PETROBRAS



APOSTILA DE TREINAMENTO
MÓDULOS BÁSICOS

N-2869

Coordenação

Antonio Martins Carrion Neto | Fabiano Costa da Silva | Francisco Thiago Rodrigues Almeida | Natália Jaeger Basso

Elaboração e diagramação

Caio Celso Beck Alves | João Pedro Bertolotti | Luan Carlos Santos Firmino

Revisão

Alexandre de Magalhaes Schoedler | Andre Braghini Ramalho | Andre Luis Lofrano de Oliveira | Antonio Martins Carrion Neto | Carlos Henrique de Jesus Puppim | Claudio Takaaki Yamagushi | Darks Kehrle Junior | Elinor Augusto do Amaral | Jefferson Dias Maestrelo | Lucas Cordeiro Goncalves | Marcio do Evangelho Gomes Natália Jaeger Basso | Sebastião Pedro Teixeira Tavares | Ronaldo Goncalves Cruz

1º Edição | 2026

Catalogação na Fonte
Esther Rocha de Souza – CRB-7 6909

A645 Apostila de treinamento de módulos básicos: N-2869. / Sertech Consultoria e Treinamentos... [et. al.]. – Rio de Janeiro : PETROBRAS, 2026.
257 p. : il. color. ; [recurso eletrônico].

ISBN 978-65-88763-40-7.

1. Movimentação de Cargas. 2. Petrobras N-2869.
3. Segurança Operacional. I. Sertech Consultoria e Treinamentos.

CDD 363.11

SUMÁRIO

Aprendizados sobre acidentes

1.1 Acidentes na movimentação de cargas 2
1.2 Responsabilidade e causas dos acidentes 4
1.3 Estudos de casos de acidentes 6
1.4 Correlação entre estatísticas e cultura de segurança 10

Operações de movimentação de cargas

2.1 A carga 17
2.1.1 Conhecendo a carga 18
2.1.2 Cargas típicas e atípicas 21
2.2 Introdução aos equipamentos de guindar 24
2.2.1 Evolução dos guindastes 24
2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação 26
2.3 Pessoas envolvidas na operação 29
2.3.1 Projetista de movimentação de cargas 31
2.3.2 Supervisor de movimentação de cargas 32
2.3.3 Operador do equipamento de elevação 33
2.3.4 Sinaleiro amarrador de cargas 34
2.4 Plano de comunicação 36
2.4.1 Objetivos do plano de comunicação 37
2.4.2 Métodos de comunicação 37
2.4.3 Teste de comunicação 38
2.5 Verificação de normas aplicáveis 40
2.5.1 Normas regulamentadoras (NRs) 40
2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT) 41
2.6 Classificação da movimentação de carga 43
2.7 Procedimentos de segurança 45
2.7.1 Análise de riscos 45
2.7.2 Isolamento da área 46
2.7.3 Checklist - antes de definir o equipamento 47

Planejamento Operacional

3.1 Introdução ao planejamento operacional 54
3.1.1 Envolvimento das pessoas 55
3.1.2 Gestão de riscos 56
3.1.3 Identificação de perigos e riscos do ambiente operacional 58
3.1.4 Avaliações e verificações prévias 60

Condições Operacionais e de Segurança

4.1 Avaliação das condições operacionais 70
4.1.1 Condições meteorológicas e oceanográficas 70
4.1.2 Terreno e condições do solo 72
4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais 74
4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área 77
4.1.5 Gerenciamento de riscos 80
4.1.6 Análise de acidentes e incidentes 84

Impacto de Condições Ambientais

5.1 Impacto do vento 91
5.1.1 Área vélica e a ação do vento sobre a carga 93
5.1.2 Escala de Beaufort 95
5.1.3 Efeito Venturi 97
5.1.4 O uso do anemômetro 99
5.1.5 A utilização da biruta 102
5.2 Impacto de temperaturas extremas e chuva 104
5.2.1 Impacto das condições oceanográficas 107
5.3 Descargas atmosféricas 108
5.4 Impacto da presença de obstáculos e pontos cegos 110
5.5 Impacto do nível de resistência do solo 112

Dispositivos e Acessórios

6.1 Introdução aos acessórios de movimentação de cargas. 120
6.2 Tipos de acessórios e dispositivos 121
6.2.1 Cinta de elevação 121
6.2.2 Linga de cabo de aço 128
6.2.3 Linga de corrente 134
6.2.4 Manilha 139
6.2.5 Gancho de içamento 146
6.2.6 Anel de carga (anelão) 149
6.2.7 Parafuso olhal de içamento 151
6.2.8 Outros acessórios e dispositivos 156

Engenharia de Equipamentos

7.1 O equipamento de guindar - conceitos e definições 163
7.2 Sistemas de transmissão e multiplicação de força 165
7.2.1 Sistema de polias 166
7.3 Sistema de alavanca 170
7.3.1 Classes de alavancas 171
7.4 Esforços mecânicos 173
7.5 Capacidade dos equipamentos e acessórios 177
7.5.1 Carga máxima de trabalho (CMT) 177

7.5.2 Fator de segurança 179
7.5.3 Tensão nos acessórios - efeito de ângulo 181
7.6 Características dos equipamentos 183
7.7 Manutenção e inspeção 186

Estática

8.1 Introdução à estática 194
8.1.1 Massa e peso 195
8.1.2 Forças e vetores 196
8.2 Equilíbrio de forças 199
8.3 Centro de gravidade (C.G) 201
8.3.1 Momento e estabilidade 203
8.3.2 Locação do centro de gravidade 206

Dinâmica

9.1 Introdução à dinâmica 213
9.2 Leis de Newton aplicadas à mecânica 215
9.2.1 Primeira Lei de Newton: princípio da inércia 216
9.2.2 Segunda Lei de Newton: força, massa e aceleração 218
9.2.3 Terceira Lei de Newton: ação e reação 219
9.2.4 Boas práticas relacionadas às leis de Newton 220
9.3 Trabalho mecânico 221
9.4 Energia potencial gravitacional 223
9.5 Energia cinética 224
9.6 Efeito pêndulo 227
9.7 Movimentos simultâneos 229
9.8 Controle dinâmico da carga 230

Segurança Meio Ambiente e Saúde

10.1 Posicionamento seguro durante a operação 237
10.2 Uso de equipamentos de proteção individual (EPI) 239
10.3 Proteção das mãos – uso do bastão balizador 240
10.4 Transporte manual de carga 241
10.5 Preparação para emergências 242
10.6 Organização, limpeza e meio ambiente 243
10.7 Diálogos diários de segurança (DDS) 245

Normas de referência

11.1 A importância das normas de referência 251
11.2 Normas nacionais 253
11.3 Normas estrangeiras e internacionais 255
11.4 Regras e procedimentos específicos do setor 257
Conclusão 263

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de prevenção de acidentes em movimentação de cargas 4
Tabela 2 – Exemplo de plano de comunicação para movimentação de cargas 36
Tabela 3 – Distâncias para redes e cabos de alta tensão 58
Tabela 4 – Exemplos da influência do vento em diferentes tipos de carga 93
Tabela 5 – Condições de operação do guindaste em função da velocidade do vento . 101
Tabela 6 – Relação entre a posição da biruta e a condição aproximada do vento 102
Tabela 7 – Capacidades de carga para cintas têxteis conforme a ABNT NBR 15637 ... 123
Tabela 8 – Carga máxima de trabalho para lingas de cabo de aço com alma de fibra.. 131
Tabela 9 – Carga máxima de trabalho para lingas de cabo de aço com alma de aço 132
Tabela 10 – Carga máxima de trabalho para lingas de corrente Graus 8 e 10 135
Tabela 11 – Carga máxima de trabalho para manilhas retas e curvas 142
Tabela 12 – Redução da CMT da manilha pelo ângulo de carregamento lateral 142
Tabela 13 – Dimensões e capacidade de carga do gancho com olhal 147
Tabela 14 – Dimensões e carga máxima de trabalho para parafusos-olhal 154
Tabela 15 - Fatores de segurança para acessórios de movimentação de cargas 179
Tabela 16 – Multiplicadores de tensão em função do ângulo da linga. 181
Tabela 17 – Comparativo das características dos principais tipos de guindastes 183

PETROBRAS



CAPÍTULO

1

Aprendizados sobre acidentes

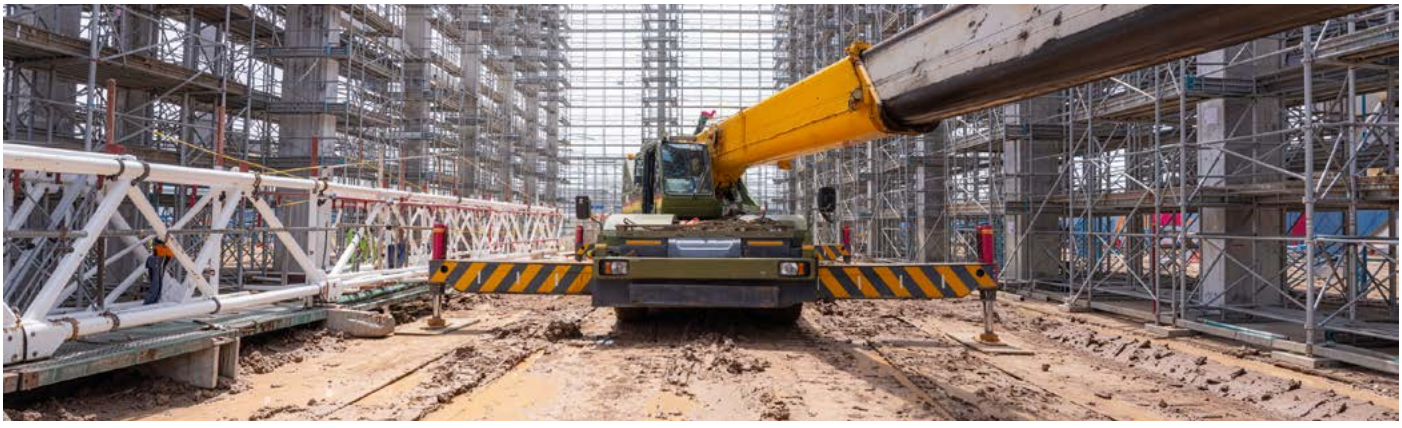
1.1 Acidentes na movimentação de cargas

Todos os dias, milhares de operações de movimentação de cargas são realizadas no Brasil e na Petrobras. A grande maioria dessas operações ocorre sem incidentes. No entanto, quando um acidente acontece, suas consequências podem ser severas, envolvendo danos materiais, interrupção das atividades, impactos ambientais e, principalmente, riscos à vida humana.

Além da compreensão dos acidentes já ocorridos, a segurança depende da capacidade da organização de aprender continuamente com desvios operacionais, acidentes, incidentes e boas práticas observadas nas atividades diárias. Esse processo de aprendizado fortalece os controles existentes e contribui para a melhoria contínua do desempenho em segurança na movimentação de cargas.

Estudos realizados na indústria de óleo e gás demonstram que a maioria dos acidentes não está associada a uma única falha isolada. Em geral, os eventos resultam da combinação de fatores humanos, técnicos, organizacionais, ambientais e operacionais, que interagem entre si e favorecem a ocorrência do acidente. Entre os fatores contribuintes mais frequentemente identificados após acidentes envolvendo movimentação de cargas, destacam-se:

- Planejamento da operação;
- Avaliação do peso da carga e posição do seu centro de gravidade;
- Seleção, utilização e inspeção dos acessórios de içamento;
- Comunicação entre operador, sinaleiro amarrador e demais integrantes da equipe;
- Condições ambientais, como ventos fortes, chuva intensa, descargas atmosféricas, baixa visibilidade e condições meteorológicas ou oceanográficas adversas em operações offshore;
- Condições da área de operação, incluindo características do terreno, piso, solo, convés, estrutura de apoio e capacidade de suporte para os esforços gerados durante a movimentação;
- Inspeções dos equipamentos, acessórios e dispositivos de segurança.



Por esse motivo, organizações com elevado desempenho em segurança não concentram seus esforços apenas na análise dos acidentes ocorridos. Elas analisam condições inseguras e incidentes, além de atuarem proativamente reforçando boas práticas e condições seguras de operação, entendendo que cada ocorrência representa uma oportunidade de aprendizado (Hollnagel, 2014).

A prevenção começa muito antes de a carga sair do chão. Ela começa no planejamento, na análise de riscos, na inspeção dos equipamentos, na capacitação das equipes e no comprometimento de cada profissional de todos os níveis da organização com a execução segura da atividade.



Reflexão

Quando um acidente acontece, muitas pessoas perguntam: "***Quem errou?***"

Porém, deveríamos fazer uma pergunta diferente: "***Quais sinais existiam antes do acidente e por que eles não foram percebidos?***"

Essa mudança de perspectiva é um dos fundamentos das organizações que buscam a excelência em segurança.

1.2 Responsabilidade e causas dos acidentes

Quando ocorre um acidente envolvendo movimentação de cargas, muitas vezes acredita-se que a causa pode ser atribuída a erro humano ou falha do equipamento. Entretanto, as investigações realizadas ao longo das últimas décadas demonstram uma realidade diferente: na maioria dos casos, os acidentes estão associados a uma combinação de fatores humanos, organizacionais, técnicos e operacionais.

As diretrizes da IOGP (International Association of Oil & Gas Producers) destacam que as operações de movimentação de cargas e içamento continuam entre as principais causas de fatalidades e incidentes graves em atividades industriais de alto risco. Apesar dos avanços tecnológicos e da ampla disponibilidade de normas e requisitos técnicos, os acidentes continuam ocorrendo devido, principalmente, a falhas relacionadas ao planejamento, à supervisão, à comunicação, à avaliação de riscos e à execução das atividades.

Em sua publicação Lifting and Hoisting Recommended Practice (IOGP Report 376), a IOGP identifica oito elementos essenciais para a prevenção de acidentes em operações de movimentação de cargas:

Tabela 1 – Fatores de prevenção de acidentes em movimentação de cargas

Gestão	Pessoas	Equipamentos e acessórios
Planejamento da atividade	**Capacitação** e **competência** das equipes	**Seleção** adequada dos equipamentos
Identificação de perigos e **avaliação de riscos**	**Comunicação** eficaz entre os envolvidos	**Inspeção e manutenção**
Controle e **supervisão** da operação		**Certificação** dos equipamentos
Definição clara de **responsabilidades**		

Fonte: IOGP, 2022.

Esses princípios demonstram que a segurança das operações depende muito mais da eficiência dos processos de gestão e da disciplina operacional do que exclusivamente da condição mecânica dos equipamentos. Embora a integridade dos equipamentos seja fundamental, a prevenção de acidentes requer planejamento adequado, tomada de decisão segura, supervisão efetiva e profissionais devidamente capacitados.

No contexto das operações com guindastes, dados apresentados pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) reforçam a influência dos fatores humanos e operacionais na ocorrência de acidentes.

A publicação da OSHA, intitulada *Regional emphasis program for cranes used in construction, general industry and maritime employment* (Regional Instruction CPL 04, 2021), referencia uma pesquisa realizada, em 2011, pelo *Crane Inspection & Certification Bureau* (CICB), segundo a qual:

- cerca de 80% dos tombamentos ou perdas de estabilidade foram atribuídos à operação acima da capacidade operacional do equipamento;
- 54% desses eventos ocorreram devido à realização de içamentos ou movimentações da lança sem que as patolas estivessem totalmente estendidas;
- 40% das vítimas foram atingidas por objetos, incluindo cargas suspensas descontroladas ou componentes do equipamento;
- 50% dos acidentes com guindastes que resultaram em lesões também resultaram em fatalidades.

Embora esses números evidenciem tendências observadas no estudo citado, acidentes complexos normalmente envolvem múltiplos fatores interagindo simultaneamente.

Os erros não se limitam à operação do equipamento. Eles podem ocorrer em diferentes níveis da organização, desde o planejamento da atividade até a execução final da movimentação. O acidente raramente é consequência de um único erro. Ele é o resultado de uma sequência de ações e decisões que se acumulam até que uma condição crítica seja atingida.

Por esse motivo, a segurança em operações de movimentação de cargas deve ser entendida como uma responsabilidade compartilhada. Operadores, sinaleiros amarradores, supervisores, planejadores e gestores possuem papéis fundamentais na prevenção dos acidentes.

Quando o profissional compreende sua responsabilidade dentro do sistema, as barreiras de proteção tornam-se mais robustas e a probabilidade de ocorrência de um acidente diminui significativamente.

Reflexão

Imagine que um guindaste tombou durante uma operação.

O operador calculou corretamente a manobra, o sinaleiro amarrador utilizou os sinais adequados, a carga estava corretamente amarrada, mas o peso informado no planejamento estava incorreto.

Nesse caso, quem causou o acidente?

A resposta mais importante talvez seja outra: Como o sistema permitiu que uma informação incorreta chegasse até a operação sem ser identificada?

Organizações com culturas de segurança maduras procuram compreender e fortalecer as barreiras que impedem que erros se transformem em acidentes.

1.3 Estudos de casos de acidentes

Na área da movimentação de cargas, cada acidente deixa marcas que vão muito além dos danos materiais. Uma carga que cai, um guindaste que tomba ou um trabalhador que é atingido representam situações que afetam pessoas, famílias, empresas e comunidades inteiras. O estudo de acidentes é uma ferramenta valiosa para a prevenção.

Analisar eventos reais permite compreender como os acidentes ocorreram, quais fatores contribuíram para sua ocorrência e quais medidas poderiam ter sido adotadas para preveni-los.

Segundo a literatura de segurança, os acidentes são consequência de uma combinação de fatores técnicos, operacionais, organizacionais e humanos que se desenvolvem ao longo do tempo até culminarem em um evento indesejado. Ao estudar acidentes reais, o profissional desenvolve a capacidade de identificar sinais de alerta, reconhecer situações de risco e compreender a importância das barreiras de segurança existentes em uma operação.

Além disso, os estudos de caso aproximam a teoria da realidade, demonstrando como conceitos aparentemente simples, como planejamento, comunicação, manutenção e inspeção, podem fazer a diferença para uma operação segura.

Outra vantagem dos estudos de caso é a possibilidade de aprender com o que aconteceu, representando uma oportunidade de aprendizado compartilhado. O objetivo não é encontrar culpados, mas compreender os fatores contribuintes, fortalecer os controles existentes e evitar que eventos semelhantes voltem a ocorrer.

Na sequência deste capítulo serão apresentados três casos adaptados para fins didáticos envolvendo movimentação de cargas. O primeiro caso é sobre uma falha técnica, o segundo sobre uma falha operacional e o terceiro sobre uma falha de comunicação. Durante a análise, procure observar não apenas o que aconteceu, mas principalmente:

- Quais riscos estavam presentes;
- Quais sinais de alerta poderiam ter sido identificados;
- Quais barreiras de segurança falharam;
- Quais decisões contribuíram para o acidente;
- O que poderia ter sido feito de forma diferente.

Tão importante quanto conhecer o acidente é compreender e aplicar as lições que ele deixou.

Caso 1 — Ruptura da cinta devido a corte em quina viva

O que aconteceu?

Durante a movimentação de uma estrutura metálica, a equipe optou por utilizar cintas sintéticas para o içamento da carga. Embora a peça apresentasse arestas vivas e superfícies cortantes, não foram utilizados protetores de quina.

Nos primeiros instantes do içamento, a carga foi suspensa normalmente. Entretanto, durante a operação, a cinta sofreu um corte provocado pelo contato direto com a quina da estrutura e rompeu de forma repentina. A carga caiu ao solo, causando danos materiais significativos e interrompendo a operação.

O que deu errado?

A investigação identificou que a cinta utilizada possuía capacidade adequada para o peso da carga. O problema não estava na resistência da cinta, mas na ausência de proteção contra as quinas vivas. A equipe concentrou sua atenção apenas na capacidade de carga do acessório e não avaliou adequadamente as características da superfície em contato com a cinta.

Consequências

- Queda da carga;
- Danos ao material movimentado;
- Possíveis lesões graves ou fatais caso houvesse pessoas na zona de risco;
- Paralisação da atividade.

Lições aprendidas

- A capacidade nominal da cinta não elimina o risco de corte;
- Quinas vivas exigem proteção adequada;
- A inspeção da carga é tão importante quanto a inspeção do acessório;
- Nenhuma pessoa deve permanecer sob ou próxima da carga suspensa.

Perguntas para discussão

1. Quais sinais ou características da carga indicavam risco de corte da cinta durante o içamento?
2. Quais medidas de controle poderiam ter sido implementadas para eliminar ou reduzir esse risco antes do início da movimentação?
3. Quais barreiras poderiam ter identificado ou controlado o risco de corte da cinta antes do início do içamento?

Caso 2 — Alteração do raio operacional com perda de estabilidade do guindaste

O que aconteceu?

Uma operação de içamento havia sido previamente planejada e possuía plano de movimentação de carga aprovado. Durante a execução, o operador excedeu a configuração planejada para o guindaste, aumentando o raio operacional em dois metros. Ao aumentar o raio operacional além da condição prevista no planejamento, a capacidade disponível do guindaste foi reduzida.

Poucos instantes depois, o equipamento começou a perder estabilidade, levantando parcialmente as patolas dianteiras. A operação foi interrompida antes do tombamento completo.

O que deu errado?

A análise demonstrou que o plano de movimentação estava correto. O fator determinante foi a alteração das condições operacionais sem uma nova avaliação da capacidade do equipamento. Muitos acidentes acontecem porque pequenas alterações parecem insignificantes. No entanto, em guindastes, um pequeno aumento de raio pode representar uma grande redução da capacidade de carga.

Consequências

- Risco de tombamento do equipamento;
- Possível queda da carga;
- Danos estruturais ao guindaste;
- Potencial de múltiplas vítimas.

Lições aprendidas

- O plano de movimentação deve ser seguido integralmente;
- Alterações operacionais exigem nova avaliação;
- O raio operacional é um dos fatores que mais influenciam a estabilidade;
- Atalhos aparentemente simples podem gerar consequências graves.

Perguntas para discussão

1. Quais controles previstos no planejamento deixaram de ser observados durante a execução da atividade?
2. O que deveria ser avaliado antes de alterar as condições originalmente previstas para a operação?
3. Quais barreiras poderiam ter impedido que a alteração do raio operacional evoluísse para uma condição de perda de estabilidade?

Caso 3 — Falha de sinalização e interpretação equivocada do gesto

O que aconteceu?

Durante uma operação de posicionamento de carga próxima a uma estrutura industrial, o operador aguardava orientações do sinaleiro amarrador para prosseguir com a movimentação.

Após a conclusão de uma etapa da manobra, um trabalhador próximo à área realizou um gesto de "joia" (polegar levantado), indicando informalmente que tudo estava bem.

O operador interpretou equivocadamente o gesto como um comando operacional para elevar a lança. A movimentação ocorreu sem confirmação do sinaleiro amarrador responsável e resultou na colisão da lança contra uma estrutura existente.

O que deu errado?

A investigação concluiu que o gesto utilizado não fazia parte do sistema padronizado de sinalização. Além disso, houve falha no controle da comunicação da operação, permitindo interferências de pessoas não autorizadas. Em atividades de movimentação de cargas, apenas os sinais padronizados e emitidos pelo sinaleiro amarrador designado devem ser considerados pelo operador.

Consequências

- Colisão da lança com estrutura fixa;
- Danos materiais;
- Possível queda de carga;
- Risco de lesões graves aos trabalhadores próximos.

Lições aprendidas

- Sinais informais não devem ser utilizados durante operações;
- O operador deve responder apenas aos comandos do sinaleiro amarrador designado;
- Comunicação padronizada reduz interpretações equivocadas;
- Qualquer dúvida deve resultar na interrupção imediata da manobra.

Perguntas para discussão

1. O operador deveria ter executado a movimentação?
2. Quais elementos da comunicação contribuíram para a ocorrência do acidente?
3. Como a equipe poderia evitar interferências na comunicação durante a movimentação da carga?
4. Quais barreiras poderiam ter impedido que um sinal não autorizado influenciasse a operação?

1.4 Correlação entre estatísticas e cultura de segurança

Após analisar estatísticas e causas de acidentes, surge uma pergunta importante: Por que algumas organizações apresentam índices de acidentes significativamente menores do que outras, mesmo realizando atividades semelhantes? A resposta está, em grande parte, na cultura de segurança desenvolvida dentro da organização.

Cultura de segurança pode ser entendida como o conjunto de valores, comportamentos, atitudes e práticas que influenciam a forma como as pessoas percebem e gerenciam os riscos presentes em suas atividades. Em outras palavras, ela representa a maneira como a segurança é tratada no dia a dia, especialmente quando ninguém está observando.

Organizações com cultura de segurança fortalecida incentivam comportamentos preventivos, como:

- Planejamento adequado das atividades;
- Cumprimento dos procedimentos estabelecidos;
- Comunicação clara entre os membros da equipe;
- Identificação e tratamento de riscos;
- Realização de inspeções e verificações;
- Relato de desvios, incidentes e oportunidades de melhoria.

Nessas organizações, a segurança deixa de ser obrigação e passa a fazer parte da rotina operacional. Diversos estudos demonstram que empresas com culturas de segurança mais maduras apresentam menores índices de acidentes, maior confiabilidade operacional e melhor desempenho geral. Isso ocorre porque os problemas são identificados e corrigidos antes que evoluam para eventos mais graves.

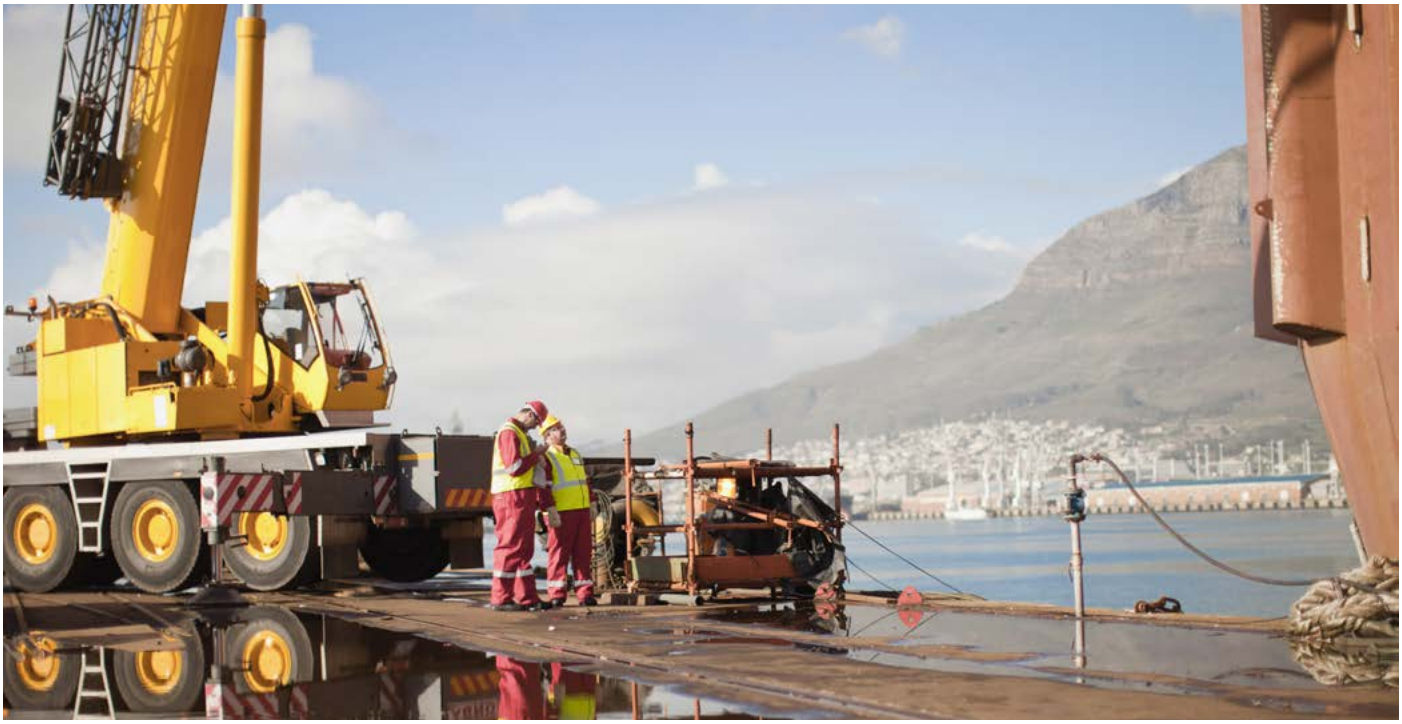
Na movimentação de cargas, a cultura de segurança pode ser percebida em atitudes aparentemente simples:

- Conferir a capacidade dos acessórios antes do uso;
- Respeitar os limites operacionais dos equipamentos;
- Interromper uma atividade diante de uma condição insegura;
- Solicitar esclarecimentos quando houver dúvidas;
- Recusar atalhos que comprometam a segurança.

Embora essas ações pareçam pequenas de forma isolada, elas representam barreiras fundamentais para a prevenção de acidentes. As estatísticas mostram onde os acidentes aconteceram, a cultura de segurança determina se eles voltarão a acontecer.

Você sabia?

As organizações mais seguras do mundo não são aquelas que nunca cometem erros. São aquelas que conseguem identificar, comunicar e corrigir seus erros antes que eles produzam consequências graves.



Reflexão

Imagine duas equipes realizando exatamente a mesma operação de içamento.

Ambas possuem o mesmo guindaste, os mesmos acessórios e o mesmo plano de movimentação.

A diferença é que uma equipe incentiva a comunicação, respeita os procedimentos e interrompe a atividade sempre que identifica uma condição insegura.

A outra prefere improvisar, acelerar etapas e ignorar pequenos desvios.

Qual delas possui maior probabilidade de concluir a operação sem acidentes?

A segurança raramente é resultado da sorte.

Ela é consequência das escolhas feitas diariamente por cada integrante da equipe.

01 O que você precisa SABER!



- Acidentes normalmente resultam da combinação de múltiplos fatores e não de uma única falha;
- Desvios e incidentes são fontes importantes de aprendizado;
- A cultura de segurança organizacional influencia diretamente os resultados das operações;
- A prevenção começa antes da atividade, por meio do planejamento e controle dos riscos;
- O aprendizado organizacional fortalece os controles e reduz chances de recorrência de acidentes.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Sinais de alerta que podem anteceder um acidente;
- Falhas de comunicação durante as operações;
- Desvios em relação aos procedimentos estabelecidos;
- Fragilidades nas barreiras de segurança existentes;
- Oportunidades de melhoria identificadas durante as atividades rotineiras.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Participar das análises de riscos e discussões de segurança;
- Comunicar desvios, incidentes e condições inseguras;
- Respeitar os procedimentos estabelecidos para a atividade;
- Garantir que o pessoal não autorizado fique fora da área isolada e garantir que o pessoal autorizado fique fora da área de influência da carga, não fique sob a carga, não fique no caminho e não fique entre a carga e um obstáculo;
- Interromper a operação diante de condições que não possam ser controladas adequadamente;
- Compartilhar lições aprendidas e contribuir para o aprendizado coletivo da equipe.

Exercícios de Fixação:

1. Segundo os conceitos apresentados neste capítulo, qual alternativa melhor representa a forma como acidentes normalmente ocorrem?

a) São causados exclusivamente por falhas mecânicas.
b) São resultado de uma única decisão incorreta.
c) São consequência da interação entre fatores técnicos, organizacionais, humanos e operacionais.
d) Ocorrem apenas quando os procedimentos não existem.

2. Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) Incidentes podem fornecer informações importantes para a prevenção de acidentes futuros.
( ) A investigação de acidentes deve ter como principal objetivo identificar culpados.
( ) Barreiras de segurança podem ser técnicas, organizacionais ou operacionais.
( ) O aprendizado organizacional depende apenas da análise de acidentes com consequências graves.

3. No caso 2, qual foi o principal fator que desencadeou a condição de perda de estabilidade do guindaste?

a) Ruptura de acessório.
b) Alteração das condições operacionais sem nova avaliação.
c) Falha do sistema hidráulico.
d) Condição climática adversa.

4. Durante uma movimentação de carga, um integrante da equipe percebe que um acessório não corresponde ao especificado no planejamento da atividade. Qual deve ser a atitude mais adequada?

a) Prosseguir a operação para evitar atraso.
b) Solicitar autorização verbal e continuar.
c) Interromper a atividade e reavaliar as condições da operação.
d) Continuar apenas se a carga for leve.

5. Pense em uma atividade de movimentação de cargas que você já executou ou observou. Identifique:

- um perigo presente na atividade;
- uma barreira utilizada para controlar esse perigo;
- uma oportunidade de melhoria que poderia fortalecer a segurança da operação.

Referências Bibliográficas:

Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate Publishing.

International Association of Oil & Gas Producers. (2022). *Lifting and hoisting recommended practice* (IOGP Report 376).

Occupational Safety and Health Administration. (2021). R*egional emphasis program for cranes used in construction, general industry and maritime employment* (Regional Instruction CPL 04). U.S. Department of Labor.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

2

Operações de movimentação de cargas

2.1 A carga

Para fins deste curso, considera-se movimentação de cargas o deslocamento de equipamentos e materiais em geral, em sentido vertical, horizontal ou combinado, com o emprego de equipamentos, tais como guindastes, empilhadeiras, pontes rolantes, talhas, pórticos, SPMTs e demais sistemas específicos. Conforme os critérios estabelecidos na N-2869, essas operações podem ser classificadas como rotineiras ou não rotineiras e, de acordo com suas condições de execução, como críticas.

Em uma operação de movimentação de cargas, é comum que as atenções se concentrem no equipamento, no operador ou nos acessórios de movimentação de carga; entretanto, todos esses elementos possuem um objetivo em comum: movimentar uma carga de forma segura. Por esse motivo, a carga deve ser considerada a personagem principal da operação.

Antes de selecionar um equipamento, definir acessórios, elaborar um plano de movimentação, isolar a área ou iniciar qualquer içamento, é necessário compreender as características da carga que será movimentada.

Uma avaliação inadequada da carga pode causar diversos problemas operacionais, incluindo seleção incorreta de acessórios, distribuição inadequada dos esforços, perda de estabilidade, danos ao material movimentado e acidentes graves.

Conhecer uma carga vai muito além de saber seu peso: é necessário compreender suas dimensões, geometria, pontos de pega, fragilidades, comportamento durante a movimentação e requisitos de proteção.

Quanto melhor a equipe conhecer a carga, maior será a sua capacidade de planejar uma operação segura e eficiente.

⚠ Atenção

Muitos acidentes têm origem em informações incompletas ou incorretas sobre a carga, suas características, limitações ou comportamento durante a movimentação.

Não é apenas o peso que importa, pois uma carga leve pode ser mais perigosa do que uma pesada para a operação de içamento, dependendo de sua geometria, ponto de pega, centro de gravidade, fragilidade ou deslocamento interno.

2.1.1 Conhecendo a carga

Toda operação de movimentação de cargas começa pela análise da carga que será movimentada. Antes de selecionar um equipamento, definir acessórios de içamento ou elaborar um plano de movimentação, é fundamental compreender as características físicas e operacionais da carga (Peurifoy et al., 2018).

Informações incompletas ou incorretas sobre a carga podem comprometer a segurança do içamento. Peso desconhecido, pontos de pega inadequados, centro de gravidade mal identificado ou fragilidades não avaliadas são exemplos de situações que podem comprometer a segurança da operação.

Por esse motivo, conhecer a carga é uma das primeiras etapas do planejamento e uma responsabilidade compartilhada entre os profissionais envolvidos na atividade.

Dimensões e volume

As dimensões da carga influenciam diretamente a forma como ela será movimentada. Comprimento, largura, altura e volume podem determinar restrições de espaço, interferências com estruturas próximas, necessidade de isolamento de áreas e até mesmo o tipo de equipamento que será utilizado.

Além disso, a geometria da carga influencia diretamente na exposição ao vento, aumentando os esforços aplicados durante o içamento e dificultando o controle da movimentação.

É importante lembrar que tamanho e peso não são a mesma coisa. Uma carga pode ser relativamente leve, mas ocupar grandes dimensões, exigindo cuidados especiais durante a operação.

Pontos de pega

Os pontos de pega são locais destinados à conexão dos acessórios e dispositivos utilizados na movimentação da carga. Quando adequadamente projetados e posicionados, permitem a transmissão dos esforços durante o içamento e contribuem para a estabilidade da carga. A utilização de pontos improvisados ou não dimensionados para os esforços envolvidos pode provocar deformações, danos estruturais ou até mesmo a queda da carga.

Quando a carga possuir pontos de pega especificamente projetados para o içamento, estes devem ser utilizados de acordo com as condições previstas para a operação, considerando sua capacidade, direção de carregamento e posição em relação ao centro de gravidade (Rossnagel, 1957).

Fragilidades da carga

Nem toda carga possui a mesma resistência mecânica. Algumas podem apresentar superfícies sensíveis, revestimentos especiais, componentes frágeis ou estruturas suscetíveis à deformação. Equipamentos pintados, vasos de pressão, tubulações revestidas, transformadores, painéis elétricos e componentes eletrônicos são exemplos de cargas que exigem cuidados adicionais.

Em determinadas situações, o dano causado por uma movimentação inadequada pode gerar prejuízos superiores ao valor do próprio içamento.

Comportamento da carga

Uma das análises mais importantes consiste em compreender como a carga poderá se comportar durante a movimentação.

Algumas cargas apresentam tendência à inclinação, rotação ou balanço. Outras possuem formatos irregulares ou centros de gravidade deslocados, tornando seu comportamento menos previsível.

Também existem cargas que contêm líquidos, materiais granulados ou componentes móveis, capazes de alterar a distribuição de peso durante a operação.

Antecipar esses comportamentos permite selecionar corretamente os acessórios, definir os pontos de pega adequados e reduzir a possibilidade de movimentos inesperados.



Proteções da carga

Dependendo das características da peça, pode ser necessário utilizar protetores de quina, mantas, calços, espaçadores ou outros dispositivos destinados a evitar danos causados pelo contato com os acessórios de movimentação.

Essas proteções também contribuem para aumentar a vida útil dos acessórios, reduzindo riscos de cortes em cintas sintéticas, desgaste prematuro e falhas durante a operação.

Nesse contexto, a ABNT NBR 15637-1 (2023, item B.3.2.4) estabelece: "*não utilizar cintas nos casos quando houver arestas e superfícies cortantes e abrasivas, seja da carga ou do equipamento de elevação, sem as devidas proteções na cinta*".

Considerações finais

Conhecer a carga significa compreender muito mais do que seu peso.

Uma análise adequada deve considerar suas dimensões, pontos de pega, fragilidades, comportamento e necessidades de proteção. Quanto maior for o conhecimento sobre a carga, maior será a capacidade da equipe de planejar uma operação segura, eficiente e compatível com os riscos envolvidos.

Reflexão

Antes de movimentar qualquer carga, pergunte-se:

Se esta carga se comportar de forma diferente do esperado, eu saberei identificar o motivo?

A resposta para essa pergunta depende diretamente da qualidade da análise realizada antes do início da operação.

2.1.2 Cargas típicas e atípicas

Durante as operações de movimentação, cargas diferentes podem apresentar diferentes complexidades. Algumas possuem características previsíveis e facilitam o planejamento do içamento; outras exigem estudos adicionais, maior controle operacional e cuidados específicos para garantir a segurança da atividade.

Por esse motivo, as cargas podem ser classificadas como típicas ou atípicas (especiais). Essa classificação auxilia na identificação dos riscos envolvidos e na definição do nível de planejamento necessário para a operação.

Carga típica

Uma carga típica é aquela que apresenta características conhecidas e previsíveis, permitindo uma análise mais simples de sua movimentação.

De forma geral, trata-se de uma carga com geometria regular, centro de gravidade conhecido e pontos de fixação adequadamente projetados para o içamento.

As principais características de uma carga típica são:

- Geometria conhecida e bem definida;
- Distribuição uniforme ou previsível do peso;
- Centro de gravidade conhecido ou previsível;
- Pontos de pega ou fixação instalados para elevação;
- Comportamento previsível durante a movimentação.

São exemplos de cargas típicas:

- Contêineres vazios;
- Equipamentos fornecidos com olhais de içamento;
- Estruturas metálicas projetadas para transporte;
- Transformadores com pontos de pega definidos;
- Equipamentos industriais acompanhados de instruções de movimentação.

As cargas típicas também exigem planejamento, inspeção pré-uso da máquina e dos acessórios de movimentação de carga e controle dos riscos operacionais.

Carga atípica ou especial

As cargas atípicas, também conhecidas como cargas especiais, apresentam características que aumentam a complexidade da movimentação e exigem análises adicionais.

São cargas que apresentam características especiais relacionadas às suas dimensões, geometria, distribuição de peso, posicionamento do centro de gravidade, acondicionamento ou método de movimentação, exigindo avaliações e controles adicionais para execução segura da operação.

Uma carga pode ser considerada atípica quando apresenta pelo menos uma das seguintes características:

a) Dimensões que possam dificultar o trajeto da carga ou seu posicionamento e retirada em espaços restritos;

b) Forma irregular ou complexa, com distribuição irregular de peso;

c) Pontos de fixação localizados abaixo do centro de gravidade;

d) Ausência de pontos de fixação definidos ou instalados, exigindo avaliação específica para definição da forma segura de conexão e sustentação da carga;

e) Centro de gravidade desconhecido, deslocado ou de difícil determinação.

São exemplos comuns de cargas atípicas:

- Estruturas metálicas de geometria irregular;
- Vasos de processo com componentes, conexões e geometria complexa;
- Cargas com líquidos ou materiais internos sujeitos a movimentação.



Por que essa classificação é importante?

A identificação correta do tipo de carga permite avaliar o nível de risco da operação e determinar a necessidade de estudos complementares.

Dependendo do tipo de movimentação (rotineira, não rotineira ou crítica), as cargas típicas podem ser movimentadas com base em procedimentos operacionais e análises de risco, por exemplo.

Já as cargas atípicas exigem medidas adicionais, como reuniões de planejamento, plano de comunicação específico, permissão de trabalho e outros controles necessários.

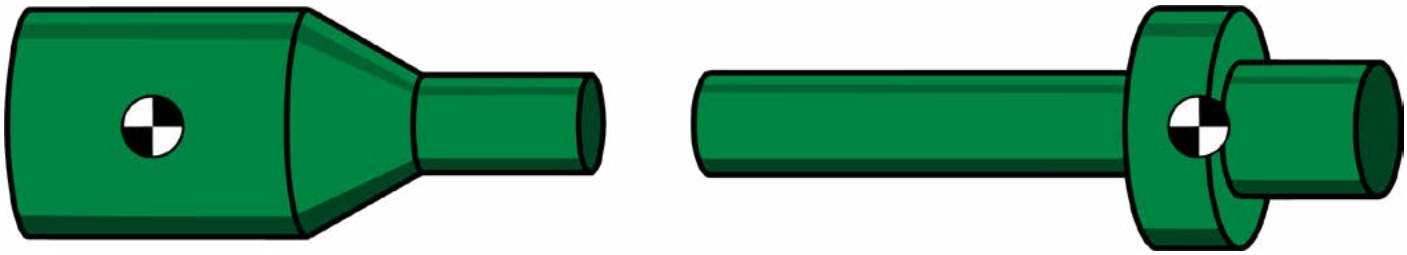
Quanto mais complexa a operação, mais requisitos de segurança devem ser aplicados.

Você sabia?

Duas cargas podem possuir exatamente o mesmo peso e exigir estratégias de movimentação completamente diferentes.

Em muitos casos, a geometria da carga e a posição do centro de gravidade influenciam mais a complexidade da operação do que o próprio peso.

Abaixo temos duas imagens com o mesmo peso. O que muda nelas é a geometria e a posição do centro de gravidade, portanto, ao realizar o içamento o fator peso não é o único ponto de atenção.



Reflexão

Imagine duas cargas com 10 toneladas.

A primeira é um contêiner com quatro pontos de pega definidos.

A segunda é uma estrutura irregular, sem pontos de fixação e com centro de gravidade desconhecido.

Qual delas apresenta maior risco durante a movimentação? O peso é o mesmo, o desafio operacional não.

2.2 Introdução aos equipamentos de guindar

Os equipamentos de guindar são máquinas projetadas para elevar, movimentar e posicionar cargas de forma segura e controlada. Eles estão presentes em diversos setores, como construção civil, indústrias, refinarias, estaleiros e operações offshore.

Ao longo da história, a necessidade de movimentar materiais cada vez maiores levou ao desenvolvimento de diferentes mecanismos e equipamentos. O que começou com ferramentas simples, como alavancas e polias, evoluiu para os modernos guindastes utilizados atualmente.

Compreender essa evolução ajuda a entender como as operações de movimentação de cargas se tornaram mais seguras, eficientes e capazes de atender às exigências da indústria moderna.

2.2.1 Evolução dos guindastes

A movimentação de cargas acompanha a humanidade desde as primeiras civilizações.

Antiguidade

Os primeiros sistemas de movimentação utilizavam princípios mecânicos simples, como alavancas, rampas e polias, permitindo a construção de grandes obras e a movimentação de materiais pesados.

Idade Média

Os sistemas de elevação passaram a ser utilizados em castelos, catedrais, portos e outras construções, ampliando a capacidade de movimentação de cargas por meio de estruturas e mecanismos cada vez mais eficientes.

Revolução Industrial

O surgimento das máquinas a vapor marcou uma importante evolução, permitindo a movimentação de cargas maiores com menor dependência da força humana. Foi o início da mecanização dos equipamentos de elevação.

Século XX

O desenvolvimento dos motores a combustão, dos sistemas hidráulicos e da indústria siderúrgica possibilitou o surgimento dos guindastes modernos, com maior capacidade de carga, mobilidade e segurança.

Atualidade

Os equipamentos de guindar atuais incorporam recursos hidráulicos, eletrônicos e computacionais que ampliam a capacidade de controle e monitoramento das operações. Sistemas embarcados, sensores, limitadores e indicadores fornecem ao operador informações sobre parâmetros relacionados à configuração, capacidade e condições de operação do equipamento.

Apesar da evolução tecnológica, os princípios fundamentais de funcionamento dos guindastes permanecem essencialmente os mesmos. Anderson (2013) descreve entre seus elementos fundamentais a estrutura da lança, os sistemas de sustentação e içamento, o contrapeso, a superestrutura e os mecanismos responsáveis pela movimentação e transmissão dos esforços. A tecnologia moderna aprimorou significativamente o controle desses elementos, mas não alterou os princípios físicos relacionados ao equilíbrio, momento, resistência estrutural e estabilidade.

Cada guindaste possui capacidades, limitações e requisitos operacionais próprios, definidos em função de sua configuração e das condições de utilização. Por isso, os recursos tecnológicos devem ser compreendidos como ferramentas de apoio à operação, e não como substitutos do conhecimento técnico, do planejamento e do cumprimento das especificações do fabricante.



2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

Na Petrobras você pode encontrar os seguintes equipamentos:

Equipamentos de movimentação motorizados

- **Guinchos:** Equipamentos destinados à tração ou movimentação de cargas por meio do enrolamento de cabo em um tambor. Dependendo de sua configuração e finalidade, podem ser utilizados para tração horizontal ou elevação de cargas.
- **Talhas com acionamento motorizado:** Equipamentos destinados à elevação e descida de cargas, acionados por motor elétrico, pneumático ou hidráulico. Podem ser instalados em pontos fixos ou associados a troles para permitir também o deslocamento horizontal da carga.
- **Pontes rolantes:** Equipamentos utilizados para elevar e deslocar cargas dentro de uma área delimitada, constituídos normalmente por uma ou mais vigas que se movimentam sobre caminhos de rolamento elevados, com sistema de elevação instalado sobre a ponte.
- **Pórticos e semipórticos motorizados:** Equipamentos destinados à elevação e movimentação de cargas, semelhantes funcionalmente às pontes rolantes. Nos pórticos, a estrutura é sustentada por pernas que se deslocam sobre caminhos de rolamento; nos semipórticos, parte da estrutura se apoia no nível do piso e parte em uma estrutura elevada.
- **Turcos de serviço motorizados:** Equipamentos dotados de braço ou lança, geralmente pivotante, utilizados para elevar e movimentar cargas em uma área de alcance limitada. O acionamento dos movimentos pode ocorrer por sistemas elétricos, hidráulicos ou outros meios motorizados.
- **Turcos de salvatagem:** Equipamentos destinados ao lançamento e recolhimento de embarcações e dispositivos de salvatagem, como botes e balsas, possuindo características construtivas e requisitos específicos relacionados à sua finalidade.
- **Empilhadeiras:** Equipamentos autopropelidos utilizados para elevar, transportar e posicionar cargas, normalmente por meio de garfos ou implementos acoplados a um sistema de elevação. Sua capacidade varia em função da configuração do equipamento e das características da carga.
- **Caminhões poliguindastes:** Veículos equipados com sistema hidráulico destinado principalmente ao carregamento, descarregamento e transporte de caçambas ou recipientes intercambiáveis, permitindo sua movimentação entre o solo e o veículo.
- **Gruas:** Guindastes caracterizados por uma estrutura elevada e lança destinada à elevação e movimentação de cargas, proporcionando grandes alturas e alcances horizontais. Podem apresentar diferentes configurações construtivas e sistemas de montagem.

- **Guindastes terrestres:** Equipamentos destinados à elevação e movimentação de cargas por meio de sistema de içamento e lança, com capacidade de movimentar a carga dentro de determinada área de alcance. Podem possuir lança telescópica ou treliçada e ser montados sobre pneus, esteiras ou outras bases.
- **Guindaste hidráulico articulado:** Equipamento instalado sobre veículo e dotado de lança articulada, normalmente acionada hidraulicamente, utilizado para elevar, movimentar, carregar e descarregar cargas dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante.
- **Guindastes offshore:** Equipamentos projetados para operações de elevação e movimentação de cargas em instalações marítimas. Podem realizar movimentações a bordo ou entre a unidade offshore e embarcações, estando sujeitos a condições específicas relacionadas ao ambiente marítimo e aos movimentos relativos entre as unidades.

Equipamentos de movimentação não motorizados

- **Talhas com acionamento manual:** Equipamentos destinados à elevação e descida de cargas por meio da força aplicada pelo operador, normalmente utilizando corrente de acionamento ou alavanca. Podem ser instaladas em pontos fixos ou associadas a troles para permitir o deslocamento da carga.
- **Talha manual para elevação simples:** Configuração em que uma única talha manual é utilizada para elevar, baixar ou posicionar uma carga, respeitando sua capacidade nominal, forma de instalação e condições de utilização estabelecidas pelo fabricante.
- **Elevação com múltiplas talhas (elevação em tandem):** Configuração de movimentação em que duas ou mais talhas atuam simultaneamente sobre uma mesma carga. Requer controle da distribuição dos esforços e coordenação dos movimentos, evitando sobrecarga dos equipamentos e instabilidade da carga.
- **Guincho de alavanca:** Equipamento portátil de acionamento manual, operado por meio de alavanca, utilizado para tracionar, tensionar ou movimentar cargas. Quando projetado e especificado para essa finalidade, também pode ser utilizado para elevação.
- **Turcos de serviço manuais:** Equipamentos dotados de braço ou lança, geralmente pivotante, utilizados para elevar e movimentar cargas em uma área de alcance limitada, com acionamento realizado manualmente por meio de guincho, talha ou mecanismo equivalente.
- **Macacos hidráulicos:** Equipamentos que utilizam pressão hidráulica para produzir força e deslocamento, empregados principalmente na elevação, sustentação ou posicionamento de cargas em pequenos percursos. Devem ser utilizados sobre superfícies e pontos de apoio compatíveis com os esforços envolvidos.

- **Guinchos hidráulicos "girafa":** Equipamentos móveis dotados de estrutura, lança e sistema hidráulico de elevação, utilizados para elevar e posicionar cargas em pequenas alturas e distâncias, principalmente em atividades de manutenção e montagem.

Estruturas para elevação de carga

- **Pórticos móveis:** Estruturas destinadas à sustentação de equipamentos de elevação, como talhas, permitindo elevar e movimentar cargas em uma área determinada. Possuem estrutura apoiada no piso e podem ser deslocados conforme sua configuração e as orientações do fabricante.
- **Pórticos portáteis e desmontáveis:** Estruturas de elevação projetadas para facilitar o transporte, a montagem e a desmontagem em diferentes locais de trabalho. São utilizadas como pontos de sustentação para talhas ou outros equipamentos de elevação, respeitando sua capacidade e configuração de montagem.
- **Monovias e troles:** Sistemas utilizados para o deslocamento de cargas ao longo de um percurso definido. A monovia constitui o caminho de rolamento, enquanto o trole se desloca sobre ou sob essa estrutura e pode sustentar uma talha ou outro equipamento de elevação.
- **Paus-de-carga:** Estruturas constituídas por uma lança articulada ou apoiada em sua base e estabilizada por cabos, tirantes ou outros elementos, utilizadas em conjunto com sistemas de içamento para elevar e movimentar cargas dentro de uma área de alcance determinada.

⚠ Atenção

Cada equipamento de movimentação e elevação possui características próprias. Por isso, é fundamental consultar sempre o manual do fabricante, a tabela de carga e a documentação técnica aplicável antes de iniciar qualquer operação.

2.3 Pessoas envolvidas na operação

Após conhecer a carga, analisar suas características e selecionar o equipamento mais adequado para a operação, é fundamental definir as pessoas que participarão da atividade.

A movimentação de cargas é uma atividade coletiva. O sucesso da operação depende não apenas da capacidade do equipamento, mas também da atuação coordenada dos profissionais envolvidos em cada etapa do trabalho.

Uma operação segura exige que todos compreendam claramente suas responsabilidades, seus limites de atuação e a forma como devem se comunicar durante a execução das atividades.

A definição inadequada de responsabilidades pode gerar falhas de comunicação, conflitos de autoridade, decisões equivocadas e, consequentemente, acidentes.

Por que definir responsabilidades?

A definição prévia dos papéis permite:

- Evitar dúvidas durante a operação;
- Melhorar a comunicação entre os envolvidos;
- Reduzir falhas humanas;
- Facilitar a tomada de decisões;
- Aumentar a segurança operacional;
- Contribuir para o cumprimento dos procedimentos estabelecidos.

Em operações de movimentação de cargas, especialmente aquelas de maior complexidade, cada profissional possui atribuições específicas e complementares.

Principais profissionais envolvidos

- Operador do equipamento;
- Sinaleiro amarrador de cargas;
- Supervisor de movimentação de cargas;
- Projetista ou planejador de içamento;
- Equipe de apoio.

Dependendo da atividade, outros profissionais podem participar da operação:

- Técnicos de inspeção;
- Técnicos de segurança;
- Supervisores de área;
- Equipes de manutenção;
- Equipes de produção ou montagem.

A N-2869 estabelece responsabilidades específicas para cada profissional envolvido, definindo limites de atuação e obrigações relacionadas ao planejamento, preparação, execução e controle das atividades de movimentação de cargas.

Mais do que uma exigência documental, a definição clara das responsabilidades contribui para evitar falhas de comunicação, conflitos de decisão e situações em que tarefas importantes deixam de ser executadas porque todos acreditavam que outra pessoa era responsável.

Em segurança operacional existe um princípio amplamente reconhecido:

Quando todos são responsáveis por tudo, muitas vezes ninguém é responsável por nada.

A segurança das operações de movimentação de cargas depende da atuação coordenada dos diferentes profissionais envolvidos. MacDonald (2011) destaca que um programa de segurança responsável requer o acompanhamento das operações de içamento em todas as suas etapas, de modo a assegurar sua execução segura.



2.3.1 Projetista de movimentação de cargas

O projetista é o profissional legalmente habilitado, com registro ativo no competente conselho de classe e responsável técnico pela elaboração do plano de movimentação de carga detalhado. Sua principal função é garantir que a movimentação seja concebida de forma segura antes mesmo do início das atividades em campo.

Entre suas principais responsabilidades estão:



- Avaliar as características da carga e as condições da operação;
- Identificar ou determinar, conforme aplicável, peso, dimensões, centro de gravidade e pontos de pega da carga;
- Definir o raio de operação, altura de elevação e percurso da carga;
- Selecionar e dimensionar o equipamento de elevação adequado;
- Selecionar e dimensionar os acessórios e dispositivos de movimentação;
- Avaliar as condições necessárias para garantir a estabilidade do equipamento e da carga;
- Definir limites operacionais relacionados ao clima, solo e interferências existentes;
- Estabelecer o perímetro de segurança da operação;
- Elaborar, revisar e emitir o Plano de Movimentação de Cargas;
- Prestar suporte técnico durante operações críticas, quando necessário.

De forma resumida, o projetista é o profissional que transforma uma necessidade operacional em uma operação planejada e tecnicamente segura.

2.3.2 Supervisor de movimentação de cargas

O supervisor é o profissional responsável por coordenar e controlar a execução da operação, garantindo que todas as condições previstas no planejamento sejam efetivamente atendidas em campo.

Entre suas principais responsabilidades estão:

- Avaliar a criticidade da operação e definir a necessidade de elaboração de plano de movimentação;
- Realizar avaliação crítica do plano de movimentação em conjunto com a equipe responsável pela execução dos serviços;
- Verificar se as características da carga estão compatíveis com o planejamento;
- Confirmar a disponibilidade de recursos humanos e materiais necessários para a atividade;
- Verificar a adequação e as condições operacionais dos equipamentos de elevação;
- Avaliar as condições do solo, do ambiente e das condições meteorológicas;
- Garantir a realização das inspeções e verificações de pré-uso;
- Conferir o posicionamento e a estabilidade dos equipamentos;
- Aplicar as recomendações da análise de riscos;
- Autorizar o início da operação somente após a confirmação de que todas as condições de segurança foram atendidas;
- Coordenar e supervisionar as atividades da equipe envolvida;
- Conduzir reuniões de Diálogo Diário de Segurança (DDS);
- Garantir o isolamento da área e o controle de interferências;
- Interromper a operação diante de condições inseguras, emergências ou riscos graves e iminentes.

De forma resumida, o supervisor é o profissional que garante que o planejamento seja corretamente executado no campo.



2.3.3 Operador do equipamento de elevação

O operador é o profissional responsável pela condução segura do equipamento de elevação durante a operação.

Sua atuação exige conhecimento técnico, atenção constante e respeito aos limites operacionais estabelecidos pelo fabricante, pelo planejamento e pelos procedimentos aplicáveis.

Entre suas principais responsabilidades estão:

- Realizar a operação do equipamento de forma segura e controlada;
- Participar das análises de risco, DDS e demais reuniões operacionais;
- Executar as verificações de pré-uso do equipamento;
- Identificar falhas, defeitos ou condições que possam comprometer a segurança da operação;
- Posicionar e estabilizar corretamente o equipamento, quando aplicável;
- Respeitar os limites operacionais e as recomendações do fabricante;
- Seguir rigorosamente as orientações do plano de movimentação de cargas;
- Manter comunicação adequada com o sinaleiro amarrador e demais integrantes da equipe;
- Avaliar continuamente as condições da carga, do ambiente e do equipamento durante a operação;
- Interromper a movimentação sempre que identificar situações de risco;
- Posicionar o equipamento e a carga em condição segura diante de emergências ou anormalidades;
- Comunicar imediatamente qualquer condição insegura ao supervisor.

De forma resumida, o operador é o profissional que transforma o planejamento em movimento, executando a operação de forma segura e controlada.



2.3.4 Sinaleiro amarrador de cargas

O sinaleiro amarrador é o profissional responsável por estabelecer a ligação entre a carga e o equipamento de elevação, além de orientar os movimentos realizados pelo operador.

Sua atuação é fundamental para garantir a estabilidade da carga, a comunicação eficiente e a segurança da equipe durante toda a operação.

Entre suas principais responsabilidades estão:

- Realizar a inspeção dos acessórios e dispositivos de movimentação antes do uso;
- Selecionar e utilizar acessórios compatíveis com a carga e com a operação;
- Executar a amarração da carga de forma segura e adequada;
- Verificar a estabilidade da carga antes do içamento;
- Remover objetos soltos que possam se desprender durante a movimentação;
- Orientar o operador por meio de comunicação padronizada de movimentação de cargas, por sinalização visual ou via rádio;
- Certificar que não há pessoas na área de influência da carga;
- Garantir que a comunicação seja clara e compreendida por todos os envolvidos;
- Verificar a existência de interferências, obstáculos e riscos ao longo do trajeto da carga;
- Auxiliar na demarcação e controle da área isolada;
- Cumprir as orientações previstas no plano de movimentação;
- Informar imediatamente qualquer condição insegura ou anormalidade observada durante a operação.

De forma resumida, o sinaleiro amarrador representa os olhos da operação em campo, sendo responsável por controlar a carga e orientar sua movimentação de forma segura.



Uma equipe, um objetivo

Embora cada profissional possua responsabilidades específicas, todos compartilham um objetivo comum: realizar a movimentação da carga de forma segura, eficiente e dentro dos limites operacionais estabelecidos.

A segurança não depende de uma única pessoa. Ela é resultado da atuação integrada de toda a equipe.

Reflexão

Em uma operação de movimentação de cargas, quem é o responsável pela segurança?

- O operador?

- O sinaleiro amarrador?

- O supervisor?

A resposta correta é: **todos são responsáveis.**

Cada profissional possui responsabilidades específicas, mas a segurança da operação depende do comprometimento coletivo da equipe. Quando uma responsabilidade deixa de ser adequadamente executada ou verificada, todo o sistema se torna mais vulnerável à ocorrência de eventos indesejados.



2.4 Plano de comunicação

A comunicação é um dos elementos mais importantes para a segurança das operações de movimentação de cargas. Independentemente da capacidade do equipamento, da qualidade dos acessórios ou do nível de planejamento da atividade, uma falha de comunicação pode resultar em danos materiais, interrupção da operação ou acidentes graves. Por esse motivo, a comunicação deve ser tratada como uma barreira crítica de segurança e não apenas como um mecanismo de transmissão de informações.

Em muitas investigações de acidentes envolvendo guindastes, plataformas, pontes rolantes e outros equipamentos de elevação, a comunicação inadequada aparece como um dos fatores contribuintes mais recorrentes.

Durante uma operação, diversas informações precisam ser transmitidas de forma clara e precisa entre os profissionais envolvidos. O operador deve compreender exatamente qual movimento executar. O sinaleiro amarrador deve transmitir comandos padronizados. O supervisor deve garantir que todos compreendam suas responsabilidades e que os meios de comunicação estejam definidos antes do início da atividade.

Por esse motivo, toda operação deve possuir um plano de comunicação previamente estabelecido, definindo quem transmite as informações, quem recebe os comandos, quais meios serão utilizados e quais sinais serão empregados durante a movimentação. A existência de um plano de comunicação reduz ambiguidades, evita comandos conflitantes e contribui para que todos os profissionais envolvidos atuem de forma coordenada e segura.

Tabela 2 – Exemplo de plano de comunicação para movimentação de cargas

Comunicação	Responsável pela Comunicação na Atividade	Profissionais Envolvidos	Fases da Atividade	Sinal de Emergência
Via sinais manuais padronizados e/ou comunicação por rádio VHF (Canal X)	Sinaleiro amarrador de cargas	- Operador do equipamento - Supervisor de Movimentação de Cargas - Sinaleiro amarrador	1. Isolar a área 2. Posicionar o equipamento 3. Amarrar a carga 4. Iniciar o içamento (‘ dar um leve’) 5. Movimentar horizontal e vertical 6. Posicionar a carga no destino 7. Desamarrar a carga	Comando verbal **“Parada de emergência”** ou sinal manual de parada de emergência conforme NBR 11436. Qualquer trabalhador pode emitir este sinal ao identificar condição insegura.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 11436

2.4.1 Objetivos do plano de comunicação

Um plano de comunicação deve buscar:

- Estabelecer a compreensão entre os envolvidos quanto aos sinais e procedimentos adotados;
- Definir claramente os responsáveis pela emissão e recebimento dos comandos;
- Padronizar a comunicação durante toda a operação;
- Evitar interpretações equivocadas dos sinais;
- Reduzir a possibilidade de comandos simultâneos ou conflitantes;
- Melhorar a coordenação entre operador, sinaleiro amarrador e supervisor;
- Minimizar riscos decorrentes de falhas de comunicação;
- Mitigar situações indesejadas que possam ocorrer durante a movimentação de cargas;
- Atender aos requisitos normativos e procedimentos aplicáveis.

Definição das responsabilidades

Antes do início da operação, deve estar claramente definido:

- Quem será o sinaleiro amarrador responsável;
- Quem será o operador responsável pela movimentação;
- Quem exercerá a supervisão da atividade;
- Quem possui autoridade para interromper a operação em caso de risco.

Uma boa prática é considerar que qualquer trabalhador que identifique uma condição insegura possui autoridade para solicitar a interrupção imediata da atividade.

2.4.2 Métodos de comunicação

A escolha do método de comunicação deve considerar as características da operação, a distância entre os envolvidos, a visibilidade disponível e as condições ambientais.

Os métodos mais utilizados são:



Sinais manuais

São amplamente utilizados em operações onde existe contato visual direto entre operador e sinaleiro amarrador. Devem seguir padrões previamente estabelecidos e conhecidos por todos os envolvidos na atividade (conforme ABNT NBR 11436). Evitar outro tipo de sinal, mesmo que habitual.

Comunicação por rádio

Indicada para operações em áreas com visibilidade restrita, longas distâncias, ambientes industriais complexos ou operações com dois ou mais guindastes. As mensagens devem ser objetivas, claras e utilizar terminologia padronizada. Devem ser observados os requisitos da ABNT NBR 11436: a comunicação sonora via rádio deve ser pré-testada, possuir faixa de comunicação exclusiva e baterias com carga suficiente para toda a operação. A comunicação deve ser contínua e, em caso de perda de comunicação, a operação deve ser interrompida.

Comunicação por voz

Pode ser utilizada em operações simples e em ambientes com baixo nível de ruído, desde que permita compreensão inequívoca dos comandos.

Sinais sonoros

Utilizados para alertar trabalhadores na aproximação de equipamentos, ao iniciar e durante as movimentações. Ao sinaleiro amarrador é recomendado o uso de apito.

2.4.3 Teste de comunicação

Antes de iniciar o içamento:

- Testar o funcionamento dos rádios (carga da bateria, canal e alcance);
- Executar sinais básicos para verificar se operador e sinaleiro amarrador estão alinhados;
- Confirmar a visibilidade entre sinaleiro amarrador e operador ou validar uso de rádio;
- Ajustar qualquer ruído de comunicação antes do início.

Falhas de comunicação estão entre as causas mais frequentes de:

- Colisões;
- Esmagamentos;
- Balanço excessivo;
- Ruptura de lingada;
- Movimentos contrários aos previstos;
- Tombamento do equipamento.

Um plano de comunicação claro, validado e praticado é tão importante quanto o gráfico de carga ou a análise da carga.

Regras fundamentais de comunicação

Independentemente do método utilizado, algumas regras devem ser respeitadas:

- Utilizar apenas sinais e comandos previamente definidos;
- Confirmar o entendimento das instruções recebidas;
- Evitar expressões ambíguas ou informais;
- Interromper a operação em caso de dúvida;
- Não aceitar comandos de pessoas não autorizadas;
- Garantir que apenas um profissional seja responsável pela orientação direta da movimentação.

O sinaleiro amarrador deve se destacar visivelmente dos demais membros da equipe envolvidos na movimentação.

Você sabia?

Diversos acidentes graves ocorreram porque um gesto informal, uma mensagem incompleta ou uma instrução mal interpretada foi entendida como um comando operacional.

Em operações de movimentação de cargas, comunicar corretamente é tão importante quanto movimentar corretamente.

Reflexão

Imagine que todos os equipamentos estejam em perfeitas condições, o planejamento tenha sido corretamente elaborado e os acessórios estejam adequadamente dimensionados.

Agora imagine que o operador e o sinaleiro amarrador não estejam utilizando os mesmos sinais. A operação continua segura?

A segurança depende não apenas do que cada profissional sabe, mas também da forma como as informações são compartilhadas entre eles.

2.5 Verificação de normas aplicáveis

A verificação das normas aplicáveis é uma etapa indispensável no planejamento e execução de qualquer operação de movimentação de cargas. As normas regulamentadoras e técnicas, nacionais e internacionais, fornecem requisitos legais, quando aplicáveis, e referências técnicas que orientam as decisões da equipe contribuindo para que a operação seja executada de forma segura, padronizada e conforme as melhores práticas de engenharia.

Quando do planejamento de movimentações, a equipe deve revisar não apenas as normas externas, mas também os procedimentos internos da empresa, que muitas vezes complementam ou até ampliam os requisitos legais mínimos. Consulte sempre a versão vigente da norma e, em caso de dúvidas sobre sua aplicação ou interpretação, acione a liderança responsável antes de prosseguir com a atividade.

2.5.1 Normas regulamentadoras (NRs)

As NRs são de cumprimento obrigatório em todo o território nacional e estabelecem requisitos mínimos de segurança. Entre as principais relacionadas à movimentação de cargas:

- **NR-06** – Equipamento de proteção individual - EPI;
- **NR-11** – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais;
- **NR-12** – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos;
- **NR-17** – Ergonomia;
- **NR-18** – Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção;
- **NR-29** – Segurança e saúde no trabalho portuário;
- **NR-30** – Segurança e saúde no trabalho aquaviário;
- **NR-33** – Espaços confinados;
- **NR-34** – Condições e meio de trabalho indústria da construção, reparação e desmonte naval;
- **NR-35** – Segurança e saúde nos trabalhos em altura;
- **NR-37** – Saúde e segurança em plataforma de petróleo.

As NRs são essenciais para orientar e padronizar práticas seguras em qualquer atividade que envolva transporte, movimentação, armazenamento e içamento de cargas. O cumprimento dessas normas não é opcional: ele garante proteção ao trabalhador, reduz riscos operacionais, evita acidentes e assegura a conformidade legal da empresa. Além de estabelecer requisitos mínimos, as NRs funcionam como uma referência para desenvolver procedimentos operacionais, treinamentos obrigatórios, métodos de inspeção e critérios de bloqueio, sinalização e comunicação durante a movimentação de materiais.

2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT)

As normas técnicas fornecem orientações detalhadas sobre métodos, especificações, cálculos, dimensionamentos e requisitos de desempenho. São fundamentais para balizar decisões de planejamento e gestão da atividade de movimentação de cargas.

A seguir se encontram exemplos de normas ABNT aplicáveis na área:

- **ABNT NBR 8400 (série)** – Equipamentos de elevação e movimentação de carga – Regras para projeto. Estabelece critérios para classificação, carregamentos, resistência, estabilidade, fadiga, sistemas elétricos e requisitos de segurança para equipamentos de elevação;
- **ABNT NBR 13541 (Partes 1 e 2)** – Linga de cabo de aço. Estabelece requisitos, métodos de ensaio, utilização e inspeção de lingas de cabo de aço;
- **ABNT NBR 13545** – Movimentação de cargas – Manilhas. Especifica características, desempenho, dimensões e identificação de manilhas utilizadas para movimentação e amarração de cargas;
- **ABNT NBR 15637 (Partes 1, 2 e 3)** – Cintas têxteis para elevação de cargas. Define requisitos para cintas planas, cintas tubulares e cintas de ultra-alta tenacidade;
- **ABNT NBR 15516 (Partes 1 e 2)** – Correntes de elos curtos para elevação de cargas e lingas de corrente;
- **ABNT NBR ISO 16798** – Anéis de carga grau 8 para uso em lingas;
- **ABNT NBR 11900 (série)** – Terminais para cabos de aço (sapatilhos, soquetes, cunhas, grampos e terminais diversos);
- **ABNT NBR 8029** – Esticadores para cabos de aço – requisitos;
- **ABNT NBR ISO 3266** – Parafusos-olhal de aço grau 4 para fins de elevação de cargas;
- **ABNT NBR 16324** – Talhas de corrente com acionamento manual – requisitos e métodos de ensaio;
- **ABNT NBR 11436** – Procedimento de comunicação para operações de movimentação de carga com equipamentos de guindar;
- **ABNT NBR 17224** – Qualificação e certificação de operadores de guindaste e de guindaste hidráulico articulado para trabalho onshore;
- **ABNT NBR 14768** – Guindastes articulados hidráulicos – requisitos;
- **ABNT NBR 16463-1** – Guindastes – Parte 1: requisitos para elaboração de manuais de instruções;
- **ABNT NBR 16463-2** – Guindastes – Parte 2: identificações, sinalizações, advertências e avisos.

⚠ Atenção

Verifique sempre a versão vigente. Normas técnicas são atualizadas com frequência.

Por que consultar as normas técnicas?

Antes de iniciar qualquer operação de movimentação de cargas, é fundamental consultar as normas técnicas aplicáveis. Esses documentos reúnem requisitos de projeto, inspeção, operação e segurança desenvolvidos com base em estudos de engenharia, ensaios laboratoriais e lições aprendidas em milhares de operações realizadas ao longo dos anos.

Ao seguir as normas, o profissional reduz a probabilidade de erros, seleciona corretamente os equipamentos e acessórios, adota procedimentos reconhecidos pela engenharia e aumenta a segurança de toda a equipe. Além disso, o cumprimento das normas demonstra conformidade técnica, contribui para o atendimento à legislação vigente e fortalece a cultura de prevenção de acidentes.

Você sabia?

Grande parte das exigências presentes nas normas de movimentação de cargas surgiu após análises de acidentes, falhas operacionais e lições aprendidas pela indústria ao longo de décadas.

Em muitos casos, cada requisito existente foi criado para controlar um risco que já provocou acidentes no passado.

Reflexão

É importante compreender que as normas, por si só, não garantem a segurança de uma operação.

Elas estabelecem requisitos mínimos, orientações e critérios técnicos. Cabe aos profissionais envolvidos interpretar corretamente esses requisitos e aplicá-los de forma adequada às condições reais encontradas em campo.

Uma operação segura é resultado da combinação entre conhecimento técnico, planejamento, experiência profissional e cumprimento dos requisitos normativos.

2.6 Classificação da movimentação de carga

A classificação da movimentação de carga é definida em função da natureza da operação e do tipo de carga envolvida. Essa classificação orienta o nível de planejamento, análise de riscos, acompanhamento técnico e barreiras de controle necessárias para executar o içamento com segurança.

De maneira geral, as operações são classificadas como Rotineiras, Não Rotineiras e Críticas, cada uma com critérios específicos e exigências distintas.

Movimentação rotineira

Consiste em uma operação de elevação de carga executada de forma padronizada, seguindo procedimentos pré-estabelecidos com frequência definida ou conhecida.

São requisitos a serem atendidos previamente à operação:

- **Cargas típicas:** Padrão/Procedimentos operacionais; Análise de riscos.
- **Cargas atípicas:** Padrão/Procedimentos operacionais; Planos de movimentação simplificado (PS); Reunião de planejamento (reunião de pré-tarefa); Análise de riscos.

Movimentação não rotineira

Consiste em uma operação de elevação de carga realizada ocasionalmente, na qual os riscos não são mapeados previamente e que exige a implementação de barreiras de controle específicas para execução da atividade.

São requisitos a serem atendidos previamente à operação:

- **Cargas típicas:** Padrão/Procedimentos operacionais; Planos de movimentação simplificado (PS); Plano de comunicação específico; Reunião de planejamento (reunião de pré-tarefa); Permissão de trabalho (PT); Análise de riscos.
- **Cargas atípicas:** Padrão/Procedimentos operacionais; Planos de movimentação simplificado (PS); Plano de comunicação específico; Reunião de planejamento (reunião de pré-tarefa); Permissão de trabalho (PT); Análise de riscos; Recomendações do fabricante da carga para a movimentação, quando aplicável.

Movimentação crítica – içamento crítico

As movimentações críticas executadas por equipamentos abrangidos pelo escopo das normas Petrobras N-1965 ou N-1930 devem seguir as definições e requisitos estabelecidos nestas normas. As movimentações críticas executadas por equipamentos não contemplados nas normas acima são todas as operações de movimentação de carga, onshore ou offshore, que se enquadrem em pelo menos uma das situações:

a) fator de utilização do equipamento de elevação de carga acima de 90 % da capacidade nominal;

b) movimentação simultânea de uma carga por dois ou mais equipamentos (tandem ou "movimento Tarzan", ex.: movimentação com talhas manuais ou motorizadas);

c) movimentação de pessoas;

d) operações de movimentações de cargas que após serem iniciadas não podem retornar às condições iniciais, principalmente às combinadas com montagem ou desmontagem (ex.: corte com maçarico/grafite, acoplamento/desacoplamento de componentes etc.);

e) movimentação de cargas em espaços restritos;

f) utilização de técnicas inovadoras para movimentação que não são cobertas por normas, padrões ou procedimentos publicados.

NOTA: Operações diferentes das relacionadas podem ser enquadradas como movimentação crítica se assim determinadas por uma análise preliminar de risco.A movimentação crítica independe do tipo de carga.

São requisitos a serem atendidos previamente à operação: Padrão/Procedimentos operacionais; Plano de movimentação de carga; Plano de comunicação específico; Reunião de planejamento (reunião de pré-tarefa); Permissão de trabalho (PT); Análise de riscos; Recomendações do fabricante da carga para a movimentação, quando aplicável.

A classificação da movimentação não representa apenas uma exigência documental, pois define o nível de planejamento, supervisão e controle necessário para gerenciar os riscos da atividade.

Importante

A natureza da movimentação define o nível de cuidado. Quanto maior a incerteza e o risco, maior deve ser o planejamento, a supervisão e a tomada de decisão técnica.

2.7 Procedimentos de segurança

Os procedimentos de segurança são a base que sustenta toda e qualquer operação de movimentação de cargas. Depois de analisar a carga, escolher o equipamento e estruturar o plano de comunicação, a equipe deve garantir que todos os aspectos de segurança estejam controlados. Essa etapa consolida tudo o que foi planejado, transformando informação em ação segura.

A operação só deve começar quando todos os requisitos de segurança estiverem verificados, compreendidos e validados pelo supervisor, operador e sinaleiro amarrador.

2.7.1 Análise de riscos

A análise de riscos é o primeiro passo prático da segurança e deve identificar:

- Riscos de esmagamento, balanço ou queda da carga;
- Riscos de tombamento do equipamento;
- Interferências aéreas ou laterais;
- Fragilidades da carga e necessidade de proteção;
- Condições do solo, vento, clima e visibilidade;
- Riscos de eletricidade, inflamáveis, calor ou produtos perigosos;
- Rotas de fuga e áreas onde não devem existir pessoas.

Nenhuma operação deve prosseguir sem que todos os riscos estejam mapeados e controlados.

Atenção

Item 7.3.1 - Análise de risco (N-2869)

"Antes do início da atividade deve ser elaborada e divulgada a análise de risco e/ou a análise de segurança da tarefa que deve contemplar as condições de segurança quanto à carga, aos equipamentos e acessórios, à área de movimentação, ao ambiente de trabalho, às pessoas envolvidas,aos equipamentos de proteção coletiva e individual, e dispositivos de segurança tipo 'hands free', quando aplicável".

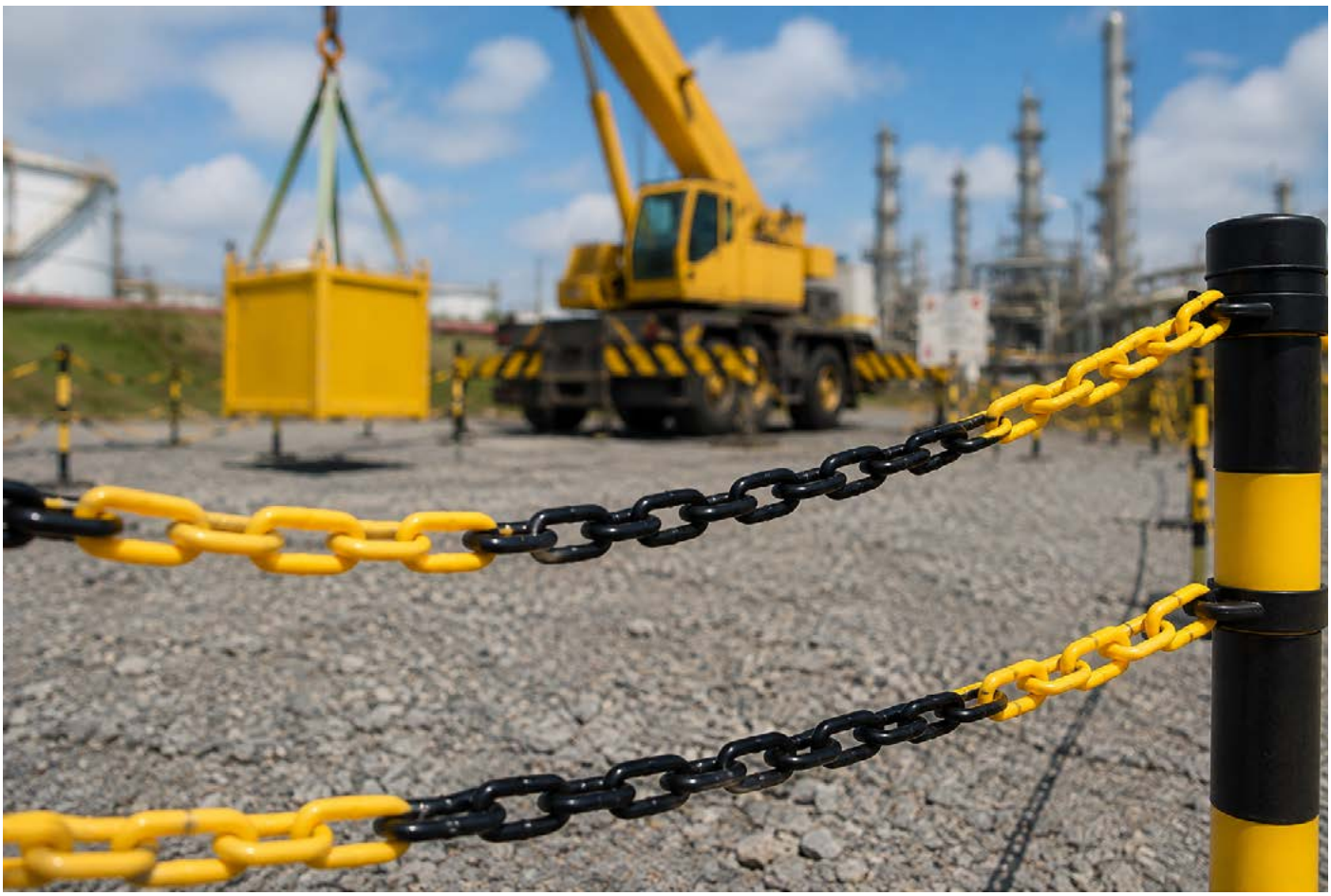
2.7.2 Isolamento da área

Nenhuma operação é segura sem isolamento adequado. É obrigatório:

- Delimitar a área com fitas, barreiras, grades ou sinalização rígida;
- Impedir trânsito de pedestres e veículos;
- Considerar a zona de influência da carga e de projeção das cargas e acessórios;
- Proibir a permanência de trabalhadores em áreas de risco ou projeção de carga e acessórios;
- Definir rotas seguras para entrada e saída do equipamento;
- Reavaliar o isolamento ao longo da operação.

Atenção

Carga suspensa não deve passar sobre pessoas. Isole a área e alerte as pessoas próximas sobre o risco.



2.7.3 Checklist para definição do equipamento

1. Análise da carga

☐ Peso real conhecido e validado
☐ Centro de gravidade identificado
☐ Dimensões verificadas (C x L x A)
☐ Volume e comportamento interno avaliados (líquidos, granulados, peças soltas)
☐ Pontos de pega definidos e adequados
☐ Fragilidades identificadas (quinas vivas, superfícies sensíveis, peças frágeis)
☐ Proteções definidas (quebra-quina, mantas, cantoneiras)
☐ Características especiais analisadas (quente, tóxica, corrosiva, inflamável)

2. Ambiente e condições locais

☐ Terreno avaliado (nivelamento, compactação, pressão admissível)
☐ Existência de tubulações, galerias ou interferências subterrâneas verificada
☐ Espaço de acesso e circulação verificado
☐ Obstáculos laterais e aéreos identificados (cabeamento, estruturas, telhados)
☐ Área isolada e rota de içamento definida
☐ Condições climáticas avaliadas (vento, chuva, neblina, visibilidade)
☐ Proximidade de equipamentos, tubulações ou sistemas em operação avaliada, especialmente aqueles contendo ou processando hidrocarbonetos
☐ Riscos decorrentes de atividades simultâneas e possíveis interferências com outras operações avaliados

3. Alcance e configuração necessária

☐ Raio operacional calculado
☐ Altura de elevação definida
☐ Comprimento de lança necessário determinado
☐ Movimentações laterais ou de precisão mapeadas
☐ Espaço para patolamento confirmado
☐ Estabilidade garantida conforme gráfico de carga
☐ Ângulo de operação previsto para o equipamento
☐ Necessidade de configuração ou movimentação especial avaliada (operação em tandem, múltiplas talhas, combinação de equipamentos ou outros arranjos

4. Operação e segurança

☐ Acessórios compatíveis definidos (lingas, acessórios e dispositivos)
☐ Equipamentos de medição e monitoramento disponíveis (LMI, inclinômetro, rádio)
☐ Equipe qualificada designada (operador, sinaleiro amarrador)
☐ Plano de comunicação definido (voz, rádio, sinais manuais)
☐ Análise de risco concluída e validada
☐ Plano de Rigging elaborado, quando aplicável
☐ Área de exclusão/risco estabelecida

01 O que você precisa SABER!



- A carga é o elemento central da operação e suas características influenciam todo o planejamento;
- Peso, dimensões, centro de gravidade, pontos de pega e comportamento da carga devem ser conhecidos antes do içamento;
- Diferentes tipos de cargas exigem diferentes níveis de planejamento e controle;
- A movimentação segura depende da atuação coordenada dos profissionais envolvidos;
- A comunicação é uma barreira crítica de segurança.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Características da carga que possam aumentar a complexidade da movimentação;
- Condições que indiquem a necessidade de planejamento adicional ou plano de movimentação;
- Interferências, obstáculos e condições ambientais que possam afetar a operação;
- Falhas ou limitações na comunicação entre os integrantes da equipe;
- Situações que exijam interrupção da atividade para reavaliação das condições operacionais.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Confirmar as características da carga antes de iniciar a movimentação;
- Utilizar apenas acessórios, equipamentos e pontos de pega compatíveis com a operação;
- Cumprir o plano de comunicação definido para a atividade;
- Respeitar seu papel e suas responsabilidades na equipe de movimentação de cargas;
- Manter a área controlada e comunicar imediatamente qualquer condição insegura identificada.

Exercícios de Fixação:

1. Assinale a alternativa correta. Antes de selecionar o equipamento e os acessórios para uma operação de movimentação de cargas, é fundamental compreender:

a) Apenas o peso da carga.
b) Apenas as dimensões da carga.
c) O peso, as dimensões, os pontos de pega, o centro de gravidade, as fragilidades e o comportamento da carga.
d) Apenas o tipo de acessório que será utilizado.

2. Assinale a alternativa correta. Uma carga pode exigir planejamento adicional e controles específicos quando:

a) Apresenta características previsíveis e pontos de pega definidos.
b) Possui centro de gravidade conhecido e comportamento estável.
c) Apresenta características que aumentam a complexidade da movimentação, como geometria irregular ou centro de gravidade desconhecido.
d) Possui apenas peso elevado.

3. Em uma operação de movimentação de cargas, a comunicação deve ser considerada:

a) Uma atividade secundária, executada apenas quando necessário.
b) Uma responsabilidade exclusiva do operador.
c) Uma barreira importante para a prevenção de acidentes e desvios operacionais.
d) Um requisito aplicável apenas em movimentações críticas.

4. Associe os profissionais às suas principais responsabilidades:

Profissionais:

a) Projetista de movimentação de cargas.
b) Supervisor de movimentação de cargas.
c) Operador do equipamento.
d) Sinaleiro amarrador de cargas.

Responsabilidades:

( ) Executa a movimentação conforme planejamento e limites operacionais.
( ) Elabora o planejamento técnico da movimentação.
( ) Orienta os movimentos da carga e estabelece a comunicação operacional.
( ) Coordena e verifica as condições para execução segura da atividade.

5. Pense em uma movimentação de carga típica da sua unidade ou área de atuação. Descreva:

Uma característica da carga que precisa ser conhecida antes da movimentação:

Um risco associado à atividade:

Uma medida de controle ou barreira que pode contribuir para a execução segura da operação:

Referências Bibliográficas:

Anderson, J. K. (2013). *Rigging engineering basics* (1st ed.). ITI Bookstore.

Headley, J. (2000). Rigging: *A safety handbook for riggers, supervisors and other personnel who use rigging equipment to accomplish their work.* Crane Institute of America.

MacDonald, J. A. (2011). *Rigging equipment: Maintenance and safety inspection manual*. McGraw-Hill.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Shapira, A., & Schmitt, R. L. (2018). *Construction planning, equipment, and methods* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Rossnagel, W. E. (1957). *Handbook of rigging: In construction and industrial operations* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Nota: As Normas Regulamentadoras e as normas técnicas apresentadas nas páginas 40 e 41 foram consultadas e consideradas como referências para a elaboração deste capítulo. Para fins de organização editorial, não estão reproduzidas individualmente nesta seção de referências.

Sempre que necessário, recomenda-se consultar diretamente as normas aplicáveis à atividade, verificando sua versão vigente, eventuais atualizações e os requisitos específicos relacionados à operação de movimentação de cargas.

As normas técnicas da ABNT podem ser pesquisadas e consultadas por meio do Catálogo ABNT, disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br.

Anotações:



CAPÍTULO

3

Planejamento Operacional

3.1 Introdução ao planejamento operacional

Em operações de movimentação de cargas, o sucesso de uma atividade não é determinado apenas pela capacidade do equipamento, pela experiência do operador ou pela qualidade dos acessórios utilizados.

É durante o planejamento que são identificados os riscos, selecionados os equipamentos, definidos os recursos necessários, estabelecidos os controles de segurança e determinadas as estratégias que serão utilizadas para executar a atividade de forma segura e eficiente.

Diversos estudos sobre acidentes industriais demonstram que falhas de planejamento estão entre os fatores contribuintes mais frequentes em ocorrências envolvendo equipamentos de elevação e movimentação de cargas. Por esse motivo, o planejamento pode ser entendido como o processo de preparação sistemático da atividade, que visa compreender as características da carga, selecionar os equipamentos adequados, identificar interferências, avaliar as condições ambientais, analisar os procedimentos necessários e estabelecer canais eficazes de comunicação entre os envolvidos. Além de antecipar riscos conhecidos, um bom planejamento contribui para que a equipe esteja preparada para reconhecer e responder a mudanças e situações imprevistas que possam surgir durante a execução da operação.

Não existe uma única solução aplicável a todas as situações: diferentes alternativas podem ser tecnicamente possíveis, cabendo ao planejamento estabelecer uma configuração segura e adequada às condições reais da operação. Conforme destaca Anderson (2013, p. 2), o planejamento deve considerar o ambiente de trabalho, priorizar a segurança das pessoas envolvidas e ser devidamente comunicado aos participantes antes de sua execução.

No contexto industrial, especialmente em refinarias, terminais, plataformas, estaleiros e unidades petroquímicas, onde frequentemente existem espaços restritos, operações simultâneas, equipamentos críticos e riscos elevados, o planejamento torna-se uma barreira importante de prevenção de acidentes.

Além de aumentar a segurança, um planejamento adequado contribui para:

- Reduzir retrabalhos e improvisações;
- Melhorar a utilização dos recursos disponíveis;
- Minimizar atrasos e interrupções operacionais;
- Aumentar a confiabilidade da operação;
- Reduzir danos aos equipamentos, acessórios e cargas;
- Melhorar a comunicação entre os envolvidos.

3.1.1 Envolvimento das pessoas

O planejamento deve contar com a participação dos profissionais responsáveis pela operação, incluindo supervisão, operação, sinalização e, quando aplicável, profissionais de segurança, engenharia ou outras especialidades necessárias.

Embora o planejamento normalmente seja coordenado por supervisores, projetistas e lideranças, é fundamental que os profissionais que executarão a atividade em campo também sejam consultados durante sua elaboração.

Operadores e sinaleiros amarradores possuem conhecimento prático adquirido na execução diária das operações e frequentemente conseguem identificar dificuldades operacionais, interferências, limitações dos equipamentos, condições do local e riscos que podem não ser percebidos apenas por meio de análises documentais ou visitas preliminares.

Segundo Headley (2000), a participação desses profissionais contribui para tornar o planejamento mais realista, mais seguro e mais aderente às condições efetivamente encontradas no campo. Além disso, quando a equipe participa da construção do planejamento, aumenta-se o entendimento da atividade, o comprometimento com os controles estabelecidos e a qualidade da comunicação entre todos os envolvidos.

Em movimentação de cargas, uma boa prática é aplicar o princípio:

Quem planeja deve ouvir quem executa.

A combinação entre conhecimento técnico e experiência operacional é uma das formas mais eficazes de prevenir falhas e fortalecer a segurança da operação.



3.1.2 Gestão de riscos

A movimentação de cargas é uma atividade que envolve diversos perigos potenciais, como queda de cargas, tombamento de equipamentos, colisões, prensamentos, contato com redes elétricas, falhas de comunicação e interferências operacionais.

Por esse motivo, nenhuma operação deve ser iniciada sem que seus riscos tenham sido previamente identificados, avaliados e controlados.

A Gestão de Riscos consiste em um conjunto de processos destinados a identificar perigos, avaliar suas possíveis consequências e implementar medidas capazes de reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes ou minimizar seus impactos.

Mais do que um requisito normativo, a gestão de riscos é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão. Seu principal objetivo é permitir que a equipe visualize antecipadamente os perigos da operação e estabeleça controles antes que a atividade seja iniciada.

Dependendo da complexidade da operação e dos requisitos da organização, diferentes ferramentas podem ser utilizadas, como: Permissão de Trabalho (PT), Análise Preliminar de Riscos (APR) e Análise de Segurança da Tarefa (AST). A APR e a AST possuem função relacionada à identificação, análise e controle dos perigos e riscos da atividade, enquanto a PT constitui mecanismo formal de autorização e controle para execução da atividade, após atendimento aos requisitos aplicáveis.

Permissão de Trabalho (PT)

A Permissão de Trabalho é um documento formal que autoriza a execução de uma atividade após a verificação das condições de segurança aplicáveis.

A PT tem como objetivo garantir que todos os requisitos necessários tenham sido avaliados antes do início dos trabalhos, incluindo isolamento de energias perigosas, controle de interferências, disponibilidade de recursos, definição das responsabilidades e implementação das medidas de proteção necessárias.

Na Petrobras, determinadas movimentações de cargas somente podem ser iniciadas após a emissão e aprovação da Permissão de Trabalho, conforme os requisitos e procedimentos aplicáveis à atividade.

Análise preliminar de riscos (APR)

A Análise Preliminar de Riscos é uma ferramenta utilizada para identificar os perigos existentes em cada etapa da atividade e definir medidas preventivas para seu controle.

Normalmente, a APR é elaborada durante o planejamento da operação e considera aspectos como:

- Características da carga;
- Equipamentos utilizados;
- Condições ambientais;
- Interferências existentes;
- Exposição dos trabalhadores;
- Possíveis cenários acidentais.

A APR permite que a equipe visualize os riscos antes do início da atividade e estabeleça controles adequados para cada situação identificada.

Análise de segurança da tarefa (AST)

A Análise de Segurança da Tarefa possui objetivo semelhante ao da APR, porém normalmente é realizada mais próxima da execução da atividade e com participação direta dos trabalhadores envolvidos.

A AST consiste na divisão da atividade em etapas, permitindo que a equipe identifique os perigos específicos de cada fase do trabalho e discuta as medidas de controle necessárias.

Além de identificar riscos, a AST contribui para o alinhamento das informações entre os participantes da operação e para o fortalecimento da percepção de risco.



3.1.3 Identificação de perigos e riscos do ambiente operacional

Durante o planejamento de uma operação de movimentação de cargas, não devem ser avaliados apenas os riscos relacionados à carga, aos acessórios ou ao equipamento de elevação. O ambiente onde a atividade será executada também pode apresentar agentes de risco capazes de comprometer a segurança da operação.

Muitos acidentes ocorrem porque a atenção da equipe está concentrada exclusivamente na carga, enquanto perigos existentes ao redor da área de trabalho passam despercebidos. Por esse motivo, é fundamental realizar uma avaliação abrangente do ambiente operacional, identificando condições que possam afetar os trabalhadores, a carga, os equipamentos ou a própria instalação.

Entre os principais agentes de risco que devem ser considerados destacam-se:

Energia elétrica

A proximidade de redes elétricas, barramentos, subestações, equipamentos energizados ou linhas de transmissão representa um dos riscos mais graves em operações de movimentação de cargas. O contato direto ou a aproximação excessiva da lança, dos cabos de aço, da carga ou dos acessórios pode provocar choques elétricos, arco elétrico, queimaduras graves e fatalidades.

Sendo assim, a movimentação de carga em proximidade a redes elétricas deve ser realizada prioritariamente adotando o desligamento da rede elétrica. Havendo a impossibilidade desta, complementando as orientações das NR-10, NR-12, NR-18 e NR-34, as seguintes medidas de proteção devem ser atendidas:

a) distâncias mínimas estabelecidas na tabela abaixo;
b) medidas adicionais de proteção devem ser determinadas por um profissional habilitado.

Tabela 3 – Distâncias para redes e cabos de alta tensão

Voltagem (kV)	Distância Mínima (m)
até 50	3,1
de 51 a 200	4,6
de 201 a 350	6,1
de 351 a 500	7,7
de 501 a 750	10,7
de 751 a 1 000	13,8

Tabela baseada na ASME B30.5

As distâncias mínimas devem ser tratadas como requisito mínimo e não como margem operacional desejável.

Produtos químicos

Em refinarias, terminais, indústrias químicas e unidades de processo, podem existir substâncias perigosas armazenadas, transportadas ou processadas nas proximidades da operação.

Vazamentos, respingos, emissões de vapores ou contato acidental com produtos químicos podem representar riscos à saúde dos trabalhadores, ao meio ambiente e à integridade da operação.

Além dos riscos diretos às pessoas, a presença de agentes químicos também pode afetar os equipamentos e acessórios. Certos produtos podem provocar corrosão, degradação de materiais, redução da resistência mecânica ou envelhecimento prematuro de componentes.

Por esse motivo, durante o planejamento da atividade, deve-se avaliar a compatibilidade dos acessórios com o ambiente e com as substâncias presentes na área. Cintas sintéticas, cabos de aço, correntes, manilhas e outros dispositivos podem apresentar comportamentos diferentes quando expostos a determinados produtos químicos.

Atmosferas inflamáveis ou explosivas

A presença de gases, vapores ou poeiras combustíveis exige cuidados adicionais durante o planejamento.

Nesses ambientes, uma colisão, faísca, descarga eletrostática ou outra fonte de ignição pode desencadear incêndios ou explosões com consequências severas.

Queda de objetos

Além da própria carga suspensa, devem ser avaliados materiais, ferramentas, componentes estruturais ou objetos armazenados em níveis superiores que possam cair durante a execução da atividade.

Esse risco é particularmente relevante em áreas industriais, estruturas metálicas, plataformas e operações realizadas em altura.

Equipamentos em movimento

Veículos, empilhadeiras, caminhões, equipamentos de terraplenagem, pontes rolantes e outros equipamentos em operação podem interferir na movimentação da carga e aumentar significativamente o risco de colisões.

A avaliação deve considerar não apenas os equipamentos presentes, mas também as rotas de circulação existentes na área.

Fontes de calor

Tubulações aquecidas, fornos, tochas, equipamentos de processo, superfícies quentes e outras fontes térmicas podem afetar os equipamentos, os acessórios e os trabalhadores envolvidos na operação.

Além dos riscos de queimaduras, temperaturas elevadas podem comprometer o desempenho de componentes, revestimentos e materiais utilizados durante a movimentação.

Outros riscos do ambiente

Dependendo das características da instalação, também podem estar presentes:

- Espaços confinados;
- Ruído excessivo;
- Vibrações;
- Baixa iluminação;
- Trânsito intenso de pessoas;
- Condições climáticas severas;
- Operações simultâneas;
- Estruturas com acesso restrito.

Cada um desses fatores deve ser considerado durante a análise de riscos e incorporado ao planejamento da atividade.



3.1.4 Avaliações e verificações prévias

Após a identificação dos riscos e a definição dos recursos necessários, o planejamento operacional deve contemplar uma série de avaliações e verificações realizadas antes do início da movimentação.

O objetivo dessas verificações é confirmar que as condições consideradas durante o planejamento realmente existem em campo e que não há fatores capazes de comprometer a segurança da operação.

Em operações terrestres, offshore ou realizadas entre instalações e embarcações, essas verificações contribuem para identificar condições operacionais, estruturais e ambientais que possam influenciar a movimentação da carga.

Muitas ocorrências envolvendo movimentação de cargas estão associadas a condições inadequadas que poderiam ter sido identificadas por meio de uma verificação prévia cuidadosa.

Avaliação do terreno e da área de trabalho

A estabilidade dos equipamentos de elevação depende diretamente das condições do solo, da estrutura ou da área onde serão posicionados. Em operações offshore, também devem ser consideradas as condições do convés, dos pontos de apoio e das estruturas envolvidas na movimentação da carga.

Antes da operação, devem ser avaliados aspectos como:

- Capacidade de suporte do terreno, convés ou estrutura de apoio;
- Nivelamento da área;
- Presença de valas, galerias, canaletas ou estruturas subterrâneas;
- Compactação do solo;
- Áreas sujeitas a afundamento, deformação ou limitação estrutural;
- Espaço disponível para estabilização do equipamento;
- Capacidade do ponto de ancoragem;
- Condições de piso, fixação e grade de apoio;
- Local onde a carga será apoiada;
- Integridade das estruturas de apoio;
- Condições das áreas de carga e descarga em instalações offshore.

Além do local onde o equipamento será posicionado, também deve ser avaliada a área de deposição ou posicionamento final da carga, garantindo que existam condições adequadas para sua acomodação segura.

Avaliação do percurso da carga

O caminho percorrido pela carga deve ser analisado antes do início da operação. O objetivo é identificar possíveis interferências e garantir que a movimentação possa ocorrer sem riscos de colisões ou interrupções inesperadas. Devem ser observados:

- Estruturas existentes;
- Tubulações;
- Equipamentos próximos;
- Redes elétricas;
- Andaimes;
- Áreas de circulação de pessoas;
- Pontos cegos para o operador;
- Restrições de altura ou largura.

Uma boa prática consiste em percorrer visualmente todo o trajeto da carga antes do início da atividade contemplando o ponto de origem, o percurso previsto, os obstáculos existentes, as áreas de transferência e o local de posicionamento final.

Todos os equipamentos e acessórios envolvidos na operação devem ser verificados antes do uso.

Verificação das condições operacionais

Essa verificação deve contemplar:

- Condições gerais do equipamento;
- Inspeções obrigatórias;
- Certificações aplicáveis;
- Limitações operacionais;
- Sistemas de segurança;
- Condições dos acessórios de movimentação;
- Disponibilidade dos recursos previstos no planejamento.

A operação somente deve ser iniciada após a confirmação de que todos os recursos estão aptos para utilização.

Isolamento e controle da área

Toda movimentação de cargas deve possuir uma área de segurança adequadamente delimitada. O isolamento tem como objetivo impedir o acesso de pessoas não autorizadas às regiões onde exista risco de queda da carga, movimentação de equipamentos ou outras situações perigosas.

Durante essa avaliação devem ser definidos:

- O perímetro de isolamento;
- Os acessos autorizados;
- Os pontos de controle;
- As rotas de circulação;
- A sinalização necessária.

É importante lembrar que o isolamento deve considerar não apenas a posição inicial da carga, mas toda a área potencialmente afetada pela movimentação.

Operações simultâneas

Em ambientes industriais é comum a realização de diversas atividades ao mesmo tempo. Por esse motivo, o planejamento deve identificar operações simultâneas que possam interferir na movimentação da carga ou aumentar os riscos da atividade.

Entre os exemplos mais comuns estão:

- Trabalhos em altura;
- Soldagem e corte;
- Operação de outros equipamentos de elevação;
- Trânsito de veículos;
- Manutenções em equipamentos próximos;
- Atividades em áreas classificadas.

Quando identificadas interferências, devem ser estabelecidas medidas de controle e prioridades operacionais.



Simulação e modelagem

Em movimentações complexas ou críticas, podem ser utilizados softwares de simulação, modelagens tridimensionais ou ferramentas digitais para avaliar interferências, validar trajetórias da carga, otimizar o posicionamento dos equipamentos e reduzir incertezas durante o planejamento. Softwares de simulação e modelagem são ferramentas auxiliares ao planejamento e que não devem e não podem substituir os profissionais capacitados na elaboração do projeto e na execução das atividades de movimentação de cargas.



Considerações finais

As avaliações e verificações prévias representam uma das últimas oportunidades para identificar problemas antes que a carga seja içada.

Em muitos casos, uma simples observação do terreno, uma inspeção do equipamento ou uma caminhada ao longo do percurso da carga é suficiente para evitar acidentes, danos materiais e interrupções operacionais. Por esse motivo, essas verificações devem ser tratadas como parte fundamental do planejamento e não como uma formalidade administrativa.

01 O que você precisa SABER!



- O planejamento é uma barreira fundamental para a prevenção de acidentes;
- Riscos devem ser identificados e controlados antes do início da movimentação;
- A participação dos executantes melhora a qualidade do planejamento;
- Condições reais de campo podem alterar premissas definidas durante o planejamento.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Agentes de risco presentes no ambiente;
- Interferências que possam afetar a movimentação;
- Condições inadequadas do terreno ou da área de trabalho;
- Mudanças entre o cenário planejado e a realidade encontrada em campo.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Participar das análises de risco e reuniões pré-tarefa;
- Verificar condições reais da área antes do início da operação;
- Comunicar desvios e interferências identificados;
- Interromper a atividade quando as condições previstas no planejamento não estiverem sendo atendidas.

Exercícios de Fixação:

1. O principal objetivo do planejamento operacional é:

a) Aumentar a velocidade da movimentação.
b) Garantir que a operação seja executada de forma segura, controlada e compatível com os riscos envolvidos.
c) Reduzir o número de profissionais envolvidos.
d) Eliminar a necessidade de supervisão.

2. A participação dos operadores e sinaleiros amarradores no planejamento é importante porque:

a) São responsáveis pela aprovação documental da atividade.
b) Possuem conhecimento prático que pode contribuir para a identificação de riscos e limitações operacionais.
c) Substituem a análise técnica do planejamento.
d) Eliminam a necessidade de inspeções.

3. Verdadeiro ou Falso:

( ) A APR busca identificar perigos e medidas de controle antes da execução da atividade.
( ) A AST normalmente é realizada próxima ao momento da execução e com participação da equipe.
( ) O planejamento pode ser considerado uma barreira de segurança.
( ) A movimentação pode ser iniciada mesmo com interferências não avaliadas.

4. Durante a reunião pré-tarefa, o operador informa que existe uma interferência aérea não considerada no planejamento inicial. O que deve ser feito?

a) Prosseguir conforme o plano original.
b) Registrar a observação para avaliação posterior.
c) Revisar o planejamento e reavaliar os riscos antes do início da movimentação.
d) Transferir a responsabilidade para o operador.

5. Antes de uma movimentação de carga, cite:

- um agente de risco que deve ser avaliado;
- uma verificação prévia necessária;
- uma medida de controle que pode ser adotada para reduzir o risco identificado.

Referências Bibliográficas:

Anderson, J. K. (2013). *Rigging engineering basics: A practical guide for rigging engineers and lift planners*. ITI Bookstore.

Headley, J. (2000). Rigging: *A safety handbook for riggers, supervisors and other personnel who use rigging equipment to accomplish their work*. Crane Institute of America Publishing & Products.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Rossnagel, W. E. (1957). *Handbook of rigging: In construction and industrial operations* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Anotações:



CAPÍTULO

4

Condições Operacionais e de Segurança

4.1 Avaliação das condições operacionais

Uma operação de movimentação de cargas não deve ser executada apenas porque foi planejada. Antes e durante a atividade, é fundamental verificar se as condições operacionais permanecem compatíveis com aquelas consideradas durante o planejamento.

As condições de trabalho podem mudar rapidamente. Alterações climáticas, interferências no ambiente, falhas de equipamentos ou mudanças no cenário operacional podem aumentar significativamente os riscos envolvidos.

Por esse motivo, a avaliação das condições operacionais deve ser entendida como um processo contínuo de observação e tomada de decisão. Cabe aos profissionais envolvidos verificar se as condições existentes permitem a execução segura da movimentação e interromper a operação sempre que forem identificadas situações de risco grave ou iminente.

4.1.1 Condições meteorológicas e oceanográficas

As condições meteorológicas e oceanográficas exercem influência direta sobre a segurança das operações de movimentação de cargas. Durante o planejamento e a execução, essas condições devem ser avaliadas e monitoradas continuamente, permitindo que a equipe identifique alterações que possam comprometer a segurança da atividade. Vento, chuva, neblina, poeira, fumaça, temperaturas extremas, período e altura de onda podem afetar a estabilidade da carga, a capacidade operacional dos equipamentos e a visibilidade dos profissionais envolvidos.

É por isso que as condições ambientais devem ser avaliadas antes e durante toda a operação, sendo responsabilidade da equipe monitorar possíveis alterações que possam comprometer a segurança da atividade.

Durante o planejamento e a execução da movimentação, deve-se dedicar atenção especial aos seguintes fatores:

- Velocidade média e rajadas de vento (observando os limites estabelecidos pelo fabricante do equipamento e pelo plano de movimentação de cargas);
- Chuvas intensas, alagamentos e alterações nas condições do terreno;
- Temperaturas elevadas ou extremamente baixas, que podem influenciar o desempenho de componentes hidráulicos, eletrônicos e acessórios de movimentação;
- Neblina, poeira, fumaça ou outras condições que reduzam a visibilidade;
- Incidência solar intensa que possa dificultar a visualização da carga, dos sinais de comunicação ou

dos instrumentos do equipamento;
- Tempestades elétricas e descargas atmosféricas nas proximidades da operação;
- Altura e comportamento das ondas, observando os limites operacionais estabelecidos para a embarcação, instalação e equipamento de movimentação;
- Movimentos da embarcação ou da plataforma, como balanço, podem afetar a estabilidade da carga e a precisão do posicionamento.

Influência do vento nas operações

Entre todos os fatores meteorológicos, o vento é um dos que mais afetam as operações de movimentação de cargas.

Cargas com grande superfície exposta, como chapas metálicas, painéis, tanques, tubulações de grande diâmetro, estruturas metálicas e componentes pré-fabricados, sofrem maior influência da ação do vento.

Esse fenômeno está relacionado ao conceito de área vélica, que corresponde à área efetivamente exposta à ação do vento.

Quanto maior a área vélica, maior será a força exercida sobre a carga. Como consequência, podem ocorrer:

- Oscilações laterais;
- Balanço excessivo da carga;
- Rotação involuntária;
- Dificuldade de posicionamento;
- Aumento dos esforços nos acessórios;
- Alterações no raio operacional;
- Redução da estabilidade do equipamento.

Por esse motivo, cargas com o mesmo peso podem apresentar comportamentos completamente diferentes quando expostas ao vento.

Em situações severas, a ação do vento pode levar o equipamento a operar fora das condições previstas no gráfico de carga, elevando significativamente os riscos da operação.

Monitoramento da velocidade do vento

De acordo com a Petrobras N-2869, item 10.1.8, *"Guindastes terrestres e offshore e gruas devem possuir anemômetro que indique no interior da cabine do equipamento a velocidade do vento" e, "Quando*

houver inoperância do anemômetro do guindaste, é permitida a operação com a informação de medição de vento com anemômetro portátil no local de instalação do guindaste".

Independentemente do método utilizado, a velocidade do vento deve ser monitorada continuamente durante atividades sensíveis às condições climáticas.

4.1.2 Terreno e condições do solo

O solo é um dos elementos mais importantes para a segurança das operações de movimentação de cargas, especialmente quando são utilizados guindaste hidráulico articulado veicular, plataformas elevatórias e outros equipamentos que transferem grandes esforços para o terreno.

Enquanto a atenção da equipe normalmente está voltada para a carga suspensa, a estabilidade de toda a operação depende da capacidade do solo de suportar as cargas transmitidas pelas rodas, esteiras ou patolas do equipamento. Diversos acidentes envolvendo tombamentos ocorreram porque o terreno aparentava estar em boas condições, mas não possuía resistência suficiente para suportar os esforços gerados durante a operação (Anderson, 2013).

O que deve ser avaliado?

Antes do posicionamento do equipamento, devem ser avaliados aspectos como:

- Tipo de solo (compactado, arenoso, argiloso, rochoso, pavimentado ou misto);
- Presença de umidade, infiltrações, lama ou erosões;
- Capacidade de suporte do terreno (pressão admissível);
- Existência de tubulações enterradas, galerias, caixas subterrâneas, drenagens ou dutos;
- Presença de aterros recentes ou áreas com histórico de movimentação de solo;
- Declividade do terreno;
- Riscos de recalque ou afundamento durante o patolamento;
- Atividades próximas de taludes.

Nem todo solo firme é seguro

Um dos erros mais comuns é avaliar o solo apenas por sua aparência superficial. Uma área pode parecer firme e estável, mas apresentar camadas internas com baixa capacidade de suporte. Isso é particularmente comum em aterros recentes, áreas escavadas, regiões próximas a drenagens ou locais onde houve intervenções anteriores.

Por esse motivo, a avaliação do terreno deve considerar não apenas a superfície visível, mas também as condições estruturais abaixo dela.

Pressão admissível do solo

Quando um guindaste é estabilizado, grandes esforços são concentrados em áreas relativamente pequenas, especialmente nas patolas. A pressão transmitida ao terreno pode ser muito superior ao peso total do equipamento, dependendo da configuração da operação (Duerr, 2015).

Quando a pressão aplicada ultrapassa a pressão admissível do solo, podem ocorrer:

- Recalques localizados;
- Afundamento das patolas;
- Inclinação do equipamento;
- Perda de estabilidade;
- Tombamento.

Por esse motivo, em operações críticas ou em locais com características desconhecidas, pode ser necessária a realização de análise geotécnica ou a consulta a profissional habilitado para determinar a capacidade de suporte do terreno.

Utilização de calços e placas de distribuição (MATS)

Quando necessário, devem ser utilizados calços, dormentes, placas metálicas ou outros dispositivos destinados a distribuir os esforços sobre uma área maior. O objetivo é reduzir a pressão aplicada ao solo, aumentando a estabilidade do equipamento.

Entretanto, é importante lembrar que os calços não aumentam a resistência do terreno. Eles apenas distribuem melhor os esforços. Se o solo possuir baixa capacidade de suporte, outras medidas poderão ser necessárias.

Exemplo prático

Imagine um guindaste posicionado sobre uma área recém-aterrada.

Visualmente, o terreno parece firme e adequado para a operação. Entretanto, durante o içamento, as cargas transmitidas pelas patolas ultrapassam a capacidade de suporte do solo. Como consequência, uma das patolas começa a afundar lentamente, provocando inclinação do equipamento e redução da estabilidade. Nesse cenário, o problema não está no guindaste, na carga ou no operador.

O evento evidencia fragilidades na avaliação das condições do terreno e nos controles adotados antes do início da operação.

4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais

Toda operação de movimentação de cargas ocorre dentro de um ambiente físico que impõe limitações e desafios próprios. Por esse motivo, antes do início da atividade, deve-se avaliar não apenas a carga e o equipamento, mas também o espaço disponível, as rotas de acesso e as possíveis interferências existentes ao longo do percurso.

Uma operação pode possuir equipamentos adequados, carga corretamente dimensionada e equipe capacitada, mas ainda assim apresentar riscos elevados caso existam obstáculos, restrições de espaço ou interferências não identificadas durante o planejamento.

O objetivo dessa avaliação é garantir que tanto o equipamento quanto a carga possam se deslocar de forma segura, sem colisões, interrupções inesperadas ou exposição desnecessária aos riscos.

Seção - Espaço disponível e rotas de acesso

A equipe deve verificar se existem condições adequadas para:

- Acesso e posicionamento do equipamento;
- Montagem e estabilização do equipamento de elevação;
- Giro da lança;
- Giro do contrapeso;
- Movimentação da carga ao longo de todo o percurso;
- Posicionamento final da carga;
- Movimentação segura do moitão, da bola peso e dos cabos de extensão, evitando que esses componentes entrem em contato com pessoas, estruturas ou equipamentos durante a operação.

Devem ser observados aspectos como:

- Largura das vias de circulação;
- Raios de curva para manobras;
- Capacidade das vias para suportar o peso dos equipamentos;
- Altura livre disponível;
- Existência de tráfego de pessoas ou veículos;
- Áreas para estacionamento e espera de equipamentos;
- Obstrução das rotas de fugas, principalmente em instalações offshore.

Uma boa prática consiste em percorrer previamente todo o trajeto da carga, verificando as condições reais encontradas em campo.

Obstáculos e interferências

Além do espaço físico disponível, é necessário identificar elementos que possam interferir direta ou indiretamente na operação.

Tubulações aéreas e subterrâneas

Tubulações podem representar riscos tanto acima quanto abaixo da superfície.

Tubulações aéreas podem limitar o movimento da lança ou da carga, enquanto tubulações subterrâneas, galerias, canaletas e dutos podem ser afetados pelos esforços transmitidos ao solo pelas patolas e rodas dos equipamentos. Antes do posicionamento do equipamento, deve-se verificar a existência dessas estruturas e avaliar possíveis restrições operacionais.

Linhas elétricas energizadas

Linhas elétricas representam um dos riscos mais críticos em operações de movimentação de cargas. Mesmo sem contato físico, a aproximação excessiva da lança, da carga, dos acessórios ou dos cabos de aço pode provocar a formação de arco elétrico, resultando em energização do equipamento, incêndios, danos materiais, lesões graves ou fatalidades.

Quando um guindaste ou qualquer parte metálica do sistema entra em contato com uma rede energizada, ou fica próximo o suficiente para ocorrer um arco elétrico, a corrente elétrica pode percorrer a estrutura do equipamento, a carga e os acessórios de içamento. Nessas condições, o operador, o sinaleiro amarrador e qualquer pessoa que esteja tocando o equipamento, a carga ou próxima à área de operação podem ficar expostos a choques elétricos potencialmente fatais.

Além dos riscos às pessoas, a energização pode provocar danos aos sistemas elétricos e eletrônicos do equipamento, perda de controle operacional, incêndios e interrupção das atividades.

Sempre que possível, devem ser respeitadas as distâncias mínimas de segurança em relação às redes elétricas e adotadas medidas adicionais de controle previstas no planejamento da operação.

Estruturas fixas

Estruturas metálicas, vigas, fachadas, passarelas, silos, tanques, andaimes e equipamentos de processo podem interferir no trajeto da carga ou limitar os movimentos do equipamento.

Além dos riscos de colisão, essas estruturas podem dificultar a visibilidade e aumentar a complexidade da operação.

Máquinas e veículos em circulação

Empilhadeiras, caminhões, retroescavadeiras, plataformas elevatórias e outros equipamentos em operação podem criar situações de conflito durante a movimentação.

Nesses casos, é fundamental coordenar as atividades, controlar os acessos e manter comunicação eficiente entre as equipes envolvidas.

Materiais armazenados na área

Pilhas de materiais, pallets, sucatas, ferramentas e equipamentos temporariamente armazenados podem reduzir o espaço operacional disponível e criar obstáculos não previstos. A organização prévia da área contribui para aumentar a segurança e reduzir interferências durante a movimentação.

Nas operações offshore, o espaço físico destinado ao armazenamento e à movimentação de cargas deve ser cuidadosamente avaliado, especialmente nas áreas de armazenamento temporário de cargas, denominado *laydown areas* das unidades marítimas. Deve-se verificar a disponibilidade de espaço, a organização das cargas, as rotas de circulação e as interferências que possam comprometer a segurança da operação.Atenção ao giro do contrapeso.

Durante operações com guindastes móveis, é comum que a atenção da equipe esteja concentrada na carga suspensa. Entretanto, o contrapeso também realiza movimentos e pode provocar esmagamentos, colisões e danos materiais.

Por esse motivo, a área de giro do contrapeso deve permanecer livre e adequadamente isolada durante toda a operação.



Considerações finais

A movimentação de cargas não acontece apenas entre o ponto de origem e o ponto de destino.

Ela acontece dentro de um ambiente repleto de obstáculos, interferências e riscos que precisam ser identificados e controlados.

Quanto mais detalhada for a avaliação do espaço disponível e do entorno, menores serão as chances de surpresas durante a execução da atividade.

4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área

Controlar a circulação de pessoas no entorno da operação é uma das medidas mais importantes para a prevenção de acidentes durante a movimentação de cargas. Mesmo quando o equipamento está em perfeitas condições, os acessórios foram corretamente selecionados e a carga está adequadamente amarrada, ainda existe a possibilidade de eventos não planejados, como oscilações da carga, falhas mecânicas, colisões ou rompimento de componentes.

Por esse motivo, o isolamento da área e o controle dos fluxos de pessoas devem fazer parte do planejamento e da execução de toda operação de movimentação de cargas.

A Norma Petrobras N-2869 estabelece que:

- *"As áreas de operação de movimentação de carga devem ser isoladas e sinalizadas adequadamente." (N-2869, item 9.1.7);*
- *"É proibida a permanência ou a passagem de qualquer pessoa (inclusive das pessoas envolvidas na movimentação de carga) sob carga suspensa e ao lado de cargas instáveis com risco de tombamento." (N-2869, item 9.1.8).*

Esses dois requisitos deixam claro que o controle do entorno não é apenas uma boa prática, **é exigência normativa e fator direto de prevenção de acidentes graves.**

Área de Influência da Carga

Toda movimentação de cargas cria uma área de risco conhecida como área de influência da carga.

A área de influência da carga corresponde à região potencialmente atingida caso ocorra perda de controle da carga, ruptura de acessórios, falha de equipamentos ou qualquer outra situação que resulte na queda ou deslocamento inesperado da carga (Headley, 2000).

A delimitação da área de influência da carga deve considerar:

- O peso e as dimensões da carga;
- A altura de içamento;
- A trajetória da movimentação;
- Possíveis oscilações e deslocamentos laterais;
- O ambiente ao redor da operação.

Pessoas não autorizadas devem permanecer fora da área isolada e pessoas autorizadas além de ficar fora da área de influência da carga, não devem ficar sob a carga, não devem ficar no caminho e não devem ficar entre a carga e um obstáculo.

Planejamento dos fluxos de pessoas

Antes do início da operação, a equipe deve identificar os fluxos normais de circulação existentes na área.

Essa avaliação deve considerar:

- Caminhos utilizados por pedestres;
- Rotas de veículos;
- Acessos operacionais;
- Rotas de fuga e emergência;
- Áreas de trabalho próximas;
- Área de armazenamento de cargas, principalmente nas laydown areas das plataformas;
- Locais com grande concentração de pessoas.

Sempre que necessário, devem ser criadas rotas alternativas para impedir que trabalhadores atravessem áreas de risco durante a movimentação.

Interferências de outras atividades

As operações de movimentação de cargas frequentemente ocorrem em ambientes onde diversas atividades são realizadas simultaneamente. Serviços de manutenção, soldagem, montagem, inspeção, transporte interno e operação de outros equipamentos podem interferir na movimentação da carga e aumentar os riscos da operação.

Essa atenção é ainda mais importante durante paradas de manutenção, quando há grande concentração de trabalhadores, veículos e equipamentos atuando na mesma área.

Por esse motivo, todas as atividades simultâneas devem ser identificadas durante o planejamento, permitindo a definição de prioridades, áreas de isolamento, controles de acesso e alinhamento entre as equipes envolvidas.

Uma operação segura não depende apenas da carga e do equipamento, mas também do controle das interferências existentes ao seu redor.

Vigias e controle de acesso

Em determinadas situações, o isolamento físico pode não ser suficiente para impedir o ingresso de pessoas na área de risco.

Nesses casos, deve-se designar um dos membros da equipe que está realizando a movimentação de cargas para atuar como vigia ou observador dedicado ao controle de acesso. Esse profissional possui a responsabilidade de orientar trabalhadores, impedir acessos indevidos e garantir que a área permaneça protegida durante toda a operação.

O isolamento deve acompanhar a operação

Um erro comum é considerar o isolamento como uma atividade realizada apenas no início da movimentação.

Na prática, a área de risco pode mudar conforme a carga se desloca.

Por esse motivo, o isolamento deve ser continuamente avaliado e ajustado para acompanhar as diferentes fases da operação.

Reflexão

Imagine uma operação perfeitamente planejada. O equipamento está adequado. A carga foi corretamente amarrada. Os acessórios foram inspecionados. A comunicação está funcionando.

Agora imagine que uma pessoa tenha a intenção de atravessar a área isolada para economizar alguns segundos no seu deslocamento.

O risco da operação continua o mesmo?

Em movimentação de cargas, muitas vezes a diferença entre uma operação segura e um acidente está em respeitar os limites da área isolada.

4.1.5 Gerenciamento de riscos

Enquanto o planejamento operacional busca identificar e controlar os riscos previamente conhecidos, durante a execução da movimentação é necessário monitorar continuamente as condições operacionais e ambientais que possam modificar os riscos inicialmente avaliados.

Em movimentação de cargas, o gerenciamento de riscos funciona como a ponte entre o planejamento operacional e a execução segura da operação. Não basta identificar os perigos existentes; é necessário compreender seus impactos, estabelecer controles eficazes e acompanhar continuamente as condições da atividade.

Identificação de perigos

O primeiro passo consiste em identificar os perigos que possam comprometer a segurança da operação. Essa análise deve considerar não apenas a carga e o equipamento, mas também as condições do ambiente, as atividades simultâneas, os fatores climáticos, os recursos disponíveis e o comportamento humano.

Vamos para alguns exemplos:

- Condições do solo e risco de recalque;
- Riscos de sobre cargas em operações offshore;
- Proximidade entre embarcações;
- Espaço operacional reduzido ou insuficiente;
- Obstáculos e interferências, incluindo linhas elétricas energizadas;
- Rotas de acesso inadequadas;
- Possíveis falhas de comunicação entre operador e sinaleiro amarrador;
- Fluxo de pessoas sobrepondo-se à área de influência da carga;
- Condições climáticas adversas, como vento e chuva e ondas.

Essa etapa deve responder: "*O que aqui pode causar dano?*". É a partir dela que todo o gerenciamento é construído. A partir da identificação dos perigos, é necessário avaliar os riscos associados considerando a probabilidade e severidade de ocorrência, bem como a eficácia das medidas de controle existente.

Implementação de medidas de controle (mitigação)

Com os riscos avaliados, devem ser definidas medidas capazes de eliminar ou reduzir sua probabilidade de ocorrência e suas consequências. Sempre que possível, as medidas de controle devem seguir uma hierarquia que privilegie controles mais efetivos sobre aqueles que dependem predominantemente da percepção, atenção ou comportamento das pessoas.

Antes de aplicar os controles, é importante compreender três conceitos fundamentais:

Eliminar o perigo: significa remover a fonte do risco, fazendo com que ele deixe de existir.

Eliminar a exposição: significa impedir que as pessoas entrem em contato com um perigo que continua existindo.

Reduzir o risco: significa diminuir a probabilidade de ocorrência ou a gravidade das consequências quando não for possível eliminar o perigo ou a exposição.

Seguindo a hierarquia clássica, temos:

A. Eliminação / substituição: Consiste em remover o perigo ou substituí-lo por uma alternativa de menor risco, por exemplo: remoção de um obstáculo que interfira na movimentação da carga; retirada de materiais estocados que criem riscos de colisão; substituição de um método de movimentação por outro mais seguro; substituição de equipamentos, acessórios ou processos por alternativas que reduzam a exposição aos riscos.

B. Controles de engenharia: Consistem em medidas que modificam fisicamente a fonte do perigo, o ambiente ou a forma de exposição ao risco, por exemplo: utilização de placas (mats) para distribuição de cargas nos patolamentos; instalação de barreiras físicas e proteções; adequação do layout da área de operação; segregação física entre pessoas, equipamentos e cargas; melhorias físicas que aumentem a visibilidade ou reduzam interferências operacionais.

C. Controles administrativos: Consistem em procedimentos, métodos de trabalho, treinamentos, comunicação e formas de organização da atividade, por exemplo: análise de riscos; planejamento da movimentação; briefing com a equipe; permissões de trabalho; definição de áreas isoladas; sinalização visual e sonora; controle de acesso à área operacional; ajuste do horário da operação para evitar interferências com outras atividades.

D. Uso de EPIs: São utilizados quando os controles anteriores não eliminam completamente os riscos existentes, por exemplo: capacete; óculos de segurança; luvas; calçados de segurança; protetores auriculares; demais EPIs específicos definidos para a atividade.

Importante

A simples redução do risco não deve ser a primeira opção quando for possível eliminar o perigo ou eliminar a exposição. De forma geral, controles de eliminação, substituição e engenharia tendem a proporcionar maior nível de proteção do que controles administrativos ou o uso exclusivo de EPIs, pois reduzem a dependência do comportamento humano para a prevenção de acidentes.

Na movimentação de cargas, a seleção adequada das medidas de controle deve sempre considerar as condições reais da operação, a natureza dos perigos identificados e a efetividade dos controles propostos. Sempre que possível, deve-se atuar na causa do risco e não apenas em suas consequências.

Monitoramento contínuo e reavaliação

O gerenciamento de riscos não termina quando a operação é iniciada.

Durante toda a atividade, as condições operacionais devem ser continuamente monitoradas para verificar se permanecem compatíveis com aquelas consideradas durante o planejamento.

O cenário pode mudar rapidamente:

- O vento pode aumentar (afetando cargas com grande área vélica);
- Pessoas podem tentar acessar a área isolada;
- Solos podem sofrer movimentações por chuva;
- Equipamentos próximos podem iniciar novas atividades;
- A carga pode se comportar de maneira inesperada durante o içamento.

Por isso, **cabe à equipe de movimentação de cargas:**

- Monitorar constantemente o ambiente;
- Ajustar controles quando necessário;
- Parar a operação sempre que o risco ultrapassar o nível aceitável.

Registro formal, análise crítica pós-operação e lições aprendidas

Após a conclusão da operação, é importante registrar ocorrências, desvios, incidentes e oportunidades de melhoria identificadas durante a atividade.

Essas informações contribuem para o aperfeiçoamento dos procedimentos, fortalecem a cultura de segurança e permitem que experiências adquiridas em uma operação sejam utilizadas para prevenir acidentes em operações futuras.

Em operações que exijam plano de comunicação, recomenda-se a realização de uma análise crítica pós-operação (*debriefing*), conforme os procedimentos adotados pela organização. Essa atividade permite avaliar a efetividade do planejamento, da comunicação, dos controles implementados e das condições encontradas durante a execução da movimentação. Durante essa análise, a equipe pode discutir aspectos como:

- O que ocorreu conforme esperado;
- Quais dificuldades ou interferências foram encontradas;
- Quais controles se mostraram eficazes;
- Quais oportunidades de melhoria foram identificadas;
- Quais aprendizados devem ser compartilhados com outras equipes.

O objetivo é compreender como o trabalho foi efetivamente realizado e identificar oportunidades para fortalecer processos, controles e barreiras de segurança. Essa abordagem está alinhada aos princípios dos Fatores Humanos e da aprendizagem organizacional, reconhecendo que o entendimento do trabalho real é uma importante fonte de informações para o aprimoramento contínuo da segurança operacional.

Importante

Nem todos os aprendizados surgem de acidentes/incidentes. Operações executadas com sucesso também podem revelar boas práticas e controles que merecem ser preservados e compartilhados.

Uma organização que registra e compartilha suas lições aprendidas reduz a repetição de erros e promove a melhoria contínua de seus processos.

Considerações finais

O gerenciamento de riscos não deve ser visto como uma exigência documental, mas como uma ferramenta essencial para apoiar decisões seguras. Quando aplicado de forma sistemática, ele permite antecipar problemas, fortalecer as barreiras de prevenção e aumentar significativamente a confiabilidade das operações de movimentação de cargas.

Reflexão

Um risco que não foi identificado não pode ser avaliado. Um risco que não foi avaliado não pode ser controlado. E um risco que não é controlado pode transformar uma operação rotineira em um acidente. Por isso, gerenciar riscos é, acima de tudo, antecipar problemas antes que eles aconteçam.

4.1.6 Análise de acidentes e incidentes

O que é um acidente? O que é um incidente?

- **Acidente:** É um evento imprevisto e indesejável que resultou em dano à pessoa, ao patrimônio ou impacto ao meio ambiente.
- **Incidente:** É um evento imprevisto e indesejável que poderia ter resultado em dano à pessoa, ao patrimônio ou impacto ao meio ambiente.

Por que analisar acidentes e incidentes?

O processo de investigação não deve ser direcionado à busca por culpados, mas à compreensão das causas e dos fatores contribuintes que permitiram a ocorrência do evento. Uma investigação eficaz deve ir além das causas imediatas, considerando aspectos técnicos, operacionais, humanos e organizacionais, de modo a identificar fragilidades e estabelecer ações corretivas capazes de prevenir a recorrência de eventos semelhantes (OSHA, 2015).

A análise adequada permite:

- Identificar fatores contribuintes presentes na atividade;
- Avaliar a eficácia das barreiras de segurança existentes;
- Identificar desvios, fragilidades e oportunidades de melhoria;
- Aprimorar procedimentos, treinamentos e controles operacionais;
- Compartilhar lições aprendidas;
- Reduzir a probabilidade de recorrência de eventos semelhantes;
- Fortalecer a cultura de segurança e o aprendizado organizacional.



Fica a dica

A investigação é uma ferramenta de aprendizado organizacional. Seu objetivo principal é compreender e melhorar o sistema de trabalho.

Processo geral de análise

Independentemente da metodologia utilizada pela organização, a análise normalmente contempla comunicação da ocorrência, preservação de informações, investigação e análise, definição de ações, compartilhamento dos aprendizados, e, por fim, prevenção e melhoria contínua.

Comunicação da ocorrência

Todo acidente, incidente ou desvio relevante deve ser comunicado conforme os procedimentos estabelecidos.

Preservação de informações

Sempre que aplicável, devem ser preservados registros, evidências e informações que auxiliem na compreensão do ocorrido.



Investigação e análise

- o que aconteceu;
- como aconteceu;
- quais fatores contribuíram para o evento;
- quais controles não funcionaram conforme esperado;
- quais melhorias podem ser implementadas.

Definição de ações

Com base na análise realizada, são definidas ações para eliminar ou reduzir riscos e fortalecer as barreiras de segurança existentes.

Compartilhamento dos aprendizados

Os resultados obtidos devem ser compartilhados com as equipes envolvidas, contribuindo para o aprimoramento contínuo das operações.

Prevenção e melhoria contínua

A prevenção de acidentes depende da combinação de planejamento adequado, capacitação das equipes, utilização correta dos equipamentos, comunicação eficaz e aprendizado contínuo a partir das experiências operacionais.

O relato de incidentes, desvios e condições inseguras contribui para a identificação precoce de fragilidades e para o fortalecimento das barreiras de prevenção.

Atenção

Ambientes onde as pessoas se sentem seguras para reportar desvios, dificuldades e incidentes tendem a identificar oportunidades de melhoria antes que ocorram acidentes mais graves.

01 O que você precisa SABER!



- As condições operacionais devem ser monitoradas continuamente durante a movimentação de cargas;
- Vento, ondas, terreno, interferências operacionais e circulação de pessoas podem alterar significativamente o nível de risco da atividade;
- O gerenciamento de riscos não termina no planejamento; ele continua durante toda a execução da operação;
- Acidentes e incidentes normalmente resultam da combinação de múltiplos fatores contribuintes, e sua análise deve buscar aprendizado e melhoria dos controles existentes;
- A investigação de ocorrências é uma ferramenta de aprendizado organizacional que contribui para prevenir recorrências e fortalecer a segurança operacional.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Alterações nas condições meteorológicas que possam comprometer a estabilidade da carga ou do equipamento;
- Sinais de instabilidade do terreno, recalque ou condições inadequadas para posicionamento do equipamento;
- Obstáculos, interferências e mudanças nas condições consideradas durante o planejamento;
- Aproximação de pessoas na área de influência da carga ou na área isolada da operação;
- Incidentes e desvios que possam representar oportunidades de aprendizado e melhoria;
- Fragilidades nas barreiras e controles previstos para a operação.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Monitorar continuamente as condições operacionais durante toda a movimentação;
- Manter a área isolada e controlar o acesso de pessoas às zonas de risco;
- Comunicar imediatamente desvios, incidentes e alterações relevantes nas condições da operação;
- Interromper a atividade sempre que os riscos ultrapassarem os limites aceitáveis ou quando as condições deixarem de ser compatíveis com o planejamento;
- Aplicar os aprendizados obtidos em operações anteriores para fortalecer a segurança das atividades futuras.

Exercícios de Fixação:

1. Qual das alternativas abaixo representa um risco típico associado a cargas com grande área vélica?

a) Possibilidade de balanço e variação involuntária do raio devido à ação do vento.
b) Redução do peso da carga, exigindo menor esforço do equipamento.
c) Aumento da capacidade de carga permitida pelo gráfico.
d) Eliminação da necessidade de isolamento da área.

2. Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) O isolamento da área é opcional em operações de baixo risco, desde que o sinaleiro esteja atento.
( ) A proximidade de linhas elétricas energizadas deve ser considerada durante o planejamento e a execução da movimentação de cargas.
( ) Acidentes e incidentes podem fornecer informações importantes para prevenir acidentes futuros.
( ) O patolamento em solo de baixa resistência exige medidas de controle, como uso de calços para melhor distribuição de carga.

3. Durante uma movimentação de carga, pessoas começam a utilizar uma rota que cruza a área isolada da operação. Qual deve ser a atitude mais adequada?

a) Permitir a passagem rápida das pessoas para evitar atrasos.
b) Solicitar que atravessem apenas quando a carga estiver parada.
c) Reforçar o controle da área e impedir o acesso de pessoas à zona de risco.
d) Manter a operação normalmente, desde que o sinaleiro amarrador esteja atento.

4. Durante a análise de um incidente, qual deve ser o principal objetivo da investigação?

a) Identificar o responsável pelo evento.
b) Confirmar falha humana.
c) Compreender os fatores contribuintes e fortalecer os controles existentes.
d) Determinar qual procedimento não foi seguido.

5. Pense em uma movimentação de carga realizada em sua área de atuação. Identifique:

- uma condição operacional que pode alterar o nível de risco da atividade;
- uma barreira utilizada para controlar esse risco;
- uma ação que deveria ser adotada caso as condições se alterem durante a execução da operação.

Referências Bibliográficas:

Anderson, J. K. (2013). *Rigging engineering basics: A practical guide for rigging engineers and lift planners*. ITI Bookstore.

Duerr, D. (2015). *Mobile crane support handbook*. 2DM Associates, Inc.

Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate Publishing.

Occupational Safety and Health Administration. (2015). *Incident investigations: A guide for employers. U.S*. Department of Labor.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

5

Impacto de Condições Ambientais

5.1 Impacto do vento

As condições ambientais influenciam diretamente o comportamento das cargas e dos equipamentos de movimentação envolvidos na operação. Compreender como esses fatores atuam é fundamental para identificar alterações nas condições inicialmente previstas e adotar medidas de controle adequadas durante a execução da atividade.

Entre esses fatores, o vento merece atenção especial devido à sua capacidade de variar rapidamente em intensidade e direção, impactando a estabilidade da carga, aumentando os esforços nos acessórios de içamento, dificultando o posicionamento e elevando o risco de incidentes. Por isso, as condições ambientais, especialmente a velocidade e o comportamento do vento, devem ser avaliadas antes do início da atividade e monitoradas continuamente durante toda a operação.

Como o vento atua sobre a carga



Entre os principais efeitos do vento estão:

- Oscilação pendular da carga;
- Rotação involuntária;
- Dificuldade de posicionamento preciso;
- Aumento dos esforços nas lingas e acessórios;
- Alteração do raio operacional do equipamento;
- Redução da estabilidade do conjunto.

Quanto maior a superfície exposta ao vento, maior a força exercida sobre a carga. Por essa razão, cargas leves e volumosas podem representar desafios maiores do que cargas mais pesadas e compactas.

Tipos de vento

Embora muitas pessoas associem o vento apenas à sua velocidade, seu comportamento também influencia diretamente a operação. Os principais tipos encontrados em operações de movimentação de cargas são:

Vento constante: mantém velocidade e direção relativamente estáveis, proporcionando maior previsibilidade durante a operação.

Rajadas de vento: correspondem a aumentos rápidos e temporários da velocidade do vento. São particularmente perigosas porque podem provocar movimentos bruscos da carga, mesmo quando a velocidade média permanece dentro dos limites permitidos.

Vento turbulento: ocorre quando o fluxo de ar sofre alterações provocadas por edificações, estruturas metálicas, tanques, equipamentos ou obstáculos naturais. Nessas situações, a direção e a intensidade do vento tornam-se imprevisíveis.

Correntes ascendentes e descendentes: são movimentos verticais do ar que podem ocorrer próximos a grandes estruturas, encostas ou edificações, alterando o comportamento da carga durante o içamento.

Direção do vento

Além da velocidade, a direção do vento também influencia a segurança da operação.

Dependendo da posição da carga em relação ao vento, podem ocorrer diferentes comportamentos:

- **Vento frontal:** atua diretamente sobre a face da carga, aumentando a resistência ao deslocamento.
- **Vento lateral:** provoca oscilações laterais e dificulta o controle da carga, sendo uma das situações mais críticas durante o posicionamento.
- **Vento traseiro:** atua no mesmo sentido da movimentação da carga, podendo aumentar sua velocidade e dificultar a frenagem dos movimentos.
- **Vento cruzado:** combina diferentes direções ao longo da operação, exigindo maior atenção da equipe devido às constantes mudanças de comportamento da carga.

Avaliação durante toda a operação

A avaliação do vento não deve ocorrer apenas antes do início da atividade. Alterações climáticas podem ocorrer a qualquer momento, tornando necessária a observação contínua das condições ambientais.

Sempre que forem identificadas mudanças significativas na velocidade ou na direção do vento, a equipe deve reavaliar os riscos da operação e, quando necessário, interromper a movimentação até que existam condições seguras para sua continuidade.

Atenção

Essa necessidade de controle encontra respaldo nas Normas Regulamentadoras brasileiras. A NR-18 estabelece restrições à operação de equipamentos de guindar em condições climáticas adversas ou em outras condições meteorológicas que possam afetar a segurança dos trabalhadores. De forma semelhante, a NR-34 prevê o impedimento das operações de movimentação de cargas quando houver condições climáticas adversas. Para as atividades realizadas em plataformas de petróleo, a NR-37 também estabelece requisitos relacionados às condições ambientais, incluindo o monitoramento da velocidade do vento.

5.1.1 Área vélica e a ação do vento sobre a carga

Considerando que área vélica é a área projetada da carga sobre a qual o vento exerce pressão: quanto maior essa área, maior será a força aplicada pelo vento e, consequentemente, maiores serão os esforços transmitidos aos acessórios de movimentação e ao equipamento de elevação.

Por esse motivo, cargas de grandes dimensões podem apresentar comportamento mais crítico do que cargas mais pesadas, porém compactas.

Peso não é o único fator importante

Um erro comum é acreditar que apenas cargas pesadas representam maior dificuldade durante o içamento.

Na prática, uma carga leve, porém com grande área vélica, pode ser muito mais difícil de controlar do que uma carga pesada e compacta.

Considere os seguintes exemplos:

Tabela 4 – Exemplos da influência do vento em diferentes tipos de carga

Carga	Peso	Área vélica relativa	Influência do vento
Bloco de concreto	10 t	Pequena	Baixa
Chapa metálica	3 t	Muito grande	Muito alta
Tubulação longa	5 t	Grande	Alta
Estrutura treliçada	8 t	Muito grande	Muito alta
Transformador	20 t	Pequena	Moderada

Percebe-se que o comportamento da carga depende da combinação entre peso, geometria e área exposta ao vento.

Cargas com maior área vélica

Algumas cargas exigem atenção especial devido à sua geometria.

Entre elas destacam-se:

- Chapas metálicas;
- Painéis industriais;
- Estruturas treliçadas;

- Tubulações de grande diâmetro;
- Tanques horizontais;
- Vasos de pressão;
- Silos;
- Equipamentos com revestimentos ou isolamento térmico.

Nessas situações, pequenas variações na velocidade do vento podem provocar grandes alterações no comportamento da carga.







5.1.2 Escala de Beaufort

Antes da popularização dos anemômetros, a velocidade do vento era estimada por meio da observação de seus efeitos sobre o ambiente. No início do século XIX, o almirante irlandês **Sir Francis Beaufort** desenvolveu uma escala que relacionava a intensidade do vento aos seus efeitos visíveis sobre o mar e, posteriormente, o estudo foi levado para a influência do vento na vegetação, edificações e estruturas terrestres (Met Office, n.d).

Conhecida como **Escala de Beaufort**, essa classificação permanece amplamente utilizada em atividades marítimas, aeronáuticas, meteorológicas e em operações industriais como uma ferramenta de apoio para avaliação das condições ambientais.

Embora atualmente a velocidade do vento seja medida com instrumentos específicos, a Escala de Beaufort continua sendo um recurso importante para que operadores, supervisores e sinaleiros amarradores reconheçam alterações nas condições climáticas.

Como funciona a escala

A Escala de Beaufort classifica a intensidade do vento em níveis crescentes, relacionando a velocidade do vento com os efeitos observados no ambiente.

GRAU BEAUFORT		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TERMO DESCRITIVO		Calmo	Aragem	Brisa leve	Brisa fraca	Brisa moderada	Brisa fresca	Vento fresco	Vento forte	Vento muito forte	Vento duro	Tempestade	Tempestade violenta	Furacão
	m/s	< 1	1,0 – 1,5	2,0 – 3,0	3,5 – 5,5	6 – 8	8,5 – 10,5	10,5 – 14	14,5 – 17	17,5 – 20,5	21,0 – 24	24,5 – 28	28,5 – 33	34+
	nós	< 1	1 – 3	4 – 6	7 – 10	11 – 16	17 – 21	22 – 27	28 – 33	34 – 40	41 – 47	48 – 55	56 – 63	64+
	km/h	< 1	1 – 5	6 – 11	12 – 19	20 – 29	30 – 38	39 – 50	51 – 61	62 – 74	75 – 86	87 – 101	102 – 120	120+
REPRESENTAÇÃO ILUSTRATIVA														

Para verificar a força do vento, Beaufort analisa alguns fatores como:

- Movimentação de árvores;
- Poeira levantada;
- Ondulação da água;
- Vibração de estruturas leves;
- Deslocamento de objetos soltos;
- Efeito de ressonância.

Beaufort na movimentação de cargas

Durante uma operação de içamento, a observação do ambiente pode fornecer indícios importantes sobre a intensidade do vento.

Movimentos acentuados da vegetação, bandeiras excessivamente esticadas, poeira em suspensão ou dificuldade de manter o equilíbrio podem indicar que as condições meteorológicas estão se deteriorando.

Esses sinais devem servir como alerta para que a equipe confirme a velocidade do vento por meio de um anemômetro e avalie a necessidade de interromper a operação.

Limitações da escala

Embora seja uma excelente ferramenta de observação, a Escala de Beaufort não substitui a medição instrumental do vento.

Em operações de movimentação de cargas, especialmente nas classificadas como críticas, a velocidade do vento deve ser determinada por instrumentos adequados, conforme estabelecido pelos fabricantes dos equipamentos e pelos procedimentos da organização.

Além disso, fatores como rajadas, turbulências e o efeito Venturi podem fazer com que a velocidade do vento varie significativamente dentro da mesma área de operação, dificultando sua avaliação apenas pela observação visual.

Você sabia?

A Escala de Beaufort nasceu no mar. Francis Beaufort desenvolveu sua classificação observando os efeitos do vento sobre navios à vela. Cerca de um século depois, o meteorologista George Clarke Simpson contribuiu para sua aplicação em terra, relacionando a força do vento às velocidades medidas e aos efeitos observáveis no ambiente.

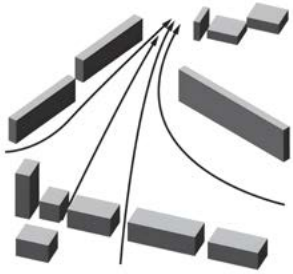
5.1.3 Efeito Venturi

Nem sempre a velocidade e a direção do vento são uniformes em toda a área de uma operação. Em ambientes industriais, a presença de edificações, tanques, estruturas metálicas, plataformas, equipamentos de grande porte e outras instalações pode alterar significativamente o comportamento do fluxo de ar.

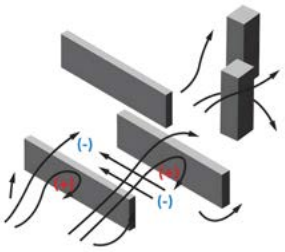
Ao interagir com esses obstáculos, o vento pode sofrer acelerações localizadas, mudanças de direção, turbulência, recirculação e formação de rajadas. Em algumas situações, principalmente quando o escoamento é canalizado por passagens estreitas entre estruturas, esse aumento localizado do vento é frequentemente associado ao chamado **Efeito Venturi**.

Em operações de movimentação de cargas, isso significa que uma carga pode estar sendo movimentada em uma área onde a velocidade média do vento parece aceitável e, ainda assim, ficar sujeita a velocidades localmente superiores, rajadas ou turbulências ao passar entre estruturas, edificações ou equipamentos.

Efeito venturi



Correntes transversais



(+) pressão aumentada
(-) pressão reduzida

Esses efeitos podem ser observados em áreas com:

- Galpões industriais;
- Tanques de armazenamento;
- Colunas e vasos de processo;
- Estruturas metálicas;
- Plataformas offshore;
- Embarcações atracadas;
- Pontes e viadutos;
- Grandes edificações;
- Corredores estreitos entre equipamentos.

Quanto menor o espaço disponível para a passagem do vento, maior tende a ser sua aceleração.

Um exemplo prático

Imagine a movimentação de um vaso de pressão entre dois grandes tanques de armazenamento. Em uma área aberta, a medição do vento indica condições compatíveis com a operação. Entretanto, ao atravessar o corredor formado pelos tanques, a carga pode passar por uma região onde o escoamento do vento está sendo canalizado e perturbado pelas estruturas próximas.

Como consequência, podem ocorrer acelerações localizadas do vento, rajadas ou alterações no comportamento da carga, aumentando a dificuldade de controle e os esforços aplicados ao sistema de movimentação.

Nesse caso, o que mudou não foi necessariamente a condição geral do vento na instalação, mas o comportamento local do escoamento naquele trecho específico da operação.



Como reduzir os riscos

Durante o planejamento da movimentação, é importante identificar regiões onde o comportamento do vento possa ser influenciado pelas estruturas existentes.

Algumas medidas preventivas incluem:

- avaliar cuidadosamente todo o trajeto da carga;
- observar não apenas a velocidade do vento, mas também a presença de rajadas e turbulência;
- evitar movimentações em áreas críticas quando as condições ambientais forem desfavoráveis;
- reduzir a velocidade da operação quando necessário;
- utilizar cabos-guia, quando tecnicamente aplicável e previsto no planejamento;
- monitorar continuamente o comportamento da carga durante o deslocamento;
- interromper a atividade caso as condições ultrapassem os limites operacionais estabelecidos.

5.1.4 O uso do anemômetro

O anemômetro é o instrumento utilizado para medir a velocidade do vento e constitui uma importante ferramenta de apoio às decisões durante operações de movimentação de cargas. Embora a experiência dos profissionais e a observação do ambiente sejam fundamentais, a avaliação das condições meteorológicas deve ser baseada em medições objetivas e confiáveis.

A velocidade do vento influencia diretamente a estabilidade da carga, o comportamento do equipamento e a segurança da operação. Por esse motivo, o monitoramento contínuo das condições climáticas permite identificar alterações que possam exigir a interrupção da atividade ou a adoção de medidas adicionais de controle.

Tipos de anemômetro

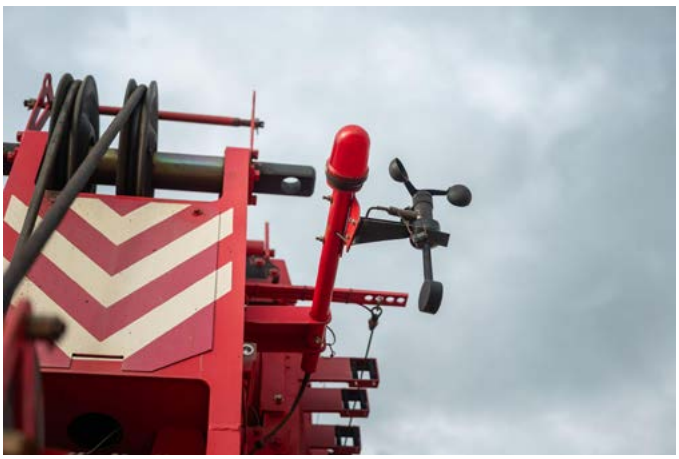
Dependendo do modelo, o equipamento também pode indicar a direção do vento, registrar rajadas e armazenar dados para análises posteriores.

Os modelos mais utilizados nas operações de movimentação de cargas são:

- **Anemômetro fixo:** instalado permanentemente no equipamento de elevação ou em estruturas da instalação.
- **Anemômetro portátil:** utilizado pela equipe para medições em pontos específicos da operação.
- **Estação meteorológica:** utilizada em grandes instalações industriais para monitoramento contínuo das condições climáticas.

Sempre que previsto pelos requisitos do equipamento e da operação, o monitoramento deve ser realizado por meio do anemômetro instalado no equipamento de guindar, permitindo o acompanhamento contínuo das condições de vento durante a atividade.





O anemômetro deve estar preferencialmente instalado no topo da lança ou em local que represente adequadamente as condições da operação, uma vez que a velocidade do vento varia com a altura e com as características do ambiente.

Conforme a N-2869, quando houver indisponibilidade do anemômetro instalado no guindaste, a operação poderá utilizar medição realizada por anemômetro portátil, conforme os requisitos estabelecidos para essa condição. O uso do instrumento portátil deve ser considerado uma medida complementar ou de contingência, respeitando os procedimentos aplicáveis e os critérios definidos para a operação.

Vale destacar que a NR-18 estabelece que guindastes e gruas devem possuir anemômetro que indique ao operador a velocidade do vento. Já a NR-12 estabelece requisitos adicionais para equipamentos utilizados na movimentação de pessoas.

Velocidade média e rajadas

Outro aspecto importante é compreender que o vento não possui velocidade constante.

Enquanto a **velocidade média** representa o comportamento do vento ao longo de determinado período, as **rajadas** correspondem a aumentos rápidos e temporários de sua intensidade.

Em muitas situações, são justamente as rajadas que provocam oscilações inesperadas da carga, dificultando seu controle e aumentando os esforços sobre o equipamento.

Durante o monitoramento, tanto a velocidade média quanto as rajadas devem ser consideradas para a tomada de decisão.

Referências para avaliação das condições de vento

Além do monitoramento contínuo da velocidade do vento, determinadas operações podem possuir limites operacionais estabelecidos por requisitos legais, procedimentos internos, planejamento da atividade e recomendações do fabricante do equipamento.

A NR-37 estabelece requisitos relacionados às operações de movimentação de cargas em instalações marítimas. Esses limites devem ser observados em conjunto com as orientações do fabricante do equipamento, os procedimentos da instalação e as condições reais encontradas durante a operação.

Tabela 5 – Condições de operação do guindaste em função da velocidade do vento

Velocidade do vento	Condições para operação do equipamento de guindar
0 a 38 km/h	· Permitidas todas as operações de movimentação de cargas.
39 a 49 km/h	· Acionamento de alarme sonoro a partir de 39 km/h; · Operações ordinárias de movimentação de cargas devem ser interrompidas; e · Permitidas apenas as operações assistidas, inclusive entre a plataforma e embarcações, com observação contínua das condições climáticas.
50 a 61 km/h	· Permitidas apenas as operações assistidas e realizadas somente dentro da própria plataforma, com observação contínua das condições climáticas.
Acima de 61 km/h	· Paralisação total de todas as operações de elevação.

Importante

Os valores apresentados constituem referências para apoio à tomada de decisão, mas não substituem a avaliação das condições reais da operação. Rajadas, turbulência, comportamento da carga, área vélica, movimentos da embarcação ou da unidade marítima e demais fatores operacionais devem ser considerados antes de iniciar, interromper ou retomar uma movimentação de cargas.

O anemômetro auxilia, mas não substitui a avaliação operacional

Além da velocidade do vento, devem ser considerados outros fatores, como:

- direção do vento;
- área vélica da carga;
- geometria da carga;
- oscilações observadas durante o içamento;
- configuração do equipamento;
- obstáculos existentes no entorno;
- turbulências e rajadas localizadas;
- condições específicas da operação.

As medições devem ser representativas da área e da altura onde a operação será executada. Além disso, a decisão de iniciar, interromper ou retomar uma movimentação deve considerar as recomendações do fabricante do equipamento, os limites estabelecidos nos procedimentos aplicáveis, o planejamento da operação e o comportamento real da carga durante toda a movimentação.

5.1.5 A utilização da biruta

A biruta é um dispositivo utilizado para indicar visualmente a direção predominante do vento e fornecer uma estimativa de sua intensidade. Embora seja amplamente conhecida por sua utilização em aeroportos, ela também é empregada em portos, refinarias, terminais, estaleiros, plantas industriais e outras instalações onde as condições do vento podem influenciar a segurança das operações.

Na movimentação de cargas, a biruta constitui uma ferramenta simples, de fácil interpretação e extremamente útil para o monitoramento contínuo das condições meteorológicas.

Como funciona a biruta

A biruta é composta por um cone de tecido instalado sobre um suporte giratório, permitindo seu alinhamento automático com a direção do vento.

A extremidade mais larga da biruta fica voltada para a origem do vento, enquanto a extremidade estreita aponta para a direção em que o vento está se deslocando.

Além da direção, a posição da biruta fornece uma estimativa visual da intensidade do vento.

Tabela 6 – Relação entre a posição da biruta e a condição aproximada do vento

Posição da biruta	Condição aproximada
Caída ou com pouca abertura	Vento fraco
Parcialmente inflada (aprox. 45°)	Vento moderado
Totalmente estendida na horizontal	Vento forte

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 12647.

Esses valores são apenas indicativos e podem variar conforme o modelo, o tamanho e o material utilizado na fabricação da biruta. Para maiores informações técnicas, recomenda-se consultar a ABNT NBR 12647 que trata do indicador visual de condições do vento de superfície (biruta).



Aplicação na movimentação de cargas

Durante uma operação de içamento, a biruta permite que operadores, supervisores e sinaleiros amarradores acompanhem continuamente alterações na direção e na intensidade do vento sem a necessidade de consultar instrumentos eletrônicos a todo momento. Sua utilização é especialmente útil para:

- Identificar mudanças repentinas na direção do vento;
- Perceber o aumento gradual da intensidade do vento;
- Auxiliar na avaliação das condições meteorológicas antes do início da operação;
- Complementar as informações obtidas pelo anemômetro.

A observação constante da biruta contribui para aumentar a percepção situacional da equipe e permite antecipar condições que possam comprometer a estabilidade da carga.

Limitações da biruta

Embora seja um excelente indicador visual, a biruta **não mede a velocidade do vento com precisão.**

Sua função é fornecer uma referência rápida das condições ambientais, não devendo ser utilizada como único critério para autorizar ou interromper operações de movimentação de cargas.

Em atividades críticas, a velocidade do vento deve ser determinada por meio de anemômetros calibrados e comparada com os limites operacionais estabelecidos pelo fabricante do equipamento, pelo plano de movimentação e pelos procedimentos da organização.

Boas práticas de utilização

Para que a biruta forneça informações confiáveis, recomenda-se:

- Instalá-la em local elevado e livre de obstáculos;
- Evitar sua instalação próxima a edificações, tanques ou estruturas que possam alterar o fluxo do vento;
- Realizar inspeções periódicas para verificar rasgos, desgaste ou travamento do sistema giratório;
- Manter boa visibilidade para toda a equipe envolvida na operação.

Importante

A biruta não deve ser utilizada como substituta do anemômetro quando for necessária a determinação quantitativa da velocidade do vento. Ela serve como auxílio visual que fornece indicação da direção e uma estimativa da intensidade do vento de superfície (ANAC, 2024).

5.2 Impacto de temperaturas extremas e chuva

Fatores como temperaturas elevadas, frio intenso e precipitações também podem influenciar significativamente a segurança das operações de movimentação de cargas. Essas condições podem afetar o comportamento da carga, o desempenho dos equipamentos e as condições de trabalho das equipes, devendo ser consideradas no planejamento e monitoradas durante toda a execução da atividade. Caso ocorram alterações que comprometam a segurança da operação, os riscos devem ser reavaliados e, quando necessário, a atividade interrompida.

Temperaturas elevadas

Efeitos sobre o equipamento

As altas temperaturas podem comprometer o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos de movimentação, causando:

- Redução da viscosidade dos fluidos hidráulicos, diminuindo a eficiência dos movimentos e aumentando o risco de superaquecimento;
- Expansão térmica de componentes metálicos, alterando folgas, favorecendo travamentos e reduzindo a precisão operacional;
- Aceleração do desgaste de cabos, roldanas, mangueiras e outros componentes sujeitos à fadiga térmica;
- Maior exigência dos sistemas de arrefecimento e lubrificação.

Efeitos sobre a carga

Dependendo de suas características, algumas cargas podem sofrer alterações dimensionais, deformações ou perda de propriedades devido à exposição prolongada a temperaturas elevadas, exigindo avaliação prévia das condições de transporte e movimentação.



Efeitos sobre as pessoas

A exposição ao calor pode provocar:

- Fadiga térmica;
- Desidratação;
- Redução da atenção e da capacidade de tomada de decisão;
- Aumento da probabilidade de falhas operacionais.

Medidas de controle

Em condições de calor intenso, recomenda-se intensificar inspeções, monitorar a temperatura dos equipamentos, verificar vazamentos e o funcionamento dos sistemas de arrefecimento, além de reforçar a hidratação da equipe e programar pausas adequadas.

Temperaturas baixas

Efeitos sobre o equipamento

O frio intenso pode provocar:

- Aumento da viscosidade dos fluidos hidráulicos, tornando os movimentos mais lentos e irregulares;
- Possíveis falhas em sistemas elétricos devido à condensação e à umidade;
- Redução da eficiência de componentes mecânicos quando não adequadamente lubrificados.

Efeitos sobre a carga

Em baixas temperaturas, determinados materiais podem tornar-se mais frágeis e suscetíveis a danos durante a movimentação. Cabos de aço, ganchos e componentes metálicos também podem apresentar maior sensibilidade a impactos.

Efeitos sobre as pessoas

As baixas temperaturas podem causar:

- Redução da destreza manual;
- Lentidão na execução das tarefas;
- Dificuldade de comunicação;
- Fadiga e perda de concentração.



Medidas de controle

Antes da operação em ambientes frios, deve-se realizar o aquecimento prévio dos equipamentos, verificar os pontos de lubrificação e assegurar que os trabalhadores possuam vestimentas e proteção adequadas às condições climáticas.

Chuva e umidade

Efeitos sobre o equipamento

- Entrada de água em sistemas elétricos, instrumentos e sensores;
- Redução da eficiência de componentes eletrônicos e sistemas de comando;
- Comprometimento das condições de patolamento e estabilidade em solos encharcados.

Efeitos sobre a carga

Os principais impactos incluem:

- Risco de deslizamento da carga devido à redução da aderência;
- Alteração das características de amarração e fixação;
- Alteração na resistência do solo por amolecimento quando acúmulo de chuva;
- Aumento do peso de cargas absorventes ou higroscópicas, (madeira, grãos, têxteis e big bags).



Efeitos sobre as pessoas

A chuva pode provocar:

- Redução da visibilidade;
- Dificuldade de comunicação visual entre os envolvidos na operação;
- Maior risco de escorregamentos, quedas e outros acidentes durante deslocamentos e atividades de campo.

Medidas de controle

As operações sob chuva devem ser avaliadas criteriosamente, podendo exigir redução da velocidade operacional, ampliação das áreas de isolamento e suspensão da atividade em casos de chuva intensa, tempestades ou comprometimento das condições de segurança.

Influência da chuva nos acessórios

A presença de água também pode afetar os acessórios utilizados na movimentação de cargas.

Cintas sintéticas molhadas tornam-se mais pesadas, podem acumular sujeira e dificultar a inspeção visual de cortes, desgastes e outros danos. Cabos de aço, correntes e componentes metálicos exigem atenção quanto à limpeza, lubrificação e proteção contra processos corrosivos, especialmente quando expostos continuamente à umidade.

Embora a chuva, por si só, normalmente não reduza significativamente a capacidade de carga desses acessórios, ela pode favorecer condições que aceleram seu desgaste e comprometem sua vida útil.

Procedimentos preventivos

Para mitigar riscos associados a temperaturas extremas e chuva, é essencial adotar um conjunto de procedimentos preventivos que garantam a segurança operacional como:

- Monitorar índices climáticos antes e durante a operação;
- Realizar inspeção reforçada dos sistemas elétricos, hidráulicos e dos acessórios de içamento;
- Interromper a atividade em caso de tempestades, raios, chuva forte ou variações térmicas críticas.

5.2.1 Impacto das condições oceanográficas

As condições oceanográficas exercem influência direta na segurança das operações offshore de movimentação de cargas. Fatores como altura de onda e correntes marítimas podem alterar significativamente o comportamento da embarcação, da carga suspensa e dos equipamentos de içamento, aumentando os esforços dinâmicos e reduzindo a precisão das manobras. Por esse motivo, essas condições devem ser avaliadas durante o planejamento e monitoradas continuamente ao longo da operação.

Altura de onda

- Aumento dos movimentos verticais da embarcação, elevando os esforços dinâmicos transmitidos ao equipamento, aos acessórios e à carga;
- Redução da estabilidade operacional durante as fases críticas da movimentação;
- Maior tendência à oscilação, rotação e impacto contra estruturas ou embarcações;
- Dificuldade de posicionamento e assentamento seguro da carga;
- Aumento do risco de cargas pendulares e choques durante operações de transferência.

Correntes marítimas

- Influência sobre o posicionamento e a estabilidade de embarcações de apoio;
- Alteração da trajetória de cargas suspensas ou parcialmente submersas;
- Deslocamento lateral de cargas imersas ou parcialmente imersas;
- Dificuldade de alinhamento e posicionamento durante operações de instalação subsea.

Em operações offshore, o estado do mar deve sempre ser analisado em conjunto com as condições meteorológicas, uma vez que a combinação de vento, ondas e correntes pode aumentar significativamente os esforços dinâmicos, comprometer a estabilidade da operação e elevar os riscos para pessoas, cargas e equipamentos.

5.3 Descargas atmosféricas

As descargas atmosféricas representam um dos riscos mais graves para operações de movimentação de cargas realizadas em áreas abertas. Guindastes, gruas e outros equipamentos de elevação possuem estruturas metálicas de grande altura que podem aumentar a exposição aos efeitos de uma tempestade elétrica.

Embora esses equipamentos não atraiam raios, sua altura e localização podem torná-los pontos suscetíveis ao impacto de uma descarga atmosférica ou aos efeitos da corrente elétrica proveniente de uma descarga próxima.

Por esse motivo, a aproximação de tempestades deve ser considerada um fator crítico para a continuidade da operação.

Riscos durante uma tempestade

Uma descarga atmosférica pode provocar consequências severas para as pessoas, os equipamentos e as instalações, tais como:

- Choque elétrico nos trabalhadores;
- Danos aos sistemas elétricos e eletrônicos do equipamento;
- Incêndios e explosões em áreas com atmosferas inflamáveis;
- Perda de controle da operação;
- Danos estruturais ao equipamento;
- Interrupção das atividades.

Em refinarias, terminais e plantas petroquímicas, esse risco é ainda mais relevante devido à presença de produtos inflamáveis e áreas classificadas.

Quando interromper a operação

Ao identificar sinais de tempestade, como relâmpagos, trovões ou alertas emitidos pelos sistemas de monitoramento meteorológico da empresa, a operação deve ser reavaliada imediatamente.

Em muitas organizações, a presença de descargas atmosféricas nas proximidades é motivo suficiente para suspender qualquer operação de movimentação de cargas em áreas abertas.

A decisão deve seguir os procedimentos internos da empresa, as recomendações do plano de movimentação de cargas e as orientações dos responsáveis pela segurança da operação.

Retomada da atividade

Após o término da tempestade, a operação não deve ser retomada imediatamente. Antes da liberação dos trabalhos, recomenda-se verificar:

- Se não há mais ocorrência de descargas atmosféricas na região;
- Se as condições meteorológicas voltaram aos limites estabelecidos para a operação;
- Se não houve alteração nas condições do terreno ou do equipamento em razão da chuva ou dos ventos associados à tempestade;
- Se toda a equipe foi novamente orientada sobre as condições da atividade.

A retomada deve ocorrer somente após nova avaliação dos riscos e autorização dos responsáveis pela operação.

Medidas preventivas

Para reduzir os riscos relacionados às descargas atmosféricas, recomenda-se:

- Monitorar continuamente as condições meteorológicas;
- Acompanhar alertas emitidos por sistemas de monitoramento climático;
- Interromper a operação ao primeiro sinal de tempestade nas proximidades;
- Manter a equipe afastada de cargas suspensas e equipamentos durante eventos de raios;
- Cumprir rigorosamente os procedimentos internos da organização.

Aterramento dos equipamentos

É importante esclarecer que o aterramento não impede que um raio atinja um guindaste. Também não elimina os riscos para as pessoas durante uma descarga atmosférica.

Sua principal função é proporcionar um caminho preferencial para a dissipação de correntes elétricas, reduzir diferenças de potencial entre partes metálicas e proteger equipamentos elétricos em determinadas condições. Entretanto, a energia envolvida em uma descarga atmosférica pode ser extremamente elevada, tornando insuficiente confiar apenas no aterramento como medida de proteção.

Em equipamentos de movimentação de cargas, o aterramento também desempenha papel importante na dissipação de eletricidade estática, especialmente em operações realizadas em áreas classificadas, terminais de combustíveis, refinarias e instalações petroquímicas, onde a presença de vapores inflamáveis exige controle rigoroso de fontes de ignição.

O aterramento deve ser entendido como uma medida complementar de segurança, e não como uma autorização para continuar trabalhando durante tempestades com descargas atmosféricas.

A principal medida de proteção continua sendo a interrupção da operação, o afastamento dos trabalhadores da área de risco e o cumprimento dos procedimentos estabelecidos pela empresa.

5.4 Impacto da presença de obstáculos e pontos cegos

Alterações ambientais, movimentação de equipamentos, armazenamento temporário de materiais e operações simultâneas podem criar ou modificar obstáculos existentes na área, tornando necessária sua reavaliação antes e durante a execução da atividade.

A presença de obstáculos e pontos cegos no ambiente de operação, como: Estruturas fixas, interferências aéreas, espaços confinados e limitações de visibilidade, podem comprometer o trajeto da carga, dificultar a comunicação entre a equipe e aumentar significativamente o risco de colisões, prensamentos e tombamentos.

Quando não identificados e gerenciados adequadamente, esses elementos impedem o operador de visualizar totalmente o movimento da carga, do equipamento e do ambiente, criando cenários críticos que exigem planejamento cuidadoso, comunicação clara e monitoramento constante.

Tipos de obstáculos

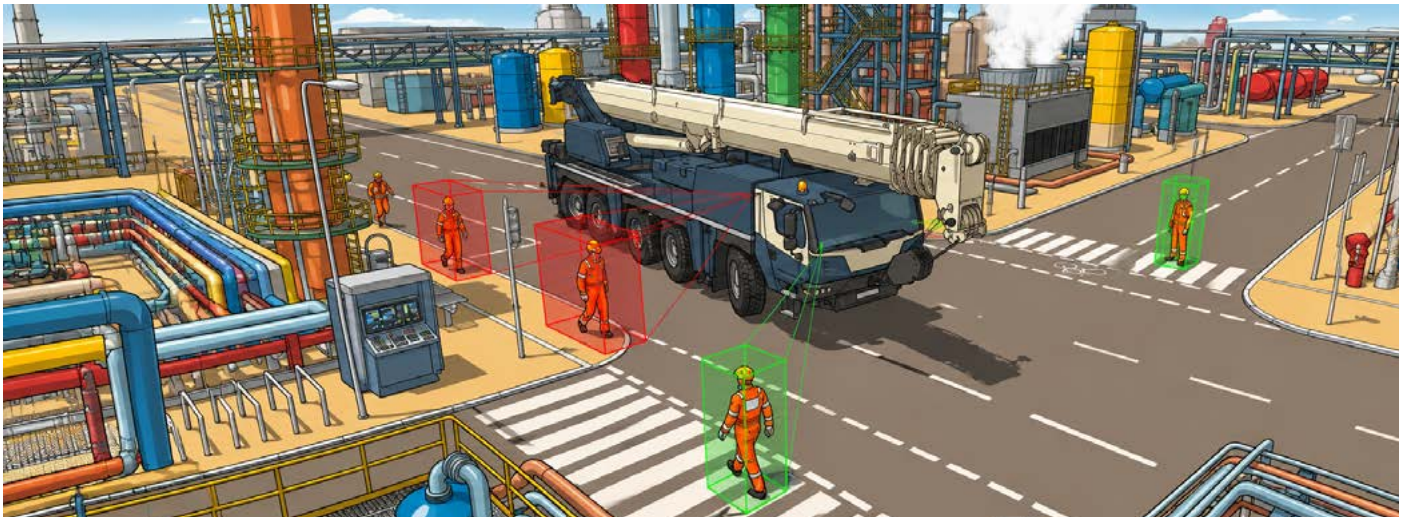
Os obstáculos podem ser encontrados em diferentes partes da área de operação:

- Obstáculos aéreos: estruturas metálicas, tubulações, dutos, galpões, cabos energizados, bandejamentos, braços articulados, vigas e marquises;
- Obstáculos laterais: paredes, contêineres, veículos, equipamentos estacionados, grades e pilhas de materiais;
- Obstáculos no solo: buracos, valas, canaletas, resíduos, materiais soltos, bases de concreto, desníveis, trilhos, andaimes e escavações;
- Obstáculos móveis: empilhadeiras, caminhões, retroescavadeiras, operadores a pé e outras atividades ocorrendo simultaneamente no mesmo pátio.

Pontos cegos na operação

Os pontos cegos surgem quando o operador não consegue enxergar claramente:

- A carga durante todo o percurso;
- O deslocamento em manobras fechadas;
- A interação entre o guindaste e estruturas próximas;
- Os membros da equipe.



Essas limitações tornam o sinaleiro peça fundamental para garantir que todos os movimentos sejam feitos com total controle, precisão e segurança.

Consequências operacionais

A falta de visibilidade e a presença de obstáculos podem gerar:

- Colisões da carga com estruturas, tubos, racks ou paredes;
- Danos ao guindaste, principalmente na lança ou nos cabos;
- Prensagem de pessoas entre carga e estruturas;
- Desalinhamento do equipamento, prejudicando a estabilidade;
- Bloqueio de rota de fuga em caso de emergência;
- Reflexos tardios, aumentando o risco de perda de controle.

Medidas preventivas e de controle

Para mitigar os riscos associados a obstáculos e pontos cegos, recomenda-se:

- Mapear toda a área de operação antes do início do içamento;
- Identificar interferências aéreas e subterrâneas que possam afetar o trajeto da carga;
- Criar rotas seguras, evitando locais com acesso limitado ou múltiplos obstáculos;
- Estabelecer comunicação contínua entre operador e sinaleiro amarrador, usando rádio e sinais padronizados (quando aplicável);
- Isolar a área, impedindo circulação de pessoas e máquinas próximas;
- Instalar pontos de observação adicionais quando necessário (spotters);
- Revisar o plano de rigging, garantindo que todas as interferências foram consideradas;
- Ajustar a velocidade da operação, tornando os movimentos mais lentos em áreas críticas.

Integração com o planejamento

A análise de obstáculos e pontos cegos deve estar presente desde a fase inicial do Planejamento de Movimentação, incluindo:

- Inspeção prévia da área;
- Definição do trajeto da carga;
- Posicionamento ideal do guindaste;
- Avaliação de riscos;
- Comunicação e distribuição da equipe.

Quanto melhor mapeado o ambiente, menores são as chances de imprevistos durante a execução.

5.5 Impacto do nível de resistência do solo

A resistência do solo é um dos fatores mais críticos para a segurança das operações de içamento. A estabilidade de guindastes, plataformas, veículos de apoio e até do pessoal em área de operação depende diretamente da capacidade do solo de suportar os esforços aplicados. Quando o solo não possui resistência suficiente, aumentam significativamente os riscos de afundamento, inclinação, instabilidade lateral, falhas no patolamento e tombamento do equipamento.Importância da avaliação do solo

Antes de qualquer operação com guindastes ou equipamentos pesados, é indispensável avaliar:

- Capacidade de suporte (dados geotécnicos);
- Tipo de solo (arenoso, argiloso, misto, aterro compactado, pavimento, concreto);
- Presença de umidade, infiltrações ou lençol freático elevado;
- Existência de tubulações, galerias, dutos ou cavidades subterrâneas;
- Histórico de recalques ou intervenções recentes no terreno.

Um solo fraco ou mal avaliado pode comprometer todo o plano de movimentação de carga, mesmo quando o equipamento está operando dentro dos limites de carga e alcance definidos pelo fabricante.

Consequências de solo com baixa resistência

Quando o solo ou a superfície de apoio não suportam adequadamente os esforços aplicados pelos equipamentos, podem ocorrer:

- Afundamento das sapatas, gerando inclinação e perda de estabilidade do guindaste;
- Patolamento desigual, que compromete diretamente o centro de gravidade do equipamento;
- Deslocamento lateral involuntário, principalmente durante movimentos de giro;

- Recalques progressivos, aumentando o risco de tombamento durante a operação;
- Falha estrutural do pavimento, quando há sobrecarga concentrada em pisos industriais, lajes ou pátios;
- Perda de estabilidade de Plataformas Elevatórias Móveis de Trabalho (PEMT), devido ao posicionamento sobre galerias subterrâneas, canaletas, valas, tampas de inspeção ou outras estruturas ocultas;
- Afundamento, atolamento ou inclinação de empilhadeiras comprometendo sua estabilidade e capacidade de movimentação;
- Danos a tampas de canaletas, galerias técnicas, caixas de inspeção e outras estruturas enterradas, podendo resultar em colapso localizado da superfície e risco de acidente.





Esses fenômenos podem ocorrer lentamente (recalque gradual) ou de forma súbita, sendo esta última condição a mais crítica por poder resultar em perda imediata da estabilidade do equipamento, tombamento, queda da carga ou acidentes com pessoas.

Fatores que reduzem a resistência do solo

A resistência do solo pode variar devido a diversos fatores ambientais e operacionais, como:

- Chuvas recentes, que saturam o solo e reduzem drasticamente sua capacidade de suporte;
- Solo recém-aterrado, ainda sem compactação adequada;
- Terrenos com presença de argila, que perdem resistência quando molhados;
- Vibrações de máquinas próximas, que podem gerar empolamento ou recalques;
- Cargas repetidas, que deformam o terreno ao longo do tempo;

Medidas de controle e mitigação

Para operar com segurança, recomenda-se:

- Realizar análise de solo;
- Utilizar pranchões, placas de apoio, mats ou outros dispositivos adequadamente dimensionados para distribuir os esforços e aumentar a área de contato;
- Ajustar o posicionamento do guindaste, priorizando áreas mais firmes e niveladas;
- Garantir compactação adequada em solos de aterro;
- Monitorar continuamente o patolamento, verificando se há afundamento durante a operação;
- Considerar a pressão admissível do solo e comparar com o esforço aplicado pela sapata do equipamento;
- Interromper a operação caso seja identificado recalque, deslocamento ou perda de nivelamento.

01 O que você precisa SABER!



- Condições ambientais podem alterar significativamente os riscos da movimentação;
- Vento, temperatura, chuva, descargas atmosféricas e condições do solo afetam a operação de formas diferentes;
- A área vélica influencia o comportamento da carga sob ação do vento;
- Instrumentos como anemômetros e birutas auxiliam o monitoramento ambiental.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Mudanças nas condições meteorológicas e oceanográficas;
- Sinais de aumento da intensidade do vento;
- Indícios de degradação das condições do solo;
- Presença de obstáculos e pontos cegos;
- Situações que exijam interrupção da operação.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Monitorar continuamente as condições ambientais;
- Utilizar os instrumentos disponíveis para apoiar a tomada de decisão;
- Ajustar ou interromper a operação quando os limites seguros forem ultrapassados;
- Aplicar as medidas de controle previstas para cada condição ambiental;
- Comunicar alterações relevantes identificadas durante a atividade.

Exercícios de Fixação:

1. Qual alternativa descreve corretamente o impacto do Efeito Venturi durante uma operação de içamento?

a) O vento perde velocidade ao passar entre estruturas próximas.

b) O vento muda de direção, mas mantém a mesma intensidade.

c) O vento é acelerado ao passar por corredores estreitos, aumentando o risco para a carga.

d) O vento só aumenta em áreas abertas e sem obstáculos.

2. Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) Em temperaturas muito baixas, a fragilização de metais e a lentidão dos movimentos hidráulicos podem comprometer a operação.
( ) O desconforto térmico da equipe em ambientes frios não interfere na segurança da operação.
( ) A chuva pode aumentar o peso da carga e alterar a capacidade de aderência.
( ) Em dias quentes, a expansão térmica pode afetar sistemas do equipamento.

3. O solo está encharcado após chuva. Quais ações devem ser tomadas para garantir um patolamento seguro?

_____

_____

_____

4. Durante um içamento, a equipe observa que a biruta está totalmente estendida e a carga começa a apresentar oscilações laterais. Qual deve ser a atitude mais adequada?

a) Ignorar o comportamento da carga.

b) Reavaliar as condições ambientais e os limites operacionais da atividade.

c) Aumentar a velocidade da operação.

d) Substituir o sinaleiro.

5. Obstáculos e pontos cegos aumentam o risco de colisões. Cite duas medidas de prevenção que a equipe deve adotar.

_____

_____

_____

Referências Bibliográficas:

Agência Nacional de Aviação Civil. (2024). *Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 155: Helipontos* (Emenda nº 01). ANAC.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). *ABNT NBR 12647: Indicador visual de condições do vento de superfície (biruta) em aeródromos ou helipontos*. ABNT.

Bittencourt, L., & Cândido, C. (2008). *Introdução à ventilação natural* (3ª ed.). EDUFAL.

Liebherr. (2024). *UpLoad Magazine* (02/2024).

Met Office. (s.d.). *The Beaufort scale* (Fact Sheet No. 6). National Meteorological Library and Archive.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

6

Dispositivos e Acessórios

6.1 Introdução aos acessórios de movimentação de cargas.

Os acessórios de movimentação de cargas são elementos de ligação (conexão) entre a carga e o equipamento de guindar, viabilizando a realização das operações. Linga de cabo de aço, linga de corrente, cinta de elevação, gancho, manilha, olhal, lingas de extensão e outros trabalham em conjunto com o equipamento de elevação para suportar, fixar e estabilizar a carga.

Neste módulo, você aprenderá a tipologia dos principais acessórios utilizados na movimentação de cargas, os critérios de seleção adequados, boas práticas de uso e manuseio, como realizar inspeções pré-uso, além de conhecer as normas que regem a utilização desses materiais.

Para começar, vamos dar duas dicas importantes, sobre acessórios e dispositivos de movimentação de cargas, que se encontram na norma Petrobras N-2869:

Sobre a utilização apenas por profissional qualificado: *"Acessórios de movimentação de cargas e dispositivos de elevação de cargas devem ser selecionados de acordo com as recomendações do fabricante ou de profissional qualificado e devem ser utilizados apenas por profissionais treinados e formalmente designados para a função"* (item 13.1.2.1).

Sobre a identificação: "*Todos os acessórios de movimentação de cargas e dispositivos de elevação de cargas devem possuir identificação, marcação de capacidade e rastreabilidade de fornecimento e inspeção*" (item 13.1.2.2).



6.2 Tipos de acessórios e dispositivos

Ao longo do capítulo, você aprenderá sobre as características construtivas dos acessórios e dispositivos, critérios de seleção, aplicações práticas, inspeções recomendadas e sinais de rejeição.

O objetivo é desenvolver uma compreensão sólida sobre cada tipo de acessório, fortalecendo a capacidade do profissional em realizar operações de içamento com alto nível de segurança e confiabilidade.

6.2.1 Cinta de elevação

As cintas de elevação são acessórios têxteis amplamente utilizados na movimentação de cargas por serem leves, versáteis e fáceis de manusear. Fabricadas em material sintético de alta resistência, são indicadas para elevar equipamentos, estruturas e componentes em operações onde se deseja maior praticidade e agilidade.

A norma técnica que regulamenta as cintas têxteis para elevação de cargas no Brasil é a ABNT NBR 15637, atualmente estruturada em três partes, cada uma dedicada a um tipo específico de cinta:

- **Parte 1:** Cintas planas manufaturadas, produzidas com fitas tecidas em fios sintéticos de alta tenacidade, formados por multifilamentos.
- **Parte 2:** Cintas tubulares manufaturadas, produzidas com fios sintéticos de alta tenacidade, também em multifilamentos, formando um corpo tubular de alta resistência.
- **Parte 3:** Cintas tubulares manufaturadas com fios sintéticos de ultra-alta tenacidade, voltadas para aplicações que exigem maior resistência mecânica e melhor desempenho em ambientes mais severos.

Essas três partes estabelecem requisitos técnicos para fabricação, ensaios, identificação, desempenho e inspeção das cintas têxteis, garantindo maior segurança e padronização nas operações de movimentação de cargas. Ao acessar a norma, lembre-se sempre de pesquisar a versão vigente.

Material de fabricação

O material de fabricação da cinta têxtil deve ser selecionado conforme a aplicação prevista, levando em conta o ambiente, a resistência necessária e os riscos envolvidos. A NBR 15637 estabelece três materiais principais para cintas planas e tubulares de alta tenacidade, além de três materiais adicionais para cintas tubulares de ultra-alta tenacidade.

Materiais de alta tenacidade (partes 1 e 2 da NBR 15637)

- **Poliéster (PES) – etiqueta azul**
  Material mais comum em cintas de elevação. Apresenta boa resistência à tração, baixa elasticidade e excelente desempenho na maioria das operações. É estável à umidade e possui resistência moderada a produtos químicos.
- **Poliamida (PA) – etiqueta verde**
  Possui maior elasticidade, podendo absorver impactos ou choques de carga. Entretanto, absorve água, o que pode alterar suas características mecânicas, devendo ser evitada em ambientes úmidos.
- **Polipropileno (PP) – etiqueta marrom**
  Material leve, com boa resistência química, especialmente indicado quando há risco de contato com ácidos ou agentes corrosivos. Apresenta elasticidade intermediária.

Materiais de ultra-alta tenacidade (parte 3 da NBR 15637)

- **Aramida (AR) - etiqueta branca**
  Extremamente resistente à tração, com baixa deformação e excelente desempenho térmico. Indicada para ambientes severos.
- **Polietileno de Alto Módulo (HMPE) - etiqueta laranja**
  Material muito leve, com altíssima resistência e baixa absorção de umidade. Excelente para operações onde o peso da cinta é um fator crítico.
- **Poliarilato (PAR) - etiqueta amarela**
  Excelente estabilidade térmica e resistência mecânica, além de grande durabilidade. Utilizado em operações especiais de alto desempenho.

As faixas de utilização variam conforme o material da cinta: PES: −40 °C a 100 °C; PA: −20 °C a 100 °C; PP: −40 °C a 80 °C; AR: −45 °C a 180 °C; HMPE: −50 °C a 70 °C; e PAR: −150 °C a 100 °C, conforme a ABNT NBR 15637.

Cor da cinta - capacidade

As cintas fabricadas segundo a norma ABNT NBR 15637 (Partes 1 e 2) têm a sua indicação de capacidade (CMT - Carga máxima de trabalho nominal) padronizada por meio de cores, facilitando a identificação rápida durante as operações.

Tabela 7 – Capacidades de carga para cintas têxteis conforme a ABNT NBR 15637

TABELA DE CARGA PARA CINTAS - NBR 15637 (PARTES 1 E 2)				
Cor		CMT - Carga Máxima de Trabalho		
		Vertical	Forca	Cesto
		(t)	(t)	(t)
Violeta		1	0,8	2
Verde		2	1,6	4
Amarelo		3	2,4	6
Cinza		4	3,2	8
Vermelho		5	4	10
Marrom		6	4,8	12
Azul		8	6,4	16
Laranja		10	8	20
Laranja		12	9,6	24
Laranja		15	12	30

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15637-1 e ABNT NBR 15637-2.

Atenção

Nota:

Os valores relacionados se referem a condição na utilização VERTICAL.

Acima de 10 toneladas de capacidade (vertical), as cintas são todas da cor laranja.

As cintas planas podem ser confeccionadas em camada dupla, tripla ou quádrupla. A escolha da configuração pode estar relacionada à durabilidade da cinta considerando o aspecto desgaste.

As cintas fabricadas conforme a ABNT NBR 15637-3, com materiais de ultra-alta tenacidade, são identificadas pela cor preta e podem apresentar capacidades de 40 a 1.000 toneladas.

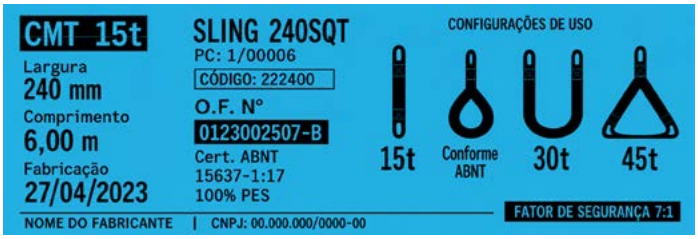
Identificação da cinta de elevação

Toda cinta têxtil de elevação deve possuir uma etiqueta de identificação legível e permanentemente fixada, permitindo a rastreabilidade do acessório e a verificação de suas características técnicas.

A identificação é fundamental para confirmar se a cinta é adequada à operação e para consultar corretamente sua capacidade de carga nas diferentes configurações de utilização.

A etiqueta normalmente apresenta informações como:

- fabricante;
- número de identificação ou rastreabilidade;
- material de fabricação (PES, PA, PP, AR, HMPE ou PAR);
- carga máxima de trabalho (CMT);
- comprimento nominal;
- norma de fabricação aplicável;
- fator de segurança;
- data ou lote de fabricação;
- instruções e restrições de uso.



Importante

Nunca utilize uma cinta de elevação sem etiqueta de identificação ou com etiqueta ilegível. A ausência dessas informações impede a confirmação da capacidade de carga e das características do acessório, comprometendo a segurança da operação.

Acomodação da cinta em acessórios de conexão

Além da capacidade nominal da cinta, é fundamental verificar se ela está corretamente acomodada nos pontos de conexão utilizados durante a operação.

As cintas planas de grande largura exigem atenção especial quanto à compatibilidade com manilhas, ganchos e outros acessórios de içamento. Quando a cinta não se acomoda adequadamente no ponto de conexão, podem ocorrer dobramentos excessivos, compressão transversal das fibras e concentração de esforços que reduzem a eficiência do acessório e aumentam o risco de danos.

Nessa condição, a largura da cinta pode impedir sua acomodação correta, provocando deformações e esforços não previstos para o acessório e para a própria cinta.

Importante

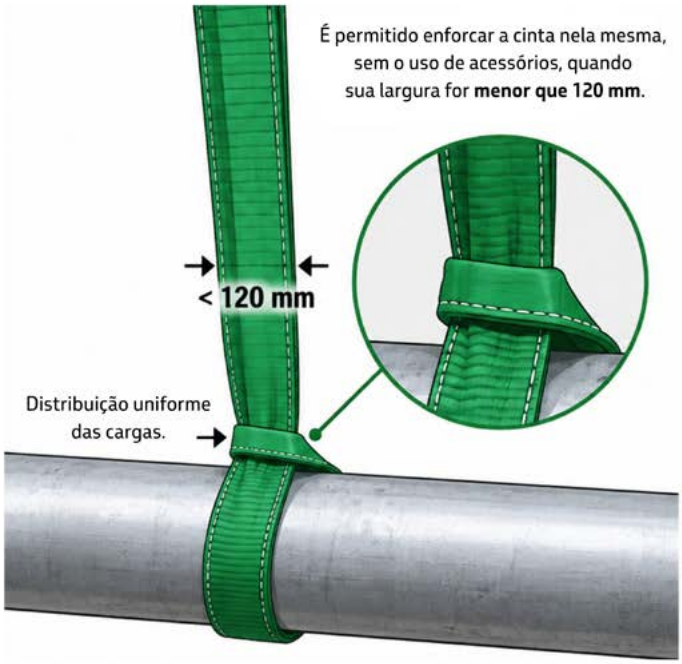
Conforme a ABNT NBR 15637-1, cintas planas com largura igual ou superior a 120 mm não devem ser utilizadas em configuração de enforcamento sem a utilização de acessório de conexão adequado.

Condição correta

- Utilização de manilha, anel, gancho ou outro acessório compatível com a largura da cinta;
- Cinta apoiada de forma uniforme;
- Ausência de dobramentos ou estrangulamentos na região de contato;
- Distribuição adequada dos esforços.

Condição inadequada

- Cinta larga conectada diretamente em configuração de enforcamento sem acessório adequado;
- Dobramento excessivo da cinta;
- Compressão transversal das fibras;
- Concentração de esforços em regiões localizadas;
- Utilização fora das condições previstas pela norma.





Boas práticas de uso

- Utilizar proteções contra quinas vivas;
- Não arrastar e não permitir contato com produtos químicos agressivos ao material da cinta;
- Não utilizar cintas com cortes, fios puxados, desgaste, etiqueta ilegível ou deformações;
- Verificar a forma de utilização da cinta ou de lingas de cinta, pois pode haver redução de capacidade;
- Verificar a adequabilidade de uso da cinta a partir de sua etiqueta, observando todas as informações exigidas pela norma;
- Utilizar para os fins específicos as cintas que são para elevação e as cintas que são para amarração.



Não sobrepor os olhais sobre o dispositivo de elevação.



Não utilizar o “cesto invertido”.



Não torcer a cinta.



Uso incorreto - União por meio de nós ou laços entre as cintas.

Inspeção da cinta de elevação

Na Petrobras, todos os acessórios de içamento devem ser inspecionados antes do uso, conforme diretrizes internas e boas práticas de segurança. No caso das cintas sintéticas de elevação, a verificação deve ser objetiva, rápida e criteriosa, observando os seguintes pontos:

- Sinais de desgaste ou abrasão ao longo do corpo da cinta;
- Cortes, rasgos ou perfurações, mesmo que superficiais;
- Vestígios de contaminação química, como manchas, endurecimento, odor ou alteração de textura;
- Marcas de fusão, queimadura ou calor, que indicam exposição indevida a temperatura elevada;
- Alteração perceptível no comprimento da cinta (alongamento permanente);
- Desfiamento ou danos na costura principal, especialmente nos olhais e reforços;
- Danos nos acessórios ou proteções, como olhais deformados, capas de proteção cortadas ou desgaste nos pontos de apoio;
- Danos como cortes ou perfurações na capa da cinta tubular expondo o núcleo;
- Enrijecimento do núcleo de cinta tubular resultante de sobrecarga aplicada ao acessório.

Atenção

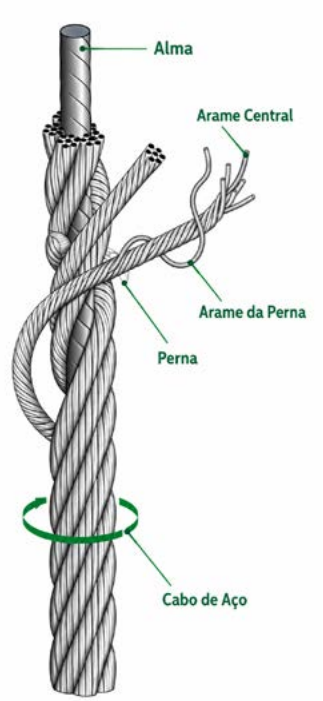
Qualquer irregularidade observada deve resultar na imediata retirada da cinta de uso, seguida de avaliação por profissional capacitado.

Importante

"Acessórios de movimentação de cargas e dispositivos de elevação de cargas defeituosos e danificados devem ser marcados, segregados e encaminhados para descarte em local designado e identificado" (**N-2869**, item 13.1.1.2).



6.2.2 Linga de cabo de aço



As lingas de cabo de aço são acessórios amplamente utilizados na movimentação de cargas devido à sua alta resistência mecânica, durabilidade e versatilidade de aplicação.

A capacidade de uma linga depende de diversas características construtivas, como o tipo de cabo empregado, o diâmetro, o número de pernas da linga, o tipo de alma, a categoria de resistência dos arames e os terminais utilizados.

Por esse motivo, a seleção da linga deve ser realizada com base em sua identificação e nas tabelas de capacidade aplicáveis ao produto utilizado.

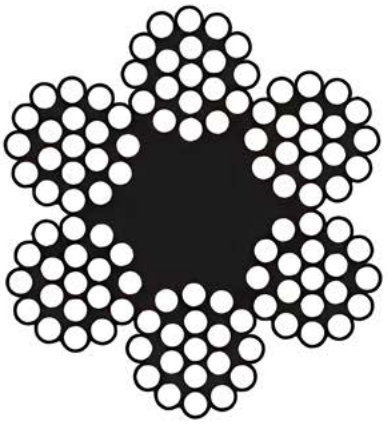
Classificação

Os cabos de aço podem apresentar diferentes construções e características mecânicas.

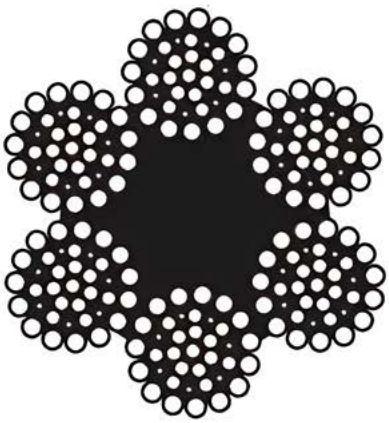
É importante não confundir:

- Construção do cabo: forma como o cabo é fabricado, representada por designações como 6 x 7, 6 x 19, 6 x 36 ou 6 x 61 que indicam a quantidade de pernas e de arames utilizados em sua composição;
- Tipo de alma: elemento central do cabo, podendo ser de fibra (AF) ou de aço (AA);
- Categoria de resistência: resistência mecânica dos arames que compõem o cabo;
- Configuração da linga: quantidade de pernas da linga (uma, duas, três ou quatro pernas).

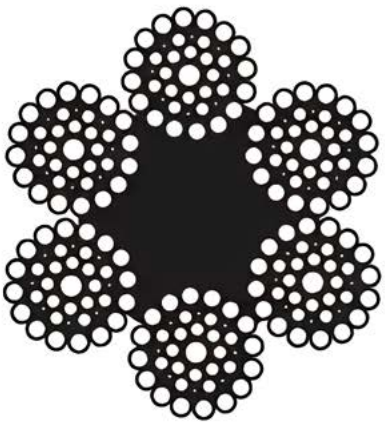
Cada combinação dessas características resulta em capacidades de carga diferentes.



6x19



6x31

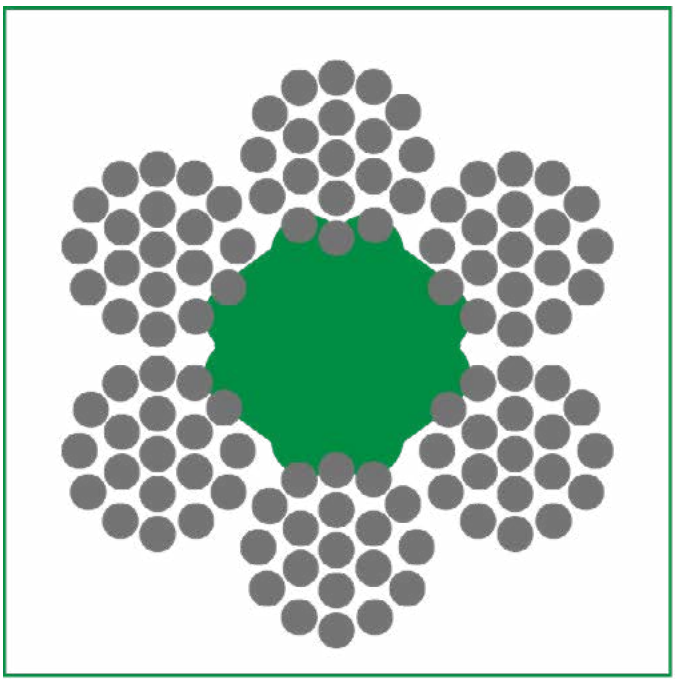


6x41

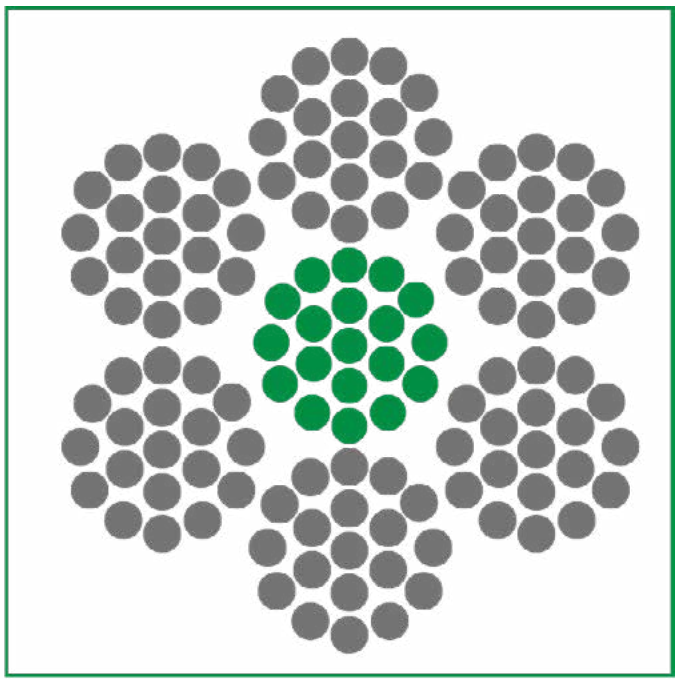
Alma

A alma é o núcleo do cabo de aço e tem papel fundamental no seu desempenho. Ela pode ser de dois tipos: alma de fibra (AF) ou alma de aço (AA). Cada tipo apresenta características próprias que influenciam diretamente na flexibilidade, resistência, durabilidade e aplicação adequada do cabo.

- **Alma de fibra (AF):** proporciona maior flexibilidade ao cabo e menor peso próprio, facilitando seu manuseio e sua utilização em aplicações que exigem maior capacidade de curvatura. Entretanto, apresenta menor resistência ao esmagamento e às deformações quando comparada à alma de aço.
- **Alma de aço (AA):** proporciona maior resistência mecânica ao conjunto, maior estabilidade da seção transversal do cabo e melhor resistência a deformações, esmagamentos e esforços severos. Por esse motivo, é frequentemente utilizada em aplicações que exigem maior robustez e capacidade de carga.



Alma de fibra.



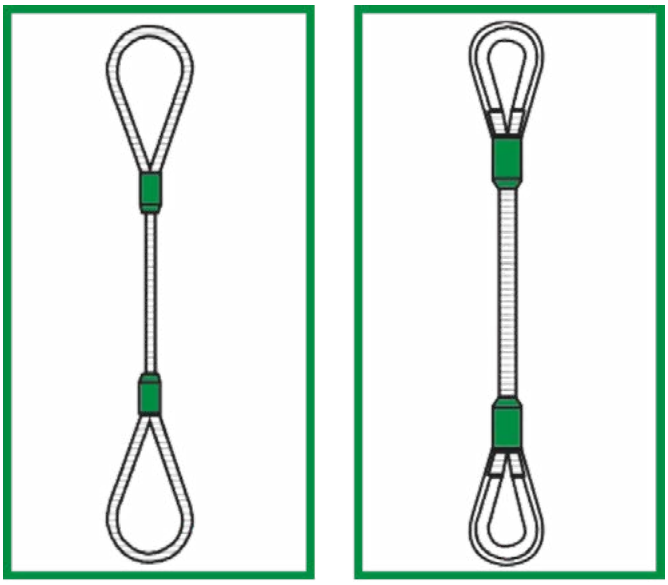
Alma de aço.

Importante

"É proibido o uso de lingas de cabo de aço com alma de fibra, natural ou sintética, em ambientes offshore". (**N-2869,** Item 13.9.4)

Tipo do olhal

Conforme a norma N-2869, na Petrobras somente é permitido o uso do olhal com trançado flamengo com presilha de aço (com ou sem sapatilho de aço).



Atenção

"É proibido o uso de lingas de cabo de aço com olhal trançado flamengo com presilha de alumínio (tipo 2), com olhal trançado manualmente (tipo 3) e com olhal dobrado com presilha de alumínio (tipo 4)". (**N-2869**, Item 13.9.5)

Fator de dobramento

Quando uma linga de cabo de aço é aplicada sobre ganchos, manilhas, pinos ou outros pontos de apoio, o cabo sofre uma curvatura. Essa curvatura influencia diretamente sua capacidade de carga, sua vida útil e a distribuição dos esforços durante a operação.

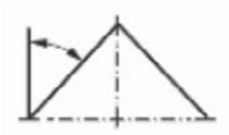
Quanto menor for o diâmetro do componente onde o cabo está apoiado, maior será a deformação imposta aos arames que compõem o cabo e maiores serão os esforços internos gerados. Por esse motivo, a utilização de acessórios com dimensões inadequadas pode reduzir a eficiência da linga e acelerar seu desgaste.

Uma linga com capacidade adequada pode ter seu desempenho comprometido quando utilizada em acessórios incompatíveis. O correto dimensionamento dos pontos de apoio é tão importante quanto a seleção da capacidade da própria linga.

Capacidade

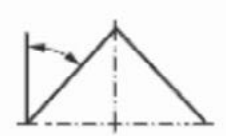
As tabelas de capacidade das lingas de cabo de aço são elaboradas para combinações específicas de características construtivas. A tabela 8 apresentada a seguir refere-se exclusivamente a lingas de cabo de aço com alma de fibra (AF), construídas com cabos das classes 6×19 ou 6×36, categoria de resistência 1770 MPa e olhais confeccionados com presilha. Já a tabela 8 refere-se exclusivamente a lingas de cabo de aço com alma de aço (AA), construídas com cabos das classes 6×19, 6×36, 8x19 ou 8x36, categoria de resistência 1960 MPa e olhais confeccionados com presilha.

Tabela 8 – Carga máxima de trabalho para lingas de cabo de aço com alma de fibra

Alma de fibra (AF)	Uma perna	Duas pernas	Duas pernas	Três e quatro pernas	Três e quatro pernas
Ângulo com a vertical	0°	0° a 45°	Acima de 45° até 60°	0° a 45°	Acima de 45° até 60°
					
Diâmetro nominal do cabo (mm)	Carga máxima de trabalho (CMT) em toneladas (t)				
6 (6,35)	**0,4**	0,5	0,4	0,8	0,6
8 (7,94)	**0,7**	0,9	0,7	1,4	1
10 (9,5)	**0,9**	1,3	0,9	2	1,4
11 (11,1)	**1,3**	1,8	1,3	2,7	1,9
13 (12,7)	**1,7**	2,4	1,7	3,6	2,5
14 (14,3)	**2,1**	2,9	2,1	4,3	3,1
16 (15,9)	**2,7**	3,7	2,7	5,6	4
19 (19,1)	**3,8**	5,3	3,8	8	5,7
22 (22,2)	**5,1**	7,1	5,1	10,7	7,6
26 (25,4)	**6,8**	9,5	6,8	14,2	10,2
28 (28,6)	**8,2**	11,5	8,2	17,3	12,4
32 (31,8)	**10,6**	14,9	10,6	22,3	15,9
35 (34,9)	**12,8**	17,9	12,8	26,9	19,2
38 (38,1)	**15,2**	21,3	15,2	31,9	22,8

Adaptado da ABNT NBR 13541.

Tabela 9 – Carga máxima de trabalho para lingas de cabo de aço com alma de aço

Alma de aço (AA)	Uma perna	Duas pernas	Duas pernas	Três e quatro pernas	Três e quatro pernas
Ângulo com a vertical	0°	0° a 45°	Acima de 45° até 60°	0° a 45°	Acima de 45° até 60°
					
Diâmetro nominal do cabo (mm)	**Carga máxima de trabalho (CMT) em toneladas (t)**				
6 (6,35)	**0,5**	0,6	0,5	0,9	0,7
8 (7,94)	**0,8**	1,1	0,8	1,9	1,2
10 (9,5)	**1,1**	1,6	1,1	2,4	1,7
11 (11,1)	**1,5**	2,1	1,5	3,2	2,3
13 (12,7)	**2**	2,8	2	4,3	3
14 (14,3)	**2,5**	3,4	2,5	5,2	3,7
16 (15,9)	**3,2**	4,4	3,2	6,7	4,8
19 (19,1)	**4,5**	6,3	4,5	9,5	6,8
22 (22,2)	**6,1**	8,5	6,1	12,8	9,1
26 (25,4)	**8,1**	11,3	8,1	17	12,2
28 (28,6)	**9,8**	13,8	9,8	20,7	14,8
32 (31,8)	**12,7**	17,8	12,7	26,7	19,1
35 (34,9)	**15,3**	21,4	15,3	32,1	22,9
38 (38,1)	**18,1**	25,4	18,1	38,1	27,2

Adaptado da ABNT NBR 13541.

Importante

Conforme a ABNT NBR 13541-1, a capacidade dos componentes conectados à linga deve ser compatível com a capacidade do conjunto. Os terminais superiores (anéis de carga) e os terminais inferiores (ganchos, manilhas e demais acessórios de conexão) devem possuir capacidade de carga igual ou superior à capacidade da linga ou da perna da linga à qual estão conectados.

Boas práticas de uso

- Evite torções, nós ou dobramentos acentuados no cabo;
- Nunca use a linga sobre cantos vivos sem proteção apropriada;
- Não puxe a linga pelo chão para evitar abrasão e deformações nos arames;
- Respeite os limites de capacidade e os ângulos entre ramais;
- Mantenha as terminações prensadas longe de cantos ou esmagamentos;
- Lubrifique quando necessário, conforme recomendação técnica.

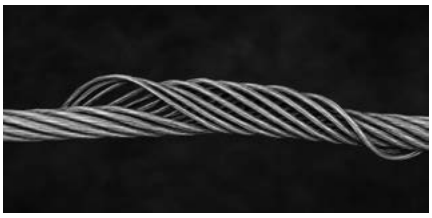
Inspeção pré-uso da linga de cabo de aço

A inspeção da linga de cabo de aço deve ser realizada antes de cada uso, verificando de forma criteriosa as seguintes condições:

- Rupturas localizadas nos arames, indicando falha concentrada;
- Rupturas distribuídas ao longo do cabo, sinalizando desgaste generalizado;
- Redução perceptível do diâmetro, indicando esmagamento ou perda estrutural;
- Corrosão excessiva, especialmente quando compromete a integridade dos fios;
- Deformações severas, como colapso da alma, “gaiola de passarinho”, ”rabo de porco”, amassamentos ou “perna de cachorro”;
- Indícios de dano por calor, como descoloração, perda de brilho ou endurecimento do metal;
- Danos nos acessórios, como olhais, ganchos, manilhas e terminações prensadas;
- Danos nas proteções, como mantas, mangueiras, capas ou dispositivos de proteção de cantos.



Arames rompidos



Gaiola de Passarinho



Colapso da alma



Corrosão



Rabo de Porco



Perna de Cachorro

Fica a dica

Nunca utilize uma linga de corrente sem identificação legível. Qualquer irregularidade encontrada deve levar à imediata retirada de uso da linga até avaliação por profissional qualificado.

6.2.3 Linga de corrente

As lingas de corrente são acessórios extremamente robustos e projetados para operações de içamento que exigem alta resistência mecânica, tolerância a abrasão e desempenho em ambientes severos.É importante reforçar que, embora à primeira vista uma corrente pareça “tudo igual”, ela não é. Existem diversos modelos, ligas metálicas, tratamentos térmicos, componentes, travas, ganchos, encurtadores e arranjos que formam um conjunto complexo. Por isso, as lingas de corrente exigem conhecimento técnico adequado para seleção, montagem e uso seguro.

A escolha incorreta do grau, do componente ou do arranjo pode gerar sobrecarga, deformações e falhas graves durante a operação. Por isso, é fundamental conhecer bem cada conjunto e seus limites operacionais antes de utilizá-los no içamento de cargas.

Grau de resistência

O grau da corrente está relacionado às propriedades mecânicas do aço utilizado na fabricação dos elos e aos tratamentos térmicos aplicados durante o processo produtivo. Quanto maior o grau, maior tende a ser a capacidade de carga para um mesmo diâmetro nominal. Para operações de içamento, o grau mínimo normalmente utilizado é o Grau 8.

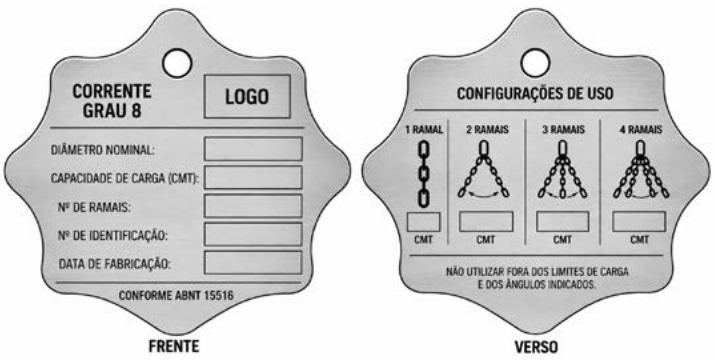
Grau 8: correntes e lingas fabricadas conforme os requisitos da ABNT NBR 15516.

Grau 10: correntes e componentes de maior capacidade, fabricados segundo especificações próprias dos fabricantes e normas internacionais aplicáveis ao produto.

Identificação da linga de corrente

Toda linga de corrente deve possuir identificação permanente e legível, permitindo a rastreabilidade e a verificação de suas características principais. A identificação contém informações como:

- fabricante;
- número de identificação ou rastreabilidade;
- grau da corrente;
- quantidade de ramais;
- diâmetro nominal;
- capacidade de carga (CMT);
- data ou lote de fabricação.



Capacidade

A capacidade de carga de uma linga de corrente depende de diversos fatores, incluindo grau da corrente, diâmetro nominal dos elos, número de ramais, ângulo de utilização e componentes empregados na montagem da linga.

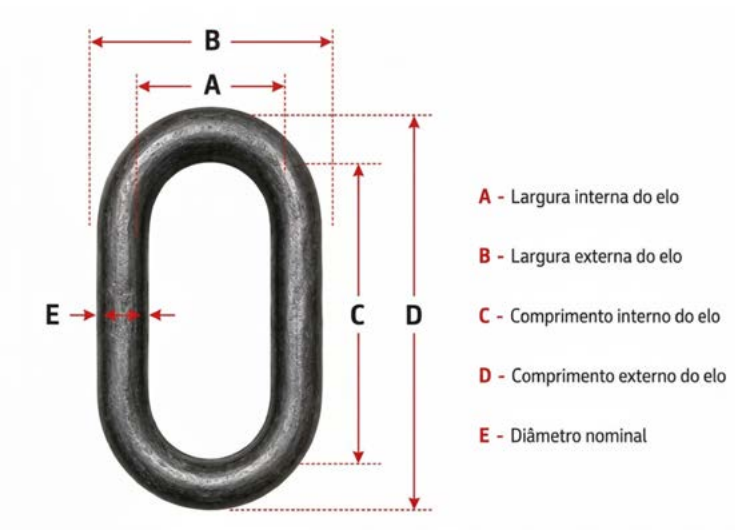
Tabela 10 – Carga máxima de trabalho para lingas de corrente Graus 8 e 10

Carga máxima de trabalho (CMT), em kg		
Diâmetro nominal (mm)	Grau 8	Grau 10
6	1120	1500
8	2000	2500
10	3200	4000
13	5300	6700
16	8000	10000
19	11200	16000
22	15000	20000
26	21200	26500
32	31500	40000
36	40000	-

Adaptado de RUD Correntes Industriais Ltda. (2026).

Dimensões do elo da corrente

As dimensões dos elos são características importantes para a identificação e inspeção das lingas de corrente. Devem ser verificados o diâmetro nominal, as larguras interna e externa e os comprimentos interno e externo do elo. Alterações nessas dimensões podem indicar desgaste, alongamento ou deformação, devendo os valores medidos ser comparados com os limites estabelecidos pelo fabricante e pelas normas aplicáveis.



Número de ramais

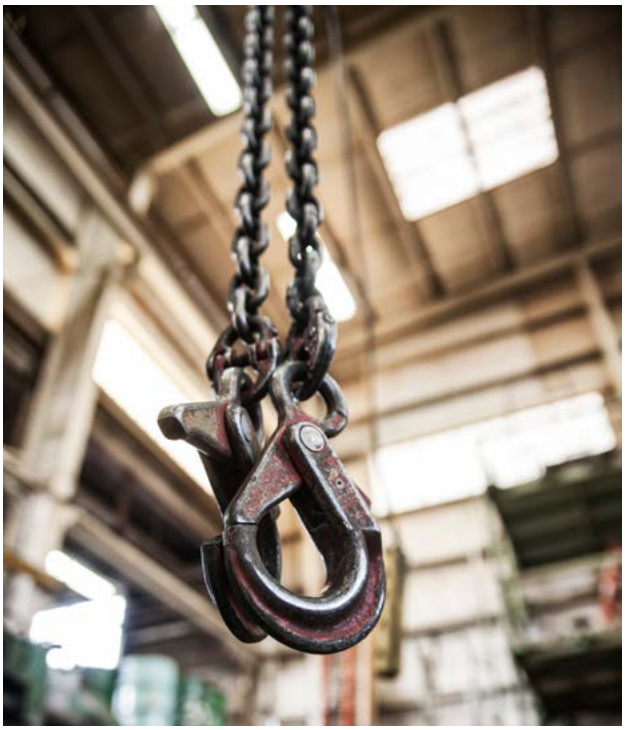
O número de ramais da linga de corrente pode variar conforme o tipo de aplicação. As opções mais utilizadas são lingas com 1, 2 ou 4 ramais.



01 ramal **02 ramais** **04 ramais**

Definição do número de ramais

A quantidade de ramais de uma corrente deve ser definida de acordo com as características da carga e da operação. Devem ser considerados o peso, as dimensões e a geometria da carga, a posição do centro de gravidade, a quantidade e localização dos pontos de pega, os ângulos de trabalho e a distribuição dos esforços entre os ramais. O simples aumento do número de ramais não significa que a carga será distribuída igualmente entre todos eles. Dependendo da geometria e da rigidez da carga, alguns ramais podem receber esforços maiores que outros. Por isso, a configuração da lingada deve assegurar estabilidade e distribuição adequada dos esforços, respeitando a capacidade dos acessórios utilizados.



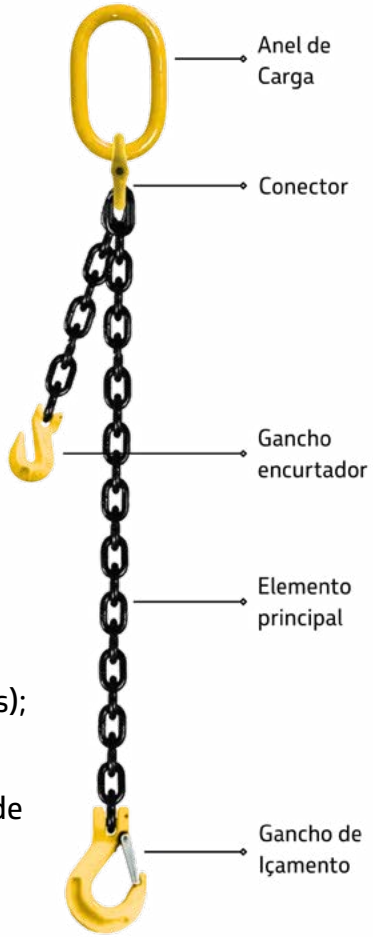
Terminais

As lingas de corrente possuem diversos componentes acoplados, tanto no terminal superior quanto no terminal inferior. Cada conjunto tem função específica e influencia diretamente a capacidade, o método de uso e a segurança da operação. Por isso, é fundamental conhecer essas configurações e identificar corretamente cada elemento.

Terminal superior

No terminal superior ficam os componentes responsáveis por conectar a linga ao gancho do equipamento ou ao ponto de içamento principal.
As configurações mais comuns são:

- **Anel de carga principal (anelão) + anel intermediário + conector:**
  (configuração básica para 1, 2, 3 ou 4 ramais);
- **Anel de carga principal + anel intermediário + conector + encurtador de elos:**
  (permite ajustar o comprimento dos ramais conforme a necessidade);



Terminal inferior

O terminal inferior é quem faz a conexão direta com a carga.
As configurações mais frequentes são:

- **Conector + gancho:**
  (adequado para engates rápidos e cargas com pontos de pega definidos);
- **Conector + manilha:**
  (usado quando a carga possui olhal, ponto de ancoragem ou necessidade de maior versatilidade);
- **Conector + manilha + pega-chapa:**
  (utilizado para movimentação de chapas, placas metálicas e peças planas);

Importante

Os componentes instalados nos terminais superior e inferior da linga devem possuir capacidade de carga igual ou superior à capacidade da perna ou da linga à qual estão conectados. A capacidade do conjunto será sempre limitada pelo componente de menor capacidade.

Boas práticas de uso

- Certifique-se de que todos os componentes (anelão, conectores, ganchos, encurtadores) são compatíveis em grau e capacidade;
- Utilize os encurtadores de elos conforme recomendado; nunca dê nós ou voltas na corrente;
- Evite torções nos ramais;
- Utilize a corrente apenas em esforços de tração — nunca como estropos improvisados em alavancas ou arrastes laterais;
- Respeite os ângulos máximos de operação;
- Não permita impactos bruscos ou choques de carga;
- Mantenha a corrente limpa e sem acúmulo de sujeira que possa acelerar desgaste.

Inspeção pré-uso da linga de corrente

A inspeção da linga de corrente deve ser realizada antes de cada operação, verificando de forma criteriosa os seguintes pontos:

- **Os terminais superior e inferior são compatíveis com a corrente?**
  (Verifique grau, capacidade e dimensões);
- **O gancho está sem trava de segurança ou com a trava danificada?**
  (Garanta que a trava ainda esteja funcionando);
- **Há alongamento anormal de algum elo?**
  (Indica deformação permanente e perda de capacidade);
- **Algum elo apresenta deformação severa?**
  (Elo torto, esmagado, dobrado ou com abertura fora do padrão);
- **Há desgaste com redução da seção do elo?**
  (Perda de material compromete a resistência);
- **Há corrosão excessiva nos elos?**
  (Elos asperos, pequenas cavidades, rugosidade ou com partículas de ferrugem);
- **Existem indícios de dano por calor?**
  (Descoloração, perda de têmpera ou marcas de aquecimento);
- **Há danos nos acessórios da linga?**
  (Conectores, anéis, encurtadores, manilhas, ganchos, pega-chapas, etc).

Qualquer irregularidade detectada requer a imediata retirada da linga de serviço para avaliação por profissional capacitado, conforme a ABNT NBR 15516 e norma Petrobras N-2869.

6.2.4 Manilha

As manilhas são acessórios amplamente utilizados na movimentação e no içamento de cargas, atuando como elementos de conexão entre lingas, ganchos, pontos de içamento e demais dispositivos de movimentação de cargas.

Por serem componentes críticos para a segurança da operação, devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 13545, que define critérios de fabricação, identificação, inspeção, desempenho e utilização segura.

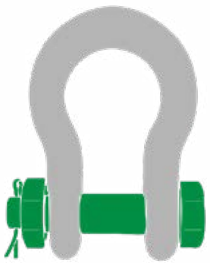
Formato do corpo

As manilhas podem possuir corpo do tipo **curvo** ou **reto**, sendo a escolha do modelo determinada pelas características da operação de içamento e pelas condições de carregamento previstas.

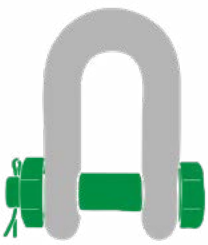
As **manilhas curvas** permitem a conexão de uma ou mais lingas e podem ser utilizadas em diferentes configurações de içamento, desde que respeitados os limites de aplicação e as recomendações do fabricante.

As **manilhas retas** são destinadas principalmente a aplicações com carga alinhada ao eixo da manilha, devendo ser utilizadas como elemento de conexão em situações nas quais o carregamento ocorra no plano perpendicular ao pino.

A aplicação de cargas laterais ou fora do alinhamento previsto pode reduzir a capacidade de carga e comprometer a integridade do acessório.



Manilha com corpo curvo



Manilha com corpo reto

Manilha de duas partes e quatro partes

A ABNT NBR 13545 contempla manilhas dos tipos duas partes e quatro partes, disponíveis nos modelos de corpo reto ou curvo.

- Tipo X (quatro partes): constituída por corpo, pino, porca e elemento de travamento (trava/ cupilha). Essa configuração reduz a possibilidade de afrouxamento acidental do pino durante a operação;

- Tipo W (duas partes): constituída por corpo e pino roscado. Apresenta maior praticidade para montagem e desmontagem, sendo amplamente utilizada em diversas aplicações de movimentação de cargas.

A seleção do tipo de manilha deve considerar os requisitos da operação, as recomendações do fabricante, os procedimentos aplicáveis e os critérios definidos pela organização.

Importante

Os requisitos de utilização, restrições de aplicação, reduções de capacidade por carregamento lateral e demais limitações devem sempre seguir as recomendações do fabricante e as normas técnicas aplicáveis ao modelo utilizado.

Material de fabricação (grau)

As manilhas possuem diferentes graus de resistência mecânica, relacionados às propriedades do material utilizado em sua fabricação.

Conforme a ABNT NBR 13545, os graus atualmente contemplados são:

- Grau 6;
- Grau 8S;
- Grau R4.

Cada grau apresenta propriedades mecânicas específicas e capacidades de carga distintas para uma mesma dimensão de manilha.

Por esse motivo, a identificação do grau é uma informação fundamental para a seleção correta do acessório e para a consulta das tabelas de capacidade.

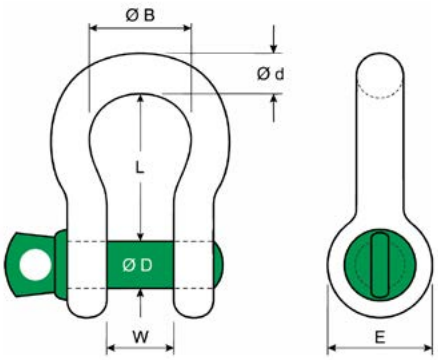
Importante

Nunca utilize a aparência da manilha como critério para estimar sua capacidade. A seleção deve ser realizada com base na identificação do fabricante, no grau do material e na tabela de carga correspondente.

Diâmetro

O diâmetro nominal do corpo da manilha é uma das principais características utilizadas para sua identificação e especificação.

Esse diâmetro, em conjunto com o grau do material e as características construtivas do acessório, determina sua Carga Máxima de Trabalho (CMT).



Por esse motivo, ao selecionar uma manilha, o profissional deve:

- identificar o diâmetro nominal do acessório;
- verificar o grau de resistência informado pelo fabricante;
- consultar a tabela de capacidade correspondente ao modelo utilizado.

Identificação da manilha

Toda manilha utilizada em operações de movimentação de cargas deve possuir marcações permanentes e legíveis que permitam sua identificação e rastreabilidade.

As informações normalmente presentes no acessório incluem:

- nome ou marca do fabricante;
- carga máxima de trabalho (CMT);
- grau do material;
- identificação do modelo;
- código ou lote de rastreabilidade.



Importante

Manilhas sem identificação legível não devem ser utilizadas em operações de movimentação de cargas.

Capacidade

A capacidade de carga da manilha é definida pelas características construtivas do acessório e pelas condições de utilização. Entre os principais fatores que influenciam a capacidade estão:

- diâmetro nominal;
- grau de resistência do material;
- modelo da manilha;
- forma de carregamento;
- requisitos do fabricante.

As tabelas de capacidade devem ser consultadas considerando exatamente o modelo e o grau da manilha utilizada.

Tabela 11 – Carga máxima de trabalho para manilhas retas e curvas

MANILHAS RETAS E CURVAS – CMT (t)			MANILHAS RETAS E CURVAS – CMT (t)		
Diâmetro	**Grau 6**	**Graus 8S, R4**	**Diâmetro**	**Grau 6**	**Graus 8S, R4**
1/4" (6mm)	0,5t	--	**1"** (26mm)	8,5t	12,5t
5/16" (8mm)	0,7t	--	**1-1/8"** (28mm)	9,5t	15t
3/8" (10mm)	1t	2t	**1-1/4"** (32mm)	12t	18t
7/16" (11mm)	1,5t	2,5t	**1-3/8"** (35mm)	13,5t	21t
1/2" (13mm)	2t	3,2t	**1-1/2"** (38mm)	17t	30t
5/8" (16mm)	3,25t	5t	**1-3/4"** (45mm)	25t	40t
3/4" (19mm)	4,75t	7t	**2"** (51mm)	35t	50t
7/8" (22mm)	6,5t	9,5t	**2-1/2"** (64mm)	55t	80t

Fonte: ABNT NBR 13545 (2026)

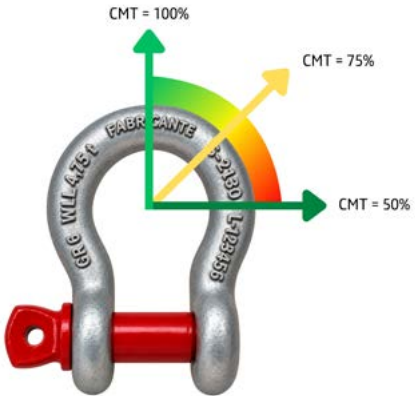


Tabela 12 – Redução da CMT da manilha pelo ângulo de carregamento lateral

Ângulo α°	**CMT devido ao ângulo de carregamento lateral α entre a manilha e o olhal**
0 – 5	100%
6 – 45	70%
46 – 90	50%
Para carregamento lateral, é permitido apenas o uso de manilha com pino tipo X.	

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2018, seção B.2.3.

Boas práticas de uso

- Utilize preferencialmente manilhas Tipo X (travamento duplo) em operações de elevação, conforme N-2869;
- Nunca substitua o pino e/ou contra-pino original por parafusos, pinos diferentes ou peças improvisadas;
- Instale o pino totalmente rosqueado e travado;
- Mantenha a manilha alinhada ao esforço — evite cargas laterais;
- Em lingas múltiplas, use manilha lira (curva) para acomodar melhor os ramais;
- Evite choques laterais no corpo da manilha;
- Não aplique torque excessivo no pino; apenas aperte até o assentamento correto.

Inspeção da manilha

A manilha deve ser inspecionada antes de cada operação, observando se o componente está íntegro e dentro dos limites técnicos. Verifique:

- Se a identificação está legível;
- Se não há desgaste no corpo ou no pino acima do limite permitido;
- Se não há trincas ou fissuras no corpo ou no pino;
- Se não há corrosão severa no corpo ou pino;
- Se não devem estar presentes sinais de solda, arco elétrico ou indícios de submissão a alta temperatura;
- Se não há problema no assentamento do pino (Ex.: Pino desalinhado, folga excessiva ou dificuldade para travar.);
- Se a abertura da manilha está dentro do permitido;
- Se não faltam partes ou substituições indevidas de componentes (ex.: pino, corpo ou trava não originais do fabricante).

Fica a dica

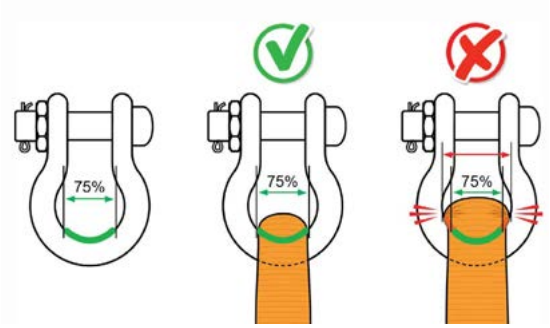
Qualquer irregularidade identificada requer a imediata retirada de uso e avaliação por profissional qualificado.

Acomodação da cinta plana na manilha

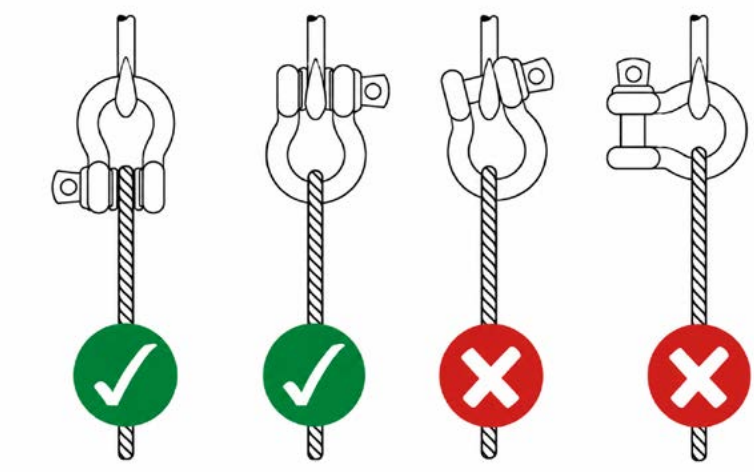
Ao utilizar cintas têxteis planas de elevação de cargas em conjunto com manilhas ou outros acessórios de movimentação, é fundamental verificar se a cinta está corretamente acomodada na região de contato. Uma acomodação inadequada concentra tensões, provoca deformações nas fibras e reduz a vida útil do acessório.

A ABNT NBR 15637, anexo B, estabelece que, em superfícies curvas, a área de contato da cinta com a manilha não deve ultrapassar 75% da área interna da manilha (ver imagem abaixo), garantindo que a cinta permaneça corretamente apoiada e sem sofrer compressões laterais excessivas.

Essa recomendação reduz a concentração de tensões, evita o esmagamento das fibras e aumenta a vida útil da cinta.



Durante a utilização das manilhas, deve-se assegurar o correto assentamento da linga no corpo da manilha, evitando folgas excessivas que possam provocar deslocamento da carga ou distribuição inadequada dos esforços. Essa condição contribui para prevenir o carregamento lateral da manilha e garante que as forças atuem de forma alinhada ao eixo projetado do acessório.



Quando houver necessidade de acoplar a linga diretamente no pino da manilha é recomendada a utilização de um rolete (roller).

Boas práticas

Antes de iniciar qualquer operação, verifique se:

- a cinta está totalmente acomodada no interior da manilha ou do acessório;
- a área de contato atende às recomendações da ABNT NBR 15637;
- o diâmetro interno do acessório é compatível com a largura da cinta ou com o diâmetro da linga;
- não existem dobras, torções ou estrangulamentos na região de contato;
- para cintas com largura superior a 120 mm utilizadas em enforcamento, foram empregados acessórios adequados para a conexão, conforme previsto na NBR 15637.

O correto dimensionamento entre a cinta e o acessório é tão importante quanto a seleção da capacidade de carga. Um acessório incompatível pode concentrar esforços, reduzir a eficiência da amarração e comprometer a segurança da operação, mesmo quando todos os componentes possuem capacidade nominal suficiente.

Atenção

Nunca force uma cinta sintética para dentro de uma manilha ou gancho incompatível. Se a cinta não se acomoda naturalmente e permanece totalment e apoiada, o acessório não é adequado para aquela aplicação e deve ser substituído por outro com dimensões compatíveis.

6.2.5 Gancho de içamento

O gancho de içamento é um dos componentes mais críticos da movimentação de cargas, pois faz a interface direta entre uma linga e o equipamento de elevação. Pode possuir partes móveis, abertura controlada e travas de segurança, o gancho exige atenção quanto à sua capacidade, ao tipo construtivo e à integridade mecânica.

Apesar de ganchos parecerem semelhantes, eles não são iguais. Podem variar em formato, classe de material, capacidade, sistema de conexão, presença ou não de dispositivo de retenção e compatibilidade com o equipamento ou acessório ao qual serão conectados. Como referência, a ABNT NBR 10070 trata da ganchos-haste forjados para equipamento de levantamento e movimentação de cargas - dimensões e propriedades mecânicas. A especificação também pode ser realizada com base na norma americana ASME B30.10 ou norma europeia EN 1677-2 para outros tipos de gancho.

Tipo de gancho

O primeiro passo na seleção do gancho de içamento é definir o tipo adequado para a operação. Cada modelo possui características próprias de acoplamento, movimentação e aplicação. Os tipos mais comuns são: gancho olhal, gancho clevis, gancho haste, gancho giratório e gancho encurtador.



Gancho olhal e Gancho Clevis



Gancho giratório



Gancho haste



Gancho encurtador

Atenção

Nas operações realizadas conforme os requisitos da Petrobras, os ganchos utilizados para conexão e movimentação de cargas devem possuir dispositivo de retenção (lingueta ou trava de segurança) em condições adequadas de uso, conforme os requisitos aplicáveis à operação.

Entretanto, é importante destacar que existem componentes classificados comercialmente como ganchos que possuem funções específicas e podem apresentar configurações construtivas diferentes, não utilizando necessariamente uma trava de segurança convencional. Nesses casos, devem ser observados os requisitos da norma aplicável, as recomendações do fabricante e a finalidade para a qual o componente foi projetado.

Categoria de resistência

O grau do gancho é definido pela tensão de ruptura, isto é, pela resistência que o material apresenta antes de se romper. Escolha entre GRAU 8 ou GRAU 10. Assim:

a) Gancho grau 8 - suporta no mínimo 800 N/mm².

b) Gancho grau 10 - suporta no mínimo 1.000 N/mm².

Capacidade

Para definir a capacidade nominal (CMT) do gancho de içamento, utilize a tabela de carga disponibilizada pelo fabricante, que deve ser coerente com a prevista pela norma de referência para sua fabricação. Observe na tabela abaixo que a determinação da carga de trabalho considera diversas dimensões do gancho, cada uma delas representada por uma letra (A - F).

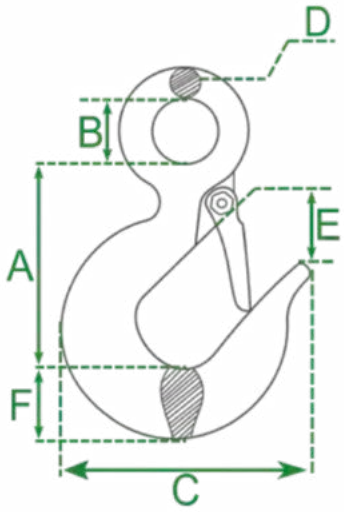


Tabela 13 – Dimensões e capacidade de carga do gancho com olhal

Dimensões e Capacidade - Gancho com olhal						
Dimensões (mm)						Carga de trabalho
A	B	C	D	E	F	kgf
70	16	65	9	22	20	500
82	19	73	9	24	20	750
93	23	80	11	26	22	1.000
104	28	92	12	26	26	1.500
120	32	105	16	35	29	2.000
146	39	125	18	37	38	3.000
187	51	166	23	49	47	5.000
230	62	195	30	59	56	7.500
256	72	215	32	65	66	10.000

Fonte: Adaptado de Cabopec Cabos de Aço e Peças Ltda. (2026).

Dimensões

A definição da capacidade de um gancho considera as dimensões principais do tipo de gancho de içamento. Verifique a abertura da garganta (boca), o diâmetro do corpo e a altura total do gancho, informações que você encontra no catálogo do fabricante ou na própria norma utilizada como referência para sua fabricação. Dependendo do tipo de gancho, devem ser consultadas as dimensões do olhal, da haste, da conexão etc.

Boas práticas de uso

- Utilize sempre trava de segurança em perfeito funcionamento;
- Não transporte carga apoiada na ponta do gancho;
- Mantenha a carga centralizada no seio do gancho, evitando carregamentos na ponta ou cargas laterais;
- Evite impactos laterais, batidas ou torções;
- Não utilize ganchos com abertura aumentada ou deformações;
- Certifique-se de que o método de engate com a linga é compatível com o tipo de gancho usado.

Importante

Ao usar gancho giratório, deve-se atentar ao movimento da carga após ser descolada da base. Deve-se prever seu giro livre e controlar seu movimento - com uso de bastão balizador e/ou cabo-guia de modo que não venha a colidir com as instalações adjacentes.

Inspeção no gancho de içamento

Durante a inspeção pré-uso, verifique atentamente os seguintes pontos:

- Se não há desgaste da região de apoio da linga;
- Se não há trincas ou fissuras no corpo ou na garganta do gancho;
- Se não há corrosão excessiva;
- Se não há sinais de solda, arco elétrico ou indícios de submissão a temperatura;
- Se a trava de segurança está presente.

Fica a dica

Qualquer irregularidade identificada deve levar à imediata retirada do gancho de serviço até avaliação por profissional qualificado.

6.2.6 Anel de carga (anelão)

O anel de carga, também conhecido como anelão, é um acessório fundamental nas operações de içamento, atuando como ponto de conexão entre o equipamento de elevação (gancho principal) e os ramais da linga — seja de corrente, cabo de aço ou cinta. Ele distribui esforços, organiza os ramais e visa viabilizar que a carga seja movimentada dentro dos limites de segurança.

Tipo de anel

O anel de carga (anelão) deve seguir um dos seguintes formatos padronizados:

a) Anel oblongo (alongado);

b) Anel tipo pera.


Anelão tipo oblongo


Anelão tipo pera

Grau de resistência

Estão disponíveis no mercado anelões com diferentes graus de resistência, mas aqueles fabricados de acordo com a ABNT NBR ISO 16798 devem corresponder ao Grau 8 (800 N/mm²).

Fabricação e acabamento

O componente poderá ser confeccionado por forjamento ou por soldagem. Além disso, pode variar o tipo de acabamento superficial, que pode ser galvanizado, polido ou pintado, conforme a aplicação prevista.

Dimensões

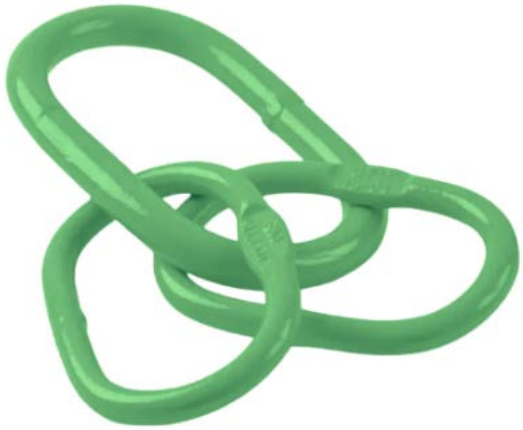
O diâmetro do corpo do anel de carga (anelão) deve garantir compatibilidade dimensional com o componente de conexão (manilha, olhal da linga etc.), sem estrangulamento ou interferência, e manter a CMT do conjunto.

Capacidade nominal

A capacidade do anel de carga é determinada pelas suas dimensões construtivas. Portanto, para especificar corretamente, deve-se verificar na tabela de carga tanto o diâmetro do corpo quanto as dimensões internas do anel.

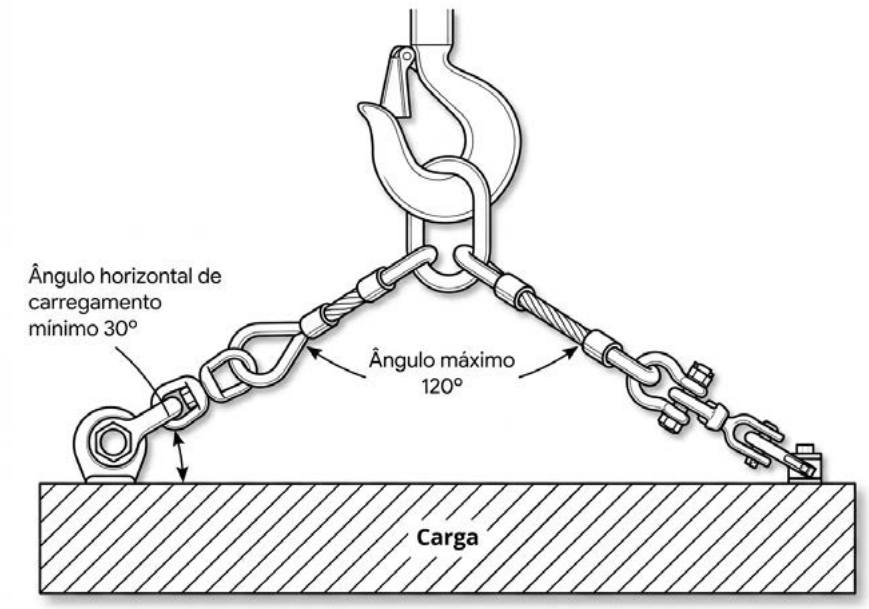
Anel de carga intermediários (sub-elo)

Em algumas operações pode existir a necessidade de anéis de cargas intermediários, sub-elos, como também são conhecidos, acoplados ao anel de carga principal (anelão).



Ângulo de trabalho

Um exemplo importante de referência adequada de utilização de um conjunto de içamento dotado de anelão é o item 13.2.2 da norma N-2869, *"o ângulo horizontal de carregamento não deve ser inferior a 30 graus, a menos que aprovado por profissional qualificado"*.



Inspeção do anel de carga

Durante a inspeção pré-uso do anel de carga, verifique atentamente:

- Se não há trincas ou fissuras no corpo do anel;
- Se não há deformações severas? (Ex.: ovalização, abertura fora do padrão, empenamento);
- Se não há corrosão excessiva;
- Se não há sinais de solda, arco elétrico ou danos por alta temperatura.

Fica a dica

Qualquer irregularidade identificada deve resultar na retirada imediata do anel de serviço para avaliação por profissional qualificado.

6.2.7 Parafuso olhal de içamento

Apesar de parecer simples, o parafuso-olhal de içamento exige atenção especial quanto ao tipo e comprimento da rosca, profundidade de engajamento, material, capacidade de carga e direção dos esforços aplicados. A instalação incorreta ou o uso de um componente inadequado pode provocar arrancamento da rosca, falha do ponto de içamento ou danos estruturais à peça movimentada.

A ABNT NBR ISO 3266 estabelece requisitos para parafusos-olhal de aço forjado utilizados na elevação de cargas. Dependendo da aplicação, também podem ser utilizados outros tipos de pontos de içamento e acessórios fabricados conforme normas específicas e recomendações dos fabricantes.

Tipos de pontos de içamento

Os pontos de içamento podem possuir diferentes configurações construtivas, sendo as mais comuns:

Parafuso-olhal (olhal roscado)

É um ponto de içamento removível, instalado por meio de rosqueamento em um furo previamente preparado na peça ou equipamento.Pode ser utilizado em aplicações temporárias ou permanentes, desde que respeitados os requisitos de montagem, capacidade de carga e direção dos esforços previstos pelo fabricante.

Olhal giratório

É um ponto de içamento dotado de mecanismos que permitem rotação e/ou articulação durante a movimentação da carga.

Esse tipo de componente é utilizado quando existe necessidade de alinhamento automático com a direção dos esforços ou quando a carga pode sofrer rotações controladas durante o içamento.

Ponto de içamento soldável

Diferentemente do parafuso-olhal, o ponto de içamento soldável é incorporado permanentemente à estrutura por meio de soldagem.

Sua seleção, instalação e utilização dependem do projeto do componente, da qualidade da solda e dos procedimentos específicos definidos para a aplicação.



Importante

Pontos de içamento soldáveis não devem ser considerados um tipo de parafuso-olhal, pois possuem características construtivas e critérios de instalação próprios.

Diâmetro da rosca

Escolha o diâmetro da rosca do olhal de içamento conforme a aplicação e o ponto de fixação disponível. O valor é informado em milímetros (ex.: M12, M20, M30), de acordo com a rosca interna existente na peça ou equipamento. A escolha do diâmetro deve garantir compatibilidade dimensional e assegurar que a capacidade nominal (CMT) do olhal esteja de acordo com a carga a ser içada.



Comprimento da rosca e montagem

O comprimento da haste roscada deve ser compatível com a profundidade disponível no ponto de fixação, garantindo engajamento adequado dos filetes de rosca.

A montagem do parafuso-olhal deve seguir as recomendações do fabricante e os requisitos da norma aplicável, observando:

- engajamento adequado da rosca;
- assentamento completo do colar sobre a superfície;
- torque de instalação especificado pelo fabricante;
- alinhamento correto em relação à direção dos esforços.

Conforme a N-2869:

"Parafusos-olhal devem sempre ser aparafusados até o ponto em que o colar está completamente em contato com a superfície."

Importante

Os valores de torque devem seguir as especificações do fabricante do componente. A participação de um Profissional Legalmente Habilitado (PLH) é necessária quando houver necessidade de avaliações, adaptações ou soluções de engenharia não previstas pelo fabricante.

Direção dos esforços

Antes da operação, deve-se verificar se o ponto de içamento será submetido a carregamentos verticais ou laterais.

Nem todos os parafusos-olhal são projetados para suportar esforços laterais. Quando essa condição existir, devem ser observadas as limitações, correções de capacidade e orientações previstas pelo fabricante e pelas normas aplicáveis.

Conforme a N-2869:

"Ao serem utilizados para carregamentos laterais, os parafusos-olhal devem ter sua CMT corrigida pelos fatores apropriados presentes na ABNT NBR ISO 3266."

Capacidade

A capacidade de carga (CMT) deve ser determinada a partir das tabelas fornecidas pelo fabricante ou pela norma aplicável ao componente.

Essas tabelas normalmente consideram diâmetro da rosca, tipo de componente, material de fabricação, direção do carregamento, ângulo de utilização.

Tabela 14 – Dimensões e carga máxima de trabalho para parafusos-olhal

Tabela de dimensões parafuso olhal NBR ISO 3266					
Rosca	Carga máxima de trabalho – CMT (t)		Dimensões aproximadas (mm)		
Diâmetro	Vert.	45º	A	B	G
8	0,2	0,1	9	21	12
10	0,3	0,2	11	27	15
12	0,4	0,3	13	31	18
16	0,8	0,6	18	44	24
20	1,6	1,1	25	61	30
24	2,5	1,8	32	76	36
30	4	2,8	40	96	45
36	6,3	4,4	50	120	54
42	8	5,6	57	137	63
48	10	7	63	151	72
52	12,5	8,8	71	169	78
56	16	11,2	80	192	84
64	20	14	89	215	96

Fonte: Adaptado da ABNT NBR ISO 3266.

A tabela 14 usa como referência o parafuso olhal NBR ISO 3266. Além disso, a coluna A refere-se a dimensão interna do olhal, B a dimensão externa do olhal e G o diâmetro do parafuso/pino (rosca).



Boas práticas de uso de olhais e acessórios de içamento

- Selecionar o tipo de olhal e acessório conforme a direção do esforço (linear ou angular);
- Atentar para compatibilidade da rosca (diâmetro, passo e profundidade) em olhais de içamento;
- Instalar o olhal totalmente assentado — nunca parcialmente rosqueado;
- Aplicar torque de montagem de olhal conforme orientação de um PLH;
- Alinhar o olhal de içamento com a direção da carga;
- Utilizar apenas olhais e acessórios certificados e com marcação legível;
- Não realizar soldas, esmerilhamentos ou modificações;
- Retorquear os olhais de içamento periodicamente em equipamentos sujeitos à vibração;
- Respeitar a capacidade considerando peso, ângulos e pontos de pega;
- Armazenar em local seco e protegido contra corrosão.

Inspeção do olhal de içamento

Na inspeção pré-uso de olhais e acessórios de içamento, verifique:

- Se a identificação está presente e é legível;
- Se não há trincas ou fissuras no corpo?;
- Se a rosca não está danificada, espanada ou com sinais de arrancamento;
- Se o olhal não apresenta deformações (ovalização, empenamento);
- Se não há corrosão severa?;
- Se não existem sinais de solda, arco elétrico ou exposição excessiva ao calor;
- Se o olhal é compatível com o tipo de carregamento (linear ou angular);
- Se foi aplicado o torqueamento correto (olhal fixo deve estar totalmente assentado).

Fica a dica

Qualquer irregularidade deve levar à retirada imediata do olhal de serviço.

6.2.8 Outros acessórios e dispositivos

Além dos acessórios principais apresentados nos capítulos anteriores, existem diversos outros dispositivos utilizados nas operações de movimentação de cargas, que variam conforme o tipo de equipamento utilizado para movimentação, o formato da carga e o cenário operacional.

Entre os mais comuns, podemos citar: pega-chapas, pega-tubos, pega-tambores, balancins, cintas metálicas, protetores de cantos , talhas, guinchos de alavanca, grampo para cabo de aço, esticadores e outros.



Pega-chapa



Pega tubo



Pega-tambor



Balancim



Cinta metálica



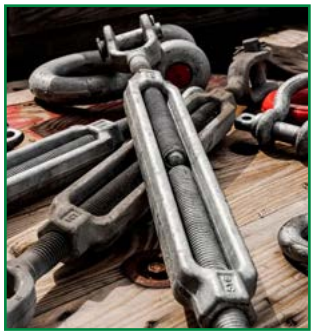
Protetor canto vivo



Talha de alavanca



Guincho de alavanca Tirfor



Esticador para cabo de aço



Grampo para cabo de aço

Embora cada dispositivo possua características próprias de construção e aplicação, os cuidados gerais de seleção e uso permanecem os mesmos:

- Verifique sempre a capacidade nominal (CMT);
- Avalie se as dimensões do acessório são compatíveis com o equipamento de movimentação e a carga;
- Utilize apenas acessórios certificados, com identificação legível em conformidade normativa quanto a seleção, construção e uso;
- Garanta que o método de aplicação seja adequado, evitando esforços indevidos ou usos improvisados;
- Siga rigorosamente as orientações do fabricante ou na ausência destas, de um profissional legalmente habilitado.

A inspeção pré-uso também deve seguir o mesmo padrão dos demais acessórios: procurar sinais de deformações, trincas, desgaste, corrosão, abertura excessiva, travamentos, danos por calor ou retrabalhos não autorizados.

Qualquer irregularidade observada deve resultar na retirada imediata do acessório de serviço.

Em resumo, independentemente do tipo de dispositivo utilizado, a segurança depende da correta seleção, aplicação e inspeção. A ausência de cuidados básicos é uma das principais causas de falhas em operações de içamento, reforçando a importância do conhecimento técnico e do cumprimento das normas vigentes.



01 O que você precisa SABER!



- Cada acessório possui características e aplicações específicas;
- A capacidade depende do tipo de acessório e da forma de utilização;
- Todos os acessórios devem possuir identificação e rastreabilidade;
- A inspeção é parte essencial da segurança operacional.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Danos e deformações;
- Ausência de identificação;
- Incompatibilidades entre acessórios;
- Condições de rejeição.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Selecionar o acessório compatível com a carga;
- Confirmar a capacidade requerida;
- Realizar inspeções antes do uso;
- Retirar de serviço acessórios com irregularidades;
- Utilizar os acessórios conforme procedimentos e recomendações aplicáveis.

Exercícios de Fixação:

1. Você vai instalar um olhal para movimentar um equipamento, mas percebe que a rosca não está entrando completamente. Quais são as ações corretas?

2. Liste três consequências possíveis da escolha incorreta do tipo de acessório (cinta, corrente, cabo, manilha etc.) para uma operação de içamento:

3. Uma carga pintada e sensível a danos superficiais será movimentada utilizando uma configuração simples. Qual acessório tende a ser mais adequado?

a) Corrente.
b) Cabo de aço.
c) Cinta têxtil.
d) Cabo de sisal.

4. Durante a inspeção de uma linga de cabo de aço, você percebe redução de diâmetro e arames rompidos no mesmo ponto. O que deve ser feito?

5. Verdadeiro ou Falso:

( ) Existem 2 tipos de almas para linga de cabo de aço: fibra, aço.
( ) O elo da corrente pode ser acoplado direto no gancho (moitão).
( ) A cinta sintética plana pode ser de poliéster, poliamida ou polipropileno.
( ) Uma linga de corrente pode ser conectada diretamente ao gancho do moitão por meio de qualquer elo da corrente.

Referências Bibliográficas:

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*. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 15637-2: Cintas têxteis para elevação de cargas — Parte 2: Cintas tubulares manufaturadas com fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos*. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 15637-3: Cintas têxteis para elevação de cargas — Parte 3: Cintas tubulares manufaturadas com fios sintéticos de ultra-alta tenacidade*. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 15516: Corrente de elos curtos para elevação de cargas — Lingas de correntes*. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13541: Linga de cabo de aço — Requisitos de utilização. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 13545: Movimentação de cargas — Manilhas*. ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 16798: Anel de carga grau 8 para uso em lingas.* ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 3266: Parafusos olhal de aço de grau 4 para fins de elevação de cargas.* ABNT.

CIMAF. (s.d.). *Manual técnico de cabos de aço.* CIMAF.

The Crosby Group. (s.d.). *Catálogo técnico de produtos e informações de aplicação*. The Crosby Group.

Levtec. (s.d.). *Catálogo técnico de cintas para elevação de cargas*. Levtec.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

RUD Correntes Industriais Ltda. (s.d.). *Sistemas de içamento: Grau 8*. RUD Correntes Industriais Ltda.

RUD Correntes Industriais Ltda. (s.d.). *Sistemas de elevação RUD: VIP Grau 10*. RUD Correntes Industriais Ltda.

United States Army. (2007). *Understanding rigging*. Seven Stars Publishing.

Anotações:



CAPÍTULO

7

Engenharia de Equipamentos

7.1 O equipamento de guindar - conceitos e definições

No Capítulo 2, conhecemos a história da movimentação de cargas, a evolução dos equipamentos de guindar e os principais tipos de guindastes utilizados atualmente. Agora chegou o momento de dar um passo adiante. Neste capítulo, deixaremos de observar o equipamento apenas pelo lado externo e passaremos a compreender como ele funciona. O objetivo é fornecer conhecimentos que permitam compreender limitações operacionais, interpretar informações do fabricante, reconhecer situações de risco e participar de operações de forma mais segura.Ao longo dos próximos tópicos, estudaremos os princípios mecânicos que permitem a um equipamento de guindar elevar cargas de algumas centenas de quilogramas até milhares de toneladas com segurança, precisão e controle.

Embora existam diferentes modelos e fabricantes, todos os equipamentos de guindar foram desenvolvidos para cumprir a mesma missão: vencer a força da gravidade e movimentar cargas de maneira controlada, reduzindo o esforço humano e aumentando a capacidade de trabalho.

Mas isso levanta uma pergunta interessante:

Como uma pessoa, utilizando apenas alguns comandos, consegue movimentar uma carga que pesa dezenas ou até centenas de toneladas?

A resposta não está na força do operador, mas na engenharia aplicada ao equipamento.

Motores, sistemas hidráulicos, cabos de aço, correntes, tambores, redutores, polias, moitões, lanças e contrapesos trabalham de forma integrada para transmitir, multiplicar e controlar a força necessária para realizar o içamento. Em equipamentos offshore, além desses sistemas, as operações devem considerar os movimentos da unidade marítima, as condições oceanográficas e a interação dinâmica entre a carga, o equipamento e a instalação.

Cada componente desempenha uma função específica e influencia diretamente a capacidade, a estabilidade e a segurança da operação. Se um único elemento for utilizado de forma inadequada ou submetido a esforços superiores aos previstos em projeto, toda a operação poderá ser comprometida.







Outro aspecto importante é compreender que um equipamento de guindar não serve apenas para levantar cargas verticalmente. Ele também gira, desloca, posiciona, buscando preservar a estabilidade da carga durante todo o percurso, muitas vezes com precisão de poucos centímetros.

Por esse motivo, esses equipamentos são projetados considerando diversos princípios da engenharia, como transmissão de força, multiplicação de força, resistência dos materiais, equilíbrio, estabilidade e distribuição de esforços.

Independentemente do tipo de equipamento, todos compartilham um mesmo objetivo: movimentar cargas com segurança, eficiência e precisão, respeitando seus limites operacionais e as orientações do fabricante.



Nos próximos tópicos, você compreenderá como funcionam os principais sistemas mecânicos presentes nesses equipamentos e perceberá que muitos conceitos da física estudados anteriormente fazem parte da rotina de qualquer operação de movimentação de cargas.

Ao final deste capítulo, você será capaz de entender por que um guindaste consegue levantar cargas tão pesadas, como a força é multiplicada dentro do sistema e por que conhecer esses princípios é essencial para realizar operações cada vez mais seguras.

Importante

Compreender os princípios básicos do funcionamento do equipamento, permite identificar limitações, interpretar corretamente os gráficos de carga, reconhecer situações de risco e tomar decisões mais seguras durante a operação.

7.2 Sistemas de transmissão e multiplicação de força

A movimentação de cargas somente é possível graças aos mecanismos capazes de transmitir, multiplicar ou transformar forças. Esses mecanismos estão presentes em praticamente todos os equipamentos de elevação, desde uma simples talha manual até os maiores guindastes telescópicos e treliçados.

Embora possuam diferentes princípios construtivos, todos têm o mesmo objetivo: permitir que uma força relativamente pequena seja utilizada para movimentar cargas muito maiores, com segurança e controle.

Compreender o funcionamento desses mecanismos auxilia o profissional a interpretar as limitações dos equipamentos, reconhecer situações de sobrecarga e entender por que determinados componentes são fundamentais para a segurança da operação.

Como a força é transmitida?

A transmissão de força consiste no processo de conduzir a energia gerada por uma fonte motriz até o mecanismo responsável por movimentar a carga.

Dependendo do equipamento, essa transmissão pode ocorrer por diferentes meios, como cabos de aço, correntes, engrenagens, sistemas hidráulicos, motores elétricos ou cilindros hidráulicos.

Cada sistema apresenta características próprias de capacidade, velocidade, precisão e eficiência.

Sistemas de movimentação e elevação, mesmo nos equipamentos menores, utilizam mecanismos capazes de multiplicar força e modificar direção. Vamos começar a nossa análise, entendendo o que é força motora e força resistente.

Força motora x força resistente

No sistema mecânico, especialmente no guindaste, atuam duas forças principais:

- **Força motora:** é a força aplicada pelo sistema — no caso do guindaste, o conjunto hidráulico, o motor, o redutor do guincho e outros componentes responsáveis por gerar movimento.
- **Força resistente:** é a força que se opõe ao movimento — o peso da carga, dos acessórios, o peso da própria lança, atritos e resistências adicionais como vento e inclinação.

O objetivo do equipamento é fazer com que a força motora supere a força resistente com segurança e eficiência, o que acontece graças aos mecanismos de transmissão de força.

7.2.1 Sistema de polias

As polias estão entre os mecanismos mais antigos e eficientes para transmissão e multiplicação de força. Seu princípio de funcionamento é utilizado há milhares de anos e permanece presente nos modernos equipamentos de movimentação de cargas, como guindastes, talhas, pontes rolantes, guinchos e sistemas de içamento.

Embora sejam componentes relativamente simples, as polias desempenham papel fundamental na redução do esforço necessário para elevar cargas, tornando possível movimentar grandes pesos de forma segura e controlada.

Vantagem mecânica

A principal característica do sistema de polias é a vantagem mecânica, isto é, a capacidade de reduzir a força necessária para movimentar uma carga.

De forma simplificada, a vantagem mecânica corresponde ao número de ramais do cabo que sustentam diretamente a carga.

Assim, um sistema com:

- 2 ramais reduz aproximadamente o esforço à metade;
- 4 ramais reduz aproximadamente o esforço para um quarto;
- 6 ramais reduz ainda mais a força necessária.

Na prática, entretanto, o esforço será ligeiramente maior devido às perdas provocadas pelo atrito entre as polias e o cabo de aço.

Aplicação na movimentação de cargas

Os sistemas de polias estão presentes em praticamente todos os equipamentos de elevação. São utilizados em:

- Guindastes;
- Gruas;
- Pontes rolantes.

Em equipamentos de grande capacidade, a correta configuração do número de ramais do cabo é fundamental para garantir a distribuição adequada dos esforços e o funcionamento seguro do sistema de elevação.

O que é uma polia?

A polia é uma roda dotada de um canal periférico por onde passa um cabo de aço, uma corda ou uma corrente. Sua principal função é alterar a direção da força aplicada ou distribuir os esforços entre diferentes ramais do cabo.

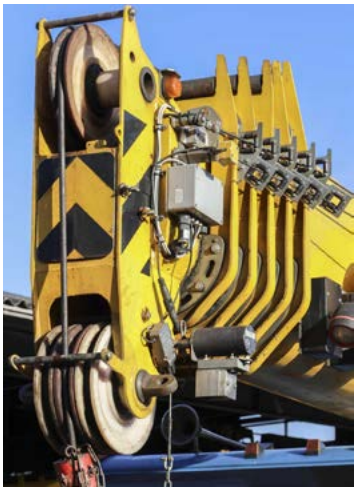
Dependendo da forma como é utilizada, uma polia pode apenas mudar a direção da força ou proporcionar vantagem mecânica, reduzindo o esforço necessário para movimentar uma carga.

Exemplo:

- Se o cabo passa 4 vezes pelo conjunto de polias (4 passadas de cabo);
- A carga é distribuída pelas 4 seções do cabo;
- Reduzindo em até 75% o esforço necessário no guincho.

Assim, uma carga de 40 toneladas pode gerar apenas 10 toneladas de esforço no cabo principal e no sistema do guincho — o restante é distribuído entre os ramais.

Tipos de polias

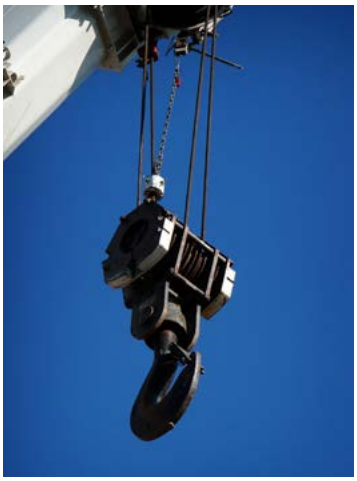


Os sistemas de elevação normalmente utilizam dois tipos básicos de polias.

Polia fixa

A polia fixa permanece presa a uma estrutura e não acompanha o movimento da carga.

Sua principal função é alterar a direção da força aplicada, tornando a operação mais ergonômica para o operador.



Nesse sistema, não ocorre multiplicação da força. O esforço aplicado permanece praticamente igual ao peso da carga, desconsiderando as perdas por atrito.

Polia móvel

A polia móvel desloca-se juntamente com a carga. Nesse caso, o peso é distribuído entre dois ou mais segmentos do cabo, reduzindo a força necessária para realizar o içamento. Quanto maior o número de segmentos sustentando a carga, menor será o esforço exigido para sua elevação.

Moitão



O moitão é um exemplo de polias móveis. É um elemento com polias que faz a multiplicação de força em conjunto com o bloco de polias que fica na ponta da lança do guindaste.

O número de ramais utilizado depende da capacidade do equipamento, do peso da carga e das recomendações do fabricante.

Os moitões podem apresentar diferentes configurações construtivas, de acordo com a aplicação e a capacidade de carga do equipamento. Embora todos tenham a função de transmitir os esforços do cabo de aço para a carga, sua configuração influencia diretamente a forma de conexão e a capacidade de içamento.

Em uma operação típica de içamento, a sequência de transferência dos esforços ocorre da seguinte forma:

Carga → acessórios de içamento (lingas, cintas, manilhas, balancins etc.) → moitão → cabo de aço → guincho → estrutura do equipamento.

Cada elemento da cadeia de içamento deve possuir capacidade compatível com os esforços aplicados durante a operação. A capacidade do conjunto será sempre limitada pelo componente de menor capacidade.



Tipos de moitões

O modelo de moitão mais utilizado em operações de movimentação de cargas é do tipo **gancho**. Possui um gancho de carga equipado com trava de segurança, permitindo a conexão rápida de cintas, lingas de cabo de aço, lingas de correntes, manilhas e outros acessórios de içamento. Pode ser encontrado em guindastes pontes rolantes, talhas e diversos outros equipamentos de elevação.

Já o moitão tipo **âncora** é utilizado quando a conexão da carga é realizada por meio de um olhal, manilha ou outro dispositivo de fixação.

Esse tipo de moitão é normalmente empregado em operações de grande porte, que exigem conjuntos de lingas de maiores dimensões e múltiplos pontos de conexão. Nesses casos, o moitão âncora facilita o arranjo da lingada, reduz a sobreposição dos acessórios e contribui para uma distribuição mais organizada dos esforços.



Por fim, o moitão **múltiplo** é um conjunto projetado para operações especiais de movimentação de cargas, caracterizado pela presença de quatro ganchos de içamento. Essa configuração permite diferentes formas de conexão da carga, proporcionando melhor distribuição dos esforços e maior estabilidade durante a elevação. É utilizado principalmente em operações de grande porte que exigem múltiplos pontos de sustentação, reduzindo a concentração de esforços em um único ponto e favorecendo o equilíbrio da carga.

Além do moitão, muitos guindastes podem ser configurados com uma **bola peso**, também denominada gancho auxiliar. Nesse arranjo, o cabo de aço trabalha normalmente com apenas um ramal (cabo singelo), não ocorrendo a multiplicação de força proporcionada pelo sistema de moitão.



Por essa razão, a bola peso é utilizada em operações com cargas menores, nas quais se busca maior velocidade de movimentação e maior alcance operacional.

Sua aplicação é comum em operações executadas com extensões de lança, como jib e mini-jib, ou em atividades que exijam movimentações rápidas e frequentes de cargas leves.

7.3 Sistema de alavanca

As alavancas estão entre os mecanismos de transmissão e multiplicação de força mais importantes da engenharia. Muito antes do desenvolvimento dos modernos equipamentos hidráulicos e elétricos, esse princípio já era utilizado para movimentar grandes blocos de pedra, embarcações e outras cargas pesadas.

Atualmente, o sistema de alavancas continua presente em diversos equipamentos de movimentação de cargas, permitindo multiplicar forças, aumentar o alcance dos equipamentos e reduzir o esforço necessário para elevar ou deslocar uma carga. O funcionamento das alavancas foi estudado por Arquimedes, que ficou conhecido pela frase: "*Dê-me um ponto de apoio e moverei o mundo.*"

Embora a frase seja uma metáfora, ela demonstra o enorme potencial desse princípio mecânico para multiplicar forças.

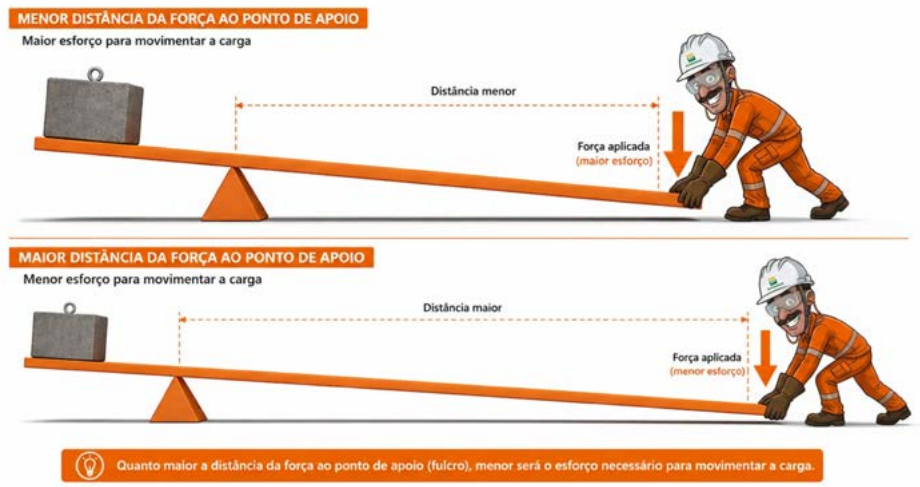
Como funciona uma alavanca

Uma alavanca é uma barra rígida que gira em torno de um ponto fixo denominado fulcro ou ponto de apoio. Quando uma força é aplicada em uma extremidade da alavanca, ela produz um momento capaz de vencer a resistência aplicada na outra extremidade.

Toda alavanca possui três elementos básicos:

- **Fulcro:** ponto em torno do qual ocorre o movimento da alavanca;
- **Potência:** força aplicada para movimentar a alavanca;
- **Resistência:** força que se deseja vencer, normalmente representada pelo peso da carga.

A relação entre essas três grandezas determina a vantagem mecânica do sistema.



7.3.1 Classes de alavancas

As alavancas são classificadas de acordo com a posição do fulcro, da potência e da resistência.

Alavanca de primeira classe (interfixa)

O fulcro fica localizado entre a força aplicada e a resistência.

Exemplos: Gangorra, Alicate e Tesoura.

Em equipamentos de movimentação de cargas, esse princípio também pode ser observado em alguns mecanismos de acionamento e articulação.



Alavanca de segunda classe (inter-resistente)

A resistência fica localizada entre o fulcro e a força aplicada.

Essa configuração oferece elevada vantagem mecânica, exigindo menor esforço para movimentar grandes cargas.

Exemplos: Carrinho de mão e Quebra-nozes.



Alavanca de terceira classe (interpotente)

A força aplicada encontra-se entre o fulcro e a resistência.

Nesse tipo de alavanca, a vantagem não está na multiplicação da força, mas no aumento da velocidade e da amplitude do movimento.

Exemplos: Pinça e Braço humano.



Aplicação na movimentação de cargas

Embora muitas vezes passe despercebido, o princípio das alavancas está presente em diversos equipamentos utilizados diariamente na movimentação de cargas. Guindastes e outros dispositivos de elevação utilizam esse conceito para transmitir ou multiplicar forças.

Uma das principais características das alavancas é a vantagem mecânica, ou seja, a capacidade de reduzir o esforço necessário para movimentar uma carga. De modo geral, quanto maior a distância entre o ponto de aplicação da força (potência) e o fulcro, maior será o momento produzido e menor será o esforço exigido para vencer a resistência.

Esse princípio também pode ser observado na lança de um guindaste, que funciona como uma grande alavanca. Nesse sistema, o equilíbrio depende da relação entre a carga suspensa, o contrapeso, o eixo de giro e os pontos de apoio do equipamento.



À medida que a carga se afasta do eixo de giro, aumenta o momento gerado sobre a estrutura do guindaste. Como consequência, o equipamento precisa desenvolver um esforço maior para manter a carga suspensa, razão pela qual sua capacidade de carga diminui conforme aumenta o raio operacional.

Esse mesmo princípio será aprofundado no próximo capítulo, quando estudaremos os conceitos de momento e estabilidade, fundamentais para a operação segura dos equipamentos de elevação.

7.4 Esforços mecânicos

Todos os equipamentos e acessórios utilizados na movimentação de cargas estão sujeitos à ação de forças. Essas forças provocam deformações internas nos materiais, denominadas esforços mecânicos.

Durante uma operação de içamento, cabos de aço, correntes, cintas, ganchos, manilhas, moitões, lanças e estruturas metálicas trabalham continuamente resistindo a esses esforços. Quando os limites de resistência dos materiais são ultrapassados, podem ocorrer deformações permanentes, trincas ou até mesmo a ruptura do componente.

Por esse motivo, compreender os principais tipos de esforços mecânicos é fundamental para interpretar o comportamento dos equipamentos, reconhecer situações de sobrecarga e realizar operações com segurança.

Tração

A tração ocorre quando uma força puxa o material, tentando alongá-lo. É o esforço predominante em:

- Acessórios de içamento (linga de cabo de aço, cinta, linga de corrente);
- Ganchos, anéis de carga e olhais de içamento;
- Balancim;
- Partes da lança do guindaste durante o içamento;
- Cabo de aço do guindaste.



Como identificar problemas de tração

- Alongamentos anormais;
- Arames quebrados em cabos de aço;
- Estiramento irregular em cintas;
- Deformação plástica em corrente (deformou e não voltou ao normal);
- Desalinhamento da lança ao longo do eixo.

Risco operacional

Ruptura instantânea do equipamento, acessório ou dispositivo — normalmente sem aviso prolongado.

Compressão

A compressão é o esforço mecânico que "empurra" o material para dentro, reduzindo o comprimento do componente. Esse tipo de esforço ocorre quando duas forças atuam uma contra a outra, pressionando a peça ao longo do seu eixo. Quando a compressão ultrapassa a capacidade estrutural do material, podem surgir deformações permanentes ou até o colapso total do componente.

Alguns componentes sujeitos à compressão

- Seções internas da lança hidráulica;
- Torres treliçadas de guindastes de grande porte;
- Vigas de pontes rolantes;
- Pernas de pórticos;
- Balancim tubular.

Como identificar problemas de compressão

- Amassamentos;
- Deformações localizadas (barrigas, abaulamentos);
- Dobra ou colapso em perfis metálicos;
- Ruptura de soldas.

Risco operacional

Colapso da estrutura.



Torção

A torção é o esforço que gira o componente de forma helicoidal, como se tentasse "retorcer" o material.

É muito comum em:

- Lança de guindaste durante o giro com carga;
- Guinchos com enrolamento desbalanceado;
- Cabos de aço mal distribuídos;
- Travessas que recebem carregamento lateral.



Sinais de torção excessiva

- Lança desalinhada;
- Cabos de aço espiralados;
- Enrolamento incorreto no tambor;
- Trincas em pontos estruturais sujeitos ao giro.

Risco operacional

Perda de estabilidade, falha em soldas e fraturas em seções críticas.

Flexão

A flexão ocorre quando o componente sofre uma força perpendicular ao seu eixo, provocando curvatura.

É o esforço mais comum em:

- Vigas de pontes rolantes;
- Travessas e spreaders/balancim;
- Lança do guindaste ao trabalhar com grandes raios;
- Bandejas, skids e estruturas metálicas.



Como identificar problemas de flexão

- Excesso de flecha (curvatura visível);
- Deformação permanente;
- Trincas na fibra tracionada;
- Ruído anormal ou vibração.

Risco operacional

Ruptura progressiva da estrutura ou deformação permanente que compromete a operação.

Em movimentação de cargas, um componente não falha apenas porque suporta muito peso. Muitas vezes, ele falha porque foi submetido a um tipo de esforço para o qual não foi projetado.

Importante

Conhecer os esforços mecânicos permite compreender por que cada equipamento/acessório possui uma forma construtiva específica e porque sua utilização inadequada pode reduzir sua capacidade de carga.

Pare e analise:

Quais forças estão atuando sobre a lança? Onde ocorrem esforços de compressão e tração? Durante o içamento, a carga suspensa provoca esforços que podem causar flexão da lança. Quanto maior a carga e o comprimento da lança, maior tende a ser essa deformação. Com a flexão, a ponta da lança pode se deslocar para fora, aumentando o raio operacional e, consequentemente, o momento de tombamento.



Aprendizado:

O planejamento da manobra deve considerar que o raio pode aumentar após a carga deixar o solo. Por isso, a operação deve ser conduzida de forma que a carga permaneça dentro dos limites previstos no gráfico de carga. Quando necessário, o operador deve realizar os movimentos adequados para compensar o aumento do raio decorrente da flexão da lança, sempre respeitando os limites e procedimentos estabelecidos pelo fabricante.

7.5 Capacidade dos equipamentos e acessórios

Todo equipamento ou acessório utilizado na movimentação de cargas possui um limite máximo de utilização definido durante seu projeto, fabricação e ensaios. Respeitar esse limite é uma das principais medidas para garantir a integridade dos equipamentos e a segurança das pessoas na operação.

Entretanto, a capacidade nominal informada pelo fabricante não depende apenas do peso da carga. Diversos fatores podem reduzir essa capacidade, como a configuração do equipamento, o raio operacional, a forma de amarração, os ângulos das lingas, as condições ambientais e o estado de conservação dos componentes.

Por esse motivo, antes de qualquer operação de içamento, é indispensável verificar se todos os equipamentos e acessórios possuem capacidade compatível com os esforços que serão aplicados.

7.5.1 Carga máxima de trabalho (CMT)

A Carga Máxima de Trabalho (CMT), conhecida internacionalmente como Working Load Limit (WLL), corresponde à maior carga que um equipamento ou acessório pode suportar com segurança durante condições normais de operação.

A CMT é estabelecida pelo fabricante após cálculos de engenharia, seleção de materiais, ensaios mecânicos e critérios de segurança, devendo sempre ser respeitada durante a utilização do equipamento ou acessório.

É importante destacar que a CMT não representa a carga de ruptura mínima (CRM) do componente. Ela corresponde ao limite seguro de utilização, considerando margens de segurança adequadas para absorver variações operacionais e garantir a confiabilidade do sistema.

Nos acessórios de movimentação de cargas, como cintas, lingas, correntes, manilhas, ganchos e anéis de carga, a CMT normalmente corresponde a um valor definido em projeto e identificado de forma permanente no componente por meio de marcação, plaqueta ou etiqueta.

Entretanto, em equipamentos de elevação, como guindastes, gruas e equipamentos similares, a CMT não é um valor único e invariável. A capacidade disponível depende das condições reais da operação e deve ser determinada a partir das tabelas ou gráficos de carga fornecidos pelo fabricante.

Entre os fatores que podem influenciar essa capacidade estão:

- raio operacional;
- comprimento e configuração da lança;
- contrapeso utilizado;
- condição dos estabilizadores;
- quantidade de ramais de cabo;
- peso do moitão, da bola peso e dos acessórios suspensos;
- configuração do equipamento;
- condições operacionais previstas para a atividade.

Por esse motivo, em uma mesma operação podem existir diferentes valores de CMT associados aos equipamentos e aos acessórios utilizados. A capacidade efetiva da movimentação deve ser determinada considerando a combinação de todos os componentes envolvidos e as condições previstas no planejamento da operação.

A CMT normalmente está gravada no próprio componente, na etiqueta, na plaqueta de identificação ou informada na documentação técnica do equipamento, devendo ser verificada antes do início da operação.

Importante

A capacidade disponível para uma operação de movimentação de cargas deve sempre ser determinada com base nas informações do fabricante, nos acessórios empregados, na configuração do equipamento e nas condições reais de operação. O fato de um componente possuir determinada CMT não garante, por si só, que essa mesma capacidade esteja disponível para toda a configuração utilizada.

A NR11, afirma que em todo equipamento deve ser indicado, em lugar visível, carga máxima de trabalho permitida.

7.5.2 Fator de segurança

Nenhum equipamento ou acessório de movimentação de cargas é projetado para trabalhar no seu limite de ruptura. Durante o desenvolvimento de um produto, os fabricantes incorporam uma margem de segurança, denominada fator de segurança, que tem como objetivo garantir a confiabilidade do componente durante sua vida útil.

Essa margem considera diversos fatores, como variações nas propriedades dos materiais, tolerâncias de fabricação, desgastes naturais, esforços dinâmicos, condições ambientais e outras situações que podem ocorrer durante a operação.

Em termos simples, o fator de segurança representa a relação entre a carga mínima de ruptura do componente e sua Carga Máxima de Trabalho (CMT).

É importante compreender que essa margem não pode ser utilizada para aumentar a carga da operação. A Carga Máxima de Trabalho continua sendo o limite de utilização do equipamento ou acessório, independentemente do seu fator de segurança.

Fatores de segurança previstos em normas

Os fatores de segurança variam conforme o tipo de acessório e são estabelecidos por normas técnicas específicas, levando em consideração as características construtivas, o material empregado e o comportamento esperado durante a operação. Como exemplo, destacam-se:

Tabela 15 - Fatores de segurança para acessórios de movimentação de cargas

Acessório	Fator de segurança	Referência
Cintas têxteis para elevação	Conforme ABNT NBR 15637 e tipo de produto	ABNT NBR 15637
Lingas de cabo de aço para elevação	5:1	ABNT NBR 13541
Lingas de corrente Grau 8	4:1	ABNT NBR 15516
Lingas de corrente Grau 10	Conforme fabricante e norma aplicável ao produto	Fabricante / norma correspondente

Adaptado de normas da ABNT.

Nota 1: Os fatores de segurança das cintas têxteis variam conforme o material, a construção da cinta e a existência ou não de acessórios metálicos, devendo ser consultados na parte aplicável da ABNT NBR 15637 e na documentação do fabricante.

Nota 2: Para produtos Grau 10, devem ser observados os requisitos estabelecidos pelo fabricante e pelas normas utilizadas na certificação do componente.

Esses fatores significam, por exemplo, que uma cinta sintética com CMT de 2 toneladas deve possuir uma carga de ruptura mínima (CRM) de 14 toneladas.

Da mesma forma, uma linga de cabo de aço com CMT de 10 toneladas deve apresentar carga mínima de ruptura compatível com um fator de segurança de 5:1, ou seja, superior a 50 toneladas.

⚠ Atenção

Dois acessórios com a mesma CMT podem possuir fatores de segurança diferentes, pois cada norma estabelece requisitos específicos de projeto, ensaio e aplicação para cada tipo de produto.

7.5.3 Tensão nos acessórios - efeito de ângulo

Durante uma operação de movimentação de cargas, não basta verificar apenas o peso da carga e a capacidade nominal dos acessórios. A forma como a carga é amarrada também influencia diretamente os esforços aplicados às lingas, correntes, cabos de aço e demais dispositivos de içamento.

Um dos fatores que mais altera esses esforços é o ângulo de trabalho. Quanto menor for o ângulo formado entre a linga e a horizontal da carga, maior será a tensão aplicada aos acessórios de movimentação. Por esse motivo, sempre que possível, deve-se trabalhar com ângulos elevados, mantendo as lingas mais próximas da posição vertical.

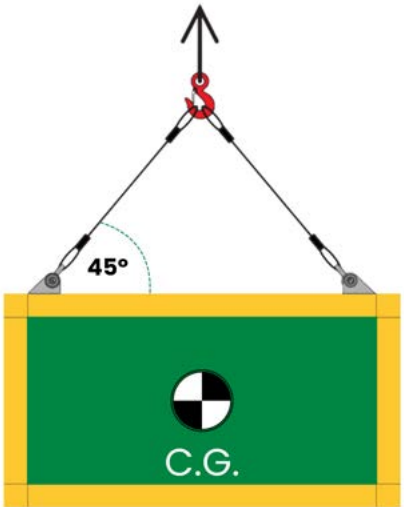


Tabela 16 – Multiplicadores de tensão em função do ângulo da linga.

Ângulo	Multiplicador	Ângulo	Multiplicador
90°	1	55°	1,221
85°	1,004	50°	1,305
80°	1,015	45°	1,414
75°	1,035	40°	1,556
70°	1,064	35°	1,743
65°	1,103	30°	2
60°	1,155	<30°	Não recomendado

Por que isso acontece?

Na situação ilustrada acima, as lingas trabalham a 45° em relação à horizontal, correspondendo a um multiplicador de 1,414 (tabela 15). Esse fator é utilizado para determinar a tensão em cada ramal a partir da parcela da carga por ele suportada.

Cálculo de tensão na linga (Te)

Para calcular a tensão exercida na linga (Te), através da relação entre o peso (P) e o ângulo (Ang), usamos a seguinte fórmula por meio da decomposição dos esforços:

Tensão = Peso ÷ (sen ang)

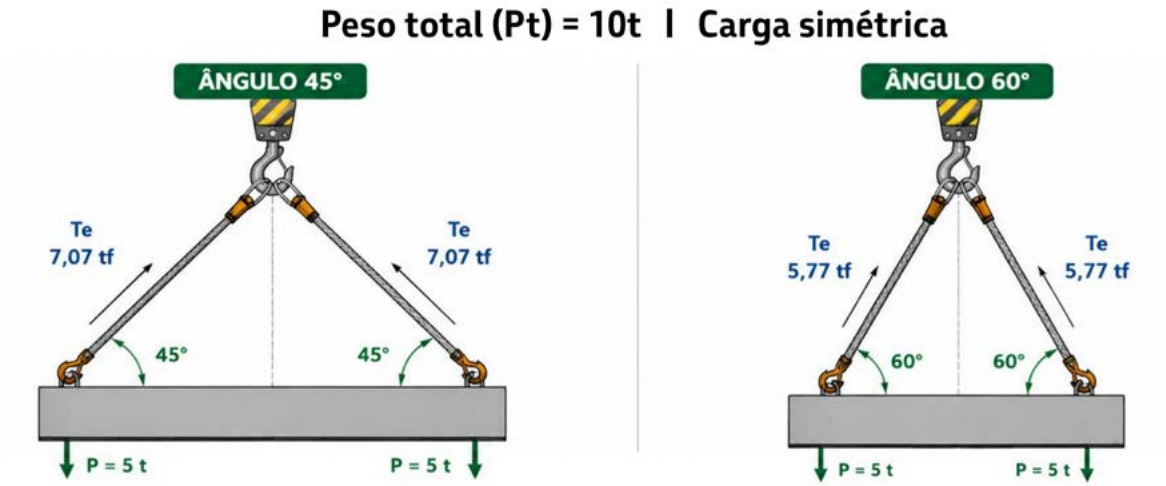
Agora, vamos para o exemplo de uma linga em 45º. Sendo assim, temos o seguinte caso:

Te = P ÷ (sen ang)
Te = 5 ÷ sen 45º
Te = 5 ÷ 0,707
Te = 7,07tf

Se a linga estiver em 60º, teremos a seguinte situação:

Te = P ÷ (sen ang)
Te = 5 ÷ sen 60°
Te = 5 ÷ 0,866
Te = 5,77 tf

Perceba que ao aumentar o ângulo da linga, diminui a tensão exercida.



Conclusão

Observe que, mantendo a mesma carga, o aumento do ângulo em relação à horizontal reduz a tensão em cada ramal da linga. Por esse motivo, ângulos menores provocam maiores esforços nas lingas e nos acessórios de içamento, exigindo atenção especial durante o planejamento da operação.

Atenção

A fórmula apresentada é uma simplificação para situações simétricas. Em operações reais, a distribuição da carga entre os ramais deve considerar o centro de gravidade da carga, a geometria do içamento, a quantidade de pontos efetivamente carregados e as demais condições específicas da operação.

7.6 Características dos equipamentos

A evolução dos guindastes ao longo das últimas décadas levou ao desenvolvimento de inúmeros tipos e configurações, capazes de atender tanto demandas gerais quanto necessidades altamente específicas de construção, manutenção industrial e operações pesadas. Dentro das inúmeras configurações existentes no mercado, os tipos mais utilizados e reconhecidos são:

Tabela 17 – Comparativo das características dos principais tipos de guindastes

Tipo de equipamento	Aplicações mais comuns	Principais vantagens	Principais limitações
Guindaste hidráulico articulado	Carga e descarga; montagem de equipamentos; manutenção; movimentações de menor porte.	Combina transporte e içamento; rápida mobilização; versátil; ocupa pouco espaço.	Menor capacidade e alcance; capacidade reduz com o aumento do raio; depende do correto posicionamento e estabilização.
Guindaste industrial	Movimentação e montagem em plantas industriais; manutenção; áreas internas e espaços restritos.	Compacto; boa manobrabilidade; adequado a áreas com pouco espaço; alguns modelos permitem deslocamento com carga.	Alcance e altura limitados; menor capacidade em grandes raios; aplicação mais específica.
Guindaste de lança treliçada sobre caminhão ou esteira	Grandes montagens; estruturas metálicas; construção pesada; operações com grandes alturas e raios.	Elevada capacidade; grandes comprimentos de lança; diversas configurações de lança e jib.	Montagem e desmontagem demoradas; maior área de montagem; logística de transporte mais complexa.
Guindaste de lança telescópica sobre caminhão	Montagens industriais; manutenção; construção civil; operações com deslocamentos frequentes.	Boa mobilidade rodoviária; rápida preparação; alteração ágil do comprimento da lança.	Capacidade diminui com o aumento do raio e do comprimento da lança; requer condições adequadas de acesso, posicionamento e estabilização.
Guindaste de lança telescópica sobre esteira	Obras industriais; terrenos não pavimentados; montagens com necessidade de reposicionamento.	Boa mobilidade em terrenos irregulares; alguns modelos permitem deslocamento com carga conforme limites do fabricante; boa estabilidade operacional.	Transporte entre locais geralmente exige mobilização especial; baixa velocidade de deslocamento; elevada solicitação sobre o terreno.
Guindaste para terreno acidentado (RT)	Plantas industriais; refinarias; obras; terrenos irregulares ou não pavimentados.	Compacto; excelente manobrabilidade; projetado para terrenos difíceis; rápida preparação para operação.	Mobilidade rodoviária limitada; normalmente requer transporte entre obras; capacidade condicionada à configuração dos estabilizadores e às condições do terreno.
Guindaste de Torre (Grua)	Edificações; estruturas altas; movimentação repetitiva de materiais em uma área definida.	Grande altura de trabalho; amplo raio de atuação; boa cobertura da área; adequado a ciclos repetitivos.	Instalação e desmontagem complexas; baixa mobilidade após instalado; requer base ou fundação adequada; capacidade varia ao longo da lança.

Apesar da variedade de modelos, os guindastes compartilham características operacionais fundamentais, que determinam seu desempenho e segurança:

- Comprimento da lança;
- Variação dos ângulos de trabalho;
- Diferentes raios operacionais;
- Capacidade de carga definida por tabelas do fabricante;
- Estabilidade garantida por contrapesos, patolamento adequado e limites estruturais.



Cada um desses equipamentos possui vantagens específicas conforme o tipo de solo, o raio necessário, a altura de trabalho, a mobilidade esperada e a natureza da carga — sendo por isso essencial conhecer suas características antes de definir o equipamento adequado para a operação.



Além dos guindastes citados acima, existem diversos outros equipamentos utilizados na movimentação de cargas, cada um com características próprias e aplicações específicas. Entre eles, destacam-se: empilhadeiras, pontes rolantes, pórticos e semipórticos, talhas elétricas e manuais, guinchos, entre outros. Cada equipamento foi desenvolvido para atender a necessidades distintas — desde operações repetitivas em ambiente fabril até içamentos pontuais em campo aberto.



Conhecer as diferenças entre eles é fundamental para que o profissional possa interpretar corretamente a capacidade, os limites estruturais, o alcance operacional e as restrições de cada sistema. Assim, a escolha do equipamento ideal torna-se uma decisão técnica, baseada em critérios objetivos que aumentam a segurança e a eficiência da operação.

Fica a dica

Na movimentação de cargas, o equipamento errado transforma um trabalho simples em um risco enorme. Escolher certo não é opção — é segurança.

Critérios para escolha do equipamento ideal

Antes de definir qual equipamento será utilizado em uma operação de movimentação de cargas, deve-se avaliar cuidadosamente:

1. Características da carga

- Peso total (incluindo acessórios e dispositivos);
- Dimensões e geometria;
- Posição do centro de gravidade;
- Fragilidade ou sensibilidade ao esforço;
- Pontos de pega fixos ou móveis.

2. Condições do ambiente

- Espaço disponível para operação e manobra;
- Acesso ao local (corredores, portas, vãos, plataformas);
- Condições do solo ou piso (resistência, nivelamento, compactação);
- Presença de interferências no local (tubulações, estruturas, cabos, máquinas);
- Atuação de vento ou intempéries.

3. Requisitos da operação

- Necessidade de movimentação vertical, horizontal ou ambas;
- Altura de içamento e raio operacional;
- Frequência de uso (operações eventuais x operações repetitivas);
- Precisão necessária;
- Tempo disponível para execução.

4. Segurança e limitações técnicas

- Tabelas de carga do fabricante;
- Ângulos de trabalho permitidos;
- Limites de velocidade, vento e terreno;
- Disponibilidade de acessórios compatíveis;
- Necessidade de patolamento ou contrapesos.

5. Logística e mobilidade

- Tempo de mobilização e desmontagem;
- Acessos internos/externos;
- Possibilidade de operar em áreas confinadas ou altura reduzida.

7.7 Manutenção e inspeção

Para finalizarmos esse módulo, é importante saber que a manutenção e a inspeção dos equipamentos de movimentação de cargas são etapas essenciais em prol da segurança, a confiabilidade e a eficiência operacional. Mesmo o equipamento mais moderno e robusto está sujeito ao desgaste natural, fadiga de materiais e falhas inesperadas quando utilizado de forma contínua ou em condições severas. Por isso, é indispensável seguir procedimentos de inspeção regular e realizar manutenção preventiva conforme as recomendações do fabricante e as normas vigentes.

Manutenção e inspeção são atividades distintas, porém complementares:

A **inspeção** tem como objetivo verificar as condições do equipamento, identificar desgastes, deformações, vazamentos, falhas, danos ou qualquer condição que possa comprometer sua utilização segura. Em outras palavras, a inspeção busca identificar problemas existentes ou potenciais antes que eles resultem em falhas durante a operação.

A **manutenção**, por sua vez, consiste nas intervenções realizadas para preservar, restaurar ou melhorar as condições de funcionamento do equipamento. Essas intervenções podem incluir ajustes, substituição de componentes, lubrificação, reparos e outras atividades necessárias para manter o equipamento em condições adequadas de operação.



Tipos de manutenção aplicáveis aos equipamentos

a) Manutenção preventiva: Realizada de forma planejada e periódica, conforme horas de uso ou tempo calendário do equipamento.

Inclui:

- Lubrificação de partes móveis como engrenagens ou mancais;
- Troca de componentes com vida útil conhecida (cabos, correntes, polias);
- Verificação de sensores, limitadores e sistemas eletrônicos.

Objetivo: identificar presença de defeitos no equipamento antes de ocorrências de falhas que levem a sua indisponibilidade.

b) Manutenção corretiva: Realizada após a identificação de defeitos.

Inclui:

- Substituição de componentes danificados;
- Reparos estruturais como soldagem de partes, substituição de elementos suportes etc;
- Ajustes emergenciais.

Objetivo: corrigir falhas para recuperar o funcionamento seguro.

c) Manutenção preditiva: Baseada em monitoramentos e medições contínuas das condições dos equipamentos, permitindo identificar sinais de degradação antes que ocorram falhas, como:

- Análise de vibração: monitoramento de vibrações anormais em componentes rotativos, como motores, redutores, mancais e engrenagens, auxiliando na identificação de desgastes, desalinhamentos e folgas;
- Termografia: utiliza câmeras térmicas para detectar variações de temperatura que possam indicar superaquecimento, problemas elétricos, atrito excessivo ou falhas mecânicas;
- Ultrassom: identifica sons de alta frequência produzidos por vazamentos, atritos, defeitos em rolamentos ou descargas elétricas, muitas vezes imperceptíveis ao ouvido humano;
- Análise de óleo lubrificante e hidráulico, para detectar desgastes internos de motores e sistemas hidráulicos.

Objetivo: prever falhas antes que evoluam, permitindo a programação de intervenções e reduzindo o risco de paradas não planejadas.

Inspeções e avaliação da integridade

Além das atividades de manutenção, os equipamentos também são submetidos a inspeções destinadas a verificar sua condição estrutural e operacional.

Entre as técnicas utilizadas destacam-se os Ensaios Não Destrutivos (END), que permitem avaliar a integridade de componentes sem causar danos ao equipamento, como líquido penetrante, partículas magnéticas, ultrassom e radiografia industrial.

Os END podem ser utilizados em inspeções programadas, inspeções especiais e programas de manutenção baseada em condição, auxiliando na identificação de trincas, descontinuidades, corrosão e outros defeitos que possam comprometer a segurança e a confiabilidade do equipamento.

01 O que você precisa SABER!



- Os equipamentos utilizam princípios mecânicos para transmitir e multiplicar forças;
- Os componentes são projetados para resistir a diferentes esforços mecânicos;
- A capacidade operacional depende da configuração do equipamento e das condições de uso;
- A CMT representa o limite seguro de utilização.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Sinais de tração, compressão, torção e flexão excessivas;
- Limitações operacionais dos equipamentos;
- Situações que aumentam a tensão nos acessórios
- Indícios de desgaste ou falhas que exijam manutenção.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Respeitar os limites de capacidade do equipamento;
- Verificar compatibilidade entre carga, acessórios e equipamento;
- Considerar os efeitos do ângulo e da configuração operacional;
- Reportar anomalias identificadas durante inspeções e operações
- Participar das verificações pré-operacionais conforme os procedimentos aplicáveis.

Exercícios de Fixação:

1. Uma ponte rolante será utilizada para movimentar cargas repetidamente dentro de um galpão industrial.

Qual característica justifica essa escolha?

a) Facilidade de transporte rodoviário.

b) Operação contínua ao longo da área de trabalho.

c) Maior velocidade em estradas.

d) Menor peso próprio.

2. Explique por que conhecer o raio operacional é fundamental ao usar um guindaste telescópico.

_____

_____

_____

3. Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) Vazamentos hidráulicos podem comprometer a capacidade de elevação.
( ) Soldas trincadas podem ser ignoradas se a carga for leve.
( ) O enrolamento irregular do cabo no tambor é um risco grave.

4. Por que a inspeção diária é essencial para prevenir falhas por fadiga ou desgaste?

_____

_____

_____

5. Ao planejar uma operação de içamento, qual fator é determinante para escolher corretamente o equipamento a ser utilizado?

a) A cor do equipamento disponível no pátio.

b) A proximidade do equipamento em relação ao refeitório.

c) O peso, as dimensões e a posição do centro de gravidade da carga, assim como a capacidade, o raio operacional e a estabilidade exigida do equipamento.

d) A preferência pessoal do operador.

Referências Bibliográficas:

Anderson, J. K. (2013). *Rigging engineering basics: A practical guide for rigging engineers and lift planners*. ITI Bookstore.

Headley, J. (2000). Rigging: *A safety handbook for riggers, supervisors and other personnel who use rigging equipment to accomplish their work*. Crane Institute of America Publishing & Products.

MacDonald, J. A. (2011). *Rigging equipment: Maintenance and safety inspection manual*. McGraw-Hill.

Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Shapira, A., & Schmitt, R. L. (2018). *Construction planning, equipment, and methods (9th ed.)*. McGraw-Hill Education.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

8

Estática

8.1 Introdução à estática

A Estática é o ramo da Mecânica que estuda os corpos em equilíbrio, isto é, aqueles que permanecem em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, sem aceleração. Seu principal objetivo é analisar as forças que atuam sobre um corpo e compreender as condições necessárias para que ele permaneça estável.

Embora uma operação de movimentação de cargas envolva movimentos, todo içamento seguro começa com uma análise estática da carga. Antes de elevar qualquer objeto, é necessário conhecer como as forças estão distribuídas, onde está localizado o seu centro de gravidade e de que forma os acessórios de movimentação irão transmitir esses esforços ao equipamento.

Na engenharia de movimentação de cargas, os princípios da estática são utilizados para planejar a operação e prever o comportamento da carga antes mesmo que ela deixe o solo. Esse conhecimento permite reduzir riscos, selecionar corretamente os equipamentos e evitar acidentes decorrentes de desequilíbrios, sobrecargas ou falhas na distribuição dos esforços.

Para o profissional da movimentação de cargas, compreender os fundamentos da estática é essencial para:

- Avaliar a estabilidade da carga antes do içamento;
- Identificar corretamente o centro de gravidade e os pontos de pega;
- Selecionar os acessórios de movimentação mais adequados;
- Definir a melhor configuração de amarração e o posicionamento das lingas;
- Prevenir tombamentos, rotações, escorregamentos e movimentos inesperados da carga;
- Distribuir corretamente os esforços entre os acessórios e o equipamento de elevação.

Ao longo deste capítulo, serão apresentados os principais conceitos da estática aplicados às operações de movimentação de cargas, demonstrando como esses princípios contribuem para operações mais seguras, eficientes e previsíveis.

Fica a dica

O trabalho seguro depende da capacidade de prever como a carga vai se comportar quando for içada.

8.1.1 Massa e peso

Antes de estudarmos as forças que atuam durante um içamento, é importante compreender dois conceitos fundamentais da Mecânica: massa e peso. Embora esses termos sejam frequentemente utilizados como sinônimos no dia a dia, eles possuem significados diferentes.

O que é massa?

A massa corresponde à quantidade de matéria que compõe um corpo. Ela é uma característica própria do objeto e não se altera, independentemente do local onde ele esteja.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a massa é medida em quilogramas (kg).

Exemplos:

- Uma caixa possui massa de 20 kg;
- Um tambor possui massa de 200 kg;
- Um motor possui massa de 800 kg.



Se esses objetos forem transportados para outro local, sua massa continuará exatamente a mesma.

O que é peso?

O peso é a força exercida pela gravidade sobre um corpo. É essa força que mantém a carga apoiada no solo e que precisa ser vencida durante uma operação de içamento.

Quanto maior a massa da carga, maior será o seu peso.

Na Física, o peso é uma força e sua unidade de medida no Sistema Internacional é o newton (N).

Entretanto, na movimentação de cargas, é comum que fabricantes, projetos, tabelas de carga, procedimentos e documentos operacionais informem a massa da carga em quilogramas (kg) ou toneladas (t). Essas informações são utilizadas para seleção dos equipamentos, acessórios e configuração da operação.

Por esse motivo, no ambiente operacional é comum utilizar a palavra “peso” para se referir à massa da carga. Embora essa seja uma convenção amplamente adotada na prática, é importante compreender que, do ponto de vista físico, massa e peso são grandezas diferentes.

Assim, quando um profissional afirma que:

- "Esta carga pesa **2.000 kg**"; ou
- "O guindaste irá içar **2 toneladas**",

está utilizando uma linguagem operacional comum para indicar a massa da carga que será considerada no planejamento e na seleção dos equipamentos e acessórios de movimentação.

Qual a importância dessa diferença?

Para o profissional da movimentação de cargas, compreender a diferença entre massa e peso ajuda a interpretar corretamente documentos técnicos, tabelas de carga e especificações dos equipamentos.

Embora, no dia a dia, seja comum utilizar os termos como equivalentes, é importante lembrar que a **massa é uma propriedade do corpo**, enquanto o **peso é uma força produzida pela ação da gravidade**.

Nos próximos tópicos, veremos como essa força é distribuída entre os acessórios de movimentação e como ela influencia diretamente a estabilidade da carga e do equipamento.

8.1.2 Forças e vetores

Durante uma operação de movimentação de cargas, diversos componentes exercem forças sobre a carga ao mesmo tempo. As lingas puxam a carga para cima, a gravidade a puxa para baixo e, dependendo das condições da operação, o vento, a inércia e outros fatores podem aplicar forças em diferentes direções.

Para compreender como essas forças atuam e como elas influenciam o comportamento da carga, é necessário conhecer o conceito de vetor.

O que é uma força?

Na Mecânica, força é toda ação capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, ou provocar deformações em sua estrutura (Halliday, Resnick & Walker, 2016).

Em operações de movimentação de cargas, algumas forças são particularmente importantes:

- **Força gravitacional (peso da carga):** força exercida pela gravidade sobre a carga, sempre na direção vertical e para baixo.
- **Tração das lingas:** força aplicada pelos acessórios de movimentação para sustentar e elevar a carga;

- **Força normal:** reação exercida pela superfície de apoio sobre a carga quando ela se encontra apoiada;
- **Força de atrito:** força que se opõe ao movimento entre superfícies em contato;
- **Força do vento:** atua principalmente sobre cargas com grande área vélica, podendo provocar oscilações e rotações;
- **Forças de inércia:** surgem durante acelerações, frenagens e mudanças de direção da carga.

Cada uma dessas forças atua simultaneamente e influencia o equilíbrio, a estabilidade e a segurança da operação.

O que é um vetor?

Um vetor é uma forma de representar uma grandeza vetorial, ou seja, uma grandeza que possui módulo (intensidade), direção e sentido.

Na movimentação de cargas, os vetores são utilizados principalmente para representar forças atuando sobre a carga, os acessórios e os equipamentos de elevação.

Graficamente, um vetor é representado por uma seta, permitindo visualizar não apenas a intensidade da grandeza representada, mas também sua direção e seu sentido.

Vetores na movimentação de cargas



Durante um içamento, praticamente todas as forças podem ser representadas por vetores.

Por exemplo:

- O peso da carga é representado por um vetor vertical apontando para baixo;
- As lingas exercem vetores inclinados em direção ao gancho do equipamento;
- O guindaste exerce uma força de tração sobre a carga, representada por um vetor orientado para cima;
- O vento pode ser representado por um vetor horizontal atuando sobre a carga.

A combinação desses vetores determina se a carga permanecerá em equilíbrio ou se ocorrerão movimentos indesejados, como inclinações, rotações ou oscilações.

Você sabia?

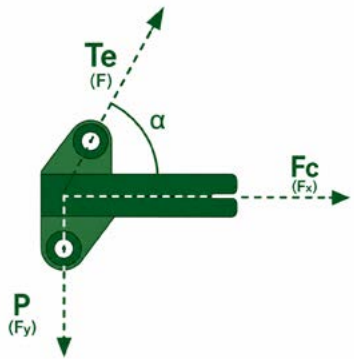
Embora muitas forças atuem simultaneamente sobre uma carga, a engenharia consegue prever seu comportamento utilizando diagramas vetoriais. Essa representação permite calcular os esforços nos acessórios e projetar operações de içamento mais seguras.

Decomposição de forças

Quando uma carga é sustentada por lingas inclinadas, a força aplicada em cada linga não atua apenas para cima.

Parte dessa força atua na direção vertical, sustentando o peso da carga, e parte atua na direção horizontal, aproximando os pontos de fixação. Por esse motivo, quando o ângulo das lingas diminui, a componente vertical da força também diminui, exigindo maior tensão em cada linga para sustentar a mesma carga.

Em operações de movimentação de cargas, esse princípio ajuda a compreender por que ângulos menores aumentam os esforços nos acessórios de içamento.



Legenda

Te = Tensão na linga

FC = Força de Compressão

P = Peso

Em um balancim, por exemplo, as forças atuantes podem ser representadas por meio de vetores. A tensão na linga (Te) corresponde à força de tração que atua ao longo da própria linga. Essa força resulta do equilíbrio entre a força vertical transmitida pela carga (P) e a componente horizontal (Fc) associada aos esforços de compressão no balancim.

A força P representa a parcela da carga suportada pelo respectivo ponto de pega, atuando verticalmente para baixo. Já a força Fc atua horizontalmente ao longo do balancim, comprimindo sua estrutura.

Quanto menor for o ângulo da linga em relação à horizontal, maior será a componente horizontal dos esforços e, consequentemente, maior será a compressão aplicada ao balancim e maior será a tensão desenvolvida na linga.

8.2 Equilíbrio de forças

Toda carga permanece em repouso porque as forças que atuam sobre ela estão em equilíbrio. Sempre que esse equilíbrio é alterado, a carga tende a se movimentar, girar ou perder a estabilidade.

Na movimentação de cargas, compreender esse princípio é essencial para planejar um içamento seguro. Antes mesmo de a carga deixar o solo, é necessário avaliar como as forças estão distribuídas e se elas serão capazes de manter o conjunto em equilíbrio durante toda a operação.

De forma simplificada, um corpo está em equilíbrio quando a **resultante das forças** e a **resultante dos momentos** que atuam sobre ele são iguais a zero. Nessas condições, o corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, sem sofrer aceleração.

Equilíbrio translacional

O **equilíbrio translacional** ocorre quando todas as forças que atuam sobre a carga se anulam mutuamente. Isso significa que não existe uma força resultante capaz de deslocá-la em nenhuma direção.

Em uma carga suspensa por um guindaste, por exemplo, a força de tração exercida pelas lingas deve equilibrar exatamente o peso da carga.

Quando isso acontece, a carga permanece suspensa sem subir, descer ou deslocar-se lateralmente.

Exemplo prático

Imagine uma carga de **2 toneladas** suspensa por um guindaste.

- A gravidade exerce uma força para baixo;
- As lingas exercem uma força para cima.

Quando essas forças possuem a mesma intensidade e sentidos opostos, a carga permanece em equilíbrio.

Equilíbrio rotacional

Além de permanecer parada, a carga também precisa manter sua orientação durante o içamento.

O **equilíbrio rotacional** ocorre quando não existe tendência de rotação em torno do seu centro de gravidade ou de qualquer ponto de apoio.

Quando as forças estão mal distribuídas ou os pontos de pega são escolhidos incorretamente, surgem momentos que fazem a carga girar, inclinar ou tombar.

Esse tipo de situação é bastante comum em cargas assimétricas ou com o centro de gravidade deslocado.

O equilíbrio na movimentação de cargas

Durante uma operação de içamento, o equilíbrio depende da combinação de diversos fatores, como:

- Peso da carga;
- Geometria da carga;
- Posição do centro de gravidade;
- Localização dos pontos de pega;
- Distribuição das tensões nas lingas;
- Ação do vento e de outras forças externas.

Qualquer alteração em um desses fatores pode modificar a distribuição das forças e comprometer a estabilidade da operação.

Por esse motivo, antes de iniciar um içamento, é indispensável verificar se a carga permanecerá em equilíbrio durante todas as fases da movimentação.



8.3 Centro de gravidade (C.G)

Imagine levantar uma carga utilizando apenas uma das extremidades. O que acontece? Provavelmente ela irá inclinar ou até girar assim que deixar o solo. Isso acontece porque o ponto onde a carga foi suspensa não coincide com o seu centro de gravidade.

O centro de gravidade (C.G.) é o ponto onde se considera concentrada a ação da força gravitacional sobre a carga. Em outras palavras, é o ponto em torno do qual a carga tende a se equilibrar quando suspensa.

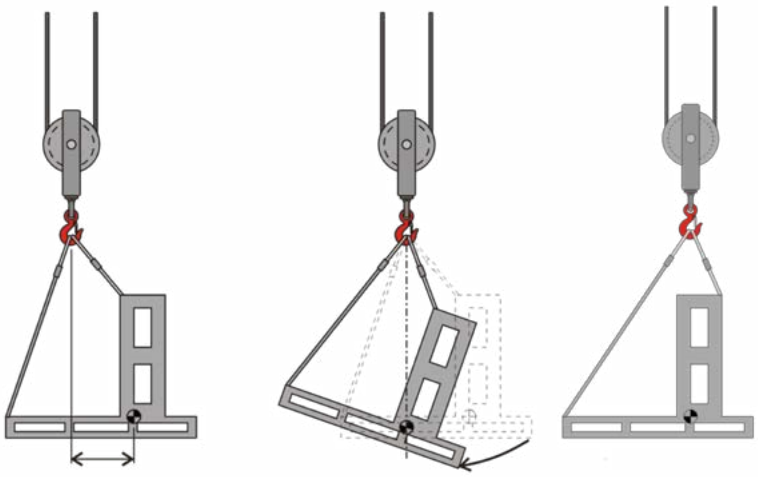
Já o centro geométrico corresponde ao centro definido apenas pela forma da peça. Em cargas simétricas e fabricadas com materiais uniformes, o centro geométrico e o centro de gravidade costumam coincidir. Entretanto, em muitas cargas industriais isso não ocorre devido à distribuição desigual de massas.

Se o içamento ocorrer por um ponto alinhado ao centro de gravidade, a carga tende a permanecer nivelada. Caso contrário, ela poderá girar, inclinar ou assumir uma nova posição de equilíbrio durante a elevação. Conhecer a localização do centro de gravidade é fundamental para planejar um içamento seguro, selecionar os pontos de pega e evitar movimentos inesperados durante a operação.

Por que o centro de gravidade é importante?

Quando o ponto principal de suspensão estiver alinhado verticalmente com o centro de gravidade, a carga tende a permanecer equilibrada durante o içamento. Por outro lado, quando existe desalinhamento entre esses dois pontos, a carga tende a girar ou inclinar até encontrar uma nova posição de equilíbrio.

Esse comportamento pode surpreender a equipe, provocar sobrecarga nos acessórios e aumentar os riscos da operação.



Onde está o centro de gravidade?

Em cargas simétricas, fabricadas com materiais uniformes, o centro de gravidade normalmente coincide com o centro geométrico da peça. Entretanto, muitas cargas industriais não são perfeitamente simétricas.

Motores, bombas, transformadores, vasos de pressão, estruturas metálicas e equipamentos montados costumam possuir componentes mais pesados em um dos lados, ou seja, são cargas assimétricas. Nesses casos, o centro de gravidade fica deslocado em relação ao centro geométrico.

Por esse motivo, nunca se deve assumir que o centro de gravidade está exatamente no meio da carga.

Como identificar o centro de gravidade?

Sempre que possível, a localização do centro de gravidade deve ser obtida por meio de informações confiáveis, como desenhos técnicos, projetos de fabricação, informações do fabricante, marcações existentes na carga, estudos ou planos de içamento previamente elaborados.

Quando essas informações não estiverem disponíveis, a equipe deve avaliar cuidadosamente a geometria da carga, a distribuição dos componentes, a posição de elementos de maior massa, os pontos de pega disponíveis, os possíveis efeitos de inclinação ou rotação durante a elevação.

Antes de qualquer tentativa de içamento, devem ser verificados peso ou massa da carga, capacidade do equipamento, capacidade dos acessórios, integridade dos pontos de pega, condições de estabilidade da carga, possíveis efeitos de inclinação ou rotação.

Quando previsto no planejamento, pode ser realizado um levantamento inicial controlado, elevando-se a carga apenas alguns centímetros do solo. Essa etapa não tem a finalidade de descobrir o centro de gravidade de uma carga desconhecida, mas sim de confirmar as premissas adotadas no planejamento e verificar o comportamento real da carga antes do içamento completo.

Importante

Uma carga que inclina logo após sair do solo está fornecendo uma informação importante: o ponto de suspensão não está alinhado com o centro de gravidade. Nessa situação, a operação deve ser interrompida para reavaliar a posição dos pontos de pega antes de prosseguir.

8.3.1 Momento e estabilidade

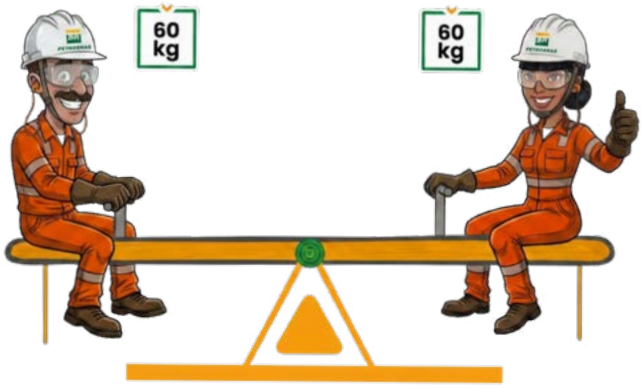
Agora que entendemos o CG, vamos estudar outro conceito importante: o momento, que influencia diretamente a estabilidade das cargas e dos equipamentos de elevação.

O que é momento? Momento é a medida da tendência de uma força provocar a rotação de um corpo em torno de um ponto ou eixo. Sua intensidade depende da força aplicada e da distância perpendicular entre sua linha de ação e o ponto ou eixo considerado (Hibbeler, 2016). Em operações de movimentação de cargas, esse efeito pode produzir tendências de giro, inclinação ou tombamento.

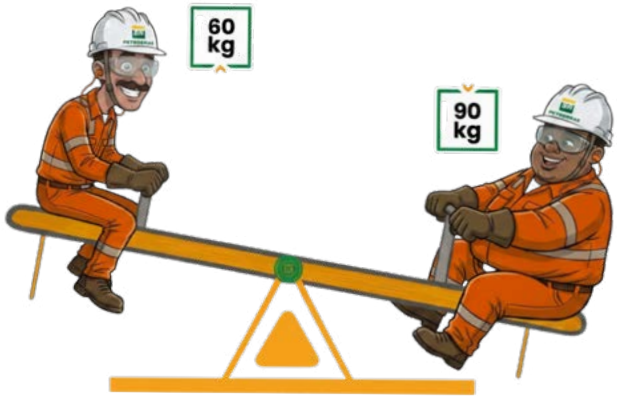
É importante destacar que momento não é uma força. Trata-se de uma grandeza relacionada ao efeito de rotação produzido por uma força atuando a certa distância de um ponto de referência.

De forma geral, quanto maior for a força aplicada ou maior for a distância em relação ao ponto de apoio, maior será o momento gerado.

A forma mais fácil de entender isso é imaginar duas pessoas na gangorra.



Se as duas têm **o mesmo peso**, a gangorra fica equilibrada.



Se uma pessoa **pesa mais**, aquele lado **desce**, e o outro **sobe**.

Isso acontece porque o peso maior cria um momento, ou seja, uma força que faz a gangorra girar em torno do seu centro. O mesmo pode acontecer com o guindaste:



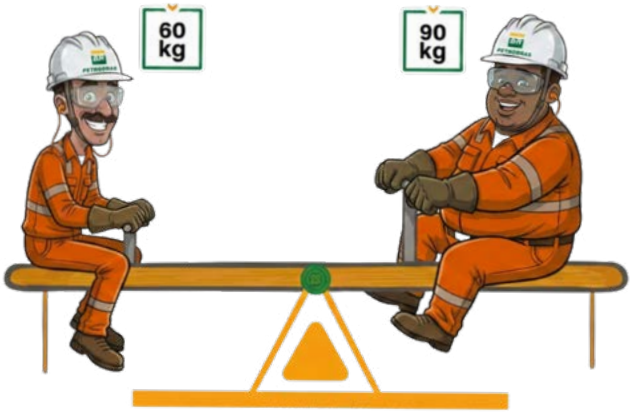
Reflexão

O guindaste tomba para frente quando o momento de tombamento supera sua estabilidade. Isso ocorre quando a carga aumenta além do permitido ou quando o raio de trabalho é ampliado, deslocando o centro de gravidade para fora da base de sustentação. Ao exceder sua capacidade, o equipamento perde equilíbrio, as rodas traseiras levantam e o tombamento acontece.

Momento de estabilidade

A estabilidade de uma carga ou de um equipamento está relacionada ao equilíbrio entre os momentos que tendem a provocar o tombamento e aqueles que tendem a impedir esse movimento.

Para entender isso, vamos voltar ao exemplo da gangorra, que é um dos jeitos mais fáceis de visualizar o que acontece com uma carga no içamento. Se o peso das duas pessoas é diferente, conseguimos encontrar a estabilidade mudando a distância de uma delas em relação ao centro da gangorra. A mais pesada ficará mais próxima do centro. A mais leve, consequentemente, ficará mais longe. Desta forma, buscamos o momento de estabilidade. Isso ocorre porque os momentos gerados em cada lado podem se equilibrar, mesmo quando as forças são diferentes.



Nos equipamentos de elevação acontece um princípio semelhante.

O momento de estabilidade corresponde ao efeito produzido pelas forças estabilizadoras atuando a determinadas distâncias em relação à linha ou eixo potencial de tombamento.

Nos guindastes, esse momento é gerado principalmente por:

- contrapesos;
- peso da própria estrutura do equipamento;
- estabilizadores, quando aplicáveis;
- condições de apoio do equipamento e da base.

Por outro lado, a carga suspensa gera um momento de tombamento, que aumenta à medida que aumentam a carga ou o raio operacional.

A estabilidade do equipamento é mantida quando os momentos estabilizantes permanecem superiores aos momentos de tombamento, dentro dos limites e margens de segurança previstos pelo fabricante.

Por esse motivo, a capacidade de carga de um guindaste varia conforme fatores como peso da carga, raio operacional, configuração da lança, configuração dos estabilizadores, utilização de contrapesos e condições previstas na tabela de carga do fabricante.

Momento de tombamento

O momento de tombamento é o momento que faz a carga querer virar, ou o guindaste tombar, dependendo da situação.

Ele tende a aparecer quando:

- O peso está deslocado para fora da base de apoio;
- O centro de gravidade fica alinhado para fora dos pontos de apoio;
- A linga puxa mais de um lado;
- O CG está distante do ponto principal de suspensão;
- A carga recebe um impacto ou tranco;
- O vento empurra a carga, alterando o raio operacional.

De forma resumida, quanto maior o peso da carga ou quanto maior o raio de operação, maior será o momento de tombamento. Por esse motivo, um mesmo guindaste pode içar cargas mais pesadas quando trabalha próximo da carga (raio menor) e cargas mais leves quando a lança está totalmente estendida (raio maior).

Aplicação prática

Durante o planejamento de uma operação, o profissional deve procurar reduzir o momento de tombamento sempre que possível. Algumas medidas contribuem para isso:

- posicionar o equipamento mais próximo da carga;
- reduzir o raio operacional;
- utilizar a configuração correta de contrapeso;
- estabilizar adequadamente o equipamento;
- respeitar os limites do gráfico de carga do fabricante.

Essas ações aumentam a segurança da operação e reduzem a probabilidade de perda de estabilidade.

Importante

Respeite o gráfico de carga do equipamento. Com isso, você evita o risco de tombamento.

8.3.2 Locação do centro de gravidade

Em muitas operações, como vimos anteriormente, a posição do **centro de gravidade (C.G.)** é informada pelo fabricante, indicada em desenhos técnicos ou definida no plano de movimentação de cargas. Entretanto, em diversas situações essa informação não está disponível, especialmente em estruturas fabricadas em campo, equipamentos modificados ou cargas sem documentação técnica.

Nesses casos, é possível **determinar a posição aproximada do centro de gravidade** por meio da distribuição das cargas nos pontos de suspensão. Esse método baseia-se no princípio do equilíbrio de momentos: conhecendo o peso suportado por cada ponto de pega e a distância entre eles, é possível calcular a localização do centro de gravidade ao longo da carga.

Como funciona?

Imagine uma carga suspensa por **dois pontos de pega.**

Cada ponto suporta uma parte do peso total da carga.

Se o centro de gravidade estiver exatamente no meio da peça (carga simétrica), os dois pontos receberão a mesma carga. Ou seja, distâncias iguais, pesos iguais.

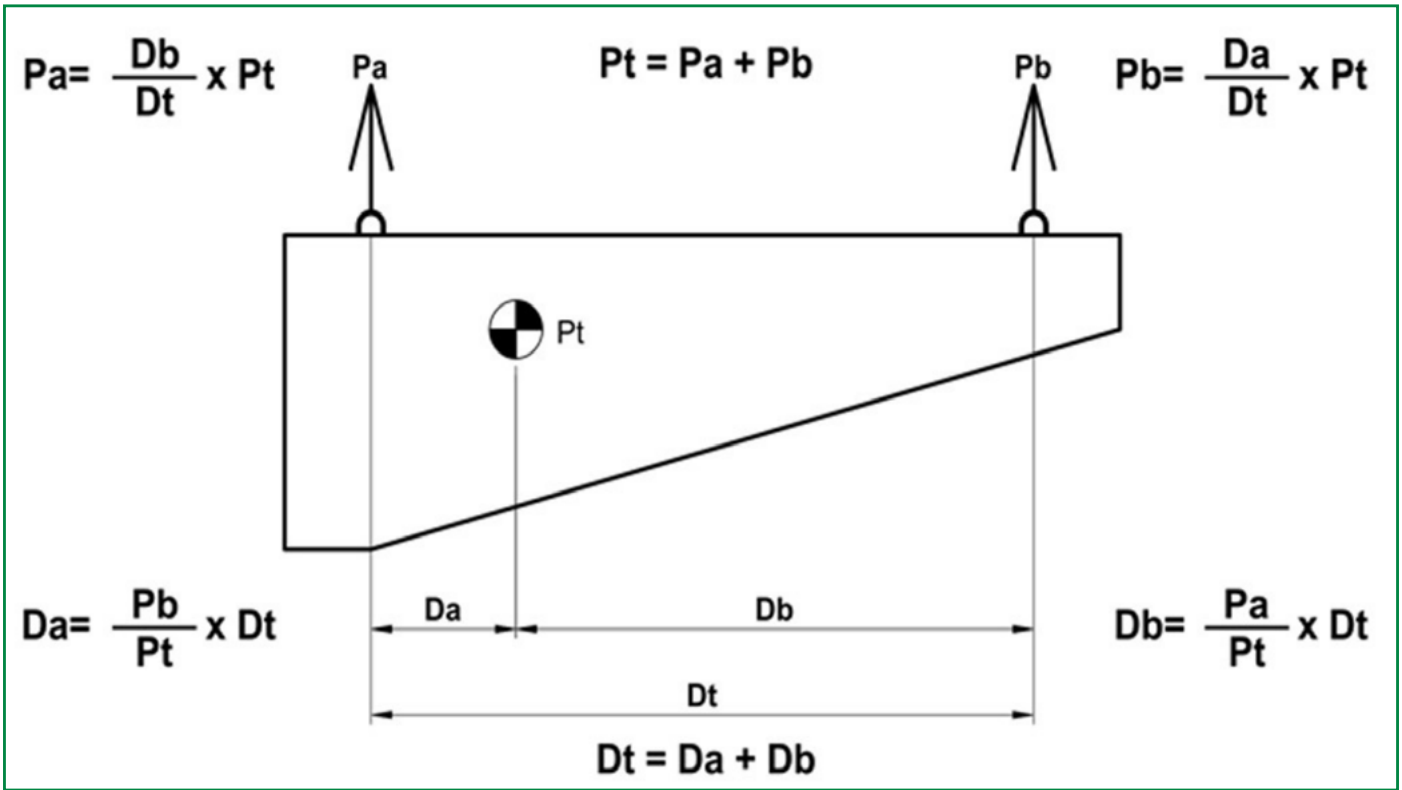
Por outro lado, quando o centro de gravidade estiver deslocado para um dos lados (carga assimétrica), o ponto de pega mais próximo dele suportará uma parcela maior do peso.

Em outras palavras:

- quanto mais próximo do centro de gravidade, **maior será a força** naquele ponto de pega;
- quanto mais distante do centro de gravidade, **menor será a força.**

Essa relação permite calcular a posição aproximada do centro de gravidade, como veremos a seguir.

Abaixo temos as fórmulas para encontrar o centro de gravidade, assim como distribuir o peso entre os pontos de pega.



Pt = Peso total da carga	Dt = Distância total entre o ponto “a” e “b”
Pa = Peso no ponto “a”	Da = Distância horizontal entre o ponto “a” e o C.G.
Pb = Peso no ponto “b”	Db = Distância horizontal entre o ponto “b” e o C.G.

Fica a dica

Antes de iniciar a operação, sugerimos o teste do levantamento inicial (5 a 10cm do solo), para conhecer as reações da carga. Se tudo estiver calculado corretamente, não haverá surpresas, a carga estará estável.

01 O que você precisa SABER!



- Massa e peso são conceitos diferentes;
- As forças atuam simultaneamente sobre a carga;
- O equilíbrio depende da distribuição dessas forças;
- O centro de gravidade influencia diretamente o comportamento da carga;
- O momento está relacionado à tendência de rotação e tombamento.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Cargas com tendência de inclinação;
- Sinais de desalinhamento entre o centro de gravidade e o ponto de suspensão;
- Situações que aumentam o momento de tombamento;
- Distribuições de carga potencialmente inseguras.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Confirmar peso e centro de gravidade sempre que possível;
- Posicionar adequadamente os pontos de pega;
- Realizar testes de içamento quando aplicável;
- Monitorar o comportamento da carga nos primeiros centímetros de elevação;
- Interromper a operação quando forem observados movimentos inesperados.

Exercícios de Fixação:

1. Uma carga inclina imediatamente após deixar o solo. Qual é a interpretação mais provável?

a) Vento excessivo.

b) Falha do guindaste.

c) O ponto de suspensão não está alinhado ao centro de gravidade.

d) Excesso de velocidade.

2. O que pode acontecer quando o centro de gravidade é estimado incorretamente?

a) Aumento da estabilidade.

b) Redução da tensão nas lingas.

c) Inclinação ou rotação inesperada da carga.

d) Redução automática do peso.

3. À medida que o raio operacional aumenta, o momento de tombamento:

a) Diminui.

b) Permanece constante.

c) Aumenta.

d) Deixa de existir.

4. O momento de estabilidade, que contribui para evitar o tombamento do guindaste, é produzido principalmente por:

a) Peso da carga e raio operacional.

b) Contrapeso, peso próprio do equipamento e suas respectivas posições em relação à linha de tombamento.

c) Comprimento da lança e velocidade de içamento.

d) Peso do moitão e quantidade de pernas de cabo.

5. Qual é a principal finalidade de realizar um levantamento inicial da carga, elevando-a cerca de 5 a 10 cm do solo?

a) Verificar o funcionamento do freio do guindaste.

b) Confirmar a velocidade máxima de elevação.

c) Reduzir a tensão nos acessórios de içamento.

d) Avaliar as reações e a estabilidade da carga antes de prosseguir com a movimentação.

Referências Bibliográficas:

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2016). *Fundamentos de física: Mecânica* (10ª ed., Vol. 1). LTC.

Hibbeler, R. C. (2016). *Engineering mechanics: Statics* (14th ed.). Pearson.

Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). *University physics* (Vol. 1). OpenStax, Rice University.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

9

Dinâmica

9.1 Introdução à dinâmica

No capítulo anterior, estudamos a **estática**, que analisa os corpos em equilíbrio e as forças que atuam sobre uma carga antes do início do movimento.

Agora veremos a **dinâmica**, o ramo da Mecânica que estuda os corpos em movimento e as forças responsáveis por alterar sua velocidade ou direção.

Na movimentação de cargas, uma operação raramente permanece totalmente estática. Assim que o operador inicia o içamento, desloca a lança, movimenta a ponte rolante ou realiza o giro do equipamento, a carga passa a sofrer os efeitos da dinâmica.

É justamente nesse momento que surgem fenômenos como **aceleração, desaceleração, inércia, balanço, oscilações e impactos**. Esses efeitos podem aumentar significativamente os esforços aplicados aos equipamentos e acessórios, mesmo quando o peso da carga permanece o mesmo.

Por esse motivo, uma carga de 10 toneladas em movimento pode gerar esforços dinâmicos superiores aos observados quando essa mesma carga permanece em equilíbrio estático.

Por que estudar dinâmica?

Compreender os princípios da dinâmica permite ao profissional prever o comportamento da carga durante toda a operação e adotar técnicas que reduzam esforços desnecessários e aumentem a segurança.

Esse conhecimento auxilia na prevenção de situações como:

- oscilações excessivas da carga;
- impactos durante partidas e frenagens;
- aumento das tensões nos acessórios;
- perda de controle da carga;
- sobrecarga no equipamento de elevação;
- acidentes provocados por movimentos inesperados.

Na prática, a dinâmica explica por que movimentos suaves são mais seguros do que movimentos bruscos. Na movimentação de cargas, os principais efeitos dinâmicos estão relacionados à aceleração, desaceleração, mudanças de direção, vento, movimento das ondas e oscilações da carga.

Estática × dinâmica

Embora sejam estudadas separadamente, a estática e a dinâmica fazem parte da mesma operação.

- A estática ajuda a planejar o içamento, definir os pontos de pega e verificar o equilíbrio da carga;
- A dinâmica explica o comportamento da carga depois que ela deixa o solo e começa a se movimentar.

Um bom planejamento deve considerar os dois aspectos. Não basta que a carga esteja equilibrada antes do içamento; ela também precisa permanecer estável durante todo o deslocamento.



Importante

Em movimentação de cargas, a maioria dos esforços adicionais surge durante o movimento, e não quando a carga está parada. Por isso, acelerar, frear ou girar o equipamento de forma brusca pode aumentar significativamente as forças aplicadas aos acessórios e comprometer a segurança da operação.

9.2 Leis de Newton aplicadas à mecânica

Toda operação de movimentação de cargas é governada pelas leis da Física. Independentemente da experiência do operador, da capacidade do equipamento ou da qualidade do planejamento, a carga sempre obedecerá aos princípios da mecânica.

Quando um operador acelera um guindaste, movimenta uma ponte rolante ou eleva uma carga com uma talha, as forças envolvidas são descritas pelas Leis de Newton, formuladas pelo físico inglês Sir Isaac Newton (1643–1727). Esses princípios constituem a base da Mecânica Clássica e continuam sendo fundamentais para o projeto, dimensionamento e operação de equipamentos de elevação de cargas.

Embora o profissional de campo nem sempre realize cálculos durante a operação, compreender esses conceitos permite interpretar o comportamento da carga, reconhecer situações de risco e tomar decisões mais seguras.

Neste capítulo, veremos como as três Leis de Newton se manifestam diariamente nas operações de movimentação de cargas e porque seu conhecimento é indispensável para operadores, supervisores, projetistas e sinaleiros amarradores.

Afinal, por que estudar Newton?

Imagine um operador iniciando o içamento de uma carga de 30 toneladas.

Se o movimento for realizado de forma brusca, a carga poderá oscilar, aumentando os esforços sobre cabos de aço, cintas, correntes, ganchos, manilhas e sobre o próprio equipamento.

Esse comportamento não ocorre por acaso. Ele é consequência direta das leis que governam o movimento dos corpos.

Da mesma forma, quando um guindaste freia rapidamente, quando uma ponte rolante muda de direção ou quando uma carga suspensa continua balançando mesmo após o equipamento parar, estamos observando a atuação das Leis de Newton.



Compreender esses fenômenos ajuda o profissional a operar de forma mais segura, reduzindo esforços desnecessários sobre os equipamentos e aumentando a vida útil dos componentes.

9.2.1 Primeira Lei de Newton: princípio da inércia

A Primeira Lei de Newton, também conhecida como Princípio da Inércia, estabelece que um corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento, a menos que uma força externa atue sobre ele.

Em outras palavras:

- uma carga parada tende a permanecer parada;
- uma carga em movimento tende a continuar em movimento.

Esse comportamento é chamado de **inércia**.

Na movimentação de cargas, a inércia está presente em praticamente todas as operações e explica diversos comportamentos observados durante um içamento.



CURIOSIDADE: A 1ª Lei de Newton foi chamada de "Lei da Preguiça" no século XVIII.

A inércia na prática

Imagine uma carga suspensa por um guindaste. Quando o operador inicia o deslocamento do equipamento, a carga não acompanha imediatamente esse movimento. Ela tende a permanecer em repouso por alguns instantes, provocando um pequeno atraso em relação ao equipamento.

Da mesma forma, quando o operador freia o equipamento, a carga tende a continuar seu movimento, podendo balançar para a frente. Esse comportamento ocorre porque a carga resiste às mudanças de velocidade impostas pelo equipamento.

Como reduzir o efeito da inércia?

Uma das maneiras mais simples de reduzir os efeitos da inércia é iniciar e finalizar os movimentos gradualmente.

Esse procedimento permite que a carga acompanhe o deslocamento do equipamento sem desenvolver oscilações excessivas.

Também é importante utilizar **cabo-guia**, quando aplicável, para auxiliar no controle da carga durante o deslocamento.



9.2.2 Segunda Lei de Newton: força, massa e aceleração

A **Segunda Lei de Newton** explica como uma força é capaz de alterar o movimento de um corpo. Em termos simples, ela mostra que, para acelerar, desacelerar ou mudar a direção de uma carga, é necessário aplicar uma força.

Além disso, quanto maior for a massa da carga, maior será a força necessária para colocá-la em movimento ou interromper seu deslocamento.

Na movimentação de cargas, esse princípio está presente em todas as operações. Sempre que um operador acelera, freia ou gira um equipamento de elevação, forças adicionais passam a atuar sobre a carga, os acessórios e a estrutura do equipamento.

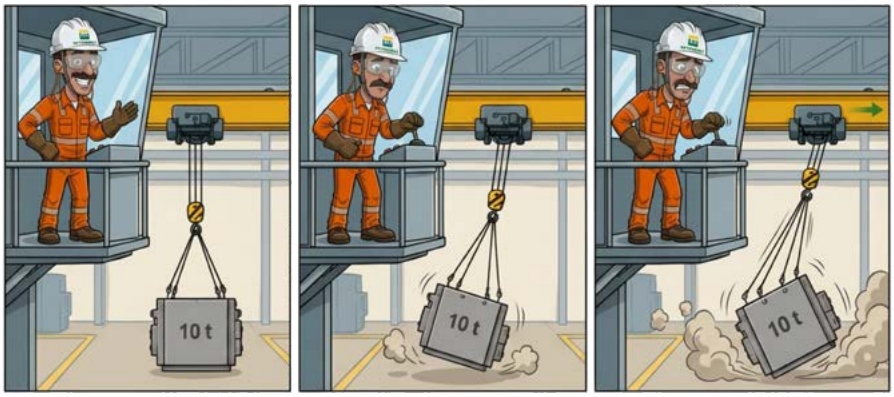
A relação entre força, massa e aceleração

A Segunda Lei de Newton pode ser representada pela seguinte relação:

Onde: (F = m x a)

- F = força aplicada;
- m = massa da carga;
- a = aceleração.

Essa relação demonstra que, mantendo a mesma massa, um aumento na aceleração provoca um aumento proporcional da força aplicada.



Importante

Cargas leves respondem rapidamente aos comandos do operador. Já cargas de grande massa apresentam maior inércia e exigem acelerações e desacelerações ainda mais suaves.

9.2.3 Terceira Lei de Newton: ação e reação

A Terceira Lei de Newton afirma que, para toda força aplicada, existe uma força de mesma intensidade e direção, porém em sentido oposto. Em outras palavras, sempre que um corpo exerce uma força sobre outro, o segundo corpo também exerce uma força equivalente sobre o primeiro.

Na movimentação de cargas, esse princípio está presente durante toda a operação. Quando o equipamento eleva uma carga, não é apenas a carga que sofre os efeitos da força aplicada.

Ação e reação na prática

Imagine um guindaste elevando uma carga de 15 toneladas.

- O guindaste aplica uma força para cima, elevando a carga;
- Ao mesmo tempo, a carga aplica uma força de mesma intensidade para baixo sobre o guindaste.

É por isso que toda a estrutura do equipamento precisa ser dimensionada para suportar esses esforços com segurança.

Onde podemos observar esse princípio?

A Terceira Lei de Newton pode ser percebida em diversas situações da movimentação de cargas:

- a carga puxa o cabo de aço enquanto o cabo puxa a carga;
- o gancho suporta a carga, enquanto a carga exerce esforço sobre o gancho;
- os estabilizadores transmitem forças ao solo, enquanto o solo reage sustentando o equipamento;
- durante uma frenagem, a carga transmite esforços adicionais à estrutura do equipamento.

Em todos esses casos, as forças sempre ocorrem aos pares.

Aplicação na movimentação de cargas

Compreender esse princípio ajuda a entender por que todos os componentes do sistema de içamento devem trabalhar em conjunto. Não basta que apenas o guindaste tenha capacidade suficiente. As lingas, acessórios, moitão e a própria estrutura do equipamento sofrem esforços gerados na operação.

Da mesma forma, um solo inadequado pode comprometer toda a estabilidade do equipamento, pois é ele quem reage às forças transmitidas pelos estabilizadores.

Importante

Quando uma carga é elevada, os esforços percorrem todo o sistema de içamento. Por isso, a segurança da operação depende do componente mais fraco da cadeia. Um único acessório inadequado compromete toda a movimentação.

9.2.4 Boas práticas relacionadas às leis de Newton

A aplicação inadequada desses princípios pode gerar tensões excessivas, balanço, instabilidade e até o tombamento do equipamento. Para evitar riscos, devemos observar as seguintes boas práticas:

Não considerar o efeito destas leis pode gerar tensões excessivas, balanço, instabilidade e até o tombamento do equipamento. Para evitar riscos, devemos observar as seguintes boas práticas:

- **Evitar movimentos bruscos:** acelerações e frenagens rápidas aumentam significativamente as forças dinâmicas no sistema (F = m x a), podendo ultrapassar a capacidade dos acessórios, dispositivos e do próprio equipamento;
- **Controlar a aceleração no içamento:** iniciar o movimento de forma suave reduz o "tranco" inicial, minimiza o balanço e diminui o esforço aplicado nos acessórios e componentes do equipamento;
- **Manter a carga suspensa com estabilidade:** cargas tendem a permanecer no seu estado original (lei da inércia). Qualquer giro ou deslocamento repentino do guindaste impulsiona a carga lateralmente, criando movimentos imprevistos;
- **Manter o cabo na vertical alinhado com o CG da carga:** antes de iniciar o içamento, verifique se o gancho está posicionado perpendicularmente sobre a carga e se o cabo de aço permanece na vertical. Evite puxamentos laterais ou tentativas de arrastar cargas utilizando o equipamento, pois essas práticas geram esforços adicionais e podem comprometer a segurança da operação;
- **Comunicar claramente cada etapa da operação:** como ação e reação são simultâneas, qualquer ajuste feito pelo operador reflete diretamente na carga.



- **Evitar mudanças bruscas de raio:** ao estender a lança com a carga suspensa, o momento de tombamento aumenta proporcionalmente. Mudanças devem ser graduais e planejadas;
- **Monitorar o vento e forças externas:** cargas grandes sofrem influência aerodinâmica e podem gerar forças inesperadas, interferindo na estabilidade;
- **Planejar trajetórias de menor impacto:** reduzir curvas fechadas, deslocamentos rápidos e tempos de frenagem ajuda a controlar forças resultantes na operação;

- **Reduzir balanço antes da aproximação final:** carga em movimento aumenta a energia aplicada nos sistemas, portanto, estabilize-a antes de posicioná-la.
- **Utilizar dispositivos de limitação e segurança:** limitadores de carga, de momento e de altura contribuem para evitar esforços excessivos que ultrapassam o limite do equipamento.

Considerar o efeito dinâmico no cálculo dos esforços atuantes nas lingadas de içamento e amarração, principalmente, nos içamentos inshore e offshore.

9.3 Trabalho mecânico

No dia a dia, costumamos dizer que alguém "deu muito trabalho" ou que determinada atividade exigiu bastante esforço. Na Física, porém, o conceito de trabalho mecânico possui um significado mais específico. O trabalho mecânico é a medida da energia transferida para um corpo quando uma força atua sobre ele e provoca um deslocamento. Trata-se de uma grandeza escalar, cuja unidade de medida no Sistema Internacional (SI) é o joule (J), equivalente a newton.metro (N·m). Isso significa que não basta apenas aplicar uma força. Para que exista trabalho mecânico, a carga precisa realmente se mover.

Importante

Equipamentos de guindar devem ser utilizados para elevar cargas livres. Não se deve improvisar utilizando guindastes, talhas, pontes rolantes ou outros equipamentos de elevação para arrancar, puxar ou desprender cargas presas. Antes do içamento, deve-se garantir que a carga esteja completamente livre e apta para movimentação.

Aplicação na movimentação de cargas

Sempre que um guindaste, uma ponte rolante, um guincho ou uma talha eleva uma carga, o equipamento está realizando trabalho mecânico.

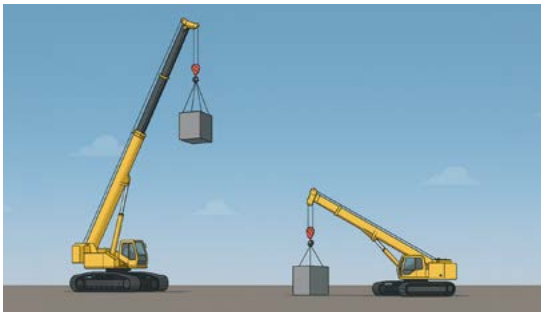
Da mesma forma, quando uma carga é deslocada horizontalmente, empurrada ou puxada por um equipamento de movimentação, também ocorre trabalho mecânico. Por outro lado, se uma carga permanece parada, mesmo que o operador esteja fazendo esforço para movimentá-la, não existe deslocamento e, portanto, não há trabalho mecânico.

Boa prática operacional: sempre que as condições da atividade permitirem, mantenha a carga na menor altura segura durante o deslocamento. Quanto maior a altura de içamento, maior será a energia potencial armazenada pela carga e maiores poderão ser as consequências em caso de queda, impacto ou falha durante a operação.

Exemplos práticos

Situação 1

Uma carga está presa ao solo e o operador aciona o equipamento de elevação, mas ela não se movimenta. Embora exista esforço no sistema, não ocorreu deslocamento da carga. Portanto, do ponto de vista da Física, não houve trabalho mecânico.



Essa situação exige atenção, pois pode indicar que a carga está presa, apoiada inadequadamente ou sofrendo alguma interferência. Forçar o equipamento nessas condições pode gerar sobrecargas e comprometer a segurança da operação.

Situação 2

Um guindaste eleva uma carga de **8 toneladas** até uma altura de **5 metros**. Nesse caso, houve trabalho mecânico, pois a força aplicada pelo equipamento provocou o deslocamento da carga.

O que influencia o trabalho realizado?

A quantidade de trabalho realizada pelo equipamento depende principalmente de dois fatores:

- o **peso da carga;**
- a **distância percorrida** durante o deslocamento.

Quanto maior o peso ou maior a distância movimentada, maior será o trabalho realizado pelo equipamento. Por esse motivo, elevar uma carga de grande massa até um nível elevado exige mais trabalho do que movimentá-la apenas alguns centímetros.

Aplicação prática

O conceito de trabalho mecânico ajuda a compreender por que:

- motores e sistemas hidráulicos precisam fornecer energia para movimentar as cargas;
- equipamentos possuem limites de capacidade;
- operações longas ou repetitivas exigem maior consumo de energia e maior esforço dos equipamentos.

Embora o operador não realize esses cálculos durante a operação, compreender esse princípio ajuda a entender o funcionamento dos equipamentos de movimentação de cargas.

Importante

Aplicar força nem sempre significa realizar trabalho. Na movimentação de cargas, somente existe trabalho mecânico quando a força aplicada provoca o deslocamento da carga.

9.4 Energia potencial gravitacional

Sempre que uma carga é elevada, ela passa a armazenar energia devido à sua posição em relação ao solo. Essa energia recebe o nome de energia potencial gravitacional. Imagine um transformador apoiado no chão. Nessa condição, ele possui peso, mas praticamente não possui energia potencial em relação ao solo.

Agora imagine esse mesmo transformador suspenso a 20 metros de altura por um guindaste. Embora seu peso continue exatamente o mesmo, ele passou a armazenar uma grande quantidade de energia devido à altura em que se encontra.

Essa energia pode ser liberada caso ocorra uma queda da carga, transformando-se rapidamente em movimento e impacto.

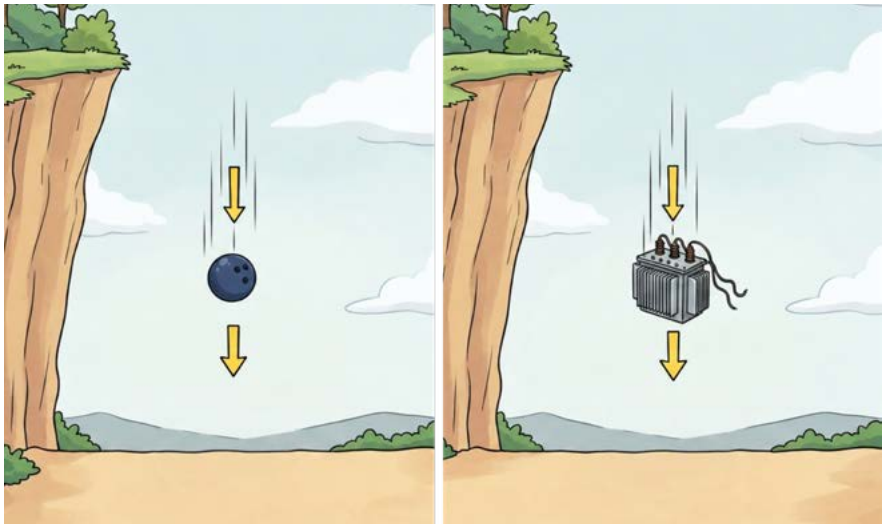
A energia potencial gravitacional depende de três fatores:

- massa da carga;
- aceleração da gravidade;
- altura em relação ao solo.

Na prática, isso significa que: Com o aumento tanto da massa da carga quanto da altura de içamento, maior é a energia armazenada.

Reflexão

Se jogarmos os dois objetos da mesma altura, eles caem da mesma forma, mas quais seriam as consequências do impacto de um e de outro?



Aplicação na movimentação de cargas

Durante uma operação, o operador deve compreender que elevar uma carga não significa apenas mudar sua posição. Significa também aumentar a quantidade de energia armazenada no sistema.

Por esse motivo, cargas suspensas exigem cuidados especiais, como:

- nunca permanecer sob carga suspensa;
- manter a área isolada durante o içamento;
- movimentar a carga de forma controlada;
- evitar impactos contra estruturas ou equipamentos;
- utilizar equipamentos e acessórios compatíveis com a operação.

Fica a dica

Quanto maior a altura da carga, maiores poderão ser as consequências de uma eventual queda.

9.5 Energia cinética

Se a energia potencial gravitacional está relacionada à altura da carga, a energia cinética está relacionada ao seu movimento. Sempre que uma carga está se deslocando, ela possui energia cinética. Essa energia aumenta conforme a velocidade da carga aumenta. Aumenta com o quadrado da velocidade.

Em uma operação de movimentação de cargas, a energia cinética está presente durante:

- o deslocamento da ponte rolante;
- o giro do guindaste;
- a movimentação da lança;
- o transporte horizontal da carga;
- a queda de uma carga.

Quanto maior a velocidade da carga, maior será sua energia cinética e maior será o impacto caso ocorra uma colisão ou parada brusca.

Do repouso ao movimento

Imagine uma carga de **8 toneladas** suspensa por um guindaste. Enquanto ela permanece parada, não existe energia cinética. No momento em que o operador inicia o deslocamento, a carga passa a adquirir velocidade e, consequentemente, energia cinética.

Se essa carga colidir com uma estrutura, um equipamento ou o solo, sua energia cinética será dissipada durante o impacto, podendo produzir forças elevadas e danos significativos.

Por esse motivo, cargas em movimento exigem maior atenção do que cargas em repouso.

Aplicação na movimentação de cargas

Durante uma operação, a energia cinética pode aumentar em diversas situações, como:

- aceleração excessiva;
- frenagens bruscas;
- oscilações da carga;
- efeito pêndulo;
- rajadas de vento;
- descidas descontroladas.

Todos esses fatores aumentam os esforços transmitidos aos acessórios e equipamentos e podem interferir na segurança da operação.

Como reduzir a energia cinética?

A melhor forma de controlar a energia cinética é controlar a velocidade da carga.

Algumas boas práticas incluem:

- iniciar os movimentos de forma gradual;
- evitar acelerações e frenagens bruscas;
- reduzir a velocidade antes das mudanças de direção;
- controlar o balanço da carga;
- utilizar cabo-guia quando aplicável.

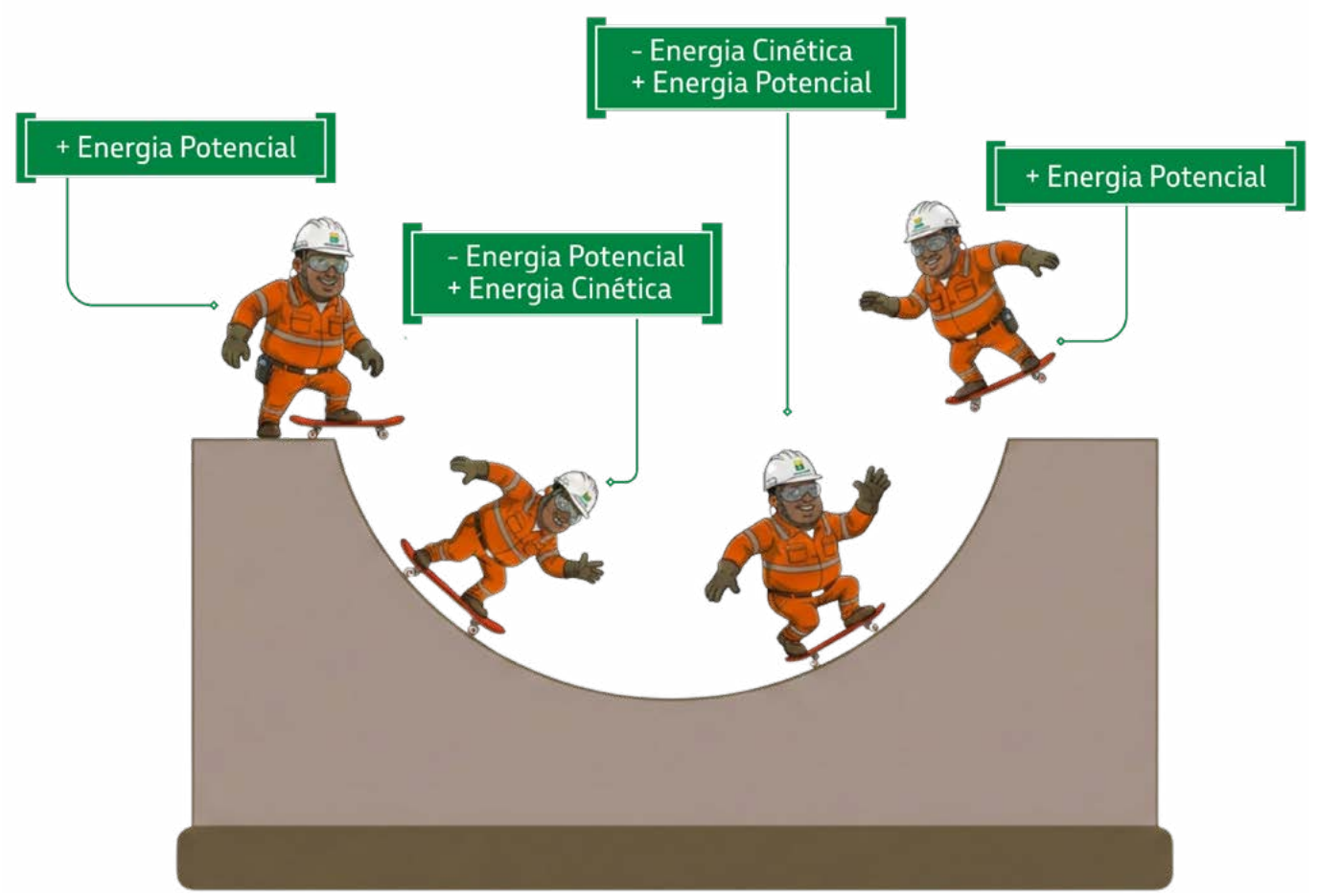
Movimentos suaves possuem menor quantidade de energia cinética e tornam a operação mais segura.

Importante

Uma carga pesada movimentada lentamente pode representar um risco menor do que uma carga mais leve deslocando-se rapidamente. Em movimentação de cargas, velocidade significa energia.

Durante uma operação de içamento, essas duas formas de energia estão constantemente relacionadas. Quando a carga é elevada, ela acumula **energia potencial gravitacional**. Quando essa carga começa a se mover, parte dessa energia pode ser transformada em **energia cinética**.

Em uma eventual queda, praticamente toda a energia potencial é convertida em energia cinética, aumentando significativamente a intensidade do impacto. Compreender essa transformação ajuda a entender porque uma queda de carga pode causar danos muito superiores ao seu próprio peso.



Fica a dica

A pressa é inimiga da segurança. Movimentos suaves e controlados reduzem os esforços dinâmicos, aumentam o controle da carga e contribuem para uma operação mais segura. Em movimentação de cargas, pressa e segurança não combinam.

9.6 Efeito pêndulo

Quando uma carga é içada, ela pode se comportar de forma semelhante a um pêndulo. Isso significa que, sempre que ocorrer uma aceleração, uma frenagem, uma mudança de direção ou a ação do vento, a carga poderá oscilar em torno do ponto de suspensão. Esse movimento é conhecido como efeito pêndulo e representa um dos principais desafios durante operações de movimentação de cargas.

Como o efeito pêndulo acontece?

Imagine uma carga suspensa por uma ponte rolante. Se o operador iniciar o deslocamento de forma brusca, a ponte começa a se mover imediatamente, mas a carga tende a permanecer em repouso devido à inércia. Como consequência, ela fica momentaneamente para trás e, em seguida, começa a oscilar.

O mesmo acontece durante uma frenagem. A ponte reduz sua velocidade, mas a carga continua seu movimento, avançando à frente do ponto de suspensão. Quanto mais brusco for o movimento do equipamento, maior será a amplitude da oscilação.

Em determinadas situações, as oscilações da carga podem aumentar progressivamente devido ao fenômeno da **ressonância**. Isso ocorre quando movimentos repetitivos coincidem com a frequência natural de oscilação da carga, fazendo com que o balanço aumente a cada ciclo. Em operações terrestres, esse efeito pode ocorrer durante deslocamentos, frenagens, acelerações ou correções sucessivas aplicadas pelo operador. Em operações marítimas e offshore, também pode ser provocado pelos movimentos da embarcação ou da unidade marítima induzidos pelas ondas.

Riscos do efeito pêndulo

Uma carga oscilando pode provocar:

- colisões contra estruturas, tubulações e equipamentos;
- impactos em materiais próximos;
- aumento das tensões nos acessórios e sobrecarga nos equipamentos de içamento;
- perda de controle da carga;
- risco de atingir trabalhadores que estejam na área de movimentação.

Além disso, tentar conter manualmente uma carga em balanço pode expor o trabalhador a situações de esmagamento, prensamento ou queda.

Como reduzir o efeito pêndulo?

A melhor forma de controlar o efeito pêndulo é evitar que ele aconteça.

Algumas boas práticas incluem:

- iniciar e finalizar os movimentos de forma gradual;
- manter velocidade constante durante o deslocamento;
- evitar acelerações, frenagens e giros bruscos;
- utilizar cabos-guia *(tag lines*), quando previstos no planejamento da operação;
- considerar a influência do vento, principalmente em cargas com grande área vélica;
- em operações marítimas (inshore) e offshore, considerar os movimentos induzidos pelas ondas, pelo balanço das embarcações e pelos movimentos relativos entre embarcações e instalações marítimas.

Vale destacar que, quanto maior a distância do ponto de saída do cabo até a carga, maior tende a ser a amplitude da oscilação. Por esse motivo, cargas movimentadas a grandes alturas exigem ainda mais controle dos movimentos e maior atenção do operador.

Em operações marítimas, os movimentos provocados pelas ondas podem amplificar as oscilações da carga e, em determinadas situações, gerar efeitos de ressonância. Por esse motivo, as condições do mar e os movimentos da embarcação devem ser continuamente monitorados e considerados durante o planejamento e a execução da operação.



Importante

Nunca tente parar uma carga que está pendulando, utilizando as mãos ou permanecendo em sua trajetória. O controle da carga deve ser realizado por meio dos procedimentos operacionais seguros e comunicação eficiente entre operador e sinaleiro amarrador.

9.7 Movimentos simultâneos

Os equipamentos de movimentação de cargas são capazes de executar mais de um movimento ao mesmo tempo. Em um guindaste, por exemplo, é possível elevar a carga enquanto a lança abaixa e altera seu ângulo. Esses movimentos são conhecidos como movimentos simultâneos.

O que são movimentos simultâneos?

São operações em que dois ou mais movimentos ocorrem ao mesmo tempo, como:

- elevar a carga durante o telescopagem da lança;
- alterar o ângulo da lança enquanto a carga está sendo içada;
- deslocar uma ponte rolante enquanto a carga é elevada ou abaixada.
- inclinação da torre enquanto sobe garfo numa empilhadeira;
- elevação de cesto da PEMT simultaneamente ao deslocamento do veículo;

Cada movimento altera o comportamento da carga e influencia sua estabilidade.

Cuidados durante a operação

Quando vários movimentos ocorrem simultaneamente, aumentam as possibilidades de:

- oscilações da carga;
- efeito pêndulo;
- mudanças no raio operacional;
- aproximação de obstáculos;

Planejamento é fundamental

Antes de executar movimentos simultâneos, é importante verificar:

- se o equipamento permite esse tipo de operação;
- se a carga permanecerá dentro da capacidade indicada no gráfico de carga;
- se o percurso está livre de obstáculos;
- se existe comunicação eficiente entre operador e sinaleiro amarrador;
- se todos os envolvidos conhecem a sequência da movimentação.

9.8 Controle dinâmico da carga

Ao longo deste capítulo, vimos que uma carga em movimento está sujeita a diversos fenômenos, como inércia, aceleração, efeito pêndulo e acúmulo de energia. Todos esses fatores podem aumentar os esforços sobre os equipamentos e acessórios de movimentação.

Por esse motivo, uma operação segura depende não apenas da capacidade do equipamento, mas também da forma como a carga é movimentada. O controle dinâmico da carga consiste em adotar técnicas que reduzem oscilações, impactos e movimentos inesperados durante todo o içamento.

Estabilidade da carga

Durante a movimentação, a carga deve permanecer o mais estável possível. Caso ocorram oscilações, o operador deve evitar acelerações, frenagens ou mudanças bruscas de direção, pois essas ações tendem a aumentar ainda mais o balanço da carga.

Quando necessário, podem ser utilizados cabos-guia (tag lines) para auxiliar no direcionamento, posicionamento e afastamento seguro da carga em relação a pessoas e estruturas, desde que sua utilização tenha sido prevista no planejamento e realizada de forma segura.

Entretanto, é importante destacar que o cabo-guia **não tem a função de eliminar ou "matar" o balanço da carga**. O controle efetivo das oscilações depende principalmente da habilidade do operador, da execução de movimentos suaves e do correto planejamento da operação.

Em operações offshore, podem ser utilizados dispositivos auxiliares, como **bumpers** ou sistemas de absorção de impacto, para reduzir danos decorrentes de contatos ou choques da carga contra estruturas, embarcações ou instalações. Esses dispositivos também não substituem o controle operacional da carga. O controle da carga também depende de uma comunicação eficiente entre operador e sinaleiro amarrador. Todos os envolvidos devem utilizar os sinais padronizados ou os meios de comunicação previamente definidos, garantindo que os comandos sejam claros e executados no momento correto.

Além disso, nunca permita que a pressa influencie a operação. Movimentações rápidas, tentativas de recuperar o tempo perdido ou mudanças repentinas de velocidade aumentam os efeitos dinâmicos e elevam significativamente o risco de acidentes.

Boas práticas para o controle dinâmico da carga

- planejar toda a sequência de movimentos;
- confirmar a comunicação entre operador e sinaleiro amarrador;
- elevar a carga lentamente nos primeiros centímetros para verificar seu equilíbrio;
- evitar acelerações e frenagens bruscas;
- reduzir a velocidade nas mudanças de direção;
- interromper a operação caso ocorram oscilações excessivas.

Essas medidas reduzem os esforços dinâmicos, aumentam a vida útil dos equipamentos e contribuem para uma operação mais segura.

01 O que você precisa SABER!

- Movimentos da carga geram esforços adicionais sobre equipamentos e acessórios;
- A inércia faz com que a carga resista às mudanças de movimento;
- Acelerações, frenagens e mudanças bruscas de direção aumentam as forças aplicadas durante a operação;
- O efeito pêndulo é um dos principais riscos associados à movimentação de cargas suspensas;
- Quanto maior a altura ou a velocidade da carga, maiores podem ser as consequências de uma queda ou colisão.

02 O que você precisa RECONHECER!

- Oscilações e balanços excessivos da carga;
- Situações que favorecem o efeito pêndulo;
- Condições que aumentam os esforços dinâmicos, como movimentos bruscos e ventos;
- Movimentos da carga que possam comprometer a estabilidade ou o controle da operação.

03 O que você precisa EXECUTAR!

- Realizar movimentos suaves e controlados durante toda a operação;
- Evitar acelerações, frenagens e giros bruscos;
- Controlar oscilações e reduzir o efeito pêndulo da carga;
- Utilizar cabos-guia quando previsto no planejamento da operação;
- Manter comunicação eficaz entre operador e sinaleiro amarrador durante a movimentação.

Exercícios de Fixação:

1. Quando o operador inicia o içamento de forma muito brusca, o que acontece com a carga?

a) O peso permanece exatamente o mesmo.

b) A carga fica mais leve por alguns instantes.

c) A carga gera esforço adicional devido à aceleração.

d) A carga deixa de sofrer ação da gravidade.

2. Uma carga elevada a uma grande altura apresenta maior risco porque:

a) A energia potencial gravitacional aumenta, podendo ampliar as consequências de uma eventual queda.

b) O guindaste perde capacidade automaticamente.

c) O cabo se alonga de forma infinita.

d) A carga fica mais leve conforme sobe.

3. O que tende a aumentar o efeito pêndulo durante a movimentação?

a) Movimento suave.

b) Uso adequado de cabo-guia.

c) Acelerações e frenagens bruscas.

d) Planejamento da trajetória.

4. Marque com V ou F (Verdadeiro ou Falso):

( ) Movimentos suaves reduzem a força dinâmica aplicada sobre as lingas.
( ) Quando a carga sobe rapidamente, a energia potencial diminui.
( ) Uma carga que balança sempre aumenta momentaneamente o raio do guindaste.
( ) O pêndulo só ocorre quando há vento lateral.
( ) A força de impacto gerada por um tranco pode superar o limite seguro de trabalho mesmo quando a carga está abaixo da capacidade do guindaste.

5. Considerando os efeitos dinâmicos no içamento, quais cuidados o operador do guindaste deve tomar para evitar trancos, balanços e esforços adicionais na carga?

Referências Bibliográficas:

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2016). *Fundamentos de física: Mecânica* (10ª ed., Vol. 1). LTC.

Ling, S. J., Moebs, W., & Sanny, J. (2016). *University physics* (Vol. 1). OpenStax, Rice University.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Shapira, A., & Schmitt, R. L. (2018). *Construction planning, equipment, and methods* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Anotações:



CAPÍTULO

10

Segurança Meio Ambiente e Saúde

10.1 Posicionamento seguro durante a operação

Em uma operação de movimentação de cargas, é fundamental que todos os profissionais saibam onde permanecer durante a atividade e para onde se deslocar em caso de emergência. Um posicionamento inadequado pode expor o trabalhador à área de influência da carga, aumentando significativamente o risco de acidentes.

A área de movimentação de cargas deve permanecer devidamente isolada e sinalizada. Pessoas não autorizadas não devem acessar essa área durante a execução da operação. A permanência dentro da área isolada deve ser restrita aos profissionais necessários para a execução da operação e somente pelo tempo necessário. Esses trabalhadores devem permanecer fora da área de influência da carga, não ficar sob a carga, mantendo distância segura e uma rota de fuga desobstruída durante toda a movimentação.

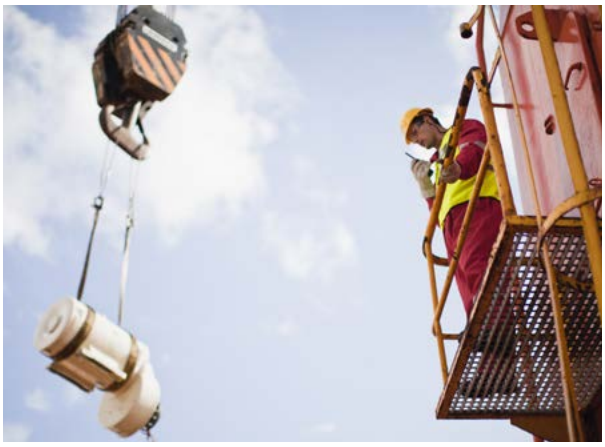
Mantenha uma rota de fuga

Antes de iniciar qualquer movimentação, o trabalhador deve identificar uma rota de fuga, ou seja, um caminho livre que permita afastar-se rapidamente caso a carga apresente um movimento inesperado.

Essa rota deve permanecer desobstruída durante toda a operação e nunca deve conduzir o trabalhador para outra área de risco. Ter uma rota de fuga planejada permite agir rapidamente sem necessidade de improvisação.

Nunca permaneça na trajetória da carga

O profissional deve permanecer fora da trajetória da carga e afastado de qualquer área onde possa ocorrer:



- esmagamento;
- prensamento;
- impacto;
- queda da carga;
- giro do contrapeso do equipamento;
- risco de choque com o moitão e a bola peso.

Durante o posicionamento da carga, o trabalhador deve manter uma distância segura e evitar permanecer entre a carga e qualquer obstáculo fixo, como paredes, pilares, equipamentos ou estruturas metálicas.

Mantenha atenção durante toda a operação

As condições da operação podem mudar rapidamente. Uma rajada de vento, uma mudança do swell de onda, um movimento brusco do equipamento ou uma mudança na trajetória da carga podem alterar completamente o cenário.

Por isso, todos os envolvidos devem manter atenção contínua, observando:

- o comportamento da carga;
- a movimentação do equipamento;
- a aproximação de pessoas ou veículos;
- possíveis interferências no percurso;
- as orientações dos responsáveis pelas embarcações envolvidas nas movimentações;
- as orientações do operador e do sinaleiro amarrador.

Distrações, conversas paralelas ou o uso de celulares reduzem a percepção dos riscos e aumentam a probabilidade de acidentes.

Antecipe os riscos

Um profissional atento não observa apenas onde a carga está, mas também onde ela poderá estar nos próximos segundos.

Antecipar os movimentos da carga permite escolher um posicionamento mais seguro, evitar zonas de esmagamento e manter uma rota de fuga disponível durante toda a operação.

Importante

Nunca confie apenas na estabilidade aparente da carga. Mesmo uma carga aparentemente parada pode oscilar, girar ou deslocar-se inesperadamente durante o içamento.

10.2 Uso de equipamentos de proteção individual (EPI)

O uso adequado dos **Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)** é uma das medidas essenciais para garantir a integridade física de todos os envolvidos nas atividades de movimentação de cargas. Apesar do foco principal da prevenção esteja na eliminação e no controle dos riscos na fonte, os EPIs funcionam como uma medida complementar de proteção, reduzindo a consequência da exposição a perigos residuais e complementando as demais estratégias de segurança.

Entre os principais, destacam-se:

- **Capacete com jugular:** protege contra quedas de objetos e impactos, devendo sempre estar ajustado e com a jugular presa para evitar deslocamento durante ventos ou movimentos bruscos;
- **Óculos de segurança:** essenciais para evitar lesões oculares provocadas por poeira, partículas metálicas, fragmentos de lingas danificadas ou respingos;
- **Luvas de segurança adequadas ao tipo de material:** luvas resistentes a abrasão, anticorte ou isolantes, dependendo da atividade e do acessório manipulado;
- **Calçados de segurança com biqueira reforçada e solado antiderrapante:** reduzem o risco de esmagamento dos pés, perfurações e escorregamentos;
- **Protetor auricular:** utilizado em áreas com níveis de ruído acima dos limites de tolerância;
- **Roupas de trabalho de manga longa e com boa visibilidade:** evitam queimaduras por atrito, contato com superfícies aquecidas e ajudam na rápida identificação dos trabalhadores;
- **Colete refletivo:** fundamental em áreas com veículos, empilhadeiras e equipamentos em movimento (manter o colete sempre fechado).

Antes do início de qualquer atividade, o trabalhador deve realizar uma **verificação pré-uso**, observando:

- Estado geral do EPI (rasgos, trincas, deformações, desgaste excessivo);
- Ajuste correto ao corpo, garantindo conforto e mobilidade;
- Validade do Certificado de Aprovação (CA);
- Limpeza e conservação, evitando contaminações ou perda de desempenho.



10.3 Proteção das mãos – uso do bastão balizador

A luva protege contra cortes e abrasões, mas não protege contra esmagamentos. Nunca coloque as mãos entre a carga e uma estrutura, entre manilhas e anéis de carga ou em qualquer ponto onde exista risco de prensamento. Sempre que possível, utilize um bastão balizador ou outro dispositivo apropriado para posicionar a carga, mantendo as mãos afastadas da zona de perigo.

Uma das formas mais seguras de manter distância da carga é utilizar o bastão balizador. Esse dispositivo permite orientar pequenos deslocamentos da carga durante o posicionamento final, mantendo as mãos e o corpo afastados da área de influência da carga.

O bastão deve ser utilizado sempre que houver necessidade de corrigir o alinhamento da carga ou evitar seu contato com estruturas e equipamentos. Além de aumentar a distância entre o trabalhador e a carga, o bastão proporciona melhor controle da movimentação e reduz significativamente o risco de acidentes.



Boas práticas para proteger as mãos

- mantenha as mãos afastadas da área de influência da carga;
- nunca tocar com as mãos uma carga içada ou elevada ou tentar contê-la ;
- mantenha atenção aos movimentos da carga durante toda a operação;
- interrompa a atividade caso a carga apresente movimentos inesperados;
- utilize o bastão balizador para orientar pequenos deslocamentos.

Como utilizar corretamente o bastão balizador

- Manter o bastão firme com ambas as mãos, sempre mantendo o corpo afastado do plano de movimento da carga;
- Orientar a carga lateralmente, nunca realizando movimentos bruscos ou tentando segurá-la;
- Manter os pés bem posicionados, evitando ficar entre a carga e qualquer obstáculo;
- Escolher bastões com extremidade emborrachada ou antiderrapante, para melhorar a aderência;
- Evitar o uso de ferramentas improvisadas, como vergalhões, barras metálicas ou tubos — todos inadequados e perigosos.

Importante

O bastão balizador foi desenvolvido para orientar a carga, e não para suportar seu peso ou impedir seu movimento. Nunca utilize o bastão para empurrar uma carga descontrolada ou tentar interromper uma oscilação.

10.4 Transporte manual de carga

O transporte manual de carga é uma atividade frequente nas operações de movimentação de cargas e envolve riscos significativos quando realizado sem técnica adequada. Movimentar acessórios, deslocar ferramentas ou transportar materiais ao longo do canteiro pode gerar sobrecarga muscular, lesões lombares, quedas, torções e outros acidentes. Por isso, compreender a forma correta de levantar, carregar e depositar objetos é essencial para preservar a saúde da equipe e garantir eficiência operacional.

Riscos associados ao transporte manual

- Sobrecarga e distensão muscular, especialmente na região lombar;
- Quedas e escorregões ao carregar peso em superfícies irregulares ou molhadas;
- Obstrução do campo de visão e ao carregar itens volumosos;
- Impacto nos pés e mãos ao manusear materiais metálicos ou pontiagudos;
- Torções ao realizar giros com o tronco carregando peso.

Técnicas corretas de levantamento

- Aproximar-se da carga mantendo os pés alinhados e estáveis;
- Flexionar os joelhos, mantendo a coluna ereta;
- Segurar a carga firmemente e manter o peso próximo ao corpo;
- Levantar utilizando a força das pernas, evitando curvar a coluna para frente;
- Evitar girar o tronco com peso — realizar o giro com o movimento dos pés.

Cuidados durante o deslocamento

- Planejar previamente o percurso, identificando obstáculos e pisos escorregadios;
- Transportar apenas cargas que estejam dentro da capacidade do individual, conforme orientações normativas;
- Fazer pausas em percursos longos ou quando houver sinais de fadiga;
- Utilizar bolsas, caixas, mochilas específicas ou carrinhos para transportar acessórios como manilhas, lingas e ganchos;
- Ao subir e descer escadas manter uma das mãos livres.

Uso de EPIs

- Calçados de segurança antiderrapantes;
- Luvas adequadas ao tipo de material transportado.

10.5 Preparação para emergências

Mesmo com planejamento, equipamentos adequados e profissionais capacitados, nenhuma operação está totalmente livre de imprevistos. Por esse motivo, toda movimentação de cargas deve prever como agir caso ocorra uma situação de emergência.

Estar preparado significa saber reconhecer rapidamente uma situação de risco, interromper a operação com segurança e adotar as medidas previstas nos procedimentos da empresa. A resposta rápida e organizada pode reduzir significativamente as consequências de um acidente.

Principais cenários de emergência

Durante uma operação de movimentação de cargas, algumas situações exigem resposta imediata, tais como:

- queda total ou parcial da carga;
- colisão da carga com estruturas, tubulações, equipamentos ou sistemas críticos da instalação;
- contato ou aproximação perigosa com redes elétricas ou sistemas energizados;
- perda de controle da carga devido a ventos, efeito pêndulo ou movimentos inesperados;
- vazamentos, incêndios ou outras emergências que afetem a continuidade e a segurança da operação.

Ao identificar qualquer uma dessas situações, a prioridade deve ser preservar a vida humana, interromper a operação de forma segura e evitar a ampliação das consequências do evento.

Como agir em uma emergência

Ao identificar uma condição insegura, uma situação de emergência ou qualquer evento que possa comprometer a segurança das pessoas, das instalações ou do meio ambiente, deve-se interromper a atividade, quando isso puder ser feito com segurança e acionar imediatamente o plano de resposta a emergência da unidade, seguindo os procedimentos estabelecidos para a operação.

A prioridade deve ser preservar vidas, proteger as pessoas expostas ao risco e evitar a ampliação das consequências do evento. Após o controle da situação, a operação somente poderá ser retomada mediante avaliação das condições existentes, implementação das medidas corretivas necessárias e autorização conforme os procedimentos aplicáveis.

10.6 Organização, limpeza e meio ambiente

A organização do local de trabalho é um dos fatores que mais contribuem para a segurança das operações de movimentação de cargas. Áreas limpas e organizadas facilitam a circulação de pessoas e equipamentos, reduzem o risco de acidentes e tornam a operação mais eficiente. Da mesma forma, é responsabilidade de todos adotar práticas que preservem o meio ambiente, evitando desperdícios, contaminações e descartes inadequados de resíduos.

Organização da área de trabalho

Antes do início da operação, verifique se a área está livre de materiais que possam interferir na movimentação da carga ou representar risco para a equipe. Alguns cuidados importantes incluem:

- manter rotas de circulação desobstruídas;
- organizar acessórios de içamento após o uso;
- remover ferramentas e materiais espalhados pelo piso;
- evitar cabos, mangueiras e extensões atravessando áreas de circulação;
- manter a área de operação devidamente sinalizada e isolada;
- manter as laydown areas das plataformas limpas, organizadas e desimpedidas, para facilitar o movimento constante das cargas com segurança.

Uma área organizada facilita a movimentação da carga e reduz o risco de tropeços, quedas e colisões. Ao término da operação, o local deve ser deixado em condições seguras para a próxima atividade.

É recomendável:

- recolher resíduos e materiais utilizados;
- armazenar corretamente cintas, correntes, cabos e acessórios;
- inspecionar os equipamentos antes de guardá-los;
- comunicar qualquer dano ou irregularidade observada durante a operação.

A limpeza também contribui para aumentar a vida útil dos equipamentos e facilitar futuras inspeções

Cuidados com o meio ambiente



As operações de movimentação de cargas podem gerar impactos ambientais quando não são executadas de forma adequada.

Entre os principais cuidados estão:

- realizar o descarte de resíduos conforme os procedimentos da empresa;
- impedir que produtos contaminantes atinjam o solo ou sistemas de drenagem;
- controlar a geração de poeira sempre que necessário;
- utilizar bandejas de contenção durante manutenções com risco de vazamento.



Ao identificar qualquer situação que possa causar impacto ambiental, a equipe deve comunicar imediatamente o responsável pela operação para que as medidas corretivas sejam adotadas.

Responsabilidade de todos



A organização, a limpeza e a preservação do meio ambiente não dependem apenas da empresa ou da equipe de manutenção.

Cada profissional deve contribuir para manter o local de trabalho seguro e organizado, adotando boas práticas antes, durante e após a operação.

Pequenas atitudes, como guardar um acessório corretamente ou limpar um vazamento imediatamente, podem evitar acidentes e reduzir impactos ambientais.

Importante

Uma área organizada não melhora apenas a produtividade. Ela reduz riscos, e contribui para uma operação mais segura e sustentável.

10.7 Diálogos diários de segurança (DDS)

O objetivo principal dos DDS é antecipar perigos, revisar as condições do ambiente e garantir que todos estejam conscientes das medidas de controle necessárias antes do início da operação. Durante as atividades de movimentação de cargas, cada detalhe tem impacto direto na segurança, seja no posicionamento do guindaste, no isolamento adequado da área ou na correta utilização dos acessórios de movimentação de cargas.

O que abordar no DDS

- Descrição das atividades do dia, com foco nos pontos críticos da operação;
- Perigos e riscos envolvidos, como queda de carga, interferência com outras frentes de trabalho, ângulos inadequados da linga ou condições climáticas adversas;
- Medidas de controle, incluindo EPIs obrigatórios, procedimentos específicos, rota de circulação e áreas isoladas;
- Condições ambientais, como chuva, vento, visibilidade, altura e período das ondas e estado do solo;
- Interface com outras equipes, prevenindo conflitos de tarefa e riscos cruzados;
- Lições aprendidas, quando houver incidentes ou acidentes similares conhecidos;
- Aplicar o aprendizado de eventos indesejáveis semelhantes a tarefas que será realizada.

Responsabilidade e participação

O DDS deve ser conduzido pelo líder da equipe, técnico de segurança, supervisor ou responsável pela atividade e sua eficácia depende da participação ativa de todos os trabalhadores. O DDS é também uma oportunidade para que os trabalhadores compartilhem experiências, relatem dificuldades encontradas em atividades anteriores e contribuam para a identificação de riscos e oportunidades de melhoria.

Importância do registro

É recomendável registrar o DDS, anotando principais riscos, orientações passadas e membros da equipe presentes. Esse registro fortalece a rastreabilidade, demonstra conformidade com procedimentos e contribui para melhorias contínuas na gestão de segurança.

Realizar o DDS diariamente cria uma cultura de atenção, compartilhamento de conhecimento e cuidado mútuo.

01 O que você precisa SABER!



- Os EPIs complementam as demais barreiras de segurança da operação;
- O posicionamento das pessoas influencia diretamente o risco da atividade;
- Operações de movimentação de cargas devem prever resposta a emergências;
- Organização da área e proteção ambiental contribuem para operações mais seguras;
- O DDS é uma ferramenta importante para alinhamento, comunicação e prevenção de riscos.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Situações que exigem uso adequado de EPIs;
- Zonas de esmagamento, impacto e queda de carga;
- Condições inseguras que exijam interrupção da atividade;
- Necessidade de rotas de fuga e posicionamento seguro;
- Desvios relacionados à organização da área e ao controle ambiental.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Utilizar os EPIs exigidos para a atividade;
- Manter posicionamento seguro durante a movimentação da carga: ficar fora da área de influência, não ficar sob carga, não ficar no caminho e não ficar entre a carga e um obstáculo;
- Utilizar o bastão balizador quando aplicável;
- Seguir os procedimentos de emergência da operação;
- Participar ativamente dos DDS e comunicar condições inseguras observadas;
- Contribuir para a organização, limpeza e preservação ambiental da área de trabalho.

Exercícios de Fixação:

1. Qual das opções abaixo representa a forma correta de proteger as mãos durante o posicionamento de uma carga?

a) Segurar a carga diretamente para evitar balanço.
b) Posicionar-se entre a carga e uma estrutura fixa para guiá-la melhor.
c) Ajustar a carga manualmente enquanto ela ainda está suspensa.
d) Utilizar o bastão balizador para manter distância segura.

2. Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) O vento lateral é geralmente o menos perigoso, pois não influencia o balanço da carga.
( ) Em dias quentes, é recomendada inspeção reforçada e pausas programadas para evitar falhas mecânicas e fadiga térmica.
( ) O sinaleiro amarrador deve evitar permanecer em pontos cegos e sempre manter contato visual com o operador.

3. Explique por que é proibido permanecer sob a carga durante qualquer operação de içamento e quais riscos esse comportamento representa para os trabalhadores.

_____

_____

_____

4. Qual das práticas abaixo está alinhada ao transporte manual seguro de carga?

a) Girar o tronco enquanto carrega para economizar tempo.
b) Manter a carga afastada do corpo para melhorar a visão.
c) Carregar acessórios metálicos nas mãos sem luvas para evitar perda de tato.
d) Manter a coluna ereta, flexionar os joelhos e levantar com as pernas.

5. Durante um DDS, a previsão indica possibilidade de rajadas de vento e chuva leve. Cite duas ações que a equipe deve adotar antes de iniciar a operação para garantir segurança.

_____

_____

_____

Referências Bibliográficas:

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. (2022). *NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI*. Ministério do Trabalho e Emprego.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. (2022). *NR 17 – Ergonomia*. Ministério do Trabalho e Emprego.

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). (2025). *N-2869 Rev. B: Segurança em movimentação de carga*. Petrobras.

Anotações:



CAPÍTULO

11

Normas de referência

11.1 A importância das normas de referência

As operações de movimentação de cargas envolvem equipamentos de grande porte, cargas de elevado valor e riscos que podem comprometer a segurança das pessoas, das instalações e do meio ambiente. Por esse motivo, essas atividades devem ser executadas com base em normas técnicas, regulamentações e procedimentos reconhecidos.

As normas de referência são documentos elaborados por especialistas e instituições técnicas, com o objetivo de estabelecer requisitos, critérios e boas práticas para o projeto, fabricação, inspeção, operação e manutenção de equipamentos, bem como para a capacitação dos profissionais envolvidos.

Mais do que um conjunto de regras, as normas representam o conhecimento acumulado ao longo do tempo por meio de pesquisas, ensaios, desenvolvimento tecnológico, experiências operacionais e lições aprendidas. Esse conhecimento é construído tanto a partir da análise de acidentes e incidentes quanto da observação de operações realizadas com sucesso, permitindo identificar práticas que contribuem para operações mais seguras e confiáveis.

Por que as normas são importantes?

A utilização das normas de referência proporciona diversos benefícios, entre eles:

- aumenta a segurança das operações;
- padroniza procedimentos e critérios técnicos;
- reduz a ocorrência de acidentes;
- melhora a confiabilidade dos equipamentos;
- facilita a comunicação entre fabricantes, empresas e profissionais;
- contribui para o atendimento da legislação vigente.

Seguir uma norma significa executar uma atividade utilizando critérios técnicos reconhecidos e amplamente aceitos pelo setor.

As normas não substituem o planejamento

Embora sejam fundamentais, as normas não conseguem prever todas as situações que podem ocorrer durante uma operação. Cada movimentação possui características próprias, como o tipo de carga, o ambiente de trabalho, as condições climáticas, o equipamento utilizado e os riscos existentes no local.

Por isso, além de cumprir as normas aplicáveis, é indispensável realizar o planejamento da operação, a análise de riscos e seguir os procedimentos internos da empresa.

A responsabilidade do profissional

Todo profissional que atua na movimentação de cargas deve conhecer as normas relacionadas à sua atividade e manter-se atualizado sobre suas revisões e alterações.

Além disso, sempre que houver dúvida sobre um procedimento, a fonte de consulta deve ser as normas técnicas aplicáveis, o manual do fabricante ou o procedimento interno da empresa, e não apenas a experiência prática.

Frases como *"sempre fizemos assim"* ou *"nunca aconteceu nada"* não substituem os requisitos estabelecidos pelas normas técnicas. A segurança deve estar baseada em critérios técnicos e não apenas na experiência individual.



Você sabia?

Grande parte das normas técnicas é revisada periodicamente para incorporar novas tecnologias, melhorias nos equipamentos e lições aprendidas com acidentes e incidentes ocorridos ao redor do mundo e na PETROBRAS. Por isso, trabalhar com documentos atualizados é tão importante quanto conhecer seu conteúdo.

11.2 Normas nacionais

O Brasil possui um conjunto de normas técnicas e regulamentadoras próprias para orientar as operações de movimentação de cargas. Portanto, sempre que existir uma norma brasileira vigente aplicável à atividade, ela deve ser utilizada como principal referência técnica.

As normas brasileiras são elaboradas considerando a legislação nacional, as características da indústria brasileira e a participação de fabricantes, empresas, universidades e especialistas da área.

Além disso, a adoção de uma norma nacional facilita a padronização das operações, reduz dúvidas na interpretação dos requisitos e contribui para que todas as empresas utilizem os mesmos critérios técnicos.

Quem participa da criação das normas?

As normas técnicas e regulamentadoras não surgem da opinião de uma única pessoa. Elas são construídas por meio da participação de diferentes profissionais, instituições e setores da sociedade.

No caso das normas técnicas, como as normas da ABNT, participam especialistas, fabricantes, laboratórios, universidades, empresas, entidades de classe e profissionais com experiência no tema. O objetivo é reunir, através de comitês, conhecimento técnico, experiência prática e consenso entre as partes interessadas.

Já as Normas Regulamentadoras (NRs), ligadas à segurança e saúde no trabalho, são elaboradas e revisadas com participação do governo, representantes dos trabalhadores e representantes dos empregadores. Esse modelo busca equilibrar a proteção dos trabalhadores com a realidade das empresas e dos setores produtivos.

Na prática, isso significa que uma norma não é apenas um documento burocrático. Ela representa o resultado de estudos, debates técnicos, experiências de campo, análise de acidentes e busca por melhores práticas.

Importante

Quando um profissional consulta uma norma, ele não está acessando apenas uma regra escrita. Ele está utilizando um conhecimento coletivo construído por especialistas, empresas, trabalhadores e instituições ao longo do tempo.

Atenção à edição da norma

Outro ponto importante é verificar se a norma consultada está atualizada. As normas técnicas passam por revisões periódicas para incorporar novas tecnologias, aperfeiçoar requisitos de segurança e corrigir interpretações identificadas ao longo do tempo.

Por esse motivo, antes de utilizar qualquer documento, confirme sempre se está consultando sua edição mais recente.

Exemplo prático: evolução de uma norma técnica

Um bom exemplo da importância de consultar a edição vigente é a **ABNT NBR (partes 1 e 2)**, que estabelece os requisitos para cintas têxteis utilizadas na elevação de cargas.

Essa norma foi **publicada originalmente em 2008** e, desde então, passou por diversas atualizações:

- **2008** – Publicação da primeira edição;
- **2010** – Publicação da versão corrigida;
- **2012** – Primeira revisão técnica;
- **2017** – Nova revisão da norma;
- **2023** – Publicação da edição mais recente;
- **2024** – Publicação da versão corrigida da edição de 2023.

Cada revisão incorporou melhorias, esclarecimentos técnicos e atualizações baseadas na evolução dos materiais, dos processos de fabricação, da experiência dos usuários e das necessidades da indústria.

Outro exemplo é a norma ABNT NBR 13541-1, sobre a linga de cabo de aço, que teve atualizações em 2011, 2012, 2013, 2014, 2017 e 2025.

Esses exemplos demonstram que um procedimento considerado correto há alguns anos pode deixar de atender aos requisitos técnicos atuais. Por isso, antes de utilizar qualquer norma, é fundamental verificar se ela está em sua **edição mais recente**, evitando a aplicação de critérios já superados.

11.3 Normas estrangeiras e internacionais

As normas internacionais representam um papel fundamental na movimentação de cargas, pois servem como referência técnica para o desenvolvimento, atualização e aperfeiçoamento das normas nacionais. Em muitos casos, funcionam como **base estrutural para que a ABNT construa normas brasileiras** compatíveis com padrões de segurança reconhecidos globalmente.

Um exemplo clássico é a **EN 1492**, norma europeia que estabeleceu diretrizes para fabricação, identificação e uso de cintas sintéticas de elevação. Essa norma inspirou diretamente a criação da **NBR 15637,** adotada no Brasil para padronizar requisitos técnicos, critérios de inspeção, métodos de ensaio e limites de utilização.

Pesquisar e consultar normas internacionais complementares é uma boa prática para engenheiros, técnicos e profissionais da movimentação de cargas, pois amplia a compreensão dos requisitos, permite interpretar lacunas das normas nacionais e oferece suporte técnico para tomada de decisão em situações específicas.

Além das normas técnicas, diversas entidades e organizações internacionais publicam guias, práticas recomendadas e documentos de referência amplamente utilizados pela indústria. Entre elas, destacam-se:

- **DNV (*Det Norske Veritas*)**: referências para operações marítimas, offshore e integridade de equipamentos;
- **OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*)**: diretrizes relacionadas à segurança ocupacional e movimentação de materiais;
- **IOGP (*International Association of Oil & Gas Producers*)**: recomendações para operações de petróleo e gás, incluindo movimentação de cargas offshore;
- **IMCA (*International Marine Contractors Association*)**: guias amplamente utilizados em operações marítimas e offshore;
- **ICSA e outras associações setoriais**: publicações técnicas voltadas para boas práticas operacionais, treinamento e prevenção de acidentes.

Embora esses documentos não substituam as normas e regulamentações aplicáveis, eles constituem importantes fontes de consulta e contribuem para a disseminação das melhores práticas adotadas pela indústria em âmbito internacional.

Principais normas internacionais utilizadas na movimentação de cargas

ASME (*American Society of Mechanical Engineers*): referência mundial na padronização de equipamentos de içamento. É o conjunto normativo mais utilizado no Brasil para guindastes e acessórios, servindo como base técnica para inspeção, operação e manutenção. Entre as principais normas, destacam-se:

- **ASME B30.5** – Guindastes móveis;
- **ASME B30.9** – Lingas;
- **ASME B30.10** – Ganchos;
- **ASME B30.16** – Talhas e sistemas de içamento;
- **ASME B30.20** – Dispositivos e acessórios de elevação.

Além da norma americana, podemos buscar em outros países algumas referências. Na Alemanha, por exemplo, temos o Instituto Alemão para Normatização (DIN - *Deutsches Institut für Normung*), com muitas normas técnicas na área da movimentação de cargas.

Na Europa, em geral, podemos usar como referência as normas EN (*European Norm*, conhecida também como *Euronorm* ou *European Standards*). Ainda no continente europeu, temos as normas BS (*British standards*). Destacamos, ainda, a ISO (*International Organization for Standardization*), com boas referências técnicas. Exemplos de normas técnicas em cada uma das instituições destacadas:

DIN - *Deutsches Institut für Normung* (Normas Alemãs):

- DIN 13852-3 - Guindastes – Guindastes offshore – Parte 3: Guindastes offshore leves;
- DIN 580 – Parafuso olhal de içamento.

EN - *European Norm* (Normas Europeias):

- EN 1492-1 e 1492-2 – Cintas têxteis — Segurança — Parte 1 e 2: Cintas planas tecidas, feitas de fibras sintéticas, para uso geral;
- EN 13155 – Guindastes — Segurança — Acessórios de elevação de carga não fixos.

BS - *British Standards* (Normas Britânicas):

- BS 17076 – Guindastes de torre - Sistemas anticolisão - Requisitos de segurança;
- BS 7121-2 – Código de prática para o uso seguro de guindastes – Parte 2: Inspeção, manutenção e exame minucioso.

ISO - *International Organization for Standardization* (Normas Internacionais):

- ISO 9927-1 – Guindastes — Inspeções — Parte 1: Geral;
- ISO 23814 – Guindastes — Requisitos de competência para inspetores de guindastes.

11.4 Regras e procedimentos específicos do setor

Além das normas vigentes, os segmentos industriais costumam ter regras e procedimentos próprios para a execução das operações de movimentação de cargas.

Esses requisitos complementam a legislação nacional e são desenvolvidos para atender às características, aos riscos e às necessidades de cada setor. Portanto, você poderá encontrar exigências diferentes ao atuar em uma refinaria, um porto, uma mineração ou uma usina de geração de energia.

Exemplos de regras e padrões específicos

Indústria de petróleo e gás: Empresas como a Petrobras possuem procedimentos próprios para operações de movimentação de cargas, como é o caso da N-2869, N-1965, N-1930 e outras, que contemplam os requisitos relacionados à capacitação dos profissionais, planejamento das operações, inspeção dos equipamentos, documentação técnica e critérios para operações críticas.

Portos e terminais logísticos: Nesse setor, as regulamentações costumam estabelecer requisitos específicos para operações de carga e descarga, movimentação de contêineres, convivência entre equipamentos móveis e circulação de pessoas em áreas operacionais.

Construção civil: Além das normas gerais, existem requisitos voltados à movimentação vertical de materiais, operação de gruas, elevadores de carga, guindastes e trabalhos realizados em altura.

Independentemente do setor, o profissional deve conhecer e cumprir os procedimentos internos da empresa onde a operação será realizada. Esses documentos podem estabelecer requisitos complementares, como:

- utilização de formulários específicos;
- realização de Análise Preliminar de Risco (APR);
- emissão de Permissão de Trabalho (PT);
- inspeções obrigatórias antes da operação;
- definição das responsabilidades da equipe;
- critérios para operações críticas;
- documentação exigida para equipamentos e acessórios.

Importante

O atendimento às normas técnicas e às NRs não dispensa o cumprimento dos procedimentos internos da empresa contratante.

Atenção: normas, procedimentos e manuais são complementares entre si

As normas técnicas estabelecem requisitos gerais de segurança, dimensionamento, inspeção e utilização dos equipamentos e acessórios de movimentação de cargas.

Entretanto, cada equipamento possui características próprias definidas pelo seu fabricante. Por esse motivo, os manuais técnicos devem ser consultados para verificar informações como:

- capacidades de carga;
- configurações permitidas de operação;
- limitações de uso;
- inspeções e manutenções recomendadas;
- dispositivos de segurança;
- condições operacionais específicas.

As orientações do fabricante devem ser observadas em conjunto com as normas técnicas aplicáveis e os procedimentos internos da empresa.

Importante

Normas, procedimentos e manuais não competem entre si. Eles se complementam para fornecer os critérios necessários à operação segura dos equipamentos de movimentação de cargas.



01 O que você precisa SABER!



- Normas, procedimentos e manuais fornecem critérios para operações seguras;
- As normas são atualizadas periodicamente e devem ser consultadas em suas versões vigentes;
- Os procedimentos internos complementam os requisitos normativos;
- O manual do fabricante é uma importante fonte de informação para operação, inspeção e manutenção dos equipamentos.

02 O que você precisa RECONHECER!



- Situações que exigem consulta às normas e procedimentos aplicáveis;
- Limitações estabelecidas pelo fabricante dos equipamentos e acessórios;
- Necessidade de utilização de documentos atualizados;
- Requisitos específicos do setor ou da instalação onde a atividade será executada.

03 O que você precisa EXECUTAR!



- Consultar normas, procedimentos e documentos técnicos aplicáveis à atividade;
- Utilizar equipamentos e acessórios em conformidade com as recomendações do fabricante;
- Verificar a validade e atualização das referências utilizadas;
- Cumprir os requisitos normativos e procedimentais aplicáveis à operação.

Exercícios de Fixação:

1. Durante uma inspeção pré-uso, você observa que uma cinta verde (NBR 15637) está com a etiqueta de identificação ilegível. Explique qual deve ser a ação correta da equipe diante dessa situação.

2. Durante uma atividade, a equipe encontra informações conflitantes entre uma prática antiga e uma norma vigente. Qual deve ser a referência utilizada?

a) A prática mais antiga.
b) A experiência do operador.
c) A norma vigente e os procedimentos aplicáveis.
d) A opinião da maioria da equipe.

3. Analise as afirmações abaixo e indique V (Verdadeiro) ou F (Falso):

( ) O uso de normas atualizadas contribui para operações mais seguras.
( ) Procedimentos internos podem estabelecer requisitos complementares às normas técnicas.
( ) O manual do fabricante deve ser considerado durante a operação do equipamento.
( ) A experiência prática substitui a necessidade de consultar normas e procedimentos.

4. Por que é fundamental que empresas e profissionais acompanhem atualizações das normas ABNT, ASME, DIN, ISO e outras? Cite ao menos dois impactos diretos que a falta de atualização pode gerar na segurança e na conformidade de uma operação.

5. Por que o fator de segurança não deve ser utilizado para aumentar a carga aplicada a um acessório?

Referências Bibliográficas:

Para a elaboração deste capítulo, foram consultadas **normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas à segurança, aos equipamentos, aos acessórios e às operações de movimentação e elevação de cargas**. Essas referências foram consideradas tanto para a apresentação do contexto normativo quanto para a comparação entre diferentes sistemas e organismos de normalização.

No âmbito nacional, foram consideradas as **normas técnicas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)** aplicáveis à movimentação de cargas, incluindo requisitos relacionados a equipamentos, acessórios, inspeção, utilização e sinalização, além das **Normas Regulamentadoras (NRs)** pertinentes à segurança e saúde no trabalho.

No âmbito internacional, foram consultadas referências da American Society of Mechanical Engineers (ASME), incluindo a série ASME B30; normas **DIN**, publicadas pelo sistema alemão de normalização; normas europeias **EN**; normas britânicas **BS**; e normas da I**nternational Organization for Standardization (ISO)**. Entre os documentos abordados no capítulo estão as séries e normas relacionadas a guindastes, lingas, ganchos, talhas, dispositivos de elevação, cintas sintéticas, inspeções e qualificação de profissionais.

Destaca-se, ainda, a relação existente entre determinadas referências internacionais e as normas brasileiras. Um exemplo apresentado neste capítulo é a **EN 1492**, referente a cintas têxteis para elevação de cargas, utilizada como referência no desenvolvimento da **ABNT NBR 15637**.

Nota: As normas apresentadas ao longo deste capítulo foram consultadas e consideradas como referências para sua elaboração. Por se tratar de documentos sujeitos a revisão, atualização ou substituição, recomenda-se sempre consultar a **edição vigente** da norma aplicável à atividade.

Anotações:

Conclusão

Chegar até aqui significa muito mais do que concluir uma apostila.

Ao longo deste treinamento, foram apresentados conceitos relacionados à movimentação de cargas, abrangendo planejamento, equipamentos, acessórios, estática, dinâmica, fatores ambientais, normas de referência, saúde, segurança e meio ambiente.

Talvez, no início, alguns desses temas parecessem distantes da rotina operacional. Entretanto, a prática demonstra que todos eles estão presentes, de alguma forma, nas atividades realizadas diariamente pelos profissionais envolvidos na movimentação de cargas.

Por trás de cada operação existem decisões, avaliações verificações e comunicações que contribuem para que a atividade seja executada de forma segura.

Ao longo desta jornada, procuramos demonstrar que a segurança não depende de um único fator. Ela é resultado da interação entre pessoas, equipamentos, processos, ambiente de trabalho, planejamento e controles operacionais.

Os equipamentos, os procedimentos e as normas são importantes, mas sua efetividade depende da forma como são compreendidos e aplicados nas condições reais da operação.

Da mesma forma, os profissionais que atuam na movimentação de cargas não devem ser vistos apenas como executores de tarefas, mas como participantes ativos na identificação de riscos, no compartilhamento de informações e no aprendizado com experiências anteriores. Por isso, a busca por segurança também envolve compreender o trabalho cotidiano, reconhecer limites, comunicar desvios e contribuir continuamente para o fortalecimento das barreiras de prevenção.

Esperamos que este material sirva não apenas como fonte de consulta técnica, mas também como um incentivo à aprendizagem contínua. As operações mudam, os equipamentos evoluem, os ambientes se transformam e novos desafios surgem constantemente. Permanecer aprendendo é parte fundamental do trabalho seguro.

Uma última reflexão

Antes de iniciar uma operação, vale a pena fazer algumas perguntas:

- *Eu compreendo as características da carga que será movimentada?*
- *Os recursos disponíveis são adequados para a atividade?*
- *Os riscos conhecidos foram avaliados?*
- *As condições encontradas em campo são compatíveis com o planejamento realizado?*
- *Existe alguma informação, condição ou preocupação que deva ser compartilhada com a equipe antes de iniciar a operação?*

Essas perguntas não têm o objetivo de procurar erros, mas de ampliar a compreensão da atividade e fortalecer a capacidade da equipe de tomar decisões seguras.

A movimentação de cargas é uma atividade que exige conhecimento técnico, colaboração, atenção às condições operacionais e respeito aos limites dos equipamentos e das pessoas.

Cada operação executada com segurança representa a aplicação prática de tudo aquilo que foi construído durante o planejamento, a preparação e a execução da atividade.

Obrigado por dedicar seu tempo a este aprendizado.

Esperamos que os conhecimentos apresentados contribuam para operações mais seguras, para o fortalecimento da cultura de aprendizado e para a proteção das pessoas, das instalações, dos equipamentos e do meio ambiente.

Porque, ao final de cada operação, o resultado mais importante não é apenas movimentar uma carga com sucesso. É garantir que todos retornem em segurança.



ISBN: 978-65-88763-40-7



PETROBRAS