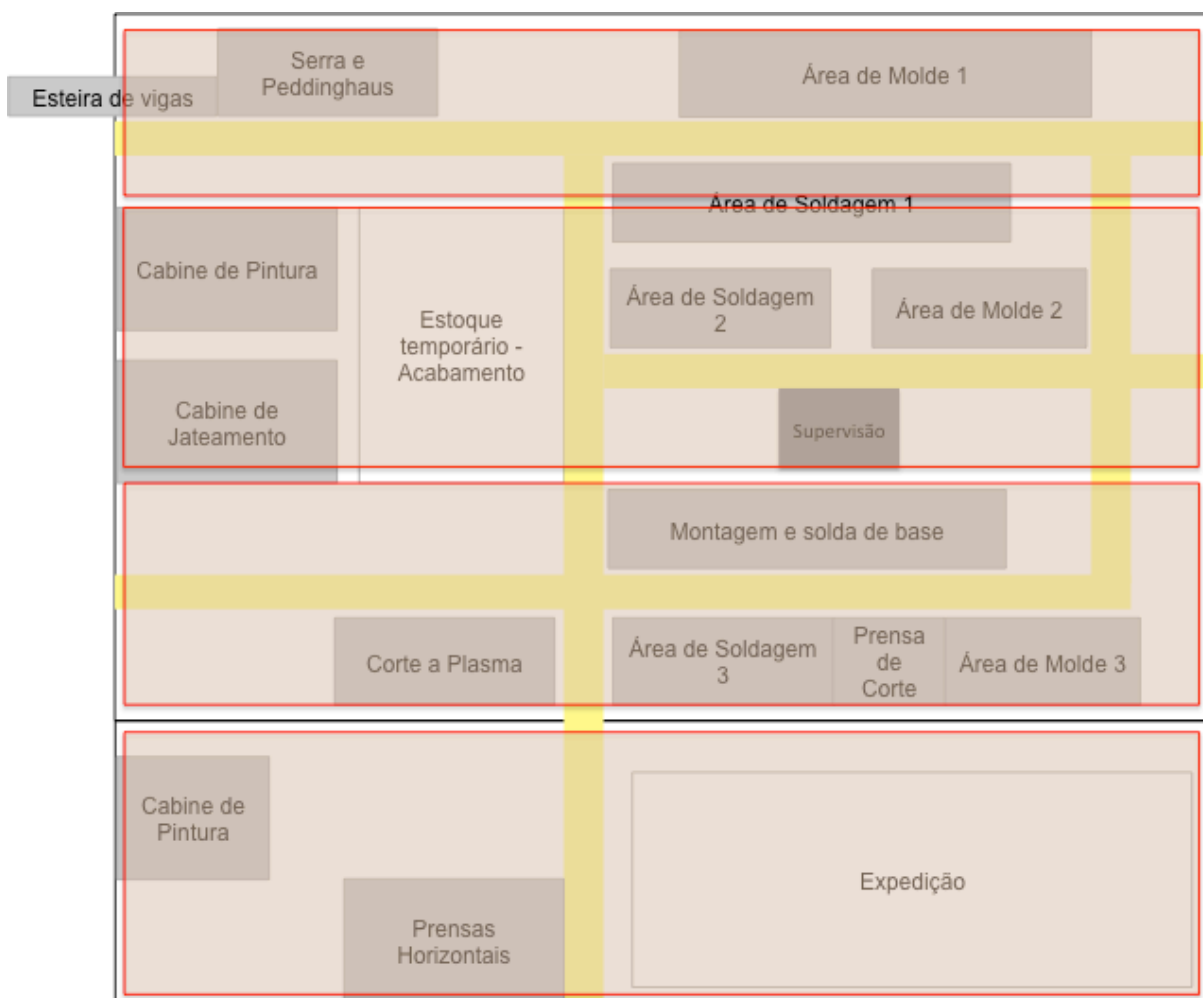
Figura 22 – Layout da Planta 1



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Uma vez que a viga é cortada e furada, as vigas são direcionadas para as áreas de molde, distribuídas pela fábrica para cada tipo de peça. Esta movimentação de peças é feita por meio de pontes rolantes, com capacidades de 5 e 10 toneladas.

Como as pontes rolantes são instaladas entre as vigas de sustentação do prédio e não há pontes rolantes nos corredores transversais, o alcance das pontes rolantes não permite transportar as peças por toda a fábrica usando o mesmo equipamento (Figura 23). A movimentação de peças de um espaço para o outro é feito com um mini vagão que roda sobre trilhos nos corredores de circulação. O deslocamento destes mini vagões é feita manualmente, pois não são motorizados.

Figura 23 – *Layout* da Planta 1 com as áreas de alcance das pontes rolantes

Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Pelo outro lado da fábrica inicia o processo de corte de chapas na mesa de corte a plasma. As chapas são elevadas com o auxílio de um gancho magnético e posicionadas na mesa. Após o corte, as peças retiradas manualmente da mesa ou novamente com o auxílio da ponte rolante. Na sequência, são distribuídas em diferentes pontos da fábrica para a montagem ou solda nas peças maiores.

Nas áreas de molde, os diferentes componentes metálicos (vigas e chapas) são encaixadas em um molde fixo. Em cada junção de peças, são feitos pontos de solda para fixar uma peça na outra e armar a estrutura.

Quando a peça está armada, ela é transportada com a ponte rolante para a área de solda, onde é feita a solda completa na peça. Por questões de capacitação dos

operadores e falta de um equipamento que gire as peças, somente é realizada a solda no plano horizontal. Por este motivo, como as peças tem pontos de soldagem em diferentes ângulos, a peça precisa ser girada algumas vezes durante o processo para ser totalmente trabalhada. Estes giros também são feitos usando a ponte rolante (Figura 24).

Figura 24 – Processo de Giro da Peça



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Após a solda da peça, existem dois fluxos a seguir: transportá-la à outro posto para a junção de outras partes ou peças, ou transporta-la para a área de acabamento, onde estão a cabine de jateamento, a cabine de pintura e uma área pulmão de processo, para manter as peças até a liberação das cabines para fazer o acabamento e pintura.

A primeira etapa é o jateamento da peça, para remover imperfeições, sujidades e preparar o metal para a aplicação da pintura.

O acesso da peça à cabine de jateamento é feito por um carrinho motorizado, por ser uma área enclausurada. A peça é posicionada sobre o carrinho com o auxílio da ponte rolante e o motor é acionado para levar a peça para o interior da cabine para o processo.

Após o jateamento, o carrinho traz de volta a peça para fora, onde é elevada e levada para a cabine de pintura ou de volta à área pulmão.

Para a pintura, a peça é elevada e transportada com a ponte rolante até a parte interna da cabine, que é aberta na parte superior. Durante o processo de pintura, o pintor aplica múltiplas camadas de tinta em toda a superfície da peça. Como a área é pequena, não é possível girar as peças, logo o pintor faz a atividade ao lado da peça, usando uma escada e por debaixo da peça. Este processo é feito com a peça apoiada sobre cavaletes ou com a peça elevada, dependendo do pintor.

Ao término da pintura a peça é colocada sobre o mini vagão, que leva as peças para a área de expedição.

Na expedição, as estruturas são identificadas, inspecionadas e carregadas nos caminhões, também usando a ponte rolante, ou transportadas até a área de produto acabado com o auxílio de uma empilhadeira diesel.

3.3.3 Fabricação da Caixa de Engrenagem

A caixa de engrenagem tem um processo de fabricação mais automatizado. Ele é feito todo na Planta 2.

As peças podem ser divididas em três principais grupos: eixos e engrenagens, *housing*, que é a caixa que abriga as engrenagens, e manivelas.

3.3.3.1 Eixos e Engrenagens

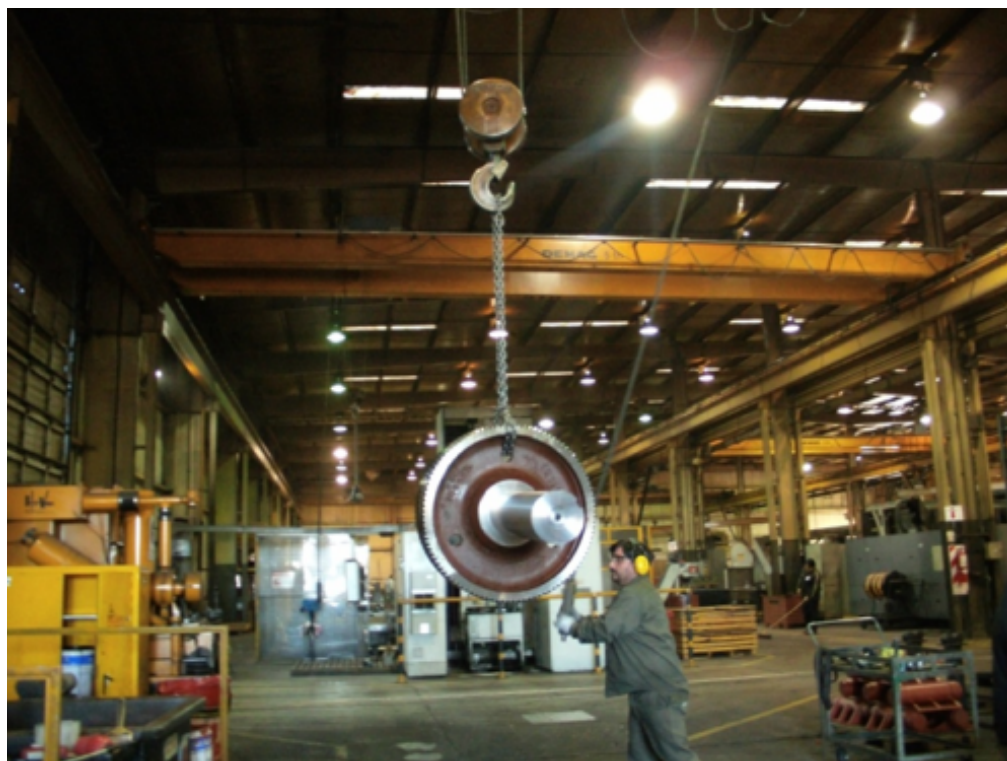
As engrenagens são produzidas a partir de discos forjados, que lembram uma rosquinha com um furo no meio, que são comprados de um fornecedor e armazenados na área externa.

Para o trabalho, as peças são transportadas até a entrada da fábrica com uma empilhadeira. Com a ponte rolante, elas são elevadas e posicionadas nos tornos, onde vão desbastando até formarem os dentes da engrenagem.

Os eixos, também comprados, são trazidos também com a empilhadeira e elevados até os tornos com o auxílio de um gancho tipo tesoura ou um gancho com imã magnético e posicionados dentro dos torno para seu desbaste.

Quando eixo e engrenagem estão finalizados (Figura 25), ambos são levados até uma prensa vertical, onde o eixo é acoplado no orifício da engrenagem, formando uma peça única.

Figura 25 – Conjuntos Eixo e Engrenagem acabados



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

3.3.3.2 *Housing*

O *housing* também já é trazido forjado em seu formato. Ele é composto de uma peça base e uma outra como cobertura, que se encaixam uma sobre a outra.

Assim como as demais peças, as partes são movimentadas inicialmente com a empilhadeira, que traz as peças uma sobre a outra. Com a ponte rolante, a cobertura é removida e apoiada sobre o piso.

A primeira etapa é feita na peça base, que é colocada em uma fresadora computadorizada de grande porte, que desbasta a parte interna do *housing*, criando os encaixes dos eixos, as bordas, além de fazer as furações para a fixação da cobertura na base.

Para o trabalho na peça da cobertura, que vem com a sua abertura virada para baixo, é necessário girar a peça (Figura 26) para fazer sua usinagem. A operação de giro da peça também é feita com o uso da ponte rolante.

Figura 26 – Giro do *Housing*



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Quando a usinagem da base é concluído, outro giro é feito para colocá-la sobre a base novamente, em sua posição original. Com as peças encaixadas uma na outra, elas são elevadas para outra fresadora, que faz o acabamento externo dos encaixes dos eixos.

Quando o trabalho é concluído, o *housing* completo é transportado para a área de montagem, onde é removida a cobertura novamente para a instalação dos conjuntos de engrenagem no interior da caixa. Ao término, a cobertura é parafusada na base e a caixa pronta é levada para a área de expedição, na Planta 1, para pintura.

3.3.3.3 Manivelas

Assim como as demais peças, as manivelas também são compradas prontas. Estas são as peças mais pesadas de todo o equipamento, já que são peças com mais de 2 metros de comprimento de ferro fundido maciço.

O único processo de usinagem requerido para as manivelas é o acabamento nos pontos onde é feito o encaixe dos eixos da caixa redutora e dos braços da estrutura da bomba.

Este trabalho é feito em uma fresadora tipo portal, de grande porte, e as peças são posicionadas no equipamento com o auxílio da ponte rolante.

Ao término no trabalho, as peças são elevadas e colocadas na porta da planta para o transporte até a área de expedição, na Planta 1, para sua pintura.

Após a pintura da caixa redutora, as manivelas pintadas são encaixadas nas pontas dos eixos com o uso de uma prensa horizontal.

Quando as peças estão encaixadas, são instalados os contrapesos e os encaixes finais. O conjunto caixa-manivela pronto, de maior dimensão, ultrapassa 21 toneladas.

A ponte rolante que eleva o conjunto tem capacidade máxima de 20 toneladas. O outro equipamento disponível é de capacidade inferior. O material é elevado, colocado sobre o caminhão e expedido, ou levado para o estoque de produto acabado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pôde-se observar, praticamente toda movimentação de peça era feita com ponte rolante. Parte delas era feita pela necessidade, já que as peças eram bastante pesadas e o processo não é linear, e parte era feita por vício da operação, no caso de peças pequenas, que poderiam ser facilmente transportadas com um carrinho plataforma, por exemplo.

Adicional à isto, ambas as plantas sofriam com problemas estruturais, pelas condições dos equipamentos que eram mal mantidos e que não possuíam um plano de manutenção preventiva.

Por ser uma planta bastante antiga e sem uma cultura de manutenção preventiva, as pontes rolantes das plantas tinham muitos problemas mecânicos e sofriam paradas constantemente. Além disto, a forma de operação também colaborava para estes danos: como elas não tinham um sistema de freio, os operadores usavam a tração reversa para frear, o que força o motor de tração, engrenagens e outros componentes do sistema de movimentação do equipamento.

Atrelando ao problema de manutenção, os comandos das pontes rolantes eram distintos um dos outros, o que aumentava o risco na operação. Por exemplo, o primeiro botão do controle de uma das pontes era o comando de subir o gancho. Em outro equipamento, o primeiro botão era o comando de movimentação da ponte rolante para frente. Em outro, era o comando de mover lateralmente. E assim por diante. Por ser um ambiente agressivo, a maior parte dos botões também não possuía identificação. Assim, para toda movimentação, o operador precisava dar leves toques no botão para saber qual função ele acionava.

Outro problema estrutural com as pontes era que os controles tinham um cabo curto. Logo, durante a movimentação de peças grandes, o operador tinha que ficar muito próximo a elas, numa distância insegura. Apesar de não haver leis específicas para este tema, a regra adotada na empresa era de se manter afastado uma vez e meia a altura da peça. Por exemplo: se a peça estivesse elevada a um metro do chão, a

distância deveria ser de um metro e meio. Com os controles nesta condição, eram raras as situações em que esta regra era respeitada.

Além disso, havia também um problema cultural de que o operador acompanhava a carga guiando-a com as mãos. Apesar de haverem bastões guia, o seu uso era pouco praticado.

Quando focado no campo dos métodos de içamento, que era o foco deste trabalho, a falta de procedimentos para a montagem das eslingas e orientações para seu uso era um problema latente na operação.

Em ambas as plantas haviam problemas com a configuração e disponibilidade de eslingas para a elevação de peças.

Durante as avaliações de campo dos grampos, haviam diversos problemas: não haviam dispositivos de elevação em quantidade suficiente para atender a operação. Isto colaborava para que fossem utilizados de forma incorreta: grampos verticais sendo usados como horizontais e vice-versa (Figura 27), o que era causado pela falta de orientação aos operadores, que nunca haviam passado por um treinamento formal de içamento de cargas, como por comodidade, quando evitavam buscar um dispositivo em outra área para ganhar tempo de produção.

Figura 27 – Uso de grampo horizontal em elevação para grampo vertical



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Muitos dispositivos também não possuíam o anel de carga (Figura 28), e já haviam danificado boa parte dos ganchos das ponte rolantes da unidade.

Figura 28 – Eslingas com e sem anelão



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Haviam também muitos dispositivos de elevação antigos e que já não estavam em condições adequadas de trabalho, gastos (Figura 29) ou com problemas no sistema de tensionamento das molas do grampo, quando este sistema estava disponível no grampo.

Figura 29 – Grampo com os dentes de fixação gastos



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Durante a avaliação na área, muitos dispositivos foram cortados e descartados para evitar seu uso novamente por estarem em péssimas condições e colocar a operação em risco.

O dimensionamento de muitos dispositivos também estava fora da especificação, já que estavam em tamanhos menores do que o indicado pelo fabricante pelo seu ângulo de trabalho e também por estarem subdimensionados, o que colocava em risco sua resistência mecânica durante as atividades.

Das peças que foram aprovadas após a varredura na área, as que estavam sem os anéis de carga foram separadas para fazer a adequação. Apesar de a condição inadequada dos dispositivos perdurar há vários anos, nunca havia sido feita tal ação de estudo e adequação. Assim, durante a montagem das peças descobriu-se que haviam diversos acessórios de içamento em estoque (Figura 30), sem planos para uso.

Figura 30 – Grampos e acessórios de içamento encontrados no estoque



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Estes dispositivos foram levados até o time que trabalhava na adequação para serem montados e postos em uso.

Tendo as informações de configuração de eslinga em mãos e o cálculo da perna em mãos, iniciava-se efetivamente a adequação das eslingas, aproveitando, quando possível, os dispositivos existentes, inclusive as correntes (Figura 31). As correntes muito desgastadas ou que se percebia deformações ou pontos amassados eram imediatamente cortadas e descartadas. As que apresentavam boas condições eram medidas e cortadas nos tamanhos adequados. Como a quantidade de grampos era limitada, para atender a demanda da fábrica, as eslingas eram dimensionadas para os equipamentos de maior porte, já que os menores também seriam atendidos pelos dispositivos e não geraria problemas de angulação, já que a abertura da eslinga seria menor do que havia sido dimensionada.

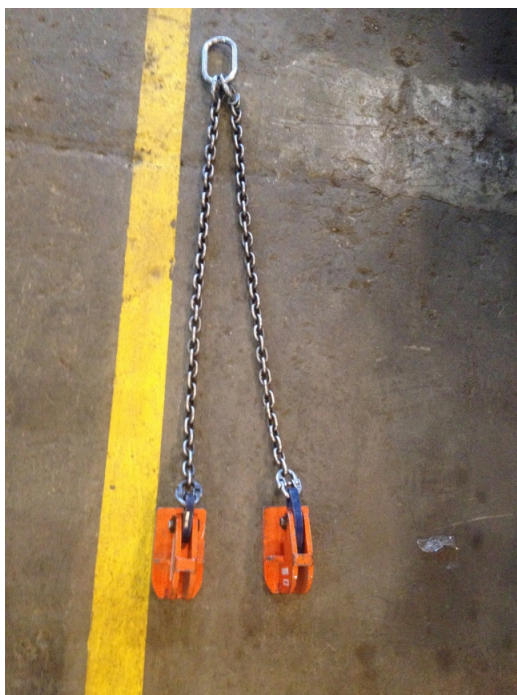
Figura 31 – Operador fazendo a adequação de uma eslinga com grampos de elevação vertical



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

A Planta 1 possuía aproximadamente 90 eslingas. Destas, neste trabalho inicial, foram adequadas 25 e postas de volta à operação já nos tamanhos e configuração que deveriam estar (Figura 32).

Figura 32 – Eslinga com grampos horizontais com dimensões e configuração adequada após a ação



Fonte: Arquivo Pessoal (2016)

Para as demais eslingas que ainda tinham problemas de configuração e que não haviam peças em estoque para sua adequação, foi realizado um levantamento e, com base nestas informações, os acessórios que não estavam disponíveis no estoque foram solicitados à área de Suprimentos para sua aquisição e posterior adequação. Pelo fato de serem dispositivos específicos e não haverem fabricantes na Argentina, fez-se contato com diferentes fornecedores para checar o que havia de dispositivos disponíveis para compra imediata. Os que haviam e atendiam a necessidade, foram comprados e, para os demais, sendo estes a grande maioria, foi iniciado o processo de importação, o qual, de acordo com os fornecedores, poderia levar de três à quatro meses.

Tendo concluído o trabalho de adequação dos dispositivos com o que havia de peças disponíveis no estoque interno, iniciou-se o trabalho de padronização e de escrever os procedimentos das atividades de içamentos.

Para esta etapa, foram usadas as informações de métodos de içamento e especificação de eslingas levantadas junto aos operadores durante as atividades

preliminares. Foram compiladas as informações e criado o Guia de Içamento (Anexo 1) para cada peça com as informações da carga, local de colocação dos grampos, tipo de grampo que deve ser usado, ponte rolante permitido para transportar a carga e as especificações das eslingas. Este guia seria usado como o procedimento padrão para as atividades de içamento, já que, como visto anteriormente, não existia e cada operador a fazia de acordo com o que imaginava ser a melhor opção. Outra função que o guia também teria era prover informações aos operadores sobre como deveria ser montado um dispositivo novo para aquela peça, seja para adequações futuras, como para novas aquisições, para que o número de eslingas inadequadas não aumentasse.

Como os operadores não tinham passado por treinamentos de elevação de carga, foi contratada uma empresa especializada no tema para prover aos funcionários treinamentos relacionados à operação de ponte rolante e segurança nas operações de içamento. Neste treinamento foi apresentado aos operadores o Guia de Içamento e sua aplicação prática, além de noções básicas de operação, segurança, sinalização, comunicação e outros temas.

Para que o Guia de Içamento fizesse parte da rotina industrial, foi discutido junto à supervisão da fábrica e os operadores o melhor formato de introdução do documento no processo. Foi explicado que, para cada peça que era iniciada a produção, havia uma ordem de serviço de produção, a qual vinha numa pasta com os desenhos técnicos, especificação de material, especificação de solda e diversas outras informações da peça. Junto ao time de Engenharia e Produção foi verificado o processo de emissão de ordens de produção e explicado o propósito do projeto. O time de engenharia incluiu nos kits de documentos, além da especificação das peças, o guia de içamento das matérias primas (chapas e vigas) e da peça acabada. Desta forma, desde o início da operação, o operador teria informação da forma correta como deveria fazer as operações de elevação de carga.

Com o guia e o processo de entrega alinhados, foi feito um DDS em todos os turnos para explicar o processo e deixar os operadores com a vontade para propor

melhorias nos guias, sempre que observassem alguma inconsistência ou oportunidade de melhoria.

Durante as duas primeiras semanas, houveram mudanças nos guias de algumas peças e algumas dificuldades em garantir que o kit de documentação de produção viesse com todos os documentos do guia junto dele, porém foi-se alinhando melhor as informações e o time de Engenharia pôde incluir os guias nos kits digitais de cada peça, assim eram impressos como parte da documentação oficial de produção.

A partir da terceira semana de implementação foi iniciado um trabalho mais próximo aos líderes da produção, para ajudar na cobrança da padronização das atividades, reforçando os temas nos DDSs da operação e intervenções individuais, comparando a elevação em curso com a definida no procedimento. Por ser uma operação em que a cultura de segurança ainda era baixa, a orientação e cobrança dos líderes tinha um papel fundamental para dar credibilidade ao processo e ajudar para que o procedimento fosse seguido.

Apesar de existir resistência inicial pelos operadores, ao longo da implementação e ênfase dos líderes, a mudança começou a surtir efeito, principalmente com a chegada de mais grampos, que aumentou a disponibilidade de eslingas pela planta e o acesso à eslingas adequadas numa região mais próxima ao posto de trabalho.

Durante as avaliações da operação também foram identificadas diversas oportunidades de melhoria no processo, com base nos comentários dos funcionários e pelo fluxo lógico da operação, algumas que requereriam um investimento elevado para implantação e outras que poderiam ser adequadas com treinamento e capacitação dos funcionários.

A recomendação mais importante, porém mais onerosa, é relacionada ao *layout* da Fábrica 1. Por ser uma fábrica antiga e, aparentemente, ter se expandido ao longo dos anos em um espaço fixo, não havia um processo de produção lógico e linear. A peça iniciava o processo de um lado da fábrica, era transportada para outro lado, transferida de um corredor para o outro, voltava para o primeiro e assim por diante,

para voltar ao central para a cabine de jateamento e pintura. Como todas estas operações eram realizadas com ponte rolante, a frequência de exposição aumentava, aumentando as chances de acontecer acidentes. Se o processo seguisse uma linha única ou em forma de “U”, evitando a movimentação entre as áreas, o processo seria mais eficiente e mais seguro, porém este tipo de mudança requereria um investimento alto na adequação dos ambientes e no transporte de máquinas e equipamentos para outras posições.

A manutenção preventiva das pontes rolantes também era um ponto crítico, pois elas passavam por manutenção somente em casos de quebra. Por ser uma fábrica antiga e cheia de problemas estruturais, o time de Manutenção não atendia toda a demanda e não fazia as manutenções preventivas, aumentando mais a urgência nos trabalhos e sobrando menos tempo ainda para fazer uma manutenção preventiva estratégica nestes equipamentos e em outros equipamentos da fábrica, que sofriam do mesmo mal.

Porém, por ser uma planta fruto de uma aquisição, era praticamente impossível fazer a manutenção deixada de lado por décadas em tão pouco tempo. Trabalhou-se nas ações de fácil execução e alto impacto para melhorar as condições, porém ainda ficaram uma série de oportunidades no campo da Segurança, Qualidade, Produção, Engenharia e muitas outras que poderiam trazer bons resultados em um tempo praticamente imediato, bastando apenas a iniciativa e suporte da liderança para acontecer.

Quanto à capacitação técnica dos operadores, por serem treinados somente para executar a solda horizontal, se fosse feita a capacitação para solda vertical, evitaria diversas operações de giro das peças, reduzindo também o perigo.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho se propôs avaliar as etapas para padronização das operações de içamento e adequação das eslingas utilizadas. Como a montagem de eslingas é um tema carente de normas específicas, que considerem a junção de diferentes elementos normatizados em um sistema único, o Guia de Içamento foi bem aceito e introduzido na operação, por ter tornado todas estas informações mais acessíveis aos operadores. Ao término, eles puderam observar que a montagem de eslingas, que é uma atividade relativamente simples do ponto de vista mecânico, por se “encaixar” um elemento da eslinga em outro, requer uma atenção especial em função das variáveis que cada elemento está exposto e sofre durante uma elevação, que não é exclusivamente da massa que se está levantando, informação normalmente considerada única na seleção, mas também à angulação, cantos vivos da carga, diferentes centros de gravidade, entre outras.

A carência de empresas locais fabricantes de grampos foi um fator complicador, pois não permitiu comprar novos grampos para melhorar e aumentar a disponibilidade de eslingas, limitando uma avaliação mais abrangente dos impactos que esta ação causaria na operação.

O envolvimento da liderança e o apoio destes foi fundamental para a credibilidade do estudo junto à operação, como uma ferramenta de apoio à mudança cultural, por ter envolvido os funcionários, pois eles se sentiram parte da solução, incentivando e fiscalizando seus colegas para o cumprimento do procedimento.

Apesar de ter havido pouco tempo para a continuidade do projeto e acompanhamento na empresa, pôde-se observar ao término do trabalho uma mudança na visão dos operadores envolvidos, que começaram a entender que as atividades de içamento não consistem somente em levantar e abaixar pedaços de ferro, mas em uma operação que, quando mal executada, pode causar graves acidentes, e este é o maior legado que um trabalho como este poderia deixar: uma semente da segurança plantada na cabeça de operadores que, por muito tempo, tiveram como preocupação secundária a segurança e sua integridade física.

REFERÊNCIAS

HSE. **Lifting Procedures**. Reino Unido, 2016. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeaslifting.htm>>. Acesso em 13 mar. 2018.

ARNOLD & ITKIN LLP. **Fatal Crane Accident Statistics in the United States**. Houston, Texas, EUA, 2015. Disponível em: <<https://www.arnolditkin.com/personal-injury-blog/2015/june/fatal-crane-accident-statistics-in-the-united-st/>>. Acesso em 25 jan. 2018

NAVARRO, Antonio. **Acidentes causados durante a movimentação de cargas. Uma Análise Estatística dos acidentes**. 2012. Disponível em: <https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/artigos_e_estudos/Acidentes_s_Causados_Durante_a_Movimentacao_de_Cargas.pdf>. Acesso em 12 mar. 2018

CICB. **With Crane Related Injuries on the Rise Don't Become Another Statistic**. 2015. Disponível em: <<http://www.cicb.com/training-resources/with-crane-related-injuries-on-the-rise-don-t-become-another-statistic>>. Acesso em 12 mar. 2018

GARCIA, CATAI, MICHAUD et al. **Utilização das Ferramentas de Segurança: Análise Preliminar de Risco, Auditoria Comportamental e Padronização**. Salvador, Bahia, Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_180_029_22023.pdf>. Acesso em 21 mar. 2018

BLOG DA SEGURANÇA. **Movimentação de Cargas**. Disponível em: <<https://www.blogsegurancadotrabalho.com.br/2014/09/movimentacao-de-cargas.html>>. Acesso em 25 jan. 2018

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No 11 -**

Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR11.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No 29 – Segurança e Saúde no Trabalho Portuário.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR29.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora No 34 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, Reparação e Desmonte Naval.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-34.pdf>>. Acesso em 22 dez. 2017

JUNIOR, Joab Silas Da Silva. **O que são vetores?**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-vetores.htm>>. Acesso em 22 mar. 2018.

VIRTUALEXPO. **Horizontal lifting clamps**. Marseille, França, 2018. Disponível em: <<http://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/horizontal-lifting-clamp-114466.html>>. Acesso em 22 jan. 2018

SHAH. **Hitches and Safe Working Load (SWL) Limits**. 20-?. Disponível em: <<http://practicalmaintenance.net/?p=748>>. Acesso em 19 mar. 2018

THE CROSBY GROUP LLC. **Catálogo Geral Crosby**. 2014. Disponível em: <http://www.thecrosbygroup.com/wp-content/uploads/catalog/2016/en/2016_Crosby_General_Catalog_English_Metric.pdf>. Acesso em 07 jan. 2018

RUD. **Sistema de Classificação em Grau**. Aalen, Alemanha, 2016. Disponível em: <<http://www.rud.com.br/produtos/informacoes-tecnicas/sistema-classificacao-grau/>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

BORDER STATES. **Chain Grades: What's the Difference?**. EUA, 2016. Disponível em: <<https://solutions.borderstates.com/chain-grades-whats-the-difference/>>. Acesso em: 07 jan. 2018

OSHA. **Guidance on Safe Sling Use**. Washington, DC, EUA, s.d. Disponível em <<https://www.osha.gov/dsg/guidance/slides/slides/alloy.html>>. Acesso em: 08 jan. 2018

ANEXO – GUIA DE IÇAMENTO