

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA
FONSECA**

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

PEDRO DIAS GONÇALVES

**ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DAS CINTAS POLIMÉRICAS NO
IÇAMENTO E MOVIMENTAÇÃO DE CARGA NA INDÚSTRIA
*OFFSHORE***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RIO DE JANEIRO

2023

PEDRO DIAS GONÇALVES

**ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DAS CINTAS POLIMÉRICAS NO
IÇAMENTO E MOVIMENTAÇÃO DE CARGA NA INDÚSTRIA
*OFFSHORE***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

Orientador: Prof^a.Dr. Lais Amaral Alves
Co-orientador: Prof.Dr. Felipe do Carmo Amorim

RIO DE JANEIRO

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

G635 Gonçalves, Pedro Dias
Estudo sobre a aplicação das cintas poliméricas no içamento e movimentação de carga na indústria offshore / Pedro Dias Gonçalves. — 2023.

62f. : il.(algumas color). ; enc.

Projeto Final (Graduação) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2023.

Bibliografia : f. 56-62

Orientadora: Lais Amaral Alves

Coorientador: Felipe do Carmo Amorim

1. Engenharia mecânica. 2. Equipamentos industriais. 2. Equipamentos industriais - Propriedades Mecânicas. 3. Medidas de segurança. 4. Operação de equipamentos. 5. Normas técnicas (Engenharia) I. Alves, Lais Amaral. (Orient.). II. Amorim, Felipe do Carmo. (Coorient.). IV. Título.

CDD 621

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

RESUMO

Gonçalves, Pedro D. **Estudo Sobre a Aplicação das Cintas Poliméricas Içamento e Movimentação de Carga na Indústria Offshore**. 2023. 70 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023.

A Indústria *offshore* evoluiu, a necessidade de melhorar os métodos de exploração por conta da maior dificuldade da extração do óleo fizeram com que todos os setores evoluíssem tecnologicamente. Duas dessas áreas são a movimentação de cargas e operação de equipamentos, que por envolverem materiais de alto valor, volume, forma e peso–necessitam de atenção para se evitar acidentes que danifiquem os produtos ou que acidentem as pessoas envolvidas. Uma das tecnologias que tem auxiliado essas duas áreas, é a utilização das cintas poliméricas nas operações de içamento de cargas e equipamentos, já que esse material por possuir propriedades mecânicas condizentes com o ambiente *offshore*, por exemplo, alta resistência a corrosão e baixo peso, garantem maior segurança e agilidade no dia a dia da Indústria. Sendo assim, o trabalho visa dimensionar projetos de içamento usando as cintas poliméricas e analisar se tais projetos estão de acordo com as exigências normativas, além disso, outros objetivos foram apresentar as normas brasileiras que regem as cintas poliméricas e as manobras de içamento de carga, além de mostrar outros elementos auxiliares de içamento recorrentes na Indústria *offshore*. E para alcançar tais objetivos, foram realizadas considerações importantes sobre o processo de movimentação de carga, além de abordagens interessantes apresentadas pelas NRs 11, 12 e 18, que ajudam a embasar tais tipos de operações. Posteriormente, os elementos auxiliares e equipamentos mais usuais do mercado de óleo e gás foram apresentados, além disso, através da NBR 15637 foi possível entender os processos de fabricação, utilização e inspeção das cintas poliméricas. Por fim, foram elaborados dois projetos de içamento utilizando as cintas e os demais acessórios. Por meio das operações, foi possível destacar a importância do dimensionamento na eficiência do projeto, além disso, as inspeções pré-operações dos elementos auxiliares garantiram a segurança não apenas dos equipamentos movimentados, como também, das pessoas envolvidas na operação. Sendo assim, o projeto cumpriu o desafio de mostrar os detalhes da utilização das cintas poliméricas nos projetos de içamento de carga e a importância de atender as exigências normativas para eficiência da operação e segurança das pessoas envolvidas.

Palavras Chaves: Equipamento. Segurança. Operação. Propriedades Mecânicas.

NBR 15637. NR 11. NR 18

ABSTRACT

Gonçalves, Pedro D. **Study on the application of polymeric straps in lifting and moving loads in the offshore industry.** 2023. 70 pages. Course Completion Work - Federal Center of Technological Education Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023.

The offshore industry has evolved, the need to improve exploration methods on account of the greater difficulty of extracting oil has caused all sectors to evolve technologically. Two of these areas are cargo handling and equipment operation, which, because they involve materials of high value, volume, shape, and weight, require attention to avoid accidents that damage the products or injure people involved. One of the technologies that has been helping these two areas is the use of polymeric slings in cargo and equipment lifting operations. Since this material has mechanical properties that are compatible with the offshore environment, for example, high resistance to corrosion and low weight, it ensures greater safety and agility in the industry's daily routine. Therefore, this work aims at sizing lifting projects using polymeric slings and analyzing whether such projects are in accordance with the normative requirements. In addition, other objectives were to present the Brazilian norms that govern polymeric slings and load lifting maneuvers, and to show other auxiliary lifting elements that are recurrent in the offshore industry. To achieve these objectives, important considerations were made about the process of cargo handling, in addition to interesting approaches presented by NRs 11, 12 and 18, which help to ground such types of operations. Subsequently, the most usual auxiliary elements and equipment in the oil and gas market were presented. Furthermore, through NBR 15637 it was possible to understand the processes of manufacturing, use, and inspection of polymeric straps. Finally, two lifting projects were carried out using the slings and other accessories. Through the operations, it was possible to highlight the importance of sizing in the efficiency of the project. Furthermore, the pre-operation inspections of the auxiliary elements ensured the safety not only of the moved equipment, but also of the people involved in the operation. Thus, the project met the challenge of showing the details of the use of polymeric slings in cargo lifting projects and the importance of meeting the normative requirements for the efficiency of the operation and safety of the people involved.

Key Words: Equipment. Safety. Operation. Mechanical Properties. NBR 15637. NR 11. NR 18.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Primeiro complexo de extração de petróleo [7].....	4
Figura 3 - Matriz Energética Global – 2019 [13].....	6
Figura 4 - Matriz Energética Brasileira – 2020 [13].	7
Figura 5 - Paleteira manual [18].....	10
Figura 6 - Ponte Rolante [19].	11
Figura 7 - Empilhadeira a combustão [23].....	12
Figura 8 - Empilhadeira elétrica [24].....	12
Figura 9 - Guindaste tipo lança treliçada [15].....	13
Figura 10 - Modelo de <i>Lift Plan</i> [49].	16
Figura 11 - Elementos auxiliares de içamento [50].....	18
Figura 12 - Manilha Reta [51].....	19
Figura 13 - Manilha curva.....	19
Figura 14 - Talha manual [38].....	20
Figura 15 - Talha motorizada [41].....	21
Figura 16 - Anel de carga conectando pontos de içamento [43].....	22
Figura 17 - Anel de carga principal com anéis auxiliares [46].	22
Figura 18 - Composição interna do cabo de aço [47].....	23
Figura 19 - Modelo de cinta plana [55].....	24
Figura 20 - Cinta modelo tubular de alta tenacidade (à esquerda) e Tubular de ultra tenacidade (à direita) - [56,57].....	24
Figura 21 - Cintas Poliméricas Tipo <i>Sling</i> [61].....	26
Figura 22 - Cinta Polimérica tipo <i>Ring</i> (à esquerda) e tipo <i>Leg</i> (à direita) [62,63].....	26
Figura 23 - Largura (b) e espessura (s) da cinta [64].....	28
Figura 24 - Ângulo interno do olhal no momento do içamento [60].....	28
Figura 25 - Máquina de ensaio de tração para cintas poliméricas [69].....	30
Figura 26 - Posicionamento das Cintas no Ensaio de Tração [64].....	31
Figura 27 - Localização das Etiquetas nas Cintas [64].....	32
Figura 28 - Etiqueta de uma cinta fabricada por poliéster [60].....	33
Figura 29 - Amarração na vertical [60].....	34
Figura 30 - Amarração tipo Forca [60].....	35
Figura 31 - Amarração tipo Cesto a 0° [60].....	35

Figura 32 - Referência de carga máxima de trabalho efetiva [58]	36
Figura 33 – Conjunto thruster para movimentação de embarcações [70]	39
Figura 34 - Componente interno do thruster	40
Figura 35 - Plano de içamento para operação	41
Figura 36 - Cinta plana de alta tenacidade.....	42
Figura 37 - Cinta plana de alta tenacidade.....	42
Figura 38 - Presença das etiquetas nas cintas utilizadas.....	43
Figura 39 - Ponte rolante e manilha utilizados na operação	43
Figura 40 - Operação de içamento.....	44
Figura 41 - Cintas pós inspeção da operação	45
Figura 42 - Contêiner Ferramental	46
Figura 43 - Plano de içamento da operação.....	47
Figura 44 - Etiqueta de informação da eslinga de aço	47
Figura 45 - Certificado de fabricação da cinta polimérica [Empresa X].....	48
Figura 46 - Lingada de içamento montada no equipamento	49
Figura 47 - Operação de içamento de contêiner ferramental	50
Figura 48 - Certificado de inspeção anual – Cinta 5x4m [Empresa X].....	52
Figura 49 - Certificado de inspeção anual – Cinta 5x4m [Empresa X].....	53
Figura 50 - Certificado de inspeção anual – Cinta 15x5m [Empresa X].....	53

SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO	Error! Bookmark not defined.
RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
SUMÁRIO	8
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO	2
1.2 OBJETIVO	2
1.3 METODOLOGIA	2
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 INDÚSTRIA <i>OFFSHORE</i>	4
2.1.1 Petróleo na Matriz Energética Global e Brasileira.....	5
2.2 MOVIMENTAÇÃO E TRANSPORTE DE CARGA	7
2.2.1 Movimentação de Carga na Indústria de Óleo e Gás	9
2.2.1.1 Paleteiras	9
2.2.1.2 Ponte rolante	10
2.2.1.3 Empilhadeiras.....	11
2.2.1.4 Guindaste	12
2.3 IÇAMENTO	13
2.3.1.1 Cálculo de carga	16
2.3.1.2 Centro de gravidade	17
2.3.1.3 <i>Safe work load</i> [SWL].....	17
2.3.1.4 Fator de segurança [FS].....	17
2.3.2 Componentes Auxiliares de Içamento	18
2.3.2.1 Manilhas	19
2.3.2.2 Talhas.....	20
2.3.2.3 Anel de carga	21
2.3.2.4. Cabos de aço	23
2.3.2.5 Cintas poliméricas	23
2.3.2.5.1 Fabricação.....	26
2.3.2.5.1.1 Fator de segurança	27
2.3.2.5.1.2 Requisitos dimensionais.....	27
2.3.2.5.1.3 Matéria prima	29
2.3.2.5.1.4 Ensaios e testes	30
2.3.2.5.1.5 Relatórios	31

2.3.2.5.1.6 Rastreabilidade e identificação das cintas.....	31
2.3.2.5.2 Utilização.....	33
2.3.2.5.2.1 Capacidade	33
2.3.2.5.2.2 Amarração.....	34
2.3.2.5.3 Inspeção.....	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1 MOVIMENTAÇÃO PARA PRESERVAÇÃO DE PARTES INTERNAS DE UM <i>THRUSTER</i>	39
3.2 MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINER DE FERRAMENTAS.....	45
4 DISCUSSÕES.....	51
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XVIII teve início a Revolução Industrial, a qual trouxe transformações nos meios de produção e importantes marcos para a sociedade, por exemplo, os barcos a vapor e o início do eletromagnetismo com Faraday [1]. A introdução de fontes de energia como eletricidade e petróleo, ocorreram durante a Segunda Revolução Industrial, metade do século XIX, e através dessas fontes foi possível o desenvolvimento da produção do aço, do setor siderúrgico e farmacêutico [70].

Após a Segunda Guerra Mundial, deu-se início a Terceira Revolução Industrial, que foi marcada pelo destaque da Indústria da robótica, informática, eletrônica e telecomunicações na aceleração do processo produtivo [71]. Tais inovações impulsionaram os avanços tecnológicos até a atual Indústria 4.0 que se concentra em aprimorar a inovação, automação e a eficiência de processos [2].

Durante este período, mais especificamente a partir do século XX, os polímeros sintéticos foram descobertos devido ao desenvolvimento da Química [3], esse material se tornou base para diversos avanços, segundo Willian Callister (1999) após o fim da Segunda Guerra Mundial, o campo dos materiais teve uma grande evolução a partir dos polímeros sintéticos, principalmente por suas propriedades, diversidade de aplicação e pelo baixo custo dos processos de fabricação.

Um dos setores industriais que mais se beneficiou com o advento dos polímeros foi o *offshore*, muito presente nos componentes eletrônicos usados na comunicação, ou nos revestimentos dos tubos de petróleo, esse material surgiu como boa alternativa para substituição dos metais em determinados processos, principalmente pelo ambiente corrosivo em que são aplicados.

Dentre os diversos materiais e equipamentos, utilizados na Indústria de óleo e gás e criados a base de polímeros, as cintas poliméricas, criadas em 1972 por Van Eck [5], vem sendo muito empregadas nas movimentações e elevações de carga, seja no convés das embarcações, ou nos pátios de manutenção, por possuírem alta flexibilidade e resistência, além de um menor peso e baixo custo, quando comparados as eslingas de aço.

1.1 MOTIVAÇÃO

A segurança no ambiente de trabalho vem ganhando cada vez mais espaço na Indústria, principalmente no mercado *offshore*, procedimentos, normas, debates de lições aprendidas, estão sendo elaboradas, a fim de diminuir a exposição do colaborador aos riscos inerentes à atividade petrolífera.

Além disso, alinhado à segurança, faz-se necessário melhorar a performance de execução de projetos, para atender os acordos e prazos contratuais. Com isso, tem se investido cada vez mais recursos na criação de materiais e equipamentos que consigam se adaptar aos mais diversos ambientes extremos, e que sejam economicamente viáveis, desde sua fabricação até as paradas de manutenção.

Um exemplo desse cenário é a utilização das cintas sintéticas, nas movimentações e içamentos de carga, na Indústria *offshore*, as cintas poliméricas, como também podem ser chamadas, possuem uma série de características como, alta resistência a abrasão e bom isolamento térmico [6] que a fazem uma boa alternativa frente às tradicionais e eslingas de aço.

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é dimensionar operações e movimentações de carga, na Indústria *offshore*, realizadas com cintas poliméricas e analisar se estão de acordo com as exigências normativas vigentes.

Além disso, são objetivos específicos apresentar as normas regentes da utilização das cintas poliméricas, os principais pontos de atenção no dimensionamento de uma operação de içamento de carga e os elementos auxiliares utilizados nas manobras.

1.3 METODOLOGIA

Para se alcançar os objetivos propostos, inicialmente abordou-se a história e cenário atual da energia proveniente do óleo e gás no Brasil e no mundo. Posteriormente, analisou-se o setor de movimentação de carga na Indústria *offshore*, os principais fatores que influenciam em uma operação eficiente e segura. Após essa análise, aprofundou-se os conhecimentos sobre o içamento de

equipamentos, além dos principais os elementos auxiliares dentro do ambiente *offshore*.

A seguir foram apresentadas bibliografias que orientavam os critérios e modos de fabricação, testes, inspeção, uso, segurança, manutenção e certificação das cintas poliméricas. A fim de demonstrar os critérios de projeto analisados e utilizados, dimensionou-se duas operações de içamento de carga em um pátio de manutenção *offshore*.

Logo após, comparou-se os métodos e critérios utilizados com as recomendações obtidas através das normas nacionais e internacionais, além de instruções presentes em catálogos de fabricantes. Através da comparação foi possível identificar os pontos que estavam alinhados com as diretrizes e pontos de melhoria que poderiam ser aplicados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Visando uma organização do conteúdo, o presente projeto foi disposto da seguinte maneira, o capítulo 1 traz a introdução ao tema, juntamente com a metodologia que será adotada e o objetivo do trabalho.

Após essa introdução e apresentação, será abordado, no capítulo 2, uma compilação da pesquisa na literatura disponível que abrange os tópicos sobre cintas poliméricas, incluindo testes, normas e modos de aplicação.

A partir do capítulo 3, é apresentado o material de estudo, com suas especificações técnicas, certificados e testes, em seguida, no capítulo 4, foram realizadas as análises das orientações bibliográficas em contraponto do que é realizado na prática

Por fim, no capítulo 5, foram expostas a conclusão sobre os desdobramentos dessa pesquisa, a observação do histórico desse trabalho e do conteúdo reservado para trabalhos futuros. Seguido de as referências bibliográficas usadas embasar as ideias propostas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INDÚSTRIA *OFFSHORE*

O mercado de óleo e gás, pode ser dividido entre a Indústria *offshore* e Indústria *onshore*, movimentou no último ano 561 bilhões de dólares [11], evidenciando a importância que possui no atual cenário econômico mundial. O início do setor começou na Pensilvânia nos Estados Unidos em 1850, quando dois sócios, Coronel Drake e George H. Bissell decidiram explorar a região após notícias de que era possível extrair um líquido que poderia ser utilizado em medicamentos básicos e principalmente para gerar iluminação, tendo em vista, que a matéria prima da época era o óleo de baleia, que começava a apresentar escassez. Tal feito foi possível através da adaptação do processo de perfuração de poços de sal [7].

Após o feito conquistado por Drake e George, iniciava-se nos Estados Unidos a febre do petróleo, e outros estados, como Califórnia e Ohio, foram explorados e começaram a ter sua produção local, aumentando assim, a competitividade do setor. Em 1897, por intermédio de Henry L. Williams juntamente com outros investidores, foi possível construir o primeiro campo de extração dos Estados Unidos. A Figura 1 mostra como foi construído o complexo que era composto por píeres instalados no mar, essa forma de extração foi a primeira registrada na história [7,8].



Figura 1 - Primeiro complexo de extração de petróleo [7]

Uma sequência de acontecimentos históricos fez a demanda por petróleo e seus derivados aumentar. O primeiro fato histórico foi em 1903 quando Henry Ford iniciava sua produção de carros em larga escala, fazendo com que os carros movidos a combustão deixassem de ser artigo de luxo [7]

Outro evento importante, que mostrou ao mundo a necessidade do investimento na extração do petróleo, foi a Primeira Guerra Mundial em 1914 [8], que apesar de ter sido marcada pela batalha nas trincheiras, teve a inserção de tanques, navios e aviões como elemento de guerra.

Com o passar dos anos a Indústria do refino do petróleo foi se desenvolvendo e buscando produzir outros produtos além do combustível, hoje é possível encontrar os derivados do petróleo em diferentes Indústrias, por exemplo, na fabricação de pneus, pneumáticos, lubrificantes, próteses e drones, através da nafta [9].

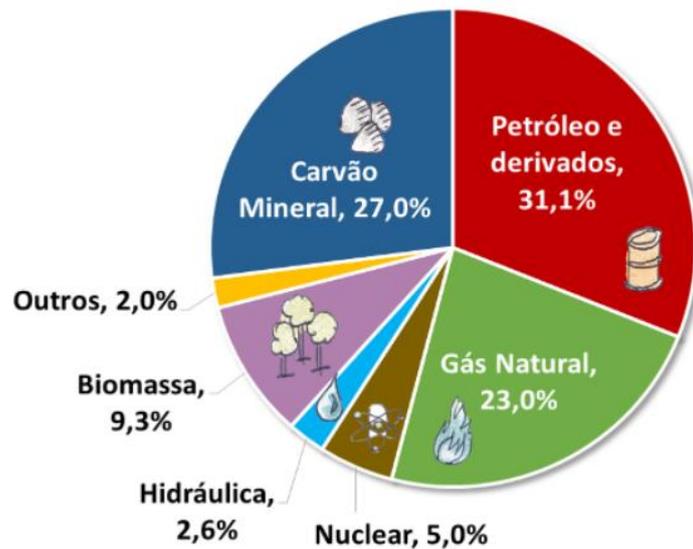
Além de uma variedade maior de produtos que podem ser produzidos, a Indústria do petróleo também evoluiu no que diz respeito a formas de extração do óleo bruto, devido a necessidade de iniciar a produção em águas mais profundas, tendo em vista que o óleo encontrado em sedimentos com profundidades menores foi apresentado escassez com o passar da exploração.

Um exemplo desse cenário é o pré-sal encontrado na costa brasileira, mais especificamente entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo, que para se extrair o petróleo bruto encontrado, será preciso ultrapassar uma barreira de mais de 6,5 mil metros de profundidade [10].

2.1.1 Petróleo na Matriz Energética Global e Brasileira

Segundo dados da Agência Internacional de Petróleo (IEA) até o final de 2019, mais de 80% [11] da energia gerada no mundo é proveniente de origem não renovável, exemplificado através da Figura 3, dos quais, 54% correspondem à energia gerada através de petróleo e gás. Além disso, um estudo realizado [9], mostrou que cerca de 1 bilhão de pessoas, 14% da população mundial, ainda não possui energia elétrica e que 3 bilhões ainda utilizam de combustíveis rudimentares para cozinhar, prejudicando assim a qualidade de vida. Esses números mostram que ainda há uma grande dependência global do petróleo e seus derivados para a

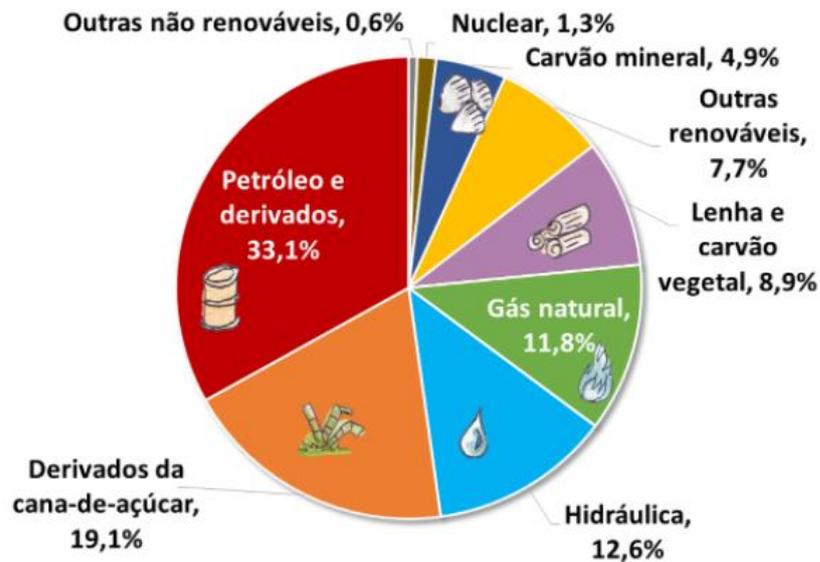
produção econômica global, e que ainda existe um cenário otimista para as empresas de óleo e gás.



Matriz Energética Mundial 2019 (IEA, 2021)

Figura 2 - Matriz Energética Global – 2019 [13].

Com relação a matriz energética brasileira, o cenário é diferente, cerca de 66% da energia produzida é de origem renovável, entretanto, o petróleo contribui com 33% da produção nacional [12]. Apesar de não ser a principal matriz energética, os números envolvidos no setor são excelentes, nos últimos 10 anos, em termos de arrecadação, a Indústria petrolífera gerou R\$ 2 trilhões de reais, o que representa 10% do PIB nacional [11]. Além disso, em 2015 ela ocupava a terceira posição no *ranking* de principais atividades econômicas do país, gerando números equivalentes à da pecuária [9]. A Figura 4 mostra a configuração da matriz energética brasileira.



Matriz Energética Brasileira 2020 (BEN, 2021)

Figura 3 - Matriz Energética Brasileira – 2020 [13].

2.2 MOVIMENTAÇÃO E TRANSPORTE DE CARGA

Como mencionado, o desenvolvimento da Indústria, e não somente da Indústria *offshore*, passou pela evolução dos processos, equipamentos e máquinas, e dos meios de movimentação e transporte de carga. Pode-se entender por movimentação e transporte de carga, todo o processo, com o objetivo de levar um material/produto de um local para o outro, tal transporte pode ser realizado de forma manual, ou com auxílio de equipamentos [14].

Entretanto, é importante destacar a diferença entre o transporte a longa distância e máquinas de elevação e transporte de carga, a primeira refere-se ao traslado realizado através de ferrovias, rodovias, hidrovias e transporte aéreo. Já no que tange a máquinas de elevação de carga, pode-se associar a curtas distâncias dentro de um ambiente restrito.

Por se tratar de um setor vital para a empresa, é preciso que todo o processo transporte de carga seja realizado de forma coesa, facilitando o entendimento de quem está envolvido no sistema. Alguns fundamentos devem ser avaliados antes de se escolher determinado processo de movimentação de carga [15]:

- Planejamento: A escolha do melhor método para o processo de movimentação e transporte de carga, inicia-se com uma completa análise levando em consideração diversos fatores envolvidos que podem interferir na eficiência do resultado. Esses fatores podem ser, a natureza do material, grão, pó, líquido, que será transportado; a distância a ser percorrida; as condições climáticas e ambientais no momento da execução; o custo da mão de obra e do equipamento utilizado; o grau de urgência de realização do serviço; os fatores de segurança, por exemplo, normas, procedimentos, leis, que são inerentes a operação.

- Padronização: Sistemas padronizados, trazem maior produtividade, organização e segurança para o processo de movimentação de carga, além de reduzir os custos da operação. No momento da padronização do sistema é importante que haja um fluxo contínuo e progressivo do material.

- Operações: Uma operação eficiente faz o processo ser mais ágil e organizado, evitando que haja transporte intermediário e duplo manuseio. Um ambiente setorizado, por exemplo, através da organização vertical dos materiais, faz parte da operação eficiente, pois facilita a movimentação e a visualização do que está disponível para uso.

- Custo da operação: A redução de custo operacional é o objetivo de qualquer Indústria, pois faz a margem de lucro aumentar. Entretanto, para se obter uma redução eficiente é preciso entender toda a logística inerente ao material que se deseja transportar.

- Manutenção: O processo de movimentação de carga envolve diferentes tipos de equipamentos, que necessitam estar em bom estado de preservação para garantir que não haverá atraso na entrega final do produto. A manutenção correta do maquinário evita que custos extras ocorram, que a operação seja comprometida por paralisação não programada e que principalmente, acidentes sejam evitados.

2.2.1 Movimentação de Carga na Indústria de Óleo e Gás

No que tange ao setor de movimentação e transporte de carga, pode-se dividir o ambiente *offshore* em dois grupos, o primeiro grupo é formado pelas plataformas e embarcações, neste grupo, há inúmeras limitações como, ambiente externo desfavorável, impactando diretamente na manutenção de máquinas e chegada de recursos. Outro fator é o pouco espaço físico disponível para grandes movimentações por conta de equipamentos instalados e peso limitado que podem suportar.

Já o segundo grupo, são os pátios e oficinas de manutenção, neles as restrições encontradas são menores, porém, a complexidade da manutenção em equipamentos grandes e pesados, gera pouca oferta de fornecedores para alguns tipos de serviços demandados. Outro agravante, e tendo o Brasil como foco, é a quantidade de peças disponíveis no mercado nacional, devido a alguns equipamentos serem importados, ocorrendo uma dificuldade em encontrar materiais sobressalentes disponíveis no mercado brasileiro. Entretanto, apesar das dificuldades e desafios encontrados pelos dois grupos, ambos contam máquinas que auxiliam na execução das atividades programadas.

A NR 11 é trata sobre o transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais, ela regulamenta a exigência de treinamento para operadores de máquinas e equipamentos, além de orientar quanto a importância da inspeção em cabos e correntes que estão ligados as máquinas de elevação, tais orientações e exigências visam de um modo geral a segurança da operação.

A seguir, são apresentados brevemente os principais equipamentos utilizados, dentro da Indústria de óleo e gás, para realizar a movimentação e transporte de carga.

2.2.1.1 Paleteiras

As paleteiras manuais são os equipamentos de transporte mais simples utilizados na Indústria petrolífera, são encontradas principalmente nos pátios de logística para auxiliar na movimentação dos materiais recebidos ou que serão enviados para manutenção. Devido a sua facilidade de utilização, praticidade, baixo custo e eficiência [16], são empregadas nos ambientes *onshore* e *offshore*. A capacidade de carga varia entre 2 e 5 toneladas [17].

É importante destacar que nas plataformas e navios, as paleteiras são fabricadas de aço inox, para diminuir o efeito da corrosão. A Figura 5 demonstra um modelo de paleteira manual usado na Indústria *offshore*.



Figura 4 - Paleteira manual [18]

2.2.1.2 Ponte rolante

As pontes rolantes são equipamentos utilizados para elevação e movimentação de materiais que apresentam dificuldades de serem transportadas de forma manual. A construção do equipamento passa por três elementos, uma estrutura metálica horizontal [viga], um carro motor e uma talha para realizar a elevação da carga. A Figura 6 mostra a representação do conjunto que compõe a ponte rolante.

Devido a essa estrutura para sua montagem, esse tipo de equipamento é mais utilizado nos pátios de manutenção, através dele é possível trazer agilidade, eficiência e produtividade [19] no momento da manutenção. Por seu sistema de acionamento ser feito através do uso de controle remoto, o uso de ponte rolante trás segurança e praticidade para o colaborador [20].

É importante destacar que para se operar o equipamento é necessário que o funcionário realize um curso de capacitação, atendendo a exigência da NR 11 [21].



Figura 5 - Ponte Rolante [19].

2.2.1.3 Empilhadeiras

A empilhadeira é um equipamento versátil, ágil e eficaz [22]. Nas plataformas e navios as mais utilizadas são as elétricas, devido ao menor porte, entretanto, seu uso é restrito no setor de estocagem de material. Já nos pátios de manutenção, além da elétrica, a empilhadeira à combustão também é encontrada.

Sua capacidade de carga varia de 7 toneladas, para empilhadeira elétrica, a 70 toneladas, para as movidas a combustão [23], por esse fator, são muito utilizadas para carga e descarga de contêineres e na movimentação de peças de diferentes tamanhos, as Figuras 7 e 8 representam modelos das duas empilhadeiras. Assim como as pontes rolantes, a NR11 exige treinamento anual para o trabalhador que for operar tais equipamentos [21].



Figura 6 - Empilhadeira a combustão [23].



Figura 7 - Empilhadeira elétrica [24].

2.2.1.4 Guindaste

Dos equipamentos citados, o guindaste é o principal maquinário de operação, transporte e movimentação de carga, para as plataformas e embarcações. É através dele que ocorre a carga e descarga de contêineres,

movimentações e testes com cargas de alta capacidade e auxílio nas operações dos serviços diários.

Devido às intempéries e condições externas, não são todos os tipos de guindastes capazes de operar na Indústria *offshore*, sendo assim, o principal modelo de guindaste utilizado é o tipo lança treliçada (Figura 9) seu tamanho pode variar conforme a capacidade e tamanho da plataforma e navio. Esse modelo é aplicado por conseguir alinhar estabilidade durante a manobra, custo de manutenção quando comparado com guindastes com lança tipo articulada, além de ter uma boa relação peso/capacidade de carga [26, 27].

Além do guindaste principal, existem ainda guindastes de menor capacidade e tamanho, que ajudam nas outras demandas de uma unidade petrolífera.



Figura 8 - Guindaste tipo lança treliçada [15]

2.3 IÇAMENTO

O transporte de carga por meio de içamento está atrelado a maior parte das movimentações que ocorrem nas embarcações e plataformas, além de ser amplamente utilizada quando deseja-se realizar movimentações de elevada capacidade de carga nas bases e pátios de manutenção, portanto faz-se necessário uma análise mais detalhada sobre esse tipo de movimentação de carga.

Pode-se entender como operação de içamento, como o ato de erguer determinado material, com o auxílio de componentes e equipamentos [25], tais componentes são abordados mais adiante.

Segundo Rodriguez [26], pode-se dividir a operação de içamento em três categorias. A primeira são as operações de içamento comum, operações realizadas diariamente, e que não envolvem grande complexidade e quantidade de carga, para esse tipo de movimentação faz-se necessário reuniões de pré-atividade para abordagem dos riscos envolvidos durante a operação, sendo importante que todos os envolvidos estejam presentes. O segundo tipo, são as operações críticas de içamento, para esse segundo grupo, além das observações do primeiro tipo, é fundamental que se tenha documentação escrita, por exemplo, um plano de içamento para a operação, além de procedimentos e normas. Por fim, têm-se as operações de engenharia, esse é o tipo mais crítico de movimentação, por envolver materiais de alta carga, além de complexidade de execução, para esse tipo de atividade é vital que toda documentação inerente ao processo seja levantada, isto é, certificado dos componentes auxiliares, como cintas, anelões, correntes, normas nacionais e internacionais, procedimentos, plano de içamento, assim como plano de manutenção, controle e inspeção diário/semanal.

Para todos os processos anteriormente descritos, a segurança da movimentação é fundamental e imprescindível, e por envolver complexidade de operação, altas carga dos materiais içados, componentes auxiliares, equipamentos de grande porte, variáveis externas, como vento, clima, centro de gravidade, entre outros, tornam o içamento de materiais uma movimentação de alto risco.

No Brasil não há uma norma reguladora específica para atividades de içamento de carga [27], sendo assim, utilizam-se de outras normas, como, a NR 11, NR 12, NR 18, para tomadas de decisão e planejamento da operação. Além dos documentos citados, há também, normas internacionais e específicas para uso de determinado equipamento, por exemplo, guindaste, que são utilizadas para auxiliar a mitigar os riscos da operação.

2.3.1 Plano de Içamento

Como mencionado, devido ao alto risco envolvendo a movimentação por içamento, é fundamental que haja um plano de içamento (Figura 10) para a atividade a ser executada. Pode-se entender por plano de içamento, ou *Lift Plan* como também é conhecido, como um documento que contém detalhadamente todos os principais aspectos envolvidos na operação. O objetivo do Plano de Içamento é trazer mais segurança e confiabilidade, juntamente com as normas e procedimentos, ao processo [25,28,29].

A NR 18, aborda dados e informações que devem estar contidos na construção do *Lift Plan*, ao atender estes pontos todos os envolvidos no projeto garantem a que os aspectos de segurança, rastreabilidade e qualidade estão sendo atendidos. Dentre as informações detalhas na norma, podem-se destacar a necessidade da documentação possuir o endereço do local de operação, juntamente da duração prevista, outro ponto destacável, é a sinalização, através de croqui ou planta baixa, da área de operação do equipamento, as possíveis interferências no momento da movimentação e os principais locais de carga e descarga de material. Com relação a segurança da operação, a norma solicita que sejam apresentados as medidas previstas para isolamento da área, a especificação de todos os dispositivos auxiliares utilizados, além do detalhamento dos procedimentos.

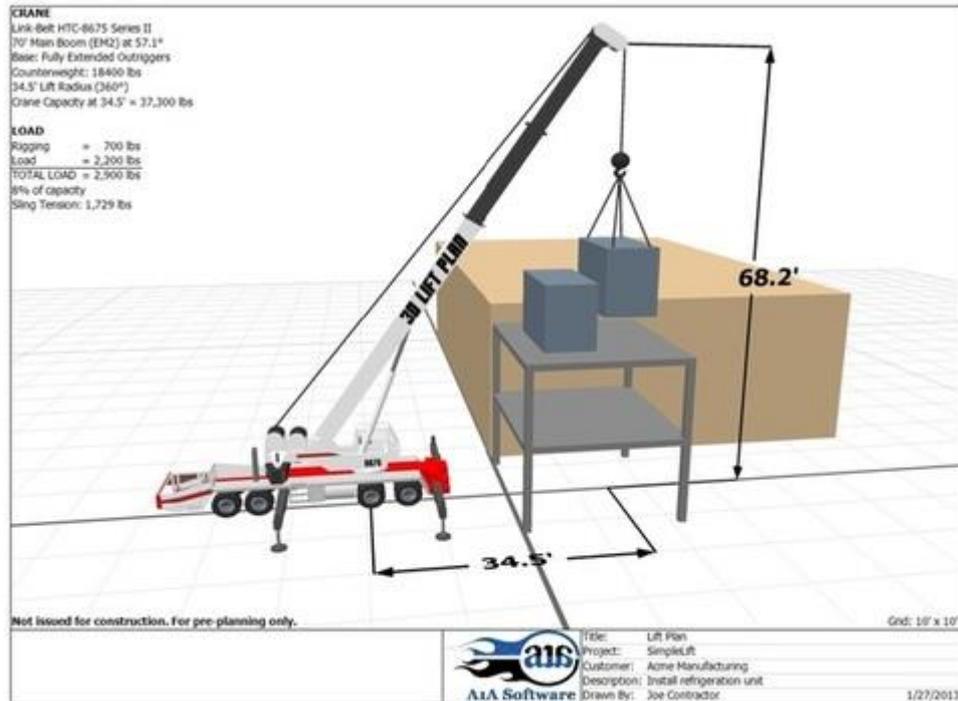


Figura 9 - Modelo de *Lift Plan* [49].

É por meio desse planejamento prévio que as cargas envolvidas na atividade são conhecidas, e através delas são escolhidos os equipamentos e componentes auxiliares que serão utilizados na operação. A seguir serão abordados alguns fatores importantes que devem ser calculados em um *Lift Plan*.

2.3.1.1 Cálculo de carga

Os dois principais pontos levantados nessa etapa, são o cálculo de carga líquida e a carga bruta. O primeiro refere-se ao peso do material que será içado [29,30], por exemplo, caso tenha-se a necessidade de transportar um contêiner de ferramentas, e sabendo que o peso total desse contêiner é de 3 toneladas, o valor da carga líquida da operação é igual a 3 toneladas.

Já o cálculo de carga bruta é o somatório da carga líquida com elementos auxiliares, isto é, manilhas, anelões, cintas, que são utilizados. Voltando ao exemplo do içamento do contêiner, suponha-se que para montar a lingada, nome dado ao conjunto de elementos auxiliares que estão sendo usados na operação [25], com quatro manilhas de 10 kg e quatro cintas sintéticas de 5 kg. O Quadro 1 demonstra o cálculo do valor total de carga bruta.

Quadro 1 - Cálculo da carga bruta

Material	Quantidade	Peso Unitário (kg)	Peso Total (kg)
Manilhas	4	10	40
Cintas Poliméricas	4	5	20
Contêiner	1	3000	3000
Carga Bruta	-	-	3080

2.3.1.2 Centro de gravidade

O centro de gravidade, do material transportado, é considerado com um dos principais fatores para uma movimentação bem-sucedida [29], a assertiva determinação desse ponto é fundamental para o correto posicionamento de cintas e cabos de aço no momento de sustentação da carga.

2.3.1.3 Safe work load [SWL]

Outro fator importante que deve ser calculado é a SWL, que pode ser compreendido como a carga de segurança que cada cabo, guindaste ou outro dispositivo de elevação, pode suportar no momento do içamento, o cálculo é realizado pelo fabricante e enviado na entrega do material ao cliente [32].

No caso de cabos de aço a equação [1] é utilizada para calcular o valor do SWL, em polegadas, é necessário considerar o diâmetro do cabo [32]:

$$SWL: D^2 \times 8;$$

Para um diâmetro de 2.5"

$$SWL [2.5]^2 \times 8 = \mathbf{50 \text{ ton. [1]}}$$

2.3.1.4 Fator de segurança [FS]

Entender as variáveis que compõem o cálculo do fator de segurança é fundamental para um planejamento de içamento assertivo. Para se encontrar o fator de segurança de uma operação é necessário realizar a razão entre ter a carga máxima de ruptura que o material suporta e carga que será aplicada na atividade projetada, como demonstrado na Equação [2]. É importante destacar que o valor encontrado sempre será maior que 1, pois a força aplicada no projeto nunca poderá exceder o limite de carga que o material suporta. [33,34]

$$FS = \text{Carga de Ruptura M\u00ednima} / \text{Carga Aplicada no Projeto [2]}$$

Al\u00e9m disso, outros fatores podem interferir no fator de seguran\u00e7a, por exemplo, condi\u00e7\u00f5es da carga, se est\u00e1 em estado din\u00e2mico ou est\u00e1tico, a idade e estado do material, se h\u00e1 presen\u00e7a de vida humana em risco [34], no caso dos elevadores, entre outros fatores. Sendo assim, \u00e9 importante conhecer a fundo a opera\u00e7\u00e3o que est\u00e1 sendo planejada para garantir a seguran\u00e7a em todas as fases do projeto.

2.3.2 Componentes Auxiliares de I\u00e7amento

Como mencionado, a fim de trazer mais seguran\u00e7a, mobilidade e agilidade \u00e0s opera\u00e7\u00f5es, s\u00e3o utilizados elementos auxiliares, como manilhas, an\u00e9is de carga, cabos de a\u00e7o, cintas polim\u00e9ricas, para realizar a conex\u00e3o entre a carga a ser movimentada e o equipamento que ir\u00e1 realizar o transporte. No caso do i\u00e7amento de carga, na Ind\u00fas\u00fria *offshore*, esses elementos s\u00e3o conhecidos como *riggings* (Figura 11) e o conjunto desses elementos \u00e9 chamado de lingada [25].

S\u00e3o diversos os tipos de elementos r\u00edgidos e flex\u00edveis usados na movimentaa\u00e7\u00e3o de carga, entretanto, na Ind\u00fas\u00fria de \u00f3leo e g\u00e1s, alguns s\u00e3o mais predominantes, por exemplo, as talhas, manilhas, cabos de a\u00e7o, entre outros. Os itens a seguir abordam os principais elementos utilizados.



Figura 10 - Elementos auxiliares de i\u00e7amento [50]

2.3.2.1 Manilhas

Segundo a NBR 13545 (2012), as manilhas podem ser compreendidas como, um acessório para movimentação ou fixação da carga, formado por duas partes facilmente desmontáveis, consistindo em corpo e pino. Esses elementos podem ser conectados nos pontos de içamento das cargas ou de outros acessórios, por exemplo, os terminais dos cabos de aço.

Hoje, há dois tipos de manilhas disponíveis no mercado, as manilhas retas e as curvas. A diferença entre os grupos está no arco interno formado, enquanto as retas (Figura 12) possuem um valor de raio igual a metade da abertura entre os olhais, as manilhas curvas (Figura 13) tem raio maior que a metade da largura entre os olhais [35].



Figura 11 - Manilha Reta [51]



Figura 12 - Manilha curva

Para aumentar a segurança da operação, pode-se utilizar grampos nos furos passantes na cabeça dos pinos, esse procedimento é uma boa prática utilizado por algumas empresas. A capacidade de carga das manilhas pode variar de 0,32 a 320 toneladas [35], é importante sempre no momento da montagem do *Lift Plan* selecionar manilhas que suportem uma carga maior do que o peso do material que será movimentado.

2.3.2.2 Talhas

Segundo Brasil (1985), as talhas podem ser definidas como equipamentos que ajudam no deslocamento vertical de carga, podendo suportar pesos de até 15 toneladas. Na Indústria *offshore* podem ser encontradas as talhas manuais e as motorizadas.

As talhas manuais (Figura 14) são acionadas por alavancas ou correntes, e sua classificação é determinada por três pontos fatores, classe de funcionamento, estado de solicitação e caracterização de severidade operacional [37]. Para esse grupo de equipamentos não é necessário a qualificação do operador, entretanto, por envolver altas cargas nominais durante a operação é preciso que o profissional seja experiente, conheça os riscos envolvendo a atividade e utilize os EPIs corretos, como luvas, óculos, capacetes e botas. É importante antes do início do trabalho realizar uma inspeção visual, a fim de verificar a capacidade nominal da talha e o estado de conservação da máquina, havendo qualquer inconformidade, o equipamento não deve ser utilizado.



Figura 13 - Talha manual [38]

As talhas motorizadas, elétricas ou pneumáticas, trazem como benefício a redução da utilização de vários colaboradores envolvidos em uma tarefa, a facilidade no içamento de materiais e mitigação na exposição ao risco [39]. Assim como nas talhas manuais, é importante que o maquinário seja inspecionado pelo fornecedor antes da entrega ao cliente [40], para garantir que ensaios e testes realizados foram aprovados e estão de acordo com a norma. Para se operar as talhas motorizadas, Figura 15, é necessário que o operador tenha qualificação [40], tal como nas pontes rolantes.



Figura 14 - Talha motorizada [41]

2.3.2.3 Anel de carga

Outro elemento utilizado na formação das lingadas de içamento, é o anel de carga. Segundo NBR 16798 (2007), pode-se definir anel de carga como anel superior de uma linga através do qual a linga é fixada ao gancho de um guindaste ou outro equipamento de elevação de carga.

Como a própria definição indica, esse elemento é utilizado como ponto de conexão entre a lingada e o equipamento, essa união ocorre quando há mais de um ponto de elevação na estrutura, por exemplo, no içamento de um contêiner (Figura 16) onde são utilizadas quatro lingadas, uma em cada olhal de içamento da peça.



Figura 15 - Anel de carga conectando pontos de içamento [43]

O anelão, como também é conhecido, traz mais segurança às operações justamente por concentrar o final de várias lingadas em um único ponto e facilitar a conexão com o equipamento. Caso seja utilizado mais de uma lingada no anel de carga, é preciso que seja utilizado anéis auxiliares para realizar a conexão [44,45], Figura 17.



Figura 16 - Anel de carga principal com anéis auxiliares [46].

2.3.2.4. Cabos de aço

Os cabos de aço são um dos principais elementos na formação das lingadas de içamento, sua estrutura é composta de alma, arame e perna [47], Figura 18. As conexões com os outros elementos auxiliares são feitas através dos olhais, que podem possuir presilhas, serem trançados manualmente ou terem sapatilho [48].

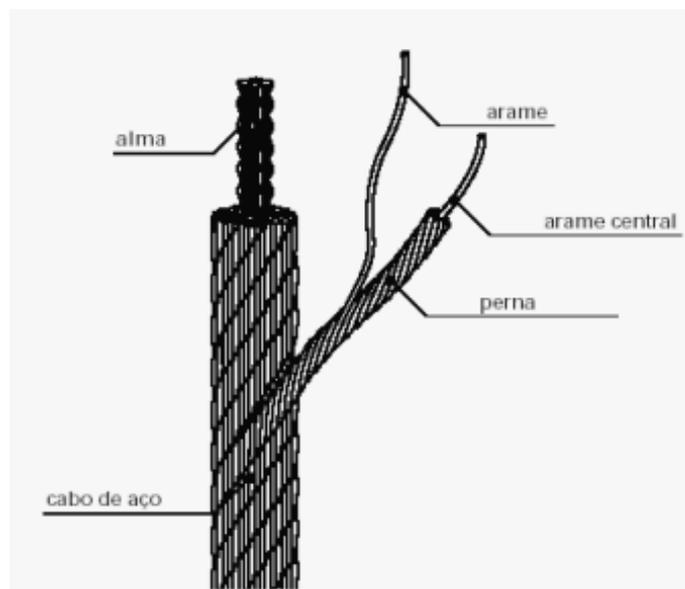


Figura 17 - Composição interna do cabo de aço [47]

Assim como todos os equipamentos e acessórios, é importante que seja feita uma inspeção antes da utilização para verificar se não há arames rompidos, excesso de desgaste, corrosão etc. A NBR 13451 (2016) recomenda que a cada 12 meses seja realizada uma inspeção completa nos cabos e que em períodos inferiores a 48 meses sejam realizados ensaios e testes de carga para garantir a segurança.

2.3.2.5 Cintas poliméricas

Assim como os cabos de aço, as cintas sintéticas, como também podem ser chamadas, são os principais elementos das lingadas de içamento. As condições inerentes ao ambiente *offshore*, isto é, exposição severa a corrosão, pouco espaço por conta de máquinas, equipamentos e materiais, necessidade do alinhamento

entre segurança e agilidade operacional, trazem vantagens para as cintas poliméricas, quando comparadas aos cabos de aço.

As principais vantagens das cintas sintéticas, frente aos cabos de aço, são o menor risco com flambagem nas operações, devido a sua flexibilidade, o menor peso das cintas, o que traz mais segurança e agilidade no momento da mobilização, seu baixo volume, que permite armazenagem de forma mais compacta, principalmente para lingadas de alta capacidade de carga. [53]

A NBR 15637 (2017) é a norma brasileira que preconiza-as instruções com relação aos requisitos e testes de fabricação, modos de manutenção e manuseio, entre outras informações, é dividida em três partes, onde a parte 1 está relacionada às cintas planas de alta tenacidade, Figura 19. Já as partes 2 e 3 abordam as cintas tubulares de alta e ultra tenacidade, Figura 20. Esses dois modelos, cintas planas e tubulares, são os principais encontrados na Indústria de óleo e gás.



Figura 18 - Modelo de cinta plana [55]



Figura 19 - Cinta modelo tubular de alta tenacidade (à esquerda) e Tubular de ultra tenacidade (à direita) - [56,57]

Conforme mencionado, a NBR 16357 traz essa distinção entre cintas tubulares de alta e ultra tenacidade. A diferença entre elas está no limite de capacidade de carga suportada, as cintas tubulares de alta tenacidade trabalham na faixa de 1 até 39 toneladas de carga vertical, além de possuírem tenacidade de 60 cN/tex [58]. As cintas que suportam mais de 40 toneladas e têm tenacidade mínima de 150 cN/tex são consideradas de ultra tenacidade segundo a NBR 15637-3. Com relação a unidade de medida

Outra diferença encontrada nas cintas sintéticas, é com relação a sua característica de construção, isto é, o formato que possuem. O modelo mais comercializado no Brasil é a cinta do tipo *Sling* [60] (Figura 21) esse modelo possui olhais em suas extremidades para facilitar a conexão com outros elementos, por exemplo, as manilhas, esses olhais devem ser reforçados para suportar os esforços e concentração de tensão no momento do içamento.

Há outros dois modelos usuais, porém, em menor quantidade e frequência do que a tipo *Sling*. O primeiro modelo é a cinta tipo *Ring* (Figura 22) nele não há um ponto fixo para a elevação da carga, sendo assim, toda a extensão da cinta pode ser utilizada para içamento, o que traz mais agilidade e durabilidade. Entretanto, o custo desse modelo é mais elevado, pois é necessário que haja uma camada de reforço em toda cinta para que ela suporte as operações [60]. O segundo modelo é o tipo *Leg* (Figura 22) onde a cinta polimérica possui conexões metálicas já fixas em seus olhais, além de várias pernas que agilizam a operação de equipamentos e máquinas com mais de um ponto de içamento, por exemplo, o contêiner. [60]



Figura 20 - Cintas Poliméricas Tipo *Sling* [61]



Figura 21 - Cinta Polimérica tipo *Ring* (à esquerda) e tipo *Leg* (à direita) [62,63]

2.3.2.5.1 Fabricação

A fabricação correta das cintas sintéticas é parte vital para que suporte os esforços que serão submetidos a ela durante as operações de içamento e movimentação de carga, portanto a escolha de um fabricante que siga as normas e procedimentos internacionais é importante no processo. A NBR 15637 especifica os requisitos de fabricação que cada fornecedor deve seguir, tais pontos serão abordados no decorrer deste tópico.

2.3.2.5.1.1 Fator de segurança

A operação de movimentação e içamento de carga deve ser realizada com cautela, pois uma tomada de decisão equivocada pode gerar danos ao material e as pessoas envolvidas. Sendo assim, a NBR 15637 especifica que para as cintas planas e tubulares de alta tenacidade o fator de segurança seja de 7:1, ou seja, mínimo de sete vezes a carga máxima de trabalho. Para as cintas tubulares de alta tenacidade, a parte três da norma, determina que o fator de segurança seja de 5:1.

Entretanto, caso a cinta já tenha o acessório embutido nela, por exemplo, a cinta tipo *Leg*, o fator de segurança passa a ser de 4:1. É importante destacar que o valor final do fator de segurança da lingada será determinado pelo acessório de menor fator [54], por exemplo, se uma lingada é composta por uma cinta polimérica, um anel de carga e uma manilha de fator 3:1, o fator de segurança total será de 3:1, independente do fator dos outros elementos.

Outro ponto importante a se destacar sobre o fator de segurança é que a capacidade do fator de segurança nunca deve ser aplicada na cinta [60], isto é, uma cinta com capacidade de 1.000 kg e fator 7:1, não pode movimentar cargas de 7.000 kg. Tais valores são utilizados somente nos testes para a certificação do material, e a aplicação da carga acima do estipulado na cinta coloca em risco a segurança da operação.

2.3.2.5.1.2 Requisitos dimensionais

A dimensão das cintas, esta plana ou tubular, é um dos fatores determinantes no momento do planejamento da operação, pois seu comprimento interfere no ângulo de abertura formado no momento de içamento, que por sua vez, impacta na capacidade de carga suportada. Cintas com grande comprimento longitudinal, geram menores ângulos de acentuação e maior capacidade de carga, o inverso também ocorre, ou seja, cintas com menor comprimento longitudinal, possuem maior ângulo de acentuação e conseqüentemente, menor capacidade de carga [60].

A NBR 15637 estipula três ângulos como referência operacional. O primeiro ângulo é o zero grau, que representa o içamento na vertical, para esse ângulo o limite de carga é a capacidade nominal da cinta. Para ângulos que variam de 0° a 45°, o limite de carga pode chegar até 1,4 da capacidade nominal, isto é, uma cinta

de 1.000 kg pode suportar cargas de até 1.400 kg. Por fim, para ângulos entre 45° e 60°, o limite de içamento é de 0,7 a capacidade nominal, ou seja, uma cinta com capacidade de 1.000 kg consegue içar cargas de até 700 kg.

Para cintas planas a NBR 15367-1 apresenta requisitos dimensionais adicionais, Figura 23. A largura (b) da cinta deve ter no mínimo 25 mm, com tolerância de 10% para larguras nominais de até 100 mm, e 8% para larguras nominais acima de 100 mm. Com relação a espessura (s) ela deve possuir no mínimo 2 mm.



Figura 22 - Largura (b) e espessura (s) da cinta [54]

Deve-se inclusive ter atenção com o ângulo interno formado pelo olhal no momento do içamento da carga. Esse ângulo não pode ser superior a 20° [54] (Figura 24) pois ângulos maiores geram esforços extras no olhal podendo levar ao rompimento da cinta no local.



Figura 23 - Ângulo interno do olhal no momento do içamento [60]

2.3.2.5.1.3 Matéria prima

Um dos benefícios da utilização das fibras sintéticas na fabricação das cintas, é a variedade de matéria prima que pode ser utilizada no processo de confecção, entretanto, nem todas as fibras disponíveis no mercado podem ser sendo que a norma brasileira determina algumas fibras para cada tipo de cinta. Além disso, a mesma norma exige que seja apresentado, pelo fabricante, um certificado comprovando a tenacidade mínima da cinta polimérica comercializada.

As partes 1 e 2 da NBR 15637, que abordam respectivamente as cintas planas de alta tenacidade e tubulares de alta tenacidade, determinam que as três opções para a fabricação das cintas sintéticas sejam o Poliéster (PES), a Poliamida (PA) ou o Polipropileno (PP). Como mencionado, as cintas classificadas como alta tenacidade possuem o mínimo de 60 cN/tex, sendo assim, o fabricante deverá apresentar o certificado comprovando as especificações técnicas e a tenacidade mínima. As normas BS EN 1492-1 e BS EN 1492-2 determinam as mesmas fibras e tenacidade, para cintas fabricadas na Europa.

Para as cintas de ultra tenacidade, as fibras de Aramida (AR), Polietileno de Alto Módulo (HMPE) ou Poliarilato, são as recomendadas [59], com a comprovação de tenacidade mínima de 150 cN/tex apresentada pelo fabricante.

A Poliamida (PA), também conhecida como Nylon, possui boa resistência à abrasão e a produtos químicos, além de boa elasticidade [66,67], essas propriedades são fundamentais no ambiente *offshore*, tendo em vista, as operações pesadas, a exposição a graxas e lubrificantes das máquinas e as cargas que suportam durante a movimentação. Entretanto, possuem uma resistência menor quando comparadas a outras fibras, por exemplo, o Poliéster, além de não serem resistentes a raios UV. Os principais tipos de poliamida utilizados nas cintas poliméricas são os tipos 6 e 6.6 [66,67].

Assim como o Nylon, o Poliéster, possui boas propriedades mecânicas para a utilização no mercado de óleo e gás. Quando comparado a poliamida, apresenta melhores propriedades de resistência mecânica e a raios UV, além de boa resistência à abrasão [66,67].

O Polipropileno, das três fibras indicadas na norma, é a que possui propriedades inferiores. Quando comparadas ao Nylon e ao Poliéster, apresenta uma resistência mecânica 60% menor, além de não ser resistente aos raios UV e a

temperaturas baixas. No entanto, por serem mais econômicas, possuem espaço no mercado [67].

A Aramida foi a primeira fibra de ultra tenacidade desenvolvida, sua composição é baseada em uma estrutura de Poliamida Aromática (PPTA), possuem maior resistência mecânica do que o Poliéster e o *Nylon*, porém, dentre todas as fibras, é a com menor alongamento. Podem trabalhar em temperaturas superiores às recomendadas na norma, entretanto, são suscetíveis aos raios UV [66,67].

As fibras de Polietileno de Alto Módulo (HMPE), possuem excelentes propriedades mecânicas para as cintas sintéticas aplicadas ao ambiente *offshore*, elas têm resistência mecânica, à fadiga e a abrasão. Em temperaturas elevadas, suas propriedades são reduzidas, por isso, é importante respeitar a faixa de trabalho indicada na norma [66,67].

2.3.2.5.1.4 Ensaio e testes

Operações com movimentação de carga possuem elevado grau de risco, por envolver equipamentos e cargas dinâmicas, sendo assim, a segurança é fundamental para garantir a performance do projeto. Para as cintas sintéticas envolvidas no içamento, a NBR 15637 determina a realização de testes de tração (Figura 25) para os todos os modelos de cintas, para validar a utilização no mercado.



Figura 24 - Máquina de ensaio de tração para cintas poliméricas [68]

A carga mínima de ruptura (CMR) obtida através do teste de tração, serve para homologação dos produtos e para comprovação do fator de segurança, tal comprovação deve ser efetuada no momento de implementação do produto, quando há alguma alteração técnica na cinta ou em caso de modificação da matéria prima. O valor da CMR não deve ser considerado nas movimentações e operações, além disso, ele deve ser superior ao fator de segurança da cinta [54].

A norma delimita alguns outros pontos, por exemplo, a velocidade máxima de 110 mm/s para o ensaio, a força aplicada deve ser até a ruptura do produto ou até atingir a CMR desejada, as cintas não podem estar cruzadas no momento do ensaio (Figura 26) [54], além dos procedimentos que devem ser seguidos durante o teste de tração. Respeitar esses critérios garante a segurança e confiabilidade do processo.

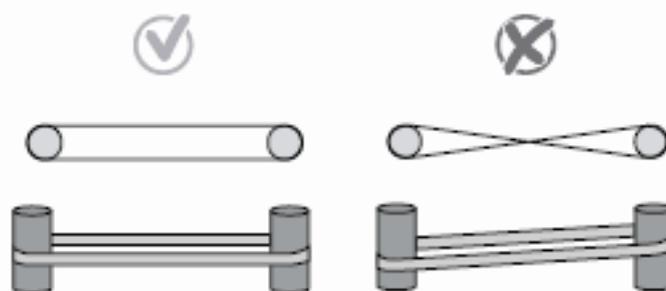


Figura 25 - Posicionamento das Cintas no Ensaio de Tração [54]

2.3.2.5.1.5 Relatórios

Após a execução de todos os ensaios e testes, é necessário que o fornecedor emita um relatório evidenciando todo o processo realizado, os valores de carga nominal de trabalho, os equipamentos utilizados nos testes, a data do teste, o código de rastreabilidade da cinta. Além disso, o certificado deve ser emitido para ser entregue ao cliente para a inspeção no momento de entrega das cintas poliméricas [54].

2.3.2.5.1.6 Rastreabilidade e identificação das cintas

A fim de aumentar a segurança das movimentações e operações, a NBR 15637 exige que o fabricante adicione as cintas, etiquetas de identificação com informações básicas para o seu uso, tais informações devem ser inspecionadas

antes de qualquer realização de trabalho. Caso a cinta esteja com a etiqueta ilegível ou sem a presença dela, é proibido a sua utilização segundo a norma.

É necessário que a etiqueta estampe as seguintes informações: matéria prima, modelo da cinta, a carga máxima de trabalho na vertical, a carga máxima de trabalho nas posições enforcado, cesto, cesto até 45° e cesto até 60°, a data de fabricação, o número da norma, o comprimento [54].

Além disso, para facilitar a identificação, é recomendado que haja duas etiquetas, uma na parte interna e outra na parte externa (Figura 27) para garantir que os colaboradores envolvidos na movimentação possam verificar as informações de uso. A parte externa deve ter proteção contra a abrasão para evitar que se danifique caso entre em contato com outras superfícies.

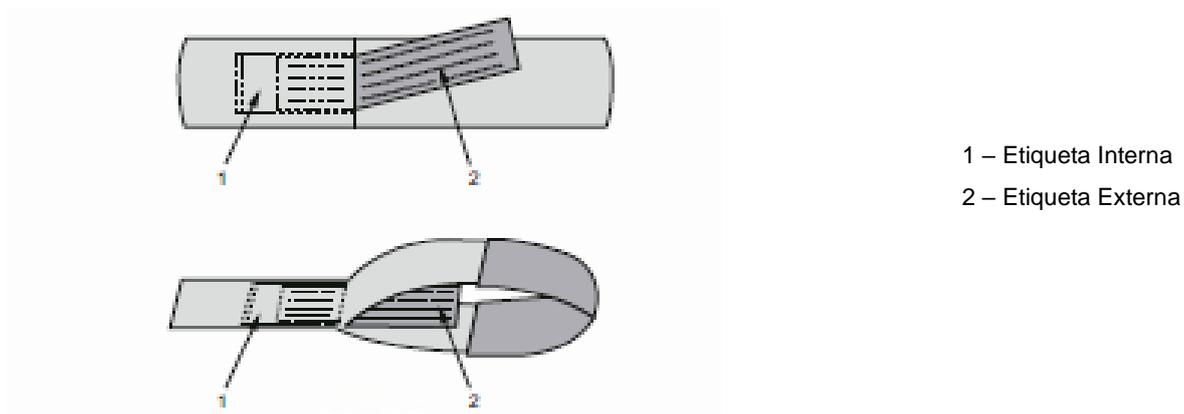


Figura 26 - Localização das Etiquetas nas Cintas [54]

Visando reforçar ainda mais a segurança, a norma padroniza as cores das etiquetas, mediante ao material de fabricação dela. Para cintas planas e tubulares de alta tenacidade, fabricadas de Poliamida é recomendado que a cor seja verde, para as cintas de Poliéster a cor deve ser azul (Figura 28) e para as cintas de Polipropileno é exigido que a etiqueta seja na cor marrom. Para as cintas tubulares de alta tenacidade fabricadas de Aramida a cor da etiqueta deve ser branca, as de Poliarilato na cor amarela, e por fim, as de Polietileno de alto módulo devem ter etiqueta na cor laranja.



Figura 27 - Etiqueta de uma cinta fabricada por poliéster [60]

2.3.2.5.2 Utilização

A utilização correta das cintas poliméricas, além de garantir a eficiência da operação, previne que acidentes graves ocorram. É de extrema importância que as pessoas envolvidas na movimentação conheçam não somente os riscos envolvidos, mas também, saibam e participem de todo processo de planejamento. A NBR 15637 aborda alguns pontos de atenção e recomendações para o uso das cintas durante as operações, tais assuntos serão vistos com mais detalhes a seguir.

2.3.2.5.2.1 Capacidade

A determinação da capacidade é o fator mais importante no momento da execução, como mencionado, é preciso saber a carga total que será movimentada, considerando os elementos auxiliares, para determinar a cinta que será utilizada. Para facilitar a identificação da capacidade nominal das cintas, a NBR 15637 adotou um padrão de cores, Quadro 2, entretanto, apesar da coloração indicar a capacidade de carga, é necessário que haja inspeção da etiqueta antes do uso.

Quadro 2 - Padrão de Cores para Cintas

CMT (x 1000kgf)	Cor
1	Violeta
2	Verde
3	Amarela
4	Cinza
5	Vermelha
6	Marrom
8	Azul
10 até 100	Laranja

2.3.2.5.2.2 Amarração

O sistema que será adotado para amarrar o equipamento ou material, pode interferir na capacidade de carga que a cinta irá suportar. As principais e mais usuais formas de amarração de carga são, amarração na vertical, forca, cesto a zero grau a 45° e a 60°, esses tipos servem para todos os modelos de cintas poliméricas. [54]

A cinta amarrada a carga na posição vertical (Figura 29) suporta o peso nominal indicado na etiqueta, nela uma das extremidades é presa no olhal de fixação do equipamento ou em algum elemento auxiliar. Na amarração tipo forca, é feito um laço que envolve a carga (Figura 30) e a carga suportada pela cinta passa a ser de 0,8x do valor nominal. Essa amarração é muito utilizada em materiais cilíndricos, onde não há um ponto de fixação, com isso, para dar maior estabilidade no momento de içamento, utiliza-se esse método. [54,60].



Figura 28 - Amarração na vertical [60]



Figura 29 - Amarração tipo Forca [60]

A amarração tipo cesto, como mencionado, pode ser realizada de três formas, variando apenas o ângulo de içamento, para cada ângulo a cinta suporta um valor de carga. A carga máxima que uma cinta pode suportar para movimentações é alcançada na amarração em cesto a zero grau (Figura 31) nela a capacidade é de 2x a carga nominal. Para amarrações em cesto com o ângulo variando de zero grau a 45° a capacidade de içamento passa a ser de 1,4x. Por fim, para ângulos entre 45° e 60° a capacidade de carga é reduzida para 1x a carga nominal da cinta. É importante lembrar que não é permitido trabalhos com ângulos maiores que 60° [54,60]. A norma apresenta outras possibilidades de amarração, com variações dos métodos mais usuais, (Figura 32).

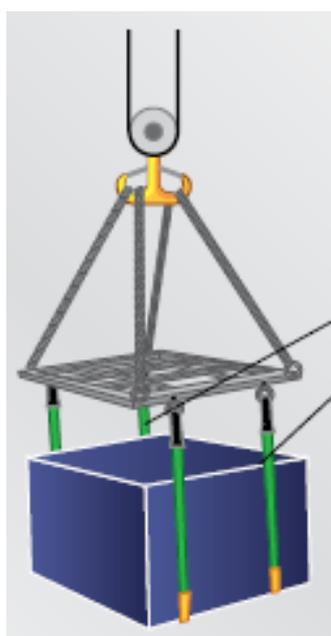


Figura 30 - Amarração tipo Cesto a zero grau [60]

Quantidade de cintas	Uma cinta							Duas cintas				Lingas de três ou quatro pernas		
	Forma de uso	Vertical	Circular simples		Forca	Cesto		Vertical	Forca		Vertical			
Ilustração														
Ângulo de trabalho (β)	0°	45°	60°	0°	0°	45°	60°	45°	60°	45°	60°	45°	60°	
Fator de Uso	1,0	0,7	0,5	0,8	2,0	1,4	1,0	1,4	1,0	1,12	0,8	2,1	1,5	
CMT (x1000kgf)	Cor	CMTE (x 1 000 kgf)												
1	Violeta	1	0,7	0,5	0,8	2	1,4	1	1,4	1	1,12	0,8	2,1	1,5
2	Verde	2	1,4	1	1,6	4	2,8	2	2,8	2	2,24	1,6	4,2	3
3	Amarela	3	2,0	1,5	2,4	5	4,2	3	4,2	3	3,36	2,4	6,3	4,5
4	Cinza	4	2,8	2	3,2	8	5,6	4	5,6	4	4,48	3,2	8,4	6
5	Vermelha	5	3,5	2,5	4	10	7	5	7	5	5,6	4	10,5	7,5
6	Marrom	6	4,2	3	4,8	12	8,4	6	8,4	6	6,72	4,8	12,6	9
8	Azul	8	5,6	4	6,4	16	11,2	8	11,2	8	8,96	6,4	16,8	12
10	Laranja	10	7	5	8	20	14	10	14	10	11,2	8	21	15
20	Laranja	20	14	10	16	40	28	20	28	20	22,4	16	42	30
30	Laranja	30	21	15	24	50	42	30	42	30	33,6	24	63	45
40	Laranja	40	28	20	32	80	56	40	56	40	44,8	32	84	60
50	Laranja	50	35	25	40	100	70	50	70	50	56	40	105	75
60	Laranja	60	42	30	48	120	84	60	84	60	67,2	48	126	90
80	Laranja	80	56	40	64	160	112	80	112	80	89,6	64	168	120
100	Laranja	100	70	50	80	200	140	100	140	100	112	80	210	150

Figura 31 - Referência de carga máxima de trabalho efetiva [58]

Outro ponto importante a ser observado no momento da utilização, é a temperatura de trabalho, pois a partir de determinadas faixas de temperatura, o calor pode danificar a matéria prima da cinta, e conseqüentemente, impactar na capacidade de carga do material. A NBR 15637 trás diferentes faixas de trabalho mediante a matéria prima da cinta polimérica, Quadro 4.

Quadro 4 - Faixas de Temperatura

Matéria-Prima	Temperatura °C
Poliéster	- 40 a 100
Poliamida	- 20 a 100
Polipropileno	-40 a 80

2.3.2.5.3 Inspeção

A inspeção das cintas é fator essencial para garantir não somente a segurança de todos os envolvidos, como também, na realização bem-sucedida da operação. Há três tipos de inspeções que devem ser executadas [54] pelos

colaboradores envolvidos no processo, seja ele de recebimento do material ou de uso durante as movimentações.

A primeira inspeção, ocorre por parte do cliente, durante o recebimento das cintas, o responsável deve verificar se a etiqueta está com todas as informações exigidas pela norma, além de checar se as informações descritas nos certificados coincidem com as contidas na etiqueta [54,60]. Caso haja divergência, o fornecedor deve ser avisado e a cinta não pode ser utilizada.

A segunda inspeção é a realizada antes de qualquer movimentação ou operação, independentemente do valor de carga içado, nessa inspeção deve ser analisado se a cinta polimérica apresenta furos, cortes, queimaduras por solda, danificações devido aos raios UV. Outro ponto analisado é se a cinta apresenta etiqueta comprovando as especificações técnicas, caso o material esteja em bom estado de conservação, porém, sem a presença da etiqueta, ela não deve ser utilizada [54,60].

Por fim, tem-se a inspeção completa das cintas poliméricas. Tal inspeção é realizada por profissional qualificado, que deve verificar, além dos pontos das inspeções anteriores, se há modificação do comprimento da cinta, se há indicativos de mau uso da cinta e se as proteções estão devidamente conservadas. A periodicidade da inspeção é definida pelo profissional, entretanto, alguns fatores devem ser levados em consideração no momento da definição do cronograma de inspeção completa, Quadro 3. Além disso, não é permitido que a inspeção passe do período de 12 meses [54,60].

Quadro 3 - Grau de risco para definição da inspeção completa [58]

Grau de Risco	Frequência
Alto	Trimestral
Normal	Semestral
Baixo	Anual

A definição do grau de risco leva em consideração o tipo de operação, a frequência e o local de aplicação. No que tange a operação, ela pode ser enquadrada como agressiva, para as atividades de maior exposição ao sol e a graxas lubrificantes, por exemplo, e atividades normais, quando o uso é em ambientes fechados e limpos. Com relação a frequência, caso a cinta seja utilizada

entre oitenta a cem vezes no mês, é considerada frequência alta de uso, para atividades entre cinquenta a oitenta, a frequência é média, e abaixo de cinquenta é baixa frequência de utilização [54].

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de movimentação e içamento de carga, com cintas poliméricas, deve ser realizado baseado em orientações normativas, orientações essas que abrangem desde os materiais selecionados até o modo de operação, e que devem ser seguidas para evitar danos aos materiais e principalmente às pessoas envolvidas.

A fim de demonstrar como funciona, na Indústria de óleo e gás, esse processo de seleção de materiais, preparação da carga e operação, serão apresentados detalhadamente duas movimentações envolvendo cintas poliméricas em um pátio de manutenção *offshore*. O projeto foi realizado utilizando dados e informações de uma empresa X.

3.1 MOVIMENTAÇÃO PARA PRESERVAÇÃO DE PARTES INTERNAS DE UM *THRUSTER*

Os *thrusters* (Figura 33) são equipamentos utilizados para realizar a movimentação das embarcações no alto mar, por estarem em contato direto com ambiente altamente corrosivo, é necessário que sua fabricação seja realizada com material específico para essa condição de trabalho, além disso, é preciso que os planos de manutenção sejam seguidos para se evitar danos críticos que possam comprometer o funcionamento pleno dos navios.



Figura 32 - Conjunto *thruster* para movimentação de embarcações [69]

Um conjunto de *thruster* foi desmontado para agilizar e trazer mais segurança no momento da mobilização, além de facilitar a inspeção, manutenção e preservação dos componentes. A parte do equipamento utilizada para análise de caso, é um cilindro com um flange soldado, Figura 34.

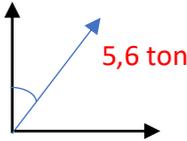


Figura 33 - Componente interno do *THRUSTER*

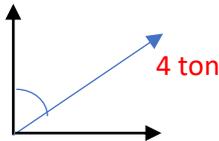
Como primeira parte do processo, foi elaborado o plano de içamento (Figura 35) para apontar o melhor ponto de elevação da carga, além de definir os acessórios de apoio. A peça possui 2,6 m de comprimento, 0,90 m de altura e 0,60 m de diâmetro externo, além de pesar 1,45 toneladas. Por conta do flange soldado ao tubo, a carga da peça não é uniformemente distribuída, sendo assim, foi preciso atenção no momento de fixação dos pontos de içamento, para se evitar o giro da peça que poderia provocar algum acidente. Delimitou-se dois pontos para fixação das cintas poliméricas, e amarradas em formato de forca para trazer mais segurança e estabilidade na movimentação.

Dados do Equipamento	
Equipamento	Componente Interno Thruster
Dimensões	Comprimento: 2,6 m
	Altura: 0,90 m
	Diâmetro: 0,6
Peso	1450 kg
Elemento Auxiliar I	
Acessório	Cinta Polimérica 5 ton
Quantidade	2
Peso	2 kg
Amarração	Enforcado
Elemento Auxiliar II	
Acessório	Manilha 25 ton
Quantidade	1
Peso	5kg

Ângulo: 7° a 45°



Ângulo: 45° a 60°



Para ambas as configurações as cintas suportam a carga do equipamento

Figura 34 - Plano de içamento para operação

Para essa movimentação foi selecionado as cintas planas de alta tenacidade, fabricadas por poliéster, com capacidade nominal de 5 toneladas (Figuras 36 e 37) além disso, optou-se por utilizar cintas com olhais reforçados, para aumentar a segurança da operação. As cintas poliméricas por inspeções pré-operação, para identificar se havia algum furo ou rasgo, checar a presença de danos por conta dos raios UV, verificar a presença da etiqueta (Figura 38) e se as informações constadas estavam de acordo com o certificado.

Certificado da Qualidade* O.F.: 0114002303
Item: P

Fator de Segurança 7 :1 **Norma NBR 15637-1:17**

CLIENTE		DOCUMENTO DE ORIGEM			
		NOTA FISCAL			
		DATA EMISSÃO 17/04/2014			
		PEDIDO DO CLIENTE 4500358254			
DESCRIÇÃO CINTA PES CMT 5T VERTICAL FS-7:1 SLING 1505DT X 4,000m Certificado da peça: 10 / 20		CÓDIGO 22150Z	LARGURA / DIÂMETRO (APROX.) 150 mm	QTDE 20	UN PC
INFORMAÇÕES TÉCNICAS		CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL			
CARGA DE TRABALHO (kg)	FORMA DE APLICAÇÃO	MATERIA-PRIMA			
5,000	VERTICAL	POLIÉSTER 1670 DTEX			
4,000	U CESTO or △ CESTO CI/ANG or △ CESTO CI/ANG	ELASTICIDADE VARIÁVEL			
10,000		7,00%			
7,000		RESISTÊNCIA DE RUPTURA DAS FIBRAS			
5,000		> 11,2 kgf			
CARGA DE RUPTURA 35,000 kg - VERTICAL		TEMPERATURA DE UTILIZAÇÃO (T)			
		-40°C < T < 100°C			
OBSERVAÇÕES: Validação de processo nº PR 14578 CONSULTE EM Nossos sites a CIMA SLING de INSPEÇÃO e MANUSEIO PARA MONITORIZAÇÃO DE CARGAS NÃO UTILIZAR EM CARGAS ALÉM DO PREVISTO SEM AS DEBIDAS PRECISÕES, NÃO EXCEDER A CARGA DE TRABALHO.					
ATENÇÃO!!! NÃO UTILIZAR SE:					
* SEM CONFORMIDADE COM AS INFORMAÇÕES TÉCNICAS E RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA (VER CATALUO TÉCNICO)					

Figura 35 - Cinta plana de alta tenacidade [Empresa X]

CERTIFICADO DE QUALIDADE
* SEGURANÇA NÃO É OPCIONAL, EXIJA CINTAS NORMALIZADAS

Nº **SI-11525-6**

FABRICANTE			CLIENTE		
HIPERTEK					
Nº PED. HIPERTEK 2884	NOTA FISCAL		DEPARTAMENTO COMPRAS	Nº PED. CLIENTE 023185	
Descrição do Produto	QTDE	UN	SERIAL	Elasticidade (alongamento)	Temperatura segura de trabalho
Cinta c/ Oitais HS - 5 T x 4,0 m	01	PC	1S7100500401762SI	- Até 5% na Carga de Trabalho. - Até 20% na Carga De Ruptura	- Min: - 40° C - Máx: + 100° C
FORMAS DE ELEVAÇÃO	CARGA DE TRABALHO	CARGA DE RUPTURA	MATERIAL: 100 % Poliéster de alta tenacidade.		
VERTICAL	5 ton	35 ton	FATOR DE SEGURANÇA: 7:1		
o CHOKER	4,0 ton	28 ton	NORMA DE REFERENCIA: NBR - 15637:2012 Parte 01		
U BASKET	10 ton	70 ton	<i>Este Certificado deve ser conservado durante toda utilização do produto</i>		
△ BASKET ATÉ 45°	7,0 ton	49 ton	<i>Para a correta utilização do produto, observar as recomendações fornecidas em anexo a etiqueta. Em caso de dúvidas, solicite nossos catálogos e/ou consultores. Solicite nossos serviços de inspeção e cursos de utilização.</i>		
△ BASKET ATÉ 60°	-----	-----			
ATENÇÃO!!! NÃO UTILIZAR SE:					

Figura 36 - Cinta plana de alta tenacidade [Empresa X]



Figura 37 - Presença das etiquetas nas cintas utilizadas

Por se encontrar dentro de um ambiente interno, utilizou-se uma ponte rolante de 5 toneladas (Figura 39) para realizar o içamento do equipamento, devido ao tamanho dos olhais das cintas, não foi possível conectar diretamente na ponte rolante, com isso, usou-se uma manilha curva de 25 toneladas (Figura 39) para realizar essa conexão e trazer mais segurança para operação.

É importante ressaltar que anualmente, todos os acessórios devem ser inspecionados para avaliar danos e avarias que podem invalidar a utilização, sendo aprovados, para facilitar a identificação esses acessórios recebem uma coloração, denominada *color code*, que é modificada anualmente. Em 2022, ano de realização do trabalho, o *color code* estabelecido pela Empresa X, foi na cor laranja.



Figura 38 - Ponte rolante e manilha utilizados na operação

Antes de iniciar a operação foi necessário o isolamento da área para garantir a segurança dos colaboradores, além de alinhar os pontos críticos e definir os pontos de comunicação. Após conectar todos os acessórios, iniciou-se o içamento de forma gradativa para garantir que a amarração adotada estava bem ajustada na peça de forma que evitasse qualquer tipo de rotação durante a movimentação.

A operação (Figura 40) ocorreu de forma satisfatória sem nenhum dano ao equipamento e principalmente com a equipe envolvida na movimentação, além disso, notou-se que foi assertiva a escolha dos acessórios, pois trouxeram estabilidade para carga. Ao término da operação, inspecionou-se visualmente as cintas para checar a presença de inconformidades que pudessem impedir sua posterior utilização, nenhum defeito foi encontrado, sendo assim, estão aptas para continuarem sendo utilizadas, Figura 41.



Figura 39 - Operação de içamento



Figura 40 - Cintas pós inspeção da operação

3.2 MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINER DE FERRAMENTAS

Um ambiente industrial organizado favorece a produtividade, excelência na entrega e principalmente trás segurança e agilidade para produção, e na Indústria *offshore* uma das possibilidades de otimização de espaço e organização é a utilização de contêineres para armazenar ferramentas e materiais sobressalentes. A seguir será destrinchado todo o processo de preparação, planejamento e operação de içamento de um contêiner ferramental para a utilização em uma operação de troca de cabos de um guindaste.

O contêiner ferramental (Figura 42) possui 1,45 m de comprimento e largura, além de 2,3 de altura, seu peso sem nenhum equipamento ou material é de 1.880 kg, porém, como estava equipado, seu peso final era 2.334 kg. A fim de agilizar as movimentações o contêiner possui quatro olhais superiores para realizar as conexões com as lingadas de içamento.



Figura 41 - Contêiner Ferramental

O plano de içamento (Figura 43) iniciou-se com a análise de carga da operação. Como o contêiner possui peso uniforme, por conta da sua geometria, decidiu-se distribuir a carga através dos quatro olhais, já que este traria menor carga para cada perna da lingada e maior estabilidade no momento do içamento. Por conta de algumas operações simultâneas que estavam acontecendo, a quantidade de elementos auxiliares disponíveis estava reduzida, sendo assim, algumas variações foram executadas para se realizar a movimentação.

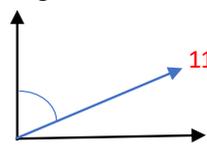
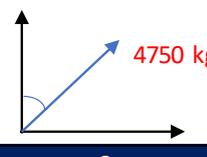
Dados do Equipamento		Força Imposta pela Carga	
Equipamento	Contêiner de Ferramentas	Carga Total 2353 kg	
Dimensões	Comprimento: 1,45 m	Como o carga será distribuída através do içamento pelos olhais.	
	Largura: 1,45 m	O peso será dividido por quatro, sendo assim, 588 kg para cada	
	Altura: 2,3 m	olhal	
Peso	2334 kg	Ângulo 7° a 45°	Ângulo 45° a 60°
Elemento Auxiliar I			
Acessório	Manilha 5 ton	Carga suportada pelo cabo de aço	
Quantidade	4	Ângulo 7° a 45°	
Peso	1 kg		
Elemento Auxiliar II			
Acessório	Eslinga de Aço 5 ton	Carga suportada pelo cinta polimérica	
Quantidade	4	O içamento será realizado com a cinta na vertical, sendo assim, sua carga de trabalho é de 1500kg.	
Peso	2,5 kg		
Dimensões	19mm x 2,8m		
Elemento Auxiliar III			
Acessório	Cinta Polimérica 15 ton		
Quantidade	1		
Peso	5kg		
Amarração	Vertical		

Figura 42 - Plano de içamento da operação

Para realizar a conexão através dos olhais do contêiner, decidiu-se utilizar quatro manilhas de 5 toneladas de capacidade, conectadas à eslingas de aço, também de 5 toneladas de capacidade nominal, que possuíam anéis de carga fixos em suas pontas, tal escolha foi realizada, pois os anéis concentrariam todas as pernas da lingada em um único ponto e facilitaria a movimentação. Um ponto importante dessa eslinga de aço é que seu ângulo máximo de trabalho é de 45°, suportando uma carga de 4.750 kg (Figura 44).



Figura 43 - Etiqueta de informação da eslinga de aço

Para o içamento do conjunto, decidiu-se utilizar uma cinta tubular, de alta tenacidade e fabricada de poliéster, de 15 toneladas de capacidade nominal e 5 metros de comprimento, a Figura 45 mostra o certificado de fabricação da cinta. A mobilização dos equipamentos e contêineres para a balsa de transporte, ocorria na área externa e era executada por um guindaste com capacidade de içamento de 70 toneladas.

Nr. 291106		Certificat pour matériel de levage polyester Certificate of polyester lifting materials
 		
<p><small>Le soussigné certifie au nom de son entreprise que les indications ci-dessous sont correctes et que tous les composants sont conformes aux réglementations européennes, à la directive machine 2006/42/EG, aux normes polyester EN 1492-1 pour les sangles de levage et à la norme polyester EN 1492-2 pour les élingues rondes et que l'examen et test ont été effectués par une personne compétente.</small></p> <p><small>The undersigned certifies on behalf of this company, that below particulars are correct and all components are acc. to EU Regulations, REVISED MACHINE DIRECTIVE 2006/42/EG and the guideline for polyester webbingslings EN 1492-1 and/or polyester roundslings EN1492-2 and that examination and test were carried out by a competent person.</small></p>		
Acheteur: <i>Purchaser:</i>	Matériel de levage livré à: <i>Lifting materials delivered to:</i>	Faigamel 44 Avenue Gustave Eiffel 33600 PESSAC Frankrijk
Construction: <i>Construction:</i>	Type d'élingue: <i>Type of sling:</i>	Elingue ronde EM, Orange, WLL 15T, L1=5 mtr
Matériel: <i>Materials:</i>	Sangle/Gaine: <i>Webbing/sleeve:</i>	100% Polyester
	Fil âme/Composition (pour âme Elingue ronde): <i>Yarn composition (for roundsling):</i>	100% Polyester
	Fil Couture/Composition: <i>Sewing yarn:</i>	100% Polyester
	Votre commande: <i>Your P.O.:</i>	35209 Part I
	N° de Série: <i>Serial number:</i>	2911060047 t/m 2911060056
	Rupture min. (en Tonnes): <i>Min. breaking load (in Tonnes):</i>	105,00
	CMU (WLL) (en Tonnes): <i>Working load limit (in Tonnes):</i>	15,00
Remarques: <i>Remarks:</i>	Utilisation: <i>Application:</i>	LEVAGE LIFTING
	Coefficient de sécurité: <i>Safety factor:</i>	7:1
	Date de production: <i>Date of manufacturing:</i>	november 2019
	Nom et adresse fabricant: <i>Name and address of manufacturer:</i>	LIFT-TEX INDUSTRIE B.V. FEITHSPARK 9-1 NL-9356 BX TOLBERT THE NETHERLANDS
Certificat pour matériel neuf <i>Concerns new lifting equipment</i>		
Tampon du fabricant: <i>Stamp of supplier:</i>		Date: 04-11-19 <i>Date:</i>

Figura 44 - Certificado de fabricação da cinta polimérica [Empresa X]

Após separar os materiais e validar o plano de içamento, iniciou-se o processo de inspeção pré-operação dos elementos auxiliares. Foram analisados os certificados anuais de inspeção, a presença das etiquetas nas cintas e eslingas de aço, se havia rasgos, furos, incidência de raios UV nas cintas poliméricas, se existia corrosão e fios de aço rompidos nas eslingas, todos os elementos foram aprovados para utilização. A seguir, a lingada de içamento foi montada (Figura 46) e ajustada no equipamento.

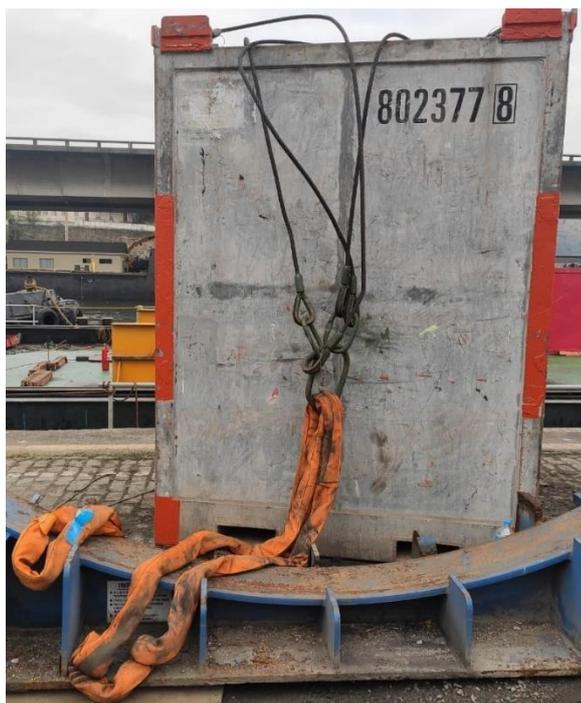


Figura 45 - Lingada de içamento montada no equipamento

Como ocorria alta movimentação de pessoas e carretas na área externa, foi necessário a paralização de outras tarefas e o isolamento da área de trabalho, para garantir a segurança dos colaboradores envolvidos na operação e para as demais pessoas presentes no local. O içamento iniciou-se de forma gradual para verificar se os elementos estavam acoplados da maneira correta e se não havia concentração de tensão ou má ajuste nas cintas e eslingas, após a verificação, prosseguiu-se com a operação (Figura 47). Devido as condições climáticas de fortes ventos, foi preciso trabalhar com uma baixa altura de serviço, para evitar o balanço excessivo da carga que poderia gerar algum acidente. A movimentação ocorreu de forma satisfatória, sem nenhum risco para o equipamento e para as pessoas envolvidas.



Figura 46 - Operação de içamento de contêiner ferramental

Após a finalização da operação, os elementos auxiliares foram inspecionados a fim de verificar a ocorrência de danos, entretanto, nenhuma inconformidade visual foi identificada, com isso, puderam ser utilizados em outras manobras.

4 DISCUSSÕES

Como mencionado, todas as operações ocorreram de forma satisfatória, sem nenhuma inconformidade, evidenciando que o plano de içamento foi realizado de maneira correta, que os elementos auxiliares foram escolhidos de acordo com a necessidade do projeto e que os requisitos de segurança foram corretamente estabelecidos e cumpridos. Com isso, vale discutir alguns pontos que tiveram evidência durante as operações.

O primeiro ponto de observação é com relação ao plano de içamento. Para ambas as operações os cálculos para determinar a carga que cada cinta suportaria consideraram o valor da carga bruta envolvida na operação [25,29,30], além disso, foi respeitado a carga máxima suportada por cada cinta, em amarrações distintas, como orientado pela NBR 15637.

Quando comparada com as orientações abordadas pela NR 18, pode-se observar que não foram abordados todos os pontos listados, por exemplo, o endereço do local da operação, o CNPJ e razão social da empresa, todos os dados técnicos dos elementos envolvidos, isso ocorreu por se tratar de movimentações internas e de baixa complexidade, além de envolver uma carga bruta baixa. Entretanto, caso a operação ocorresse em outra empresa, a bordo, ou com cargas elevadas, acima de 5 toneladas, os demais pontos abordados pela norma seriam atendidos.

O segundo ponto a ser observado é com respeito as amarrações e ângulos usados durante as movimentações. A NBR 15637 aborda a capacidade de carga para cada modelo de cinta, utilizando determinada carga nominal, amarração e angulação, sendo assim, após determinar o esforço que cada carga exigiria da cinta, selecionou-se a cinta e o modo de amarração e angulação, a fim de trazer mais estabilidade e aumentar o valor da segurança da operação.

Para a primeira operação o valor da menor carga suportada seria de 1.025kg com ângulo variando de 7° a 45° , com isso, foi utilizado uma configuração que suportava cinco vezes mais do que a necessária. Entretanto, uma cinta de 2 toneladas de capacidade nominal, amarrada na configuração enforcado, iria suportar os esforços exigidos [54]. Com relação a segunda operação, o desafio encontrava-se na determinação da carga que os eslingas de aço suportariam, como visto, para a configuração de até 45° , a recomendada na etiqueta da eslinga, ocorria o menor

esforço para o cabo de aço. Já para a cinta polimérica, adotou-se uma com o valor de onze vezes mais a carga bruta envolvida na operação, porém, uma cinta polimérica de 5 toneladas, na configuração vertical, atenderia as exigências [54].

O terceiro fator a ser analisado é com relação a identificação e rastreabilidade das cintas. Todas as cintas utilizadas estavam na coloração sugerida [58,59], além de possuírem as etiquetas com a coloração referente a matéria prima utilizada [60], azul para cintas fabricadas em poliéster. Como mencionado, tal padronização ajuda na identificação dos materiais e auxilia na redução de acidentes.

O quarto ponto observado é a respeito das inspeções, como recomendado pela NBR 15637, foram realizadas inspeções pré e pós operação, através delas pode-se analisar que as cintas atendiam as recomendações para uso e suportaram os esforços sem qualquer tipo de dano. Além da inspeção, checkou-se se as cintas estavam dentro do prazo de inspeção anual exigido pela norma, e todas estavam aptas, segundo a última certificação, (Figuras 48,49,50). Entretanto, um ponto a ser melhorado, que pode ser observado, é o modo de armazenagem e limpeza pós operação, pois pode ser visto alguns pontos com graxas que podem no futuro gerar a inutilidade do elemento auxiliar.

RELATORIO DE INSPEÇÃO COMPLETA									
E CERTIFICADO DE TESTE, SE APLICÁVEL									
Nº do relatório: R/CampanhadeInspeo2022-BaseNiteri/002		Este documento está em conformidade com o procedimento PR-GL-OPS-LR-006 (Procedimento para controle, certificação e inspeção completa), em cumprimento com ILO 152 ("Register of Lifting Appliances and Items of Loose Gear") e quaisquer outros requisitos locais.							
Data do relatório: 15-Dec-2021									
Tipo de inspeção: Within an Interval of 12 Months									
Número da PO: N/A									
Descrição do equipamento e número de série:	Fabricante e data	WLL/SWL	Teste de carga	Primeira inspeção Sim/Não	Data da última inspeção completa	Data da próxima inspeção completa	Data do próximo teste	DoC / Test Cert.	
SEA WS 595 ST 4 M WEBBING SLING 221502	LEVTEC	5T	N/A	No	29-Nov-2021	15-Dec-2022	N/A	2994/14	
Detalhes de defeitos que são ou que podem se tornar um perigo para pessoas ou 'nenhum'				Data em que outros defeitos devem ser reparados ou o item removido do serviço	Detalhes de quaisquer alterações para corrigir o defeito			Fotografia de suporte	
N/A				N/A	N/A				
Observações				Recomendações					
N/A				N/A					
Nome e endereço do empregador para quem inspeção completa foi realizado:		Local em que a inspeção foi feita:		Nome, endereço e qualificações da pessoa que realizou os exames:			Nome e endereço da pessoa que assina o relatório em nome do seu autor:		
Base Niterói		Base Niterói							
Assinatura da pessoa que realizou a inspeção:		O EQUIPAMENTO É SEGURO PARA OPERAR?				YES / SIM			
Certifico na data indicada acima que o item (s) descrito (s) acima foi examinado minuciosamente, tanto quanto seja razoavelmente praticável, por este tipo de exame, considerado seguro para operar, salvo estipulação em contrário em "Informações sobre defeitos". Nota: Não foi efetuada a desmontagem do equipamento com o funcionamento normal do equipamento, salvo indicação em contrário no relatório.									

Figura 47 - Certificado de inspeção anual – Cinta 5tx4m [Empresa X]

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO COMPLETA								
E CERTIFICADO DE TESTE, SE APLICÁVEL								
Nº do relatório:		R/CampanhadeInspeo2022-BaseNiteri/001			Este documento está em conformidade com o procedimento PR-GL-OPS-LR-006 (Procedimento para controle, certificação e inspeção completa), em cumprimento com ILO 152 ("Register of Lifting Appliances and Items of Loose Gear") e quaisquer outros requisitos locais.			
Data do relatório:		15-Dec-2021						
Tipo de inspeção:		Within an Interval of 12 Months						
Número da PO:		N/A						
Descrição do equipamento e número de série:	Fabricante e data	WLL/SWL	Teste de carga	Primeira inspeção Sim/Não	Data da última inspeção completa	Data da próxima inspeção completa	Data do próximo teste	DoC / Test Cert.
SEA WS 1015 5 T 4 M WEBBING SLING HS	HIPERTEK	5T	N/A	No	29-Nov-2021	15-Dec-2022	N/A	SI-11525-6
Detalhes de defeitos que são ou que podem se tornar um perigo para pessoas ou 'nenhum'				Data em que outros defeitos devem ser reparados ou o item removido do serviço		Detalhes de quaisquer alterações para corrigir o defeito		Fotografia de suporte
N/A				N/A		N/A		
Observações				Recomendações				
N/A				N/A				
Nome e endereço do empregador para quem inspeção completa foi realizada:		Local em que a inspeção foi feita:		Nome, endereço e qualificações da pessoa que realizou os exames:			Nome e endereço da pessoa que assina o relatório em nome do seu autor:	
		Base Niterói						
Assinatura da pessoa que realizou a inspeção:				O EQUIPAMENTO É SEGURO PARA OPERAR?			YES / SIM	
Certifico na data indicada acima que o item (s) descrito (s) acima foi examinado minuciosamente, tanto quanto seja razoavelmente praticável, por este tipo de exame, considerado seguro para operar, salvo estipulação em contrário em "Informações sobre defeitos". Nota: Não foi efetuada a desmontagem do equipamento com o funcionamento normal do equipamento, salvo indicação em contrário no relatório.								

Figura 48 - Certificado de inspeção anual – Cinta 5tx4m [Empresa X]

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO COMPLETA								
E CERTIFICADO DE TESTE, SE APLICÁVEL								
Nº do relatório:		R/CampanhadeInspeo2022-BaseNiteri/111			Este documento está em conformidade com o procedimento PR-GL-OPS-LR-006 (Procedimento para controle, certificação e inspeção completa), em cumprimento com ILO 152 ("Register of Lifting Appliances and Items of Loose Gear") e quaisquer outros requisitos locais.			
Data do relatório:		15-Dec-2021						
Tipo de inspeção:		Within an Interval of 12 Months						
Número da PO:		N/A						
Descrição do equipamento e número de série:	Fabricante e data	WLL/SWL	Teste de carga	Primeira inspeção Sim/Não	Data da última inspeção completa	Data da próxima inspeção completa	Data do próximo teste	DoC / Test Cert.
4500532420 LAP RS 049 15 T 5 M ROUND SLING ROUND SLING	FARGAMEL 04-Nov-2019	15T	N/A	No		15-Dec-2022	N/A	291106
Detalhes de defeitos que são ou que podem se tornar um perigo para pessoas ou 'nenhum'				Data em que outros defeitos devem ser reparados ou o item removido do serviço		Detalhes de quaisquer alterações para corrigir o defeito		Fotografia de suporte
N/A				N/A		N/A		
Observações				Recomendações				
N/A				N/A				
Nome e endereço do empregador para quem inspeção completa foi realizada:		Local em que a inspeção foi feita:		Nome, endereço e qualificações da pessoa que realizou os exames:			Nome e endereço da pessoa que assina o relatório em nome do seu autor:	
		Base Niterói						
Assinatura da pessoa que realizou a inspeção:				O EQUIPAMENTO É SEGURO PARA OPERAR?			YES / SIM	
Certifico na data indicada acima que o item (s) descrito (s) acima foi examinado minuciosamente, tanto quanto seja razoavelmente praticável, por este tipo de exame, considerado seguro para operar, salvo estipulação em contrário em "Informações sobre defeitos". Nota: Não foi efetuada a desmontagem do equipamento com o funcionamento normal do equipamento, salvo indicação em contrário no relatório.								

Figura 49 - Certificado de inspeção anual – Cinta 15tx5m [Empresa X]

Ainda relacionado a inspeções, as medidas adotadas durante toda a operação atenderam as recomendações das NR 34 e NR 37, tais normas regularizam as atividades de movimentação de carga em plataformas e navios,

orientando para a necessidade de inspeção dos acessórios de içamento como moitão e gancho das lanças, além da avaliação dos cabos de aço dos maquinários [72,73].

O quinto ponto analisado é com relação a temperatura de trabalho, a faixa de temperatura nos dias de operação estavam dentro das condições recomendadas [58,59], além disso, os certificados enviados pelo fabricante continham as temperaturas de trabalho, tais informações, estão de acordo com a exigência da NBR 16537.

Portanto, é perceptível que após todas as operações e análises provenientes das observações e anotações, o içamento de equipamentos e cargas utilizando as cintas poliméricas como elemento auxiliar principal é satisfatório e eficiente para agilizar os processos industriais. Além disso, possuir profissionais capacitados e treinados é fundamental para mitigar os riscos envolvidos e trazer mais segurança para as movimentações.

Ainda com relação a segurança, é importante destacar que operações envolvendo içamento de carga possuem um alto risco de acidentes, sendo assim, é imprescindível que todos os aspectos apontados pelas normas e procedimentos sejam seguidos sem qualquer tipo de desvio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria de óleo e gás é fundamental para a continuidade do desenvolvimento econômico mundial, entretanto com maior dificuldade de extração, faz-se necessário a ampliação do uso da tecnologia para dar continuidade ao processo e garantir a eficiência da operação.

Ao analisar o ambiente de extração chega-se à conclusão de que as diversas complicações, como a excessiva corrosão, altas pressões hidrostáticas e dificuldade de logística para materiais e pessoas, verifica-se que atividade envolve alto risco de acidentes que podem afetar o produto, o meio ambiente e a vida humana, portanto, alinhar operação, segurança e custos envolvidos é um grande desafio para o mercado.

As cintas poliméricas são um exemplo do desenvolvimento tecnológico que atingiu o mercado de óleo e gás, como visto, tais equipamentos ganharam espaço devido a sua alta resistência mecânica, alinhado a sua versatilidade e excelente resistência à corrosão. Alinhado a esses pontos, o uso das cintas poliméricas nas operações de içamento e movimentações de equipamentos e cargas auxiliou na maior segurança para as pessoas envolvidas nas atividades.

Através do trabalho realizado, foi possível compreender os fatores envolvidos no içamento de materiais e equipamentos, bem como, a importância de um dimensionamento correto das variáveis a fim de evitar acidentes dentro da operação. Além disso, pode-se conhecer os principais acessórios auxiliares que são utilizados nesse tipo de operação.

Outro fator fundamental descrito no projeto, foi o conhecimento sobre as recomendações, alertas, exigências e boas práticas que as normas e especificações abordam sobre o içamento de equipamentos. Ainda nesse aspecto foram explanados pontos sobre a matéria prima, fabricação, testes de aprovação, cuidados durante o uso, manutenção e inspeção sobre as cintas poliméricas aplicadas na Indústria offshore.

Em seguida, através dos estudos de caso, notou-se a importância de verificar e respeitar as especificações técnicas de segurança, pré-operação, para se garantir uma manobra sem riscos para as pessoas envolvidas, bem como, fatores externos que podem interferir no planejamento da operação, por exemplo, a variedade restrita de acessórios para compor a estrutura de içamento.

Assim, nota-se que o trabalho cumpriu seu papel abordando as vantagens do uso das cintas poliméricas, no mercado *offshore*, principalmente no que tange a segurança e agilidade na operação, tornando mais notória a justificativa para o seu amplo uso no mercado.

5.1 Trabalhos Futuros

A continuidade de pesquisas e análises são importantes para a consolidação de desenvolvimentos conquistados, nesse pensamento, destacam-se três oportunidades que envolvem o tema abordado, porém, que por fatores externos não conseguiram desenvolvidos de maneira aprofundada.

- O levantamento de dados ocorreu no início de 2022, durante esse período havia a necessidade de realização de quarentena para poder entrar nas embarcações, com isso, não foi possível trazer exemplos dentro do cenário *offshore*, sendo assim, para trabalhos futuros seria interessante realizar içamentos impactados por esforços dinâmicos externos de diferentes naturezas.

- Como no momento de içamento a variedade de acessórios era escassa devido a outras operações simultâneas e o empréstimo de material para as embarcações, não foi possível utilizar variações de matérias de apoio no momento do içamento, com isso, para enriquecer a discussão, para uma abordagem futura poderia ser feito utilizando cintas de menor capacidade de carga, variação de ângulo de trabalho, porém, sempre respeitando os limites de carga dos materiais.

- Uma outra abordagem para futuros trabalhos seria o aprofundamento dos testes de carga requeridos pela norma.

REFERÊNCIAS

- 1 – REVOLUÇÃO INDUSTRIAL. **UFMS**, 2017. Disponível em: http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/rev.pdf. Acesso em: 10 abr 2002
- 2 - OLIVEIRA, F. T.; SIMÕES, W. L. A Indústria 4.0 e a Produção no Contexto dos Estudantes de Engenharia. **SIENPRO**, Goiás, v.1, p. 1-7, 2017.
- 3 - MANO, E. B. **Polímeros como Materiais de Engenharia**. São Paulo: Edgard,1991.
- 4 – CALLISTER. W. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Tradução: Sérgio Murilo. 5.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2002. 308-359 p.
- 5 – MARTINS, J. C.; PASSONI, D. J.; ROSENO, K. T. C. Estudo do Processo de Fabricação de Cintas de Poliéster para Movimentação de Cargas. **ResearchGate**, Santos, p. 1-8, 2015.
- 6 – JURAEVICH, R. S.; KUSHAKKOVICH, R. B. Technologists Rigging Works Using Synthetic *Slings*? Bologna, p. 1-3, 2021.
- 7 - MACHADO, J. D. O. A.; CARVALHO, R. A. Exploração de Petróleo no Brasil e Estados Unidos: história e relevância. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p. 52499-52515, 2021.
- 8 – MATHIAS, Melissa Cristina Pinto Pires. **A formação da Indústria Global de Gás Natural: Definição, Condicionantes e Desafios**. 2008. Tese [Pós-Graduação em Engenharia] – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- 9- Matriz Energética e Elétrica. **EPE-Emprese de Pesquisa Energética**,2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em:12 abr, 2022

10 – O PRÉ-SAL. **Pré-sal Petróleo**,2020. Disponível em: <https://www.presalpetroleo.gov.br/ppsa/opresal/caracteristicas#:~:text=Localizado%20em%20uma%20%C3%A1rea%20de,g%C3%A1s%20natural%20dos%20%C3%BAItimos%20anos>. Acesso em: 12 abr,2022

11- IEA-Internacional Energy Agency. **IEA**,2019. Disponível em: <https://www.iea.org/dataandstatistics/databrowser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>. Acesso em: 12 abr, 2022

12 – Matriz Energética e Elétrica. **EPE-Empresa de Pesquisa Energética**,2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em:12 abr, 2022

13 - IEA-Internacional Energy Agency. **IEA**,2019. Disponível em: <https://www.iea.org/dataandstatistics/databrowser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>. Acesso em: 12 abr, 2022

14 – Movimentação de carga. **Instituto Santa Catarina**, 2017. Disponível em: <https://www.institutosc.com.br/web/blog/o-que-saber-sobre-movimentacao-de-cargas>. Acesso em: 14 jan, 2022

15- Transportes de Material. **Usp**, 2006. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840789/179/Cap10TransportesdeMateriais.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022

16 – Você sabe o que é paleteira? **Só Arquitetura**, 2018. Disponível em: <http://www.soarquitectura.com.br/voce-sabe-o-que-e-paleteira/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

17 – Paleteira manual: saiba tudo sobre esse equipamento. **Ferramentas Kennedy**, 2021. Disponível em: <https://www.ferramentaskennedy.com.br/blog/paleteira-manual-saiba-tudo-sobre-esse-equipamento>. Acesso em: 23 abr. 2022.

18 – Você sabe para que servem as pontes rolantes? **Brevil**, 2020. Disponível em: <https://www.brevil.ind.br/post/9/voce-sabe-para-que-servem-as-pontes-rolantes-#:~:text=A%20ponte%20rolante%20%C3%A9%20um,por%20uma%20estrutura%20met%C3%A1lica%20horizontal>. Acesso em: 24 abr. 2022

19 – O que é uma ponte rolante e como funciona? **Kistlermorse**, 2020. Disponível em: <https://www.kistlermorse.com.br/post/o-que-%C3%A9-uma-ponte-rolante-e-como-funciona>. Acesso em: 24 abr. 2022

20 – NR – Norma Regulamentadora. **NR 11**: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Rio de Janeiro: NR, 2016. 14 p.

21 – PINOTTI, J. P. P; BLASIOLI, W. F. **Empilhadeiras**. 2021. 32 f. Trabalho de disciplina (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Católica Selesiano Auxilium, Araçatuba, 2021.

22 – AMARAL, R. M. **Dimensionamento mecânico de uma empilhadeira com mecanismo de nivelamento**. 2016, 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

23 – Produtos. **Clarke Empilhadeiras**, 2022. Disponível em: <https://clarkempilhadeiras.com.br/produto/c-40-45-50s-55s/>. Acesso em: 24 abr. 2022

24 - Produtos. **Clarke Empilhadeiras**, 2022. Disponível em: <https://clarkempilhadeiras.com.br/produto/srx16/>. Acesso em: 24 abr. 2022

25 – SILVA, J. A. A *et al.* Planejamento matemático para otimização de içamento em operações *offshore*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.9, p. 93435-93450 sep. 2021

26 – How to create a rigging plan. **The balacens mb**, 2019. Disponível em: <https://www.thebalancesmb.com/rigging-plans-and-creating-lift-plan-844988>. Acesso em: 27 abr. 2022.

27 – JUNIOR, A. G; MAZUCO, F. M; MATHIAS, R. V. **Içamento de grandes estruturas por meio do plano rigging – Estudo realizado em uma termoeletrica do sul de Santa Catarina**. 2020. 25 p. Dissertação (Bacharelado Engenharia Mecânica) – Faculdade FUCAP, Santa Catarina, 2020.

28 – Plano de Rigging: Conceitos, metodologia e importância dos projetos de içamento. **Crane Brasil**. Disponível em: <http://cranebrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/09/CraneBrasil-66.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022

29 – FERREIRA, F. P. V. **Segurança no içamento e movimentação de cargas com guindaste**. 2008. 115 p. Monografia (Especialização em Engenharia da Segurança do Trabalho) – Departamento de Engenharia de Civil e Ambiental, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2008.

30 – NR - Norma Regulamentadora. **NR 18**: Segurança e saúde no trabalho na Indústria da construção. Rio de Janeiro, NR, 2021. 54 p.

31- Movimentação de Carga: Equipamentos, acessórios, planejamento e aspectos de segurança. **Poli**. Disponível em: <http://www.poli.br/~dex/ingenia/palestras/Movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cargas.PDF>. Acesso em: 27 abr. 2022

32 – How to calculate a transformer size. **Bizfluent**. Disponível em: <https://bizfluent.com/how-8779410-calculate-transformer-size.html>. Acesso em: 27 abr. 2022

- 33 – Fator de segurança. **Tecnotextil**. Disponível em: <https://www.tecnotextil.com.br/cartilhas/cartilha-de-inspecao-e-manuseio/fator-de-segurancafs/#:~:text=%C3%89%20a%20rela%C3%A7%C3%A3o%20entre%20o,ruptura%20m%C3%ADnima%20efetiva%20da%20cinta>. Acesso em: 27 abr. 2022
- 34 – Fatores de segurança para acessórios de movimentação de carga. **Crane Brasil**. Disponível em: <https://cranebrasil.com.br/fatores-de-projeto-para-acessorios-de-movimentacao-de-cargas/>. Acesso em: 28 abr. 2022
- 35 – ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13545**: Movimentação de cargas – Manilhas. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 54 p.
- 36 – BRASIL, H. V. **Máquinas de levantamento**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara S.A, 1985. 234 p.
- 37 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 16324**: Talhas de corrente com acionamento manual – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 24 p.
- 38 – Produtos. **Mérito Comercial**. Disponível em: <https://www.meritocomercial.com.br/talha-manual-berg-steel-compacta-nt-2000kg-com-03-metros-20480201009-p1017364>. Acesso em: 01 mai. 2022
- 39 – CORNEJO, F. A. A. **Padronização de procedimentos de manutenção em talhas elétricas**. 2016. 54 p. Dissertação (Bacharel em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípedes de Marília, Marília, 2016.
- 40 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 11327**: Requisitos de utilização de talhas de corrente com acionamento motorizado. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 19 p.
- 41 – Produtos. **B2b Nowak**. Disponível em: <https://b2b.nowak.com.br/talhas-e-trolleys/talha-eletrica-cabo-de-aco/talha-eletrica-cabo-de-aco-com-trolley-2-ton-sansei-ref-99536>. Acesso em: 01 mai. 2022
- 42 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 16798**: Anel de carga grau 8 para uso em lingas. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 22 p.
- 43 – Catálogo. **Okubo**. Disponível em: <https://www.okubo.com.br/pdf/catalogo-tecnico-movimentacao-okubo-2020.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2022
- 44 – 4 regras de ouro para o uso seguro de anel de carga (anelão). **Rigging Treinamentos**, 2020. Disponível em: <http://riggingtreinamentos.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Anel-de-Carga.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- 45 - How to use master links and riggs?. **Huahan Machinery**, 2021. Disponível em: <https://www.huahanmachinery.com/706.html>. Acesso em: 02 mai. 2022.

46 – Produtos. **Siva.** Disponível em: <https://www.siva.com.br/produtos/acessorios/grau-8/anel-de-carga-com-sub-elos-grau-8>. Acesso em: 02 mai. 2022

47 – Elementos de Máquinas. **Demec Ufpr.** Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC038/Prof.Jorge_Erthal/Referencia%20complementar/apostilas/Apostila%20Elementos%20de%20Maquinas%20IFES.pdf. Acesso em: 04 mai. 2022

48 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13541-2:** Linga de cabo de aço parte 2: Utilização e inspeção. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 30 p.

49 – 3d *Lift Plan*. **Software**,2020. Disponível em: <https://software.com.br/p/3d-lift-plan>. Acesso em: 04 mai. 2022.

50 – Produtos. **Soluções Industriais.** Disponível em: https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/movimentacaoearmazenagem/fitacabo/produtos/acessorios/acessorios-de-elevacao-de-cargas__ Acesso em: 04 mai. 2022

51- Produtos. **Siva.** Disponível em: <https://www.siva.com.br/produtos/acessorios/comuns/manilha-reta-pesada-com-pino-roscado> . Acesso em: 04 mai. 2022

52- Produtos. **Siva.** Disponível em: <https://www.siva.com.br/produtos/acessorios/comuns/manilha-curva-pesada-com-pino-porca-e-contra-pino>. Acesso em: 04 mai. 2022.

53 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 16798:** Anel de carga grau 8 para uso em lingas. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 22 p.

54 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15637-1:** Cintas têxteis para elevação de cargas Parte 1: Cintas planas manufaturadas, com fitas tecidas com fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 27 p.

55 – Produtos. **Carbostorm.** Disponível em:http://carbostorm.com.br/produto-detalle.asp?Cod=196&Id_Produto=106. Acesso em: 18 jun. 2022

56 - Produtos. **Helever.** Disponível em: http://www.helevar.com.br/produtos/cintas/cinta-tubular-001/cinta-tubular_ Acesso em: 18 jun. 2022

57 – Produtos. **Maxicabos.** Disponível em: <https://www.maxicabos.com.br/en/product/cinta-de-poliester-tubular/> Acesso em: 18 jun. 2022

58 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15637-2:** Cintas têxteis para elevação de cargas Parte 2: Cintas tubulares manufaturadas,

com cordões de fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 27 p.

59 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15637-3**: Cintas têxteis para elevação de carga Parte 3: Cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de ultra-alta tenacidade formados por multifilamentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 28 p.

60 - ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 16798**: Anel de carga grau 8 para uso em lingas. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 22 p.

61 – Produtos. **Fita Cabo**. Disponível em: <https://www.fitacabo.com.br/cinta-poliester-Sling>. Acesso em: 18 jun. 2022

62 – Produtos. **Fita Cabo**. Disponível em: <https://www.fitacabo.com.br/eSlinga-cinta-tubular>. Acesso em: 19 jun. 2022

63- Produtos. **Trakkai Sigeloja**. Disponível em: <https://trakkai.sigeloja.com.br/Produto/5e6a6edffe1ad80a70a52822/CINTA-GRAB-PLANA-60MM-2-RAMAIIS-VERDE-GOT-2,8T-X-1,5M>. Acesso em: 19 jun. 2022

64 – BS – British Standard. **BS EN 1492-1:2000+A1:2008**: Part 1: Flat woven webbing *Slings*, made of man-made fibres, for general purpose use. Brussels: BS, 2008. 40 p.

65 - BS – British Standard. **BS EN 1492-2:2000+A1:2008**: Part 2: Round *Slings* made of man-made fibres, for general purpose use. Brussels: BS, 2008. 40 p.

66 – SMEETS. P. **The use of high performance synthetic fibers in ropes for logging applications**. 2007. Austria.

67 - Produtos. **B2b Nowak**. Disponível em: <https://b2b.nowak.com.br/talhas-e-trolleys/talha-eletrica-cabo-de-aco/talha-eletrica-cabo-de-aco-com-trolley-2-ton-sansei-ref-99536>. Acesso em: 01 mai. 2022

68 – DAVIES. P; WELLER. S. **Testing of synthetic fibre ropes**. 2012. MereFic, França, 2012.

69 – Wartsila to provide thrusters for two Chinese wind farm turbine installation vessels. **Hellen Ics Shipping**. Disponível em: <https://www.hellenicshippingnews.com/wartsila-to-provide-THRUSTERS-for-two-chinese-wind-farm-turbine-installation-vessels/>. Acesso em: 12 jul, 2022

70 – 2^o Revolução Industrial. **UFPEL**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/projetoauxilia/files/2020/08/Geografia-Aula-3.pdf>. Acesso em: 14 jan, 2023.

71 – Terceira Revolução Industrial. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 14 jan, 2023.

72 - NR - Norma Regulamentadora. **NR 34**: CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, REPARAÇÃO E DESMONTE NAVAL. Rio de Janeiro, NR, 2017. 48 p.

73 - NR - Norma Regulamentadora. **NR 37**: SEGURANÇA E SAÚDE EM PLATAFORMAS DE PETRÓLEO. Rio de Janeiro, NR, 2018. 82 p.