25 de setembro de 2026

PETROBRAS

Apostila de Treinamento Módulos Básicos

Formação com base no anexo A da N-2869
(Treinamentos em movimentação de cargas)



INTERNA

SUMÁRIO

Introdução e objetivos

1 Aprendizados sobre acidentes

2 Operações de movimentação de cargas

3 Planejamento Operacional

4 Condições Operacionais e de Segurança

5 Impactos de Condições Ambientais

6 Dispositivos e Acessórios

7 Engenharia de Equipamentos

8 Estática

9 Dinâmica

10 Segurança, Meio Ambiente e Saúde

11 Normas de referência


O CUIDADO COM
A VIDA COMEÇA
ANTES DO PRIMEIRO MOVIMENTO

INFRAESTRUTURA ESSENCIAL DO MUNDO MODERNO

Se você olhar ao seu redor, encontrará cargas sendo movimentadas neste exato momento.

Onde existe algo a ser deslocado, existe a necessidade de Movimentação de Cargas — sempre com

Segurança e Controle.







INFRAESTRUTURA ESSENCIAL DO MUNDO MODERNO

Se você olhar ao seu redor, encontrará cargas sendo movimentadas neste exato momento.

Onde existe algo a ser deslocado, existe a necessidade de Movimentação de Cargas — sempre com

Segurança e Controle.







INFRAESTRUTURA ESSENCIAL DO MUNDO MODERNO

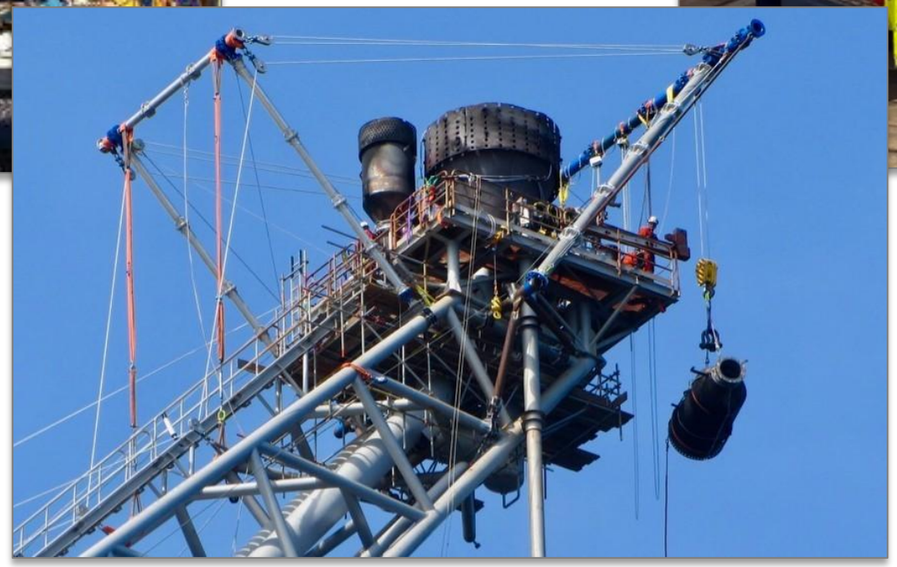
Se você olhar ao seu redor, encontrará cargas sendo movimentadas neste exato momento.

Onde existe algo a ser deslocado, existe a necessidade de Movimentação de Cargas — sempre com

Segurança e Controle.









INFRAESTRUTURA ESSENCIAL DO MUNDO MODERNO

Se você olhar ao seu redor, encontrará cargas sendo movimentadas neste exato momento.

Onde existe algo a ser deslocado, existe a necessidade de Movimentação de Cargas — sempre com

Segurança e Controle.





“Com segurança e controle”

Quando falamos em **segurança e controle** na movimentação de cargas, estamos nos referindo a quatro fatores fundamentais que, integrados, asseguram a execução das operações de forma segura, eficiente e em conformidade com os requisitos aplicáveis.

Não é só frase bonita de manual.
É exatamente o que separa uma operação segura de um acidente grave.



O CUIDADO COM A **VIDA** COMEÇA

ANTES DO PRIMEIRO MOVIMENTO



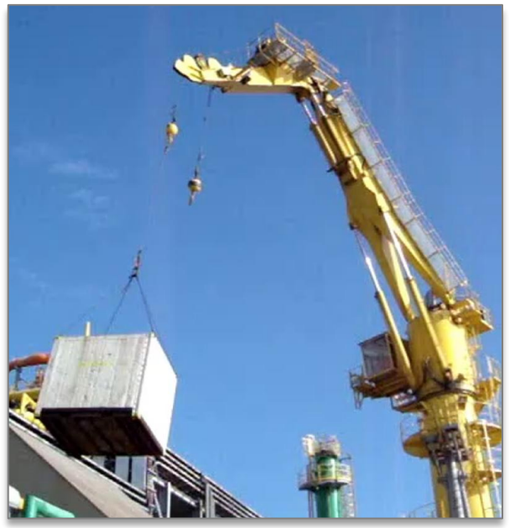
1 Controle da carga

Estável (sem balanço excessivo)

Bem amarrada/lingada corretamente

Com centro de gravidade conhecido

Sem risco de tombar ou girar inesperadamente



2 Controle da trajetória

Para onde a carga vai

Por onde ela vai passar

Se há obstáculos interferência com pessoas ou estruturas

3 Controle das forças envolvidas

Peso real da carga

Ângulo das lingas

Fator de segurança

Capacidade da talha, manilha, estropo

Efeitos dinâmicos (arranque brusco, vento, movimento de embarcação)



4 Controle do ambiente e pessoas

Área isolada

Comunicação clara (sinaleiro, rádio)

Equipe treinada

Procedimento definido

Plano de contingência





...e quando a Segurança e o Controle falham...

19/02/2025

PETROBRAS | ALERTA DE EVENTO EXTERNO | I | 2025-000467

Anomalia Classe 5 - Queda de tripulante durante movimentação de carga

O QUE ACONTECEU

Ao realizar a preparação para movimentar um contentor de óleo hidráulico com o uso de guindaste, no convés de acesso do sistema de gás inerte de bordo, o tripulante subiu nos tambores que estavam no local, com a finalidade de ajustar as cintas para içamento da carga. Durante essa operação, enquanto o tripulante segurava as cintas e guiava a carga com as próprias mãos, ocorreu um deslocamento pendular da carga, atingindo e/ou desequilibrando o tripulante (com base nos relatos das testemunhas diretas) e ocasionando sua queda no convés principal, de uma altura aproximada de 9 metros. Foram prestados os primeiros socorros no local e no ambulatório do

POR QUE ACO

- Falha n organiz
- Falha na
- Falha n
- Falta de posicion



atividade



Foto 2 - Local da queda do tripulante

Data da Ocorrência: 19/02/2025

O QUE ACONTECEU

Ao realizar a preparação para movimentar um contentor de óleo hidráulico com o uso de guindaste, no convés de acesso do sistema de gás inerte de bordo, **o tripulante subiu nos tambores que estavam no local**, **com a finalidade de ajustar as cintas para içamento da carga**. Durante essa operação, enquanto o tripulante segurava as cintas e guiava a carga com as próprias mãos, ocorreu um **deslocamento pendular da carga**, atingindo e/ou desequilibrando o tripulante (com base nos relatos das testemunhas diretas) e ocasionando sua **queda** no convés principal, **de uma altura aproximada de 9 metros**. Foram prestados os primeiros socorros no local e no ambulatório do navio, porém, o tripulante veio a óbito.

20/06/2025

PETROBRAS | ALERTA DE SMS | I | 2025-000463

ACIDENTE FATAL DURANTE ATIVIDADE DE REMOÇÃO DO BOLEADO DO PERMUTADOR COM APOIO DE GUINDASTE

O QUE ACONTECEU

Trabalhador atingido pelo boleado do permutador em função de aplicação de carga maior que a necessária para a movimentação deste componente por guindaste, devido à existência de interferência mecânica (dreno preso na prancha do andaime e boleado preso no flutuante). Durante a movimentação planejada para o boleado, houve desprendimento do mesmo, em momento concomitante ao deslocamento do caldeireiro em direção à escada de marinheiro de acesso ao andaime, vindo a óbito no dia posterior

POR QUE ACO

1.Aplicação de
1.1 Indisponibil
movimentada) p
1.2 Sistema de
1.3 Limitações
da carga;
1.4 Falha em
utilização do mo

2. Falha na ide
2.1 Limitações
dificuldade de
movimentação

3. Presença de
3.1 Falha na co
3.2 Fragilidade
3.3 Lacunas no
a movimentaçã





Foto 2: Interferência do dreno do Permutador com a prancha do andaime (obtida em simulação)

Data da Ocorrência: 20/06/2025

O QUE ACONTECEU

Trabalhador atingido pelo boleado do permutador em função de aplicação de carga maior que a necessária para a movimentação deste componente por guindaste, devido à existência de interferência mecânica (dreno preso na prancha do andaime e boleado preso no flutuante).

Durante a movimentação planejada para o boleado, houve **desprendimento do mesmo**, em momento concomitante ao deslocamento do caldeireiro em direção à escada de marinheiro de acesso ao andaime, vindo a óbito no dia posterior ao acidente.

1 Controle da carga | **2 Controle da trajetória** | **3 Controle das forças envolvidas** | **4 Controle do ambiente e pessoas**

Objetivo

Zero fatalidades



Mentoria para Instrutores Multiplicadores

Nivelamento e alinhamento de conhecimentos em Movimentação de Cargas

OBJETIVO DA MENTORIA

Promover o **nivelamento**, **alinhamento e troca de experiências** sobre os conhecimentos fundamentais em movimentação de cargas entre os instrutores e multiplicadores das empresas parceiras, por meio do compartilhamento de experiências e da consolidação de conceitos, tendo como referência a Norma Petrobras N-2869, visando a segurança e a eficiência das operações.

RESULTADO ESPERADO

Instrutores **multiplicadores** orientados e fortalecidos na disseminação dos conhecimentos e no alinhamento das práticas à N-2869, contribuindo para a melhoria das operações, a prevenção de acidentes e a preservação da vida.

DIRETRIZ FUNDAMENTAL

A mentoria **não** substitui nem dispensa o cumprimento das obrigações legais, normativas e contratuais entre as empresas parceiras e a Petrobras, que permanecem integralmente responsáveis pelo atendimento aos requisitos aplicáveis, incluindo capacitações, treinamentos e qualificações previstos na legislação, nas normas técnicas, na N-2869 e nos contratos.

Mentoria N-2869 – Atribuições dos multiplicadores das empresas parceiras

- Atuar como multiplicadores internos nos treinamentos dos módulos básicos da N-2869, em atendimento ao PROMOV, no âmbito do contrato da empresa com a Petrobras
- Ministrar o curso básico de 36 (trinta e seis) horas para 100% dos seguintes profissionais de sua empresa, vinculados à contratos com a Petrobras, até 31/12/2026:
    - projetista e supervisores de movimentação de cargas;
    - sinaleiro; amarrador; operadores de guindastes offshore,
    - operadores de ponte rolante, de pórticos e semi pórticos (sem cabine e grande porte cabinados),
    - operadores de empilhadeira, de guindastes terrestres (sobre pneus e esteiras), de grua, de guindauto (Munck) e de PEMT (plataforma elevatória móvel de trabalho).

Caso sua empresa utilize outras nomenclaturas dessas funções, deverão ser avaliadas a similaridade das funções para indicação da capacitação dos mesmos.



Mentoria N-2869 – Atribuições dos multiplicadores das empresas parceiras

- Ministrar o curso básico de 16 (dezesseis) horas para 100% dos seguintes profissionais de sua empresa, vinculados à contratos com a Petrobras, até 31/12/2026:
- operadores de guincho, talhas (manuais e motorizadas) e paleteira elétrica.

Caso sua empresa utilize outras nomenclaturas dessas funções, deverão ser avaliadas a similaridade das funções para indicação da capacitação dos mesmos.



N-2869 – Treinamentos obrigatórios

Tabela A.1 – Módulos de Treinamentos Básicos e Específicos para as Funções

Função	Módulos de Treinamento	Carga Horária Total dos Módulos Básicos	Carga Horária Total dos Módulos Específicos		Total Geral de Horas
			Teórica	Prática	
Projetista de Movimentação de Carga	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	68
	Módulo específico ME1	-	24	08	
Supervisor de Movimentação de Carga	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	60
	Módulo específico ME2	-	16	08	
Sinaleiro/Amarrador	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	80
	Módulo específico ME3	-	20	24	
Operador de Guindastes Offshore	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	88
	Módulo específico ME4	-	16	32	
	Módulo complementar MC1	-	04	-	
Operador de Guincho	Módulos básicos MB1, MB3, MB4, MB7 e M11	16	-	-	24
	Módulo específico ME5	-	04	04	
Operador de Ponte Rolante	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	52
	Módulo específico ME6	-	08	08	
Operador de Pórtico e Semi Pórtico (sem cabine)	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	52
	Módulo específico ME7	-	08	08	
Operador de Talha (Manuais e motorizadas)	Módulos básicos MB1, MB3, MB4, MB7 e MB11	16	-	-	24
	Módulo específico ME8	-	04	04	
Operador de Empilhadeira	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	60
	Módulo específico ME9	-	08	16	
Operador de Guindastes Terrestre sobre pneus e esteiras	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	132
	Módulo específico ME10	-	16	80	
Operador de Grua	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	132
	Módulo específico ME11	-	16	80	
Operador de Guindauto (Munck)	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	66
	Módulo específico ME12	-	10	20	
Operador de PEMT (Plataforma Elevatória Móvel de Trabalho)	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	44
	Módulo específico ME13	-	04	04	

Tabela A.1 – Módulos de Treinamentos Básicos e Específicos para as Funções (continuação)

Função	Módulos de Treinamento	Carga Horária Total dos Módulos Básicos	Carga Horária Total dos Módulos Específicos		Total Geral de Horas
			Teórica	Prática	
Operador de Ponte, Pórtico (grande porte cabinados)	Módulos básicos MB1 a MB11	36	-	-	132
	Módulo específico ME14	-	16	80	
Operador de Paleteira Elétrica	Módulos básicos MB1, MB3, MB4, MB7 e MB11	16	-	-	24
	Módulo específico ME15	-	04	04	

NOTA 1 Os módulos básicos visam difundir conhecimentos que podem ser comuns a diferentes funções, enquanto os módulos específicos trazem o conhecimento necessário para formação especializada em cada função.

NOTA 2 O módulo complementar 1 - Operações inshore e offshore - é obrigatório para qualquer uma das funções, quando estas forem executadas em ambiente inshore e/ou offshore.

36 H

16 H

SUMÁRIO

Introdução e objetivos

1 Aprendizados sobre acidentes

2 Operações de movimentação de cargas

3 Planejamento Operacional

4 Condições Operacionais e de Segurança

5 Impactos de Condições Ambientais

6 Dispositivos e Acessórios

7 Engenharia de Equipamentos

8 Estática

9 Dinâmica

10 Segurança, Meio Ambiente e Saúde

11 Normas de referência

1. Acidentes na movimentação de cargas

PETROBRAS

Aprendizados sobre acidentes

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

1.1 Acidentes na Movimentação de Cargas

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.

1.1 Acidentes na movi

Em geral, os eventos adversos 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, 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 adversas (vento, chuva, baixa visibilidade);
- Condições da área da operação (solo, convés, estrutura de apoio etc.).

1.1 Acidentes na Movimentação de Cargas

Quando um acidente acontece, muitas pessoas perguntam: “Quem errou?”

Em vez de focar apenas em "Quem errou?", a abordagem de excelência na segurança investiga:

"Quais sinais existiam antes do acidente e por que não foram percebidos?“

Fortalecer as barreiras do sistema evita que pequenos desvios se transformem em acidentes graves.

PETROBRAS

1.2 Responsabilidade e causas dos acidentes

As diretrizes da IOGP 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. O Report 376 (*Lifting and hoisting recommended practice)* identifica os elementos essenciais para a prevenção de acidentes em operações de movimentação de cargas:

Gestão	Pessoas	Equipamentos
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**		



1.2 Responsabilidade e causas dos acidentes



Segurança como responsabilidade compartilhada

O acidente é o resultado final de uma sequência de falhas e decisões que se acumularam no sistema.

A prevenção depende da atuação conjunta de operadores, sinaleiros amarradores, supervisores e planejadores.

Para refletir: Imagine que um guindaste tombou durante uma operação.

Após análise, identifica-se que o **peso da carga estava errado**.

Se um guindaste tomba porque o plano continha o peso errado da carga, o foco não deve ser apenas buscar um culpado.

A pergunta essencial para a melhoria do sistema é: **como uma informação incorreta percorreu todo o processo** e chegou à operação sem ser identificada a tempo?

PETROBRAS

1.3 Estudos de casos de acidentes

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.

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.

1.3 Estudos de casos de acidentes

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.

Durante a análise, procure observar não apenas o que aconteceu, mas principalmente:

- Quais riscos estavam presentes na operação?
- Quais sinais de alerta poderiam ter sido identificados?
- Quais barreiras de segurança falharam?
- Quais decisões contribuíram para o evento?
- O que poderia ter sido feito de forma diferente?

PETROBRAS

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

O que aconteceu:

- Movimentação de estrutura metálica com cintas sintéticas sem protetores de quina;
- Contato direto com as arestas vivas provocou o corte repentino da cinta e a queda da carga;

O que deu errado:

- A capacidade da cinta era adequada ao peso da carga, mas não havia proteção contra corte;
- A equipe focou apenas no peso da carga e ignorou as características da superfície de contato.

Consequências:

- Queda da carga e danos materiais significativos com paralização imediata da operação;
- Risco alto de lesões graves ou fatalidades na área.

Lições aprendidas:

- Capacidade nominal adequada não elimina o risco de corte;
- Quinas vivas exigem obrigatoriamente proteção adequada;
- A inspeção da geometria e superfícies da carga é tão crítica quanto a do acessório;
- Nenhuma pessoa deve permanecer sob ou próxima de carga suspensa.

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

O que aconteceu:

- A operação possuía plano de movimentação aprovado, mas o operador aumentou o raio operacional em dois metros;
- O aumento do raio reduziu a capacidade disponível do guindaste, provocando a elevação parcial das patolas dianteiras;

O que deu errado:

- O plano de carga estava correto; a falha foi alterar a configuração sem reavaliar a capacidade;
- Pequenos aumentos de raio representam reduções drásticas na capacidade de carga do guindaste.

Consequências:

- Risco eminente de tombamento e danos estruturais ao guindaste, com possível queda de carga suspensa;
- Potencial de múltiplas vítimas na área de operação.

Lições aprendidas:

- O plano de movimentação deve ser seguido integralmente do início ao fim;
- Qualquer alteração operacional exige obrigatoriamente nova avaliação técnica;
- O raio operacional é uma das variáveis mais críticas para a estabilidade do equipamento;
- Atalhos e adaptações aparentemente simples podem gerar acidentes graves.

Caso 3 - Falha de sinalização e interpretação equivocada do gesto

O que aconteceu:

- Durante o posicionamento de uma carga, um trabalhador próximo fez um gesto informal de "joia" (polegar levantado);
- O operador interpretou o sinal como comando para elevar a lança movimentando equipamento sem confirmação do sinaleiro amarrador;

O que deu errado:

- O gesto utilizado não pertence ao código de sinalização padronizado;
- Houve interferência de pessoas não autorizadas na comunicação da manobra.

Consequências:

- Colisão da lança contra estrutura fixa e danos materiais, com risco iminente de queda da carga;
- Alto risco de lesões graves para os trabalhadores no raio de operação.

Lições aprendidas:

- Sinais informais e gestos do cotidiano são proibidos durante operações de içamento;
- O operador deve atender exclusivamente às orientações do sinaleiro amarrador designado;
- A comunicação padronizada elimina interpretações equivocadas;
- Em caso de qualquer dúvida ou incerteza, a manobra deve ser interrompida imediatamente.

PETROBRAS

1.4 Correlação entre estatísticas e cultura de segurança

O que é cultura de segurança?

Conjunto de valores, comportamentos, atitudes e práticas que orientam a percepção e a gestão de riscos nas atividades diárias.

Representa a forma como a segurança é tratada no dia a dia, especialmente quando não há supervisão direta.

Explica por que empresas com atividades semelhantes apresentam índices de acidentes expressivamente diferentes.

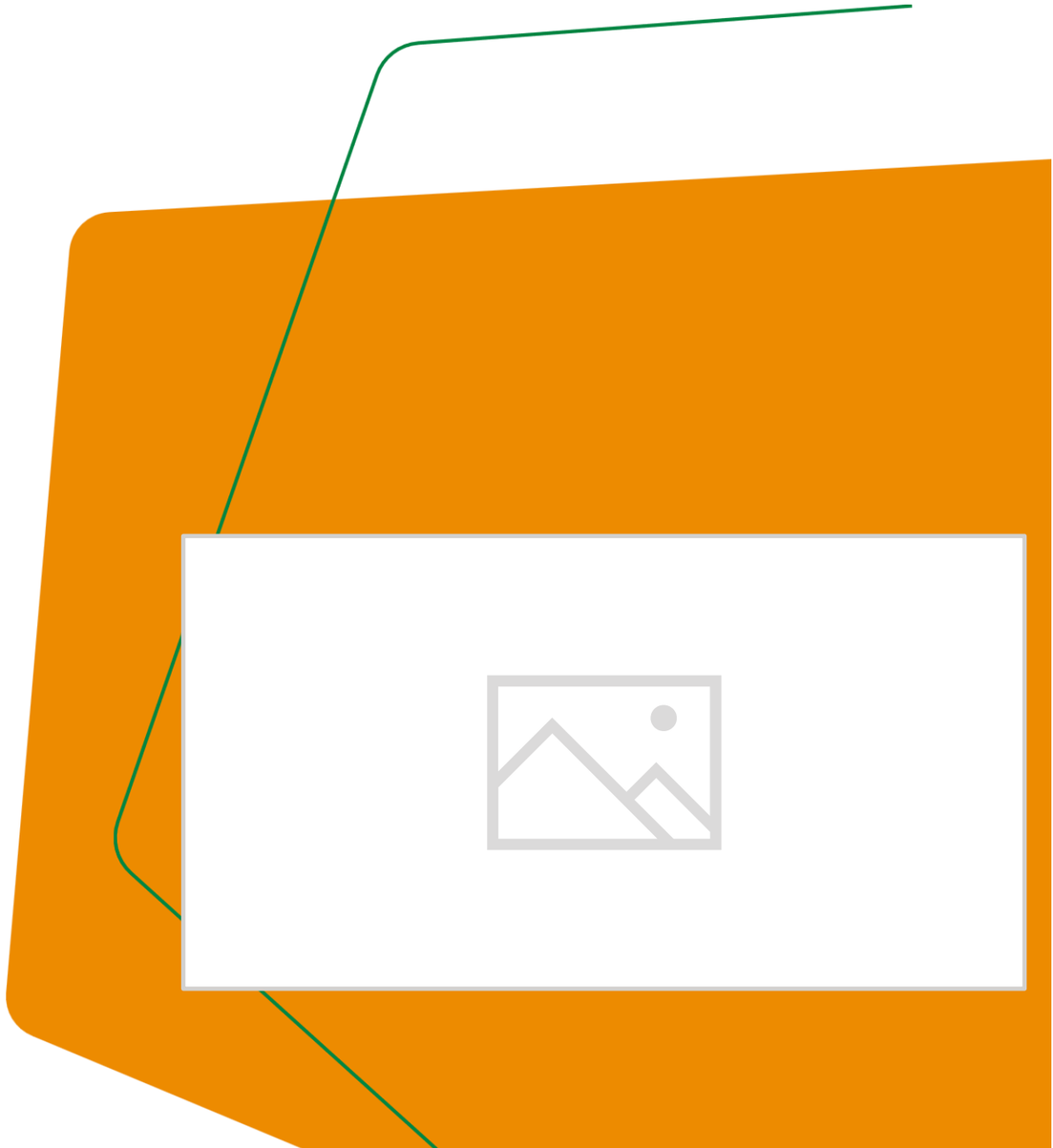
Na movimentação de cargas, a cultura de segurança pode ser percebida em atitudes aparentemente simples:

- 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.



1.4 Correlação entre estatísticas e cultura de segurança

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



Para refletir

Imagine duas equipes realizando a mesma operação.

Equipe A: Incentiva a comunicação, respeita procedimentos e interrompe a atividade ao identificar riscos.

Equipe B: Prefere improvisar, acelerar etapas e ignorar pequenos desvios.

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;
- Manter pessoas não autorizadas fora da área isolada;
- Manter toda a equipe fora da zona de queda e da trajetória da carga, evitando posicionamento entre a carga e obstáculos;
- 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 (pág. 13):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 13):

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.

Exercícios de Fixação:

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.

Faça suas anotações e depois compartilhe com o instrutor e o restante da turma.

2. Operações de movimentação de cargas

PETROBRAS

Operações de movimentação de cargas

- 2.1 A carga
- 2.1.1 Conhecendo a carga
- 2.1.2 Cargas típicas e atípicas

- 2.2 Introdução aos equipamentos de guindar
- 2.2.1 Evolução dos guindastes
- 2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

- 2.3 Pessoas envolvidas na operação
- 2.3.1 Projetista de movimentação de cargas
- 2.3.2 Supervisor de movimentação de cargas
- 2.3.3 Operador do equipamento de elevação
- 2.3.4 Sinaleiro amarrador de cargas

- 2.4 Plano de comunicação
- 2.4.1 Objetivos do plano de comunicação
- 2.4.2 Métodos de comunicação
- 2.4.2 Métodos de comunicação
- 2.4.3 Teste de comunicação

- 2.5 Verificação de normas aplicáveis
- 2.5.1 Normas regulamentadoras (NR)
- 2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT)

- 2.6 Classificação da movimentação de carga

- 2.7 Procedimentos de segurança
- 2.7.1 Análise de riscos
- 2.7.2 Isolamento da área
- 2.7.3 Checklist - antes de definir o equipamento

2.1 A carga

A personagem principal

Muitas vezes o foco da operação se divide entre o guindaste, o operador ou os acessórios de içamento. Porém, a carga é o elemento central de toda a manobra.

Conheça as características da carga

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.



PETROBRAS

2.1 A carga

Entender a carga vai muito além do peso

Conhecer apenas quantas toneladas a peça pesa não garante a segurança da operação.
Uma avaliação completa exige a análise de cinco fatores essenciais:

- **Geometria e Dimensões:** Como o formato afeta o equilíbrio e a ação do vento?
- **Pontos de pega:** Onde a carga pode ser içada com segurança?
- **Fragilidades:** Existem partes sensíveis que exigem proteção?
- **Centro de gravidade:** O ponto de equilíbrio está centralizado?
- **Comportamento dinâmico:** Há risco de deslocamento interno ou balanço?

Consequências de uma avaliação inadequada

Uma leitura errada das características do material compromete toda a cadeia de segurança do içamento:

- Seleção de acessórios incompatíveis ou subdimensionados;
- Distribuição desigual de esforços nos cabos e cintas;
- Perda imprevista de estabilidade durante a elevação;
- Danos materiais à carga e acidentes graves em campo.





Dimensões e volume

Comprimento, largura, altura e volume determinam as restrições de espaço, interferências no trajeto e a necessidade de isolamento da área.

Tamanho e peso não são a mesma coisa. Uma peça leve pode ter grandes dimensões e exigir cuidados especiais.

A geometria da carga afeta a exposição ao vento, aumentando os esforços aplicados durante a elevação e dificultando o controle da movimentação.

Pontos de pega

São os locais projetados para a conexão de cintas, correntes, lingas e manilhas. Quando adequados, transmitem os esforços corretamente e garantem a estabilidade do içamento.

A utilização de pontos improvisados provoca deformações, danos estruturais e risco iminente de queda da carga.

Sempre utilize os pontos de pega projetados pelo fabricante, respeitando a capacidade, a direção do carregamento e a posição em relação ao centro de gravidade.

Fragilidades da carga

Nem toda carga possui a mesma resistência mecânica. Superfícies sensíveis, revestimentos especiais e estruturas deformáveis exigem atenção redobrada.

Exemplos de cargas frágeis:

- Equipamentos pintados e revestidos;
- Vasos de pressão e tubulações com revestimento interno/externo;
- Transformadores e painéis elétricos;
- Componentes eletrônicos de precisão.

Um dano por movimentação inadequada pode gerar prejuízos financeiros superiores ao valor do próprio içamento



Comportamento da carga

Compreender a dinâmica da peça durante a elevação é essencial para evitar imprevistos.

Tendências instáveis durante a manobra:

- Inclinação, rotação ou balanço involuntário;
- Formatos irregulares com centro de gravidade deslocado;
- Deslocamento interno de peso devido a líquidos, materiais granulados ou partes móveis.

Antecipar esses comportamentos permite escolher os acessórios corretos e travar a carga antes que ela saia do chão

Proteções da carga

Protetores de quina, mantas, calços e espaçadores evitam o contato direto entre a peça e os acessórios de içamento.

Esses dispositivos protegem a carga contra amassados e aumentam a vida útil dos acessórios, prevenindo cortes e desgastes prematuros.

Considerações finais sobre a carga

- ❑ Conhecer a carga significa compreender muito mais do que o seu peso.
- ❑ A análise precisa incluir dimensões, pontos de pega, fragilidades, comportamento dinâmico e necessidade de proteção.
- ❑ Quanto maior for o conhecimento prévio sobre a carga, maior será a capacidade da equipe de planejar uma operação segura e eficiente.

Para refletir: Antes de movimentar qualquer carga, pergunte-se:

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

A resposta depende diretamente da qualidade e do detalhamento da análise realizada antes do início da operação.

Classificações

Durante as operações de movimentação, cargas diferentes apresentam complexidades variadas. Algumas possuem características previsíveis; outras exigem estudos adicionais e rigoroso controle operacional.

Classificar a carga entre **típica e atípica (especial)** orienta a identificação de riscos e define o nível de planejamento necessário.

O que caracteriza uma carga típica?

Carga típica apresenta características conhecidas e previsíveis, permitindo uma análise mais direta da movimentação.

Propriedades fundamentais:

- Geometria “bem” definida e regular;
- Distribuição uniforme ou previsível do peso;
- Centro de gravidade conhecido ou previsível;
- Pontos de pega ou fixação projetados para elevação;
- Comportamento totalmente previsível durante o içamento.

Peças comuns no ambiente industrial:

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

Atenção: cargas típicas também exigem planejamento, inspeção prévia de acessórios e controle de riscos.

2.1.2 Cargas típicas e atípicas

O que é uma carga atípica ou especial?

Carga atípica é aquela que apresenta características que aumentam a complexidade do içamento, exigindo análises complementares e controles adicionais.



A carga é considerada atípica quando apresenta pelo menos um destes fatores:

- Dimensões que dificultem o trajeto ou o posicionamento em espaços restritos;
- Forma irregular ou complexa, com distribuição desigual de peso;
- Pontos de fixação localizados abaixo do centro de gravidade;
- Ausência de pontos de pega definidos ou instalados;
- Centro de gravidade desconhecido, deslocado ou de difícil determinação.

Casos frequentes que exigem atenção técnica:

- Estruturas metálicas de geometria irregular;
- Vasos de processo com conexões e acessórios externos complexos;
- Equipamentos contendo líquidos ou materiais internos sujeitos a deslocamento.

Por que essa classificação é importante?

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

Cargas típicas são movimentadas com base em procedimentos operacionais padrão e análises de risco de rotina.

Cargas atípicas exigem reuniões de planejamento, plano de comunicação dedicado e rigorosa avaliação prévia..

PETROBRAS

2.1.2 Cargas típicas e atípicas

Você sabia?

Geometria vs. Peso

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

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

Para refletir: Considere duas cargas com 10 toneladas

Um contêiner padrão com quatro pontos de pega definidos e uma estrutura irregular sem pontos de fixação e com centro de gravidade desconhecido.

Qual exige maior controle da equipe? O peso é idêntico, mas o desafio operacional é completamente diferente.

O peso não é o único desafio!





O que são equipamentos de guindar?

Os equipamentos de guindar são máquinas projetadas para elevar, movimentar e posicionar cargas de forma segura e controlada. Eles atuam na construção civil, indústrias, refinarias, estaleiros e operações offshore.

A evolução das ferramentas mecânicas permitiu atender às exigências da indústria moderna, transformando mecanismos simples nos guindastes de alta capacidade utilizados atualmente.



GUINDASTE MÓVEL



GRUA



PÓRTICOS

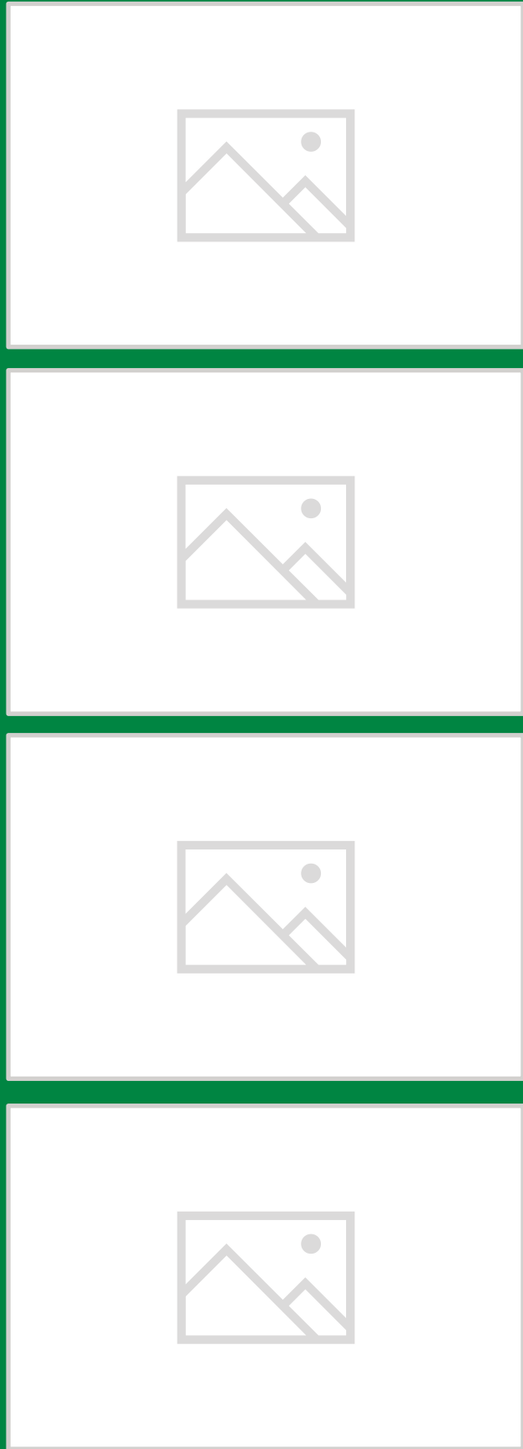


GUINDAUTO (MUNCK)

Inicio da movimentação de cargas

A história da movimentação de cargas acompanha o desenvolvimento da engenharia ao longo das eras:

- **Antiguidade:** Uso de princípios mecânicos simples, como alavancas, rampas e polias para a construção de grandes obras;
- **Idade Média:** Aplicação de sistemas de elevação em castelos, catedrais e portos, ampliando a capacidade de carga;
- **Revolução Industrial:** Introdução das máquinas a vapor, iniciando a mecanização e reduzindo a dependência da força humana;
- **Século XX:** Surgimento dos motores a combustão, sistemas hidráulicos e avanço da siderurgia, dando origem aos guindastes modernos.





Guindastes na atualidade

Equipamentos modernos incorporam recursos hidráulicos, eletrônicos e computacionais que ampliam o controle da operação.

Sistemas embarcados, sensores, limitadores de momento e indicadores fornecem dados em tempo real sobre configuração, capacidade e condições operacionais.

Princípios físicos permanecem os mesmos

Apesar da tecnologia avançada, os fundamentos da física não mudaram.

Elementos essenciais de sustentação:

- Estrutura da lança e superestrutura;
- Sistemas de içamento e transmissão de esforços;
- Contrapeso e estabilizadores.

A tecnologia aprimora o controle, mas o equilíbrio, momento de força, resistência estrutural e estabilidade continuam sendo as regras soberanas.

Categorias dos equipamentos

A Petrobras emprega uma ampla variedade de equipamentos de movimentação, classificados segundo o tipo de acionamento e aplicação operacional.

Esses recursos dividem-se em três grandes categorias:

- Equipamentos de movimentação motorizados;
- Equipamentos de movimentação não motorizados;
- Estruturas de apoio para elevação de carga.

2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

Equipamentos motorizados (parte 1)

Recursos acionados por motores elétricos, hidráulicos, pneumáticos ou a combustão para movimentação de cargas:

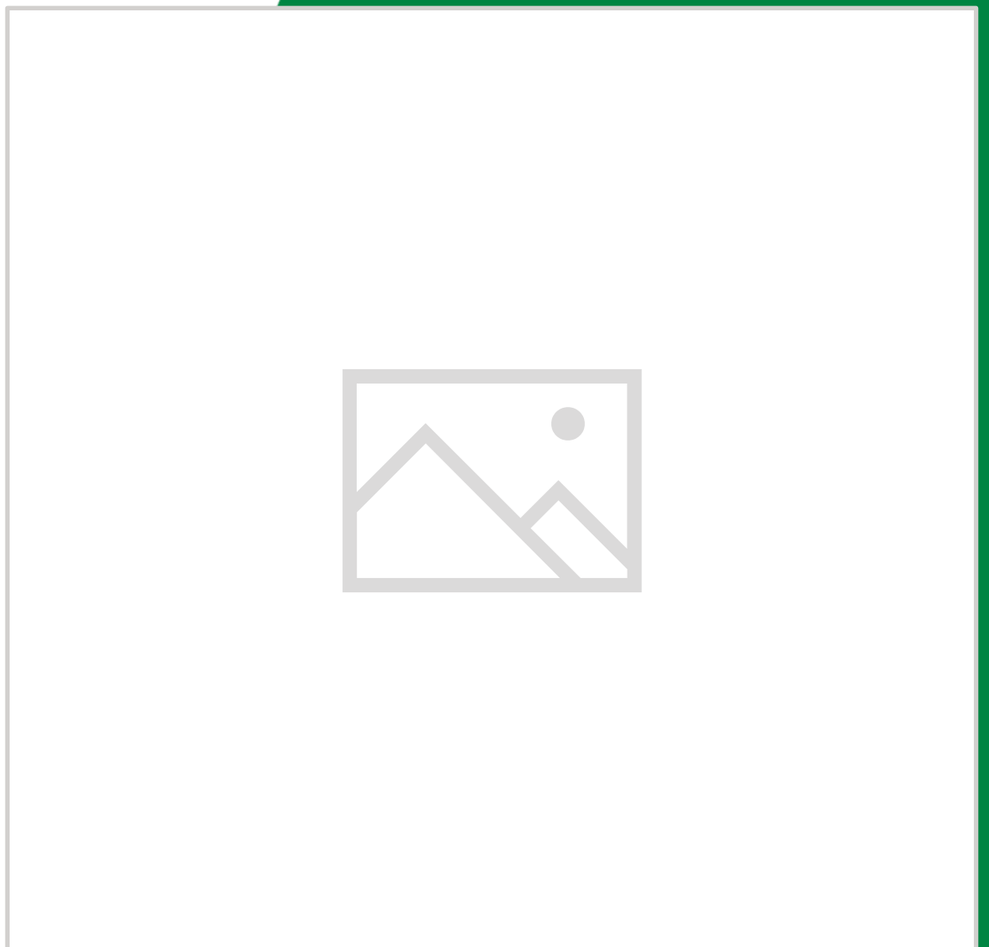
- **Guinchos:** Destinados à tração ou elevação de cargas por meio do enrolamento de cabo de aço em tambor;
- **Talhas motorizadas:** Acionadas por motores elétricos, pneumáticos ou hidráulicos, podendo atuar fixas ou sobre troles;
- **Pontes rolantes**: Estruturas de vigas sobre caminhos de rolamento elevados para áreas delimitadas;
- **Pórticos e semipórticos motorizados**: Estruturas apoiadas no piso ou mista que sustentam sistemas de elevação.

2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

Equipamentos motorizados (parte 2)

Sistemas especializados para apoio logístico, salvatagem e transporte:

- **Turcos de serviço motorizados:** Dotados de lança pivotante com acionamento elétrico ou hidráulico;
- **Turcos de salvatagem**: Equipamentos específicos para o lançamento e recolhimento de botes e balsas;
- **Empilhadeiras:** Autopropelidas, utilizadas para elevar, transportar e posicionar cargas por meio de garfos ou implementos;
- **Caminhões poliguindastes:** Veículos com sistema hidráulico para transporte e movimentação de caçambas intercambiáveis.



Equipamentos motorizados (parte 3)

Máquinas de alta capacidade destinadas a grandes alturas, raios e alcances:

- **Gruas:** Guindastes de estrutura elevada e lança para amplos alcances horizontais e verticais;
- **Guindastes terrestres:** Equipamentos com lança telescópica ou treliçada sobre pneus, esteiras ou bases fixas;
- **Guindastes hidráulicos articulados:** Lança articulada hidráulica instalada sobre chassi veicular;
- **Guindastes offshore:** Projetados para instalações marítimas, sujeitos a movimentos relativos entre embarcações.

2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

Equipamentos não motorizados (parte 1)

Dispositivos operados manualmente por esforço humano ou alavancas mecânicas:

- **Talhas com acionamento manual:** Operadas por correntes de acionamento ou alavancas;
- **Talhas manuais simples:** Configuração individual para elevação, descida ou posicionamento de carga;
- **Elevação com múltiplas talhas (em tandem):** Duas ou mais talhas atuando simultaneamente sobre uma mesma carga, exigindo coordenação rigorosa de esforços;
- **Guinchos de alavanca:** Equipamento portátil de acionamento manual para tração, tensionamento e elevação.

Equipamentos não motorizados (parte 2)

Recursos mecânicos e hidráulicos de apoio de pequeno porte:

- **Turcos de serviços manuais:** Pivotantes acionados manualmente por guincho, talha ou mecanismo equivalente;
- **Macacos hidráulicos**: Utilizam pressão hidráulica para produzir força em pequenos percursos sobre superfícies e pontos de apoio compatíveis;
- **Guinchos hidráulicos "girafa":** Equipamentos móveis para elevação e posicionamento em pequenas alturas.

2.2.2 Tipos de equipamentos de movimentação

Estruturas para elevação de carga

Sistemas modulares e auxiliares que dão suporte aos equipamentos de içamento:

- **Pórticos móveis:** Estruturas apoiadas no piso para sustentação de talhas em áreas delimitadas;
- **Pórticos portáteis e desmontáveis:** Estruturas projetadas para facilitar o transporte e a montagem em diferentes locais de trabalho;
- **Monovias e troles**: Caminhos de rolamento definidos onde o trole se desloca sustentando talhas;
- **Paus-de-carga:** Lança articulada ou apoiada na base, estabilizada por cabos e tirantes.



Especificação e manual do fabricante

Cada equipamento de movimentação possui características, limites e restrições próprias.

Antes de iniciar qualquer operação, é obrigatório consultar:

- O manual do fabricante do equipamento;
- A tabela de carga específica para a configuração adotada;
- Toda a documentação técnica aplicável à manobra.

Responsabilidades

A movimentação de cargas é essencialmente uma atividade coletiva. O sucesso e a segurança do içamento dependem tanto da capacidade da máquina quanto da atuação sincronizada de cada profissional.

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 prévia das responsabilidades elimina ambiguidades, melhora a comunicação e evita falhas de autoridade no campo.

A atribuição clara dos papéis antes do início dos trabalhos traz vantagens diretas à rotina operacional:

- 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.

2.3 Pessoas envolvidas na operação

Principais profissionais envolvidos

Na estrutura recomendada pela N-2869, os papéis centrais dividem-se em:

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

Profissionais complementares na operação

Em atividades específicas ou de maior complexidade, outros especialistas integram a equipe:

- Técnicos de inspeção;
- Técnicos de segurança;
- Supervisores de área;
- Equipes de manutenção, produção e montagem;

Princípio da responsabilidade individual e coletiva

A N-2869 define os limites de atuação para o planejamento, preparação, execução e controle das manobras.

A clareza de atribuições impede que tarefas críticas sejam esquecidas por supor que outro profissional as realizaria.

Princípio de segurança operacional:

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

Quem é o projetista?

O projetista é o profissional legalmente habilitado, com registro ativo no conselho de classe e responsável técnico pela elaboração do plano detalhado.

Sua função principal é garantir que a operação seja concebida com segurança técnica antes do início das atividades no campo.



Responsabilidades no dimensionamento da manobra

Atribuições técnicas no planejamento da elevação:

- Avaliar as características da carga e as condições locais da operação;
- Determinar peso, dimensões, centro de gravidade e pontos de pega;
- Definir o raio de operação, altura de elevação e o trajeto da carga;
- Selecionar e dimensionar o equipamento e os acessórios de movimentação.

Responsabilidades no controle de riscos e emissão

Ações para assegurar a estabilidade e a formalização do plano:

- Avaliar condições de estabilidade do equipamento e da carga;
- Definir limites operacionais relacionados ao clima, solo e interferências;
- Estabelecer o perímetro de segurança e isolamento da área;
- Elaborar, revisar e emitir o plano de movimentação de cargas;
- Prestar suporte técnico durante operações críticas quando necessário.



Quem é o supervisor?

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 no campo.

Sua atuação conecta o planejamento técnico à execução prática, assegurando a disciplina operacional da equipe.

2.3.2 Supervisor de movimentação de cargas

Responsabilidades na avaliação e verificação prévia

Ações de validação antes do início dos trabalhos:

- Avaliar a criticidade da operação e definir a necessidade do plano de movimentação;
- Realizar a análise crítica do plano em conjunto com a equipe de execução;
- Verificar se as características da carga estão compatíveis com o planejamento;
- Confirmar a disponibilidade de recursos humanos e materiais necessários;
- Verificar a adequação e as condições operacionais dos equipamentos de elevação;
- Avaliar as condições do solo, do ambiente e os fatores meteorológicos.

Responsabilidades na autorização e controle da execução

Controles rigorosos para a liberação e acompanhamento da manobra:

- Garantir a realização de inspeções e verificações prévias de uso;
- Conferir o posicionamento e a estabilidade dos equipamentos;
- Aplicar todas as recomendações da análise de riscos;
- Autorizar o início da operação somente após confirmar que todas as condições de segurança foram atendidas.

2.3.2 Supervisor de movimentação de cargas

Responsabilidades na liderança e gestão de campo

Atribuições contínuas durante a realização da atividade:

- Coordenar e supervisionar diretamente as atividades da equipe envolvida;
- Conduzir reuniões de Diálogo Diário de Segurança (DDS) com o time;
- Garantir o isolamento rigoroso da área e o controle de interferências;
- Interromper a operação imediatamente diante de condições inseguras, emergências ou riscos graves e iminentes.



O papel do supervisor na operação

De forma resumida, o supervisor é o profissional que garante que tudo o que foi planejado no papel seja corretamente executado no campo.

Sua presença ativa assegura o cumprimento dos procedimentos de segurança e a proteção de toda a equipe.

2.3.3 Operador do equipamento de elevação

Quem é o operador?

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.

Responsabilidades na preparação e verificação prévia

Ações essenciais do operador antes de acionar os comandos:

- 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;
- Posicionar e estabilizar corretamente o equipamento, quando aplicável.





Responsabilidades durante a execução do içamento

Atribuições práticas na condução da máquina:

- Realizar a operação do equipamento de forma segura e controlada;
- 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.

O papel do operador na operação

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

Sua precisão nos comandos assegura que o plano de carga seja cumprido com total controle em campo.

PETROBRAS

2.3.3 Operador do equipamento de elevação

Responsabilidades em situações de emergência e desvios

Conduta diante de anomalias ou riscos operacionais:

- 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.

Quem é o sinaleiro amarrador?

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.



Responsabilidades na preparação e amarração da carga

Ações técnicas executadas no chão antes de autorizar o içamento:

- 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.



2.3.4 Sinaleiro amarrador de cargas

Responsabilidades na comunicação e controle do raio operacional

Atribuições essenciais na orientação das manobras:

- 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.

Responsabilidades na segurança da área e no plano de carga

Conduta rigorosa durante toda a manobra:

- 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.

O papel do sinaleiro amarrador na 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.

Sua precisão nos sinais e na fixação dos acessórios impede incidentes e garante o trajeto correto do material.

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 em campo.



Para refletir: Em uma operação movimentação de cargas, quem é responsável pela segurança?

O operador?

O sinaleiro amarrador?

O supervisor?

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

Comprometimento coletivo e vulnerabilidade do sistema

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.

PETROBRAS

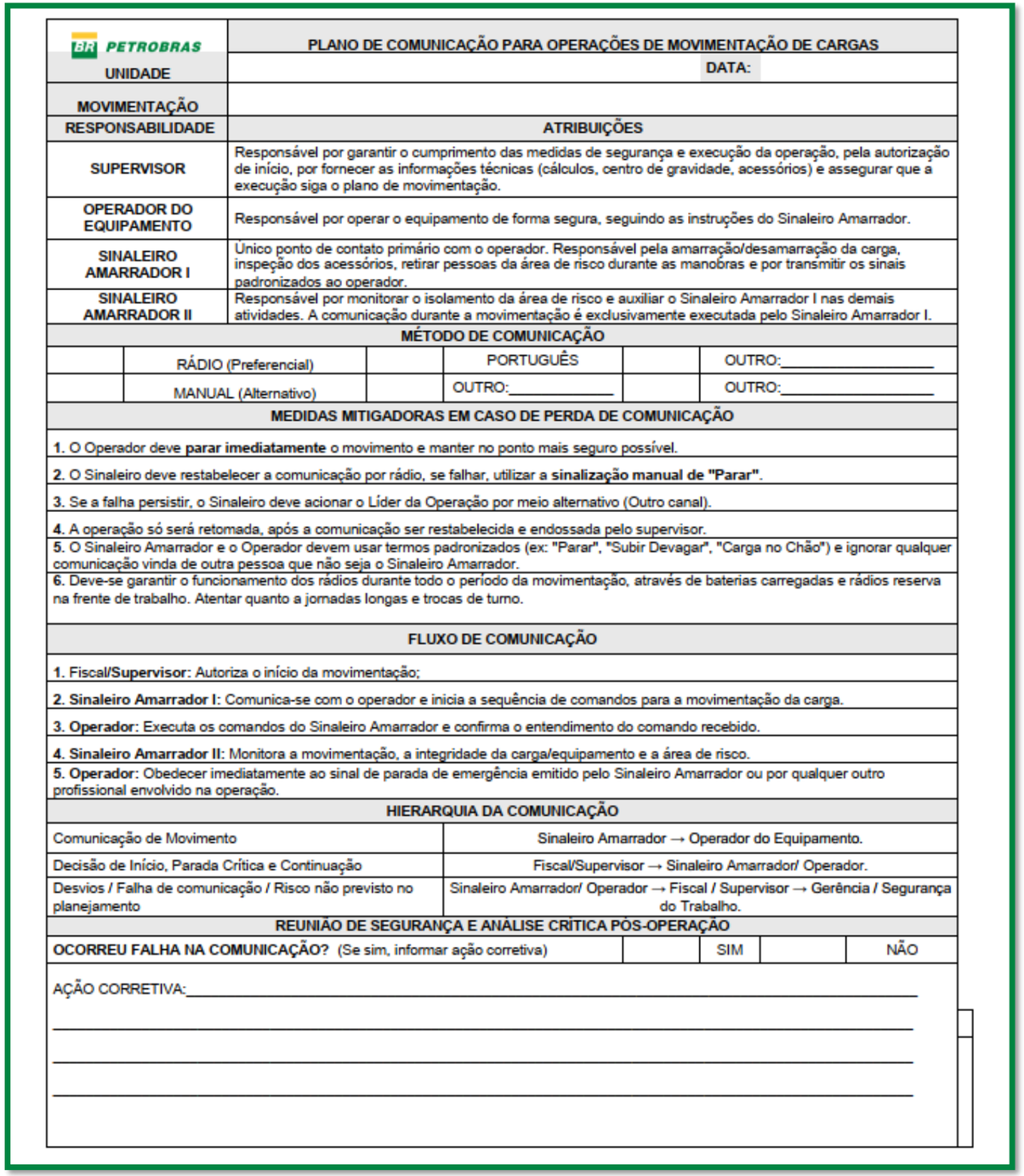
2.4 Plano de comunicação

O que é um 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 ou do planejamento da atividade, falhas na comunicação podem causar danos materiais, paralisações e acidentes graves.

Por isso, a comunicação deve ser tratada como uma barreira crítica de segurança, e não como um mero mecanismo de repasse de informações.



PETROBRAS	PLANO DE COMUNICAÇÃO PARA OPERAÇÕES DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	
UNIDADE	DATA:	
MOVIMENTAÇÃO		
RESPONSABILIDADE	**ATRIBUIÇÕES**	
SUPERVISOR	Responsável por garantir o cumprimento das medidas de segurança e execução da operação, pela autorização de início, por fornecer as informações técnicas (cálculos, centro de gravidade, acessórios) e assegurar que a execução siga o plano de movimentação.	
OPERADOR DO EQUIPAMENTO	Responsável por operar o equipamento de forma segura, seguindo as instruções do Sinaleiro Amarrador.	
SINALEIRO AMARRADOR I	Único ponto de contato primário com o operador. Responsável pela amarração/desamarração da carga, inspeção dos acessórios, retirar pessoas da área de risco durante as manobras e por transmitir os sinais padronizados ao operador.	
SINALEIRO AMARRADOR II	Responsável por monitorar o isolamento da área de risco e auxiliar o Sinaleiro Amarrador I nas demais atividades. A comunicação durante a movimentação é exclusivamente executada pelo Sinaleiro Amarrador I.	
MÉTODO DE COMUNICAÇÃO		
	RÁDIO (Preferencial)	PORTUGUÊS / OUTRO:_____
	MANUAL (Alternativo)	OUTRO:_____ / OUTRO:_____
MEDIDAS MITIGADORAS EM CASO DE PERDA DE COMUNICAÇÃO		
1. O Operador deve **parar imediatamente** o movimento e manter no ponto mais seguro possível.		
2. O Sinaleiro deve restabelecer a comunicação por rádio, se falhar, utilizar a **sinalização manual de "Parar"**.		
3. Se a falha persistir, o Sinaleiro deve acionar o Líder da Operação por meio alternativo (Outro canal).		
4. A operação só será retomada, após a comunicação ser restabelecida e endossada pelo supervisor.		
5. O Sinaleiro Amarrador e o Operador devem usar termos padronizados (ex: "Parar", "Subir Devagar", "Carga no Chão") e ignorar qualquer comunicação vinda de outra pessoa que não seja o Sinaleiro Amarrador.		
6. Deve-se garantir o funcionamento dos rádios durante todo o período da movimentação, através de baterias carregadas e rádios reserva na frente de trabalho. Atentar quanto a jornadas longas e trocas de turno.		
FLUXO DE COMUNICAÇÃO		
1. Fiscal/**Supervisor**: Autoriza o início da movimentação;		
2. **Sinaleiro Amarrador I**: Comunica-se com o operador e inicia a sequência de comandos para a movimentação da carga.		
3. **Operador**: Executa os comandos do Sinaleiro Amarrador e confirma o entendimento do comando recebido.		
4. **Sinaleiro Amarrador II**: Monitora a movimentação, a integridade da carga/equipamento e a área de risco.		
5. **Operador**: Obedecer imediatamente ao sinal de parada de emergência emitido pelo Sinaleiro Amarrador ou por qualquer outro profissional envolvido na operação.		
HIERARQUIA DA COMUNICAÇÃO		
Comunicação de Movimento	Sinaleiro Amarrador → Operador do Equipamento.	
Decisão de Início, Parada Crítica e Continuação	Fiscal/Supervisor → Sinaleiro Amarrador/ Operador.	
Desvios / Falha de comunicação / Risco não previsto no planejamento	Sinaleiro Amarrador/ Operador → Fiscal / Supervisor → Gerência / Segurança do Trabalho.	
REUNIÃO DE SEGURANÇA E ANÁLISE CRÍTICA PÓS-OPERAÇÃO		
OCORREU FALHA NA COMUNICAÇÃO? (Se sim, informar ação corretiva)	SIM	NÃO
AÇÃO CORRETIVA:_____		

PETROBRAS

2.4 Plano de comunicação

Comunicação como barreira de segurança

Investigações de acidentes com guindastes, pontes rolantes e plataformas frequentemente apontam a comunicação inadequada como fator contribuinte recorrente.

Durante a operação, as informações precisam ser precisas e padronizadas:

- O operador deve compreender exatamente qual movimento realizar;
- O sinaleiro amarrador deve emitir comandos padronizados;
- O supervisor deve definir os meios de comunicação antes do início dos trabalhos.

Elementos fundamentais do plano de comunicação

Toda operação deve ter um plano de comunicação previamente estabelecido para eliminar ambiguidades e comandos conflitantes.

O plano define claramente:

- Quem transmite as informações em campo;
- Quem recebe e executa os comandos;
- Quais meios serão utilizados (sinais visuais ou rádio);
- Quais sinais serão empregados na manobra.

Exemplo de estrutura de um plano de comunicação (NBR 11436)

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. Posicionamento do equipamento 3. Amarração da carga 4. Içamento inicial (Dar um leve) 5. Movimentação horizontal e vertical 6. Posicionamento final 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

Padronização prévia

Um plano de comunicação bem estruturado garante que toda a equipe opere sob as mesmas diretrizes e códigos visuais ou sonoros.

Ele atua preventivamente para alinhar expectativas, padronizar mensagens e eliminar ambiguidades no campo de operação.

2.4.1 Objetivos do plano de comunicação

Definição das responsabilidades antes de iniciar

Antes do início da manobra, é obrigatório definir formalmente em campo:

- 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.

Alinhamento e padronização operacional

Propósitos do plano de comunicação durante o içamento:

- 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.

Mitigação de riscos e coordenação de equipe

Ações focadas no controle de falhas e atendimento normativo:

- 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.

Qualquer trabalhador que identifique uma condição insegura possui **autoridade para solicitar a interrupção imediata da atividade.**



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 em manobras de movimentação de cargas são:





2.4.2 Métodos de comunicação

Sinais manuais

Amplamente utilizados em operações com contato visual direto entre o operador e o sinaleiro amarrador.

Requisitos fundamentais:

- Seguir rigorosamente os padrões da ABNT NBR 11436;
- Serem de conhecimento prévio de todos os envolvidos na atividade;
- Proibir qualquer outro tipo de sinal, mesmo que seja habitual ou informal.

2.4.2 Métodos de comunicação

Comunicação por rádio

Indicada para áreas com visibilidade restrita, longas distâncias ou ambientes industriais complexos.

Diretrizes da ABNT NBR 11436 para uso de rádio:

- As mensagens devem ser objetivas, claras e com terminologia padronizada;
- A comunicação sonora deve ser pré testada antes do início do içamento;
- Utilizar faixa de frequência exclusiva para a operação;
- Garantir baterias com carga suficiente para toda a atividade;
- A comunicação deve ser contínua e, em caso de perda de sinal, a operação deve ser interrompida imediatamente.



Comunicação por voz e sinais sonoros

Comunicação por voz:

- Aplicável apenas em operações simples e em ambientes com baixo nível de ruído;
- Exige que a compreensão dos comandos seja inequívoca por toda a equipe.

Sinais sonoros:

- Utilizados para alertar trabalhadores sobre a aproximação de equipamentos, início ou movimentação de cargas;
- Recomenda-se o uso de apito pelo sinaleiro amarrador durante as manobras.

PETROBRAS

2.4.3 Teste de comunicação

Preparação inicial

Antes de iniciar o içamento, a equipe deve realizar uma verificação prévia completa dos recursos e canais de comunicação.

Ações obrigatórias antes da manobra:

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

2.4.3 Teste de comunicação

Consequências de falhas de comunicação

Inconsistências na troca de informações estão entre as causas mais frequentes de acidentes graves em campo:

- Colisões da carga ou da lança contra estruturas;
- Esmagamentos de membros ou trabalhadores na área de risco;
- Balanço excessivo e perda de controle da carga;
- Ruptura de lingada por movimentos bruscos ou não previstos;
- Movimentos contrários aos planejados pela equipe;
- Tombamento do equipamento por perda de estabilidade.



PETROBRAS

2.4.3 Teste de comunicação

Regras fundamentais de comunicação

Independentemente do método adotado (visual ou via rádio), estas diretrizes devem ser respeitadas rigorosamente:

- 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.

PETROBRAS

2.4.3 Teste de comunicação

Destaque do sinaleiro amarrador

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

O uso de colete de cor diferenciada ou identificação visual clara evita que o operador confunda orientações no campo.

2.4.3 Teste de comunicação

Você sabia?

Falhas de interpretação

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

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

PETROBRAS

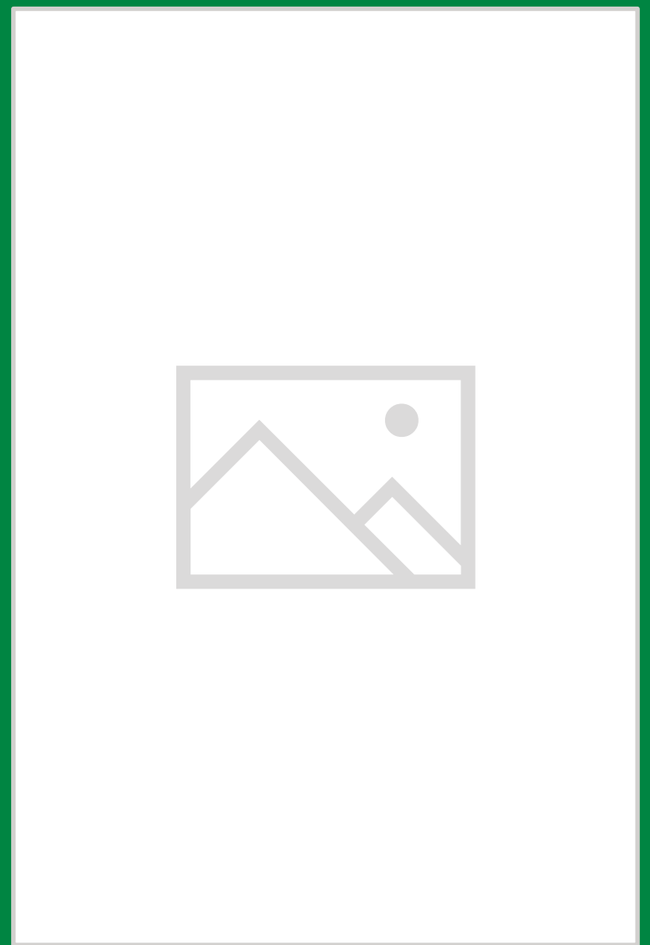
Para refletir: A segurança também depende da comunicação entre operador e sinaleiro.

Mesmo com equipamentos adequados e um bom planejamento, a operação pode apresentar riscos quando operador e sinaleiro não utilizam os mesmos sinais. Segurança também é garantir que a informação seja clara e compreendida por todos.

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, técnicas, nacionais e internacionais fornecem o embasamento técnico e legal que orienta as decisões da equipe, garantindo segurança, padronização e conformidade.



Embasamento técnico e procedimentos internos

Durante o planejamento, a equipe deve revisar tanto as normas externas quanto os procedimentos internos da empresa.

Diretrizes essenciais:

- Procedimentos internos muitas vezes complementam ou ampliam os requisitos legais mínimos;
- Consultar sempre a versão vigente da norma aplicável;
- Em caso de dúvidas sobre aplicação ou interpretação, acionar a liderança responsável antes de prosseguir.

PETROBRAS

2.5.1 Normas regulamentadoras (NRs)

Principais NRs aplicáveis à movimentação de cargas:

Principais NRs aplicáveis 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.

Importância e aplicação prática das NRs

O cumprimento das normas regulamentadoras não é opcional; é a garantia de proteção aos trabalhadores e conformidade legal da empresa.

Funções das NRs nas operações de içamento:

- Garantir a proteção direta ao trabalhador e reduzir riscos operacionais;
- Servir de referência para a elaboração de procedimentos operacionais e treinamentos;
- Definir métodos de inspeção, critérios de bloqueio, sinalização e comunicação.

Normas técnicas

As normas técnicas fornecem orientações detalhadas sobre métodos, especificações, cálculos, dimensionamentos e requisitos de desempenho.

Elas são fundamentais para balizar decisões de planejamento e gestão da atividade de movimentação de cargas em campo.



2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT)

Exemplos de normas ABNT aplicáveis

- **ABNT NBR 8400:** Equipamentos de elevação e movimentação de carga - Regras para projeto;
- **ABNT NBR 13541:** Linga de cabo de aço;
- **ABNT NBR 13545:** Movimentação de cargas – Manilhas;
- **ABNT NBR 15637-1 / 15637-2:** Cintas têxteis para elevação de carga;
- **ABNT NBR 15516:** Corrente de elos curtos para elevação de cargas - Lingas de correntes;
- **ABNT NBR ISO 16798:** Anel de carga Grau 8 para uso em lingas;
- **ABNT NBR ISO 11900 (Partes 1 a 5):** Terminais para cabo de aço (sapatilho, soquete cunha, olhal com presilha, grampos e soquete);
- **ABNT NBR 8029:** Esticador para cabo de aço – Requisitos.

2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT)

Exemplos de normas ABNT aplicáveis

- **ABNT NBR ISO 3266:** Parafusos olhal de aço de 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 guindaste hidráulico articulado para trabalho *onshore*;
- **ABNT NBR 14768:** Guindastes - Guindastes articulados hidráulicos – Requisitos;
- **ABNT NBR 16463-1 / 16463-2:** Guindastes - Requisitos para elaboração de manuais e identificações.

Verifique sempre a versão vigente. Normas técnicas são atualizadas com frequência com avanços tecnológicos e lições aprendidas da indústria.

PETROBRAS

2.5.2 Normas técnicas nacionais (ABNT)

Por que consultar as normas técnicas?

Antes de iniciar qualquer manobra, a consulta às normas é obrigatória.

Esses documentos reúnem requisitos de projeto, inspeção e segurança desenvolvidos com base em ensaios laboratoriais e na experiência de milhares de operações reais.

Benefícios diretos:

- Redução drástica da probabilidade de erros operacionais;
- Seleção correta e dimensionada de equipamentos e acessórios;
- Demonstração de conformidade técnica e legal da empresa.



Você sabia?

A origem dos requisitos normativos

Grande parte das exigências presentes nas normas surgiu após investigações de acidentes e análises de falhas operacionais na indústria ao longo de décadas.

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

Para refletir: aplicação prática das normas técnicas.

Normas, por si só, não garantem a segurança de uma operação. Elas estabelecem requisitos mínimos e critérios técnicos. Cabe aos profissionais interpretar corretamente esses requisitos e aplicá-los de forma adequada às condições reais encontradas no campo.

2.6 Classificação da movimentação de carga

Tipos de movimentações de carga

A classificação da operação é definida de acordo com a natureza da atividade e o tipo de carga envolvida.

Essa categorização orienta o nível de planejamento, a análise de riscos, o acompanhamento técnico e as barreiras de controle necessárias para garantir o içamento seguro.

Categorias principais:

- Movimentação rotineira;
- Movimentação não rotineira;
- Movimentação crítica (içamento crítico).

PETROBRAS

2.6 Classificação da movimentação de carga

Movimentação rotineira

Operação de elevação executada de forma padronizada, seguindo procedimentos pré-estabelecidos e com frequência conhecida.

Abaixo temos os requisitos para a movimentação rotineira.

Cargas típicas:

- Padrão e procedimentos operacionais;
- Análise de riscos.

Cargas atípicas:

- Padrão e procedimentos operacionais;
- Plano de movimentação simplificado (PS);
- Reunião de planejamento (pré-tarefa);
- Análise de riscos.





2.6 Classificação da movimentação de carga

Movimentação não rotineira

Operação realizada ocasionalmente, na qual os riscos não foram mapeados previamente, exigindo a implementação de barreiras de controle específicas.

Abaixo temos os requisitos para a movimentação não rotineira.

Cargas típicas:

- Padrão e procedimentos operacionais;
- Plano de movimentação simplificado (PS);
- Plano de comunicação específico;
- Reunião de planejamento (pré-tarefa);
- Permissão de trabalho (PT);
- Análise de riscos.

PETROBRAS

2.6 Classificação da movimentação de carga

Movimentação não rotineira: cargas atípicas

Requisitos prévios:

- Padrão e procedimentos operacionais;
- Plano de movimentação simplificado (PS);
- Plano de comunicação específico;
- Reunião de planejamento (pré-tarefa);
- Permissão de trabalho (PT);
- Análise de riscos;
- Recomendações do fabricante da carga, quando aplicável.



2.6 Classificação da movimentação de carga

Movimentação crítica (içamento crítico)

As movimentações enquadradas nas normas PETROBRAS N-1965 ou N-1930 seguem as definições e requisitos nelas estabelecidos.

Para equipamentos não contemplados nessas normas, a operação é considerada crítica quando apresenta pelo menos uma das seguintes condições:

- Fator de utilização do equipamento acima de 90% da capacidade nominal;
- Movimentação simultânea por dois ou mais equipamentos (tandem ou "movimento Tarzan");
- Movimentação de pessoas.



Condições adicionais para içamento crítico

Continuação dos critérios de enquadramento como operação crítica:

- 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.);
- Movimentação de cargas em espaços restritos;
- Utilização de técnicas inovadoras para movimentação que não são cobertas por normas, padrões ou procedimentos publicados.

Requisitos para movimentação crítica

Exigências prévias obrigatórias para a liberação de içamentos críticos:

- Padrão e procedimentos operacionais;
- Plano de movimentação de carga;
- Plano de comunicação específico;
- Reunião de planejamento (pré-tarefa);
- Permissão de trabalho (PT);
- Análise de riscos;
- Recomendações do fabricante da carga, quando aplicável.

- Padrão / Procedimentos operacionais
- Plano de rigging
- Plano de comunicação especifico
- 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 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.

A classificação não é apenas uma exigência documental; ela define o nível real de controle necessário para proteger a operação.

Procedimentos de segurança

Os procedimentos de segurança são a base que sustenta toda e qualquer operação de movimentação de cargas.

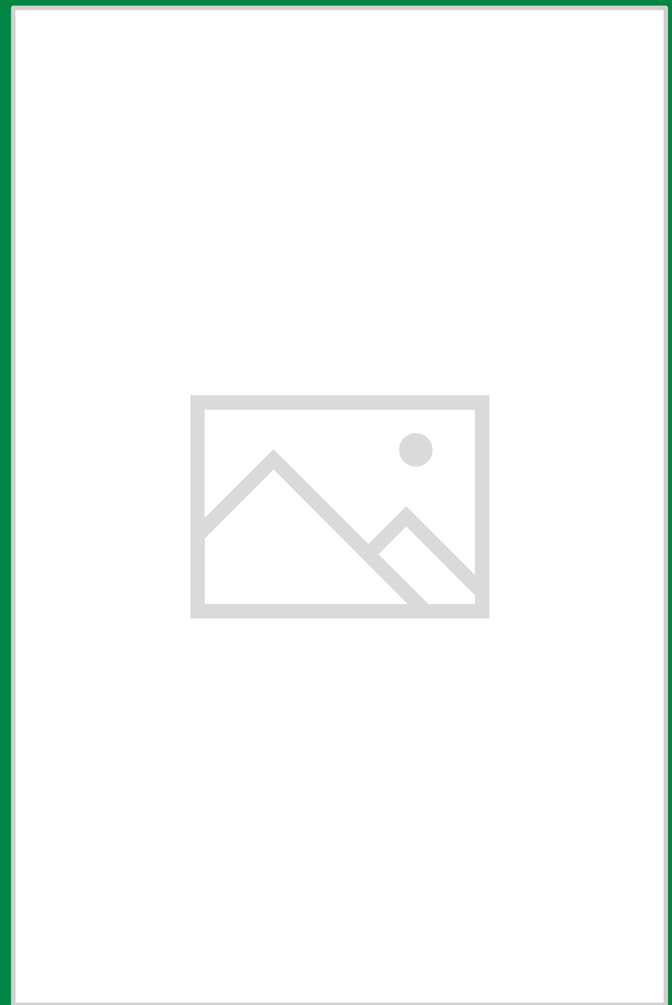
Depois de analisar a carga, escolher o equipamento e estruturar o plano de comunicação, a equipe deve garantir que todos os aspectos de segurança estejam controlados. Essa etapa consolida tudo o que foi planejado, transformando informação em ação segura.

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

O primeiro passo da análise de risco

A análise deve mapear antecipadamente:

- Riscos de esmagamento, balanço ou queda da carga;
- Riscos de tombamento do equipamento;
- Interferências aéreas ou laterais no trajeto do içamento;
- 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.



PETROBRAS

2.7.1 Análise de riscos

Regra de bloqueio operacional

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

Se houver qualquer fator de risco não controlado durante a avaliação prévia, a manobra deve permanecer paralisada até a adequação técnica do cenário.



2.7.1 Análise de riscos

Exigência normativa: item 7.3.1 da N-2869

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".

PETROBRAS

2.7.2 Isolamento da área

Nenhuma operação é segura sem isolamento adequado.

A delimitação física do perímetro impede o acesso inadvertido de pessoas não autorizadas e veículos ao raio de influência da manobra.

PETROBRAS

2.7.2 Isolamento da área

Requisitos obrigatórios de isolamento

Ações indispensáveis para o controle da área operacional:

- Delimitar a área com fitas, barreiras, grades ou sinalização;
- 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.

2.7.2 Isolamento da área

Regra de ouro para carga suspensa

Isso é fundamental para a segurança:

Carga suspensa nunca deve passar sobre pessoas.

Isole a área rigorosamente e alerte todas as pessoas próximas sobre o risco antes de iniciar qualquer movimento.

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)

Checklist para definição do equipamento

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

Checklist para definição do equipamento

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



Checklist para definição do equipamento

4. Operação e segurança

☐ Acessórios compatíveis definidos (eslingas, 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!

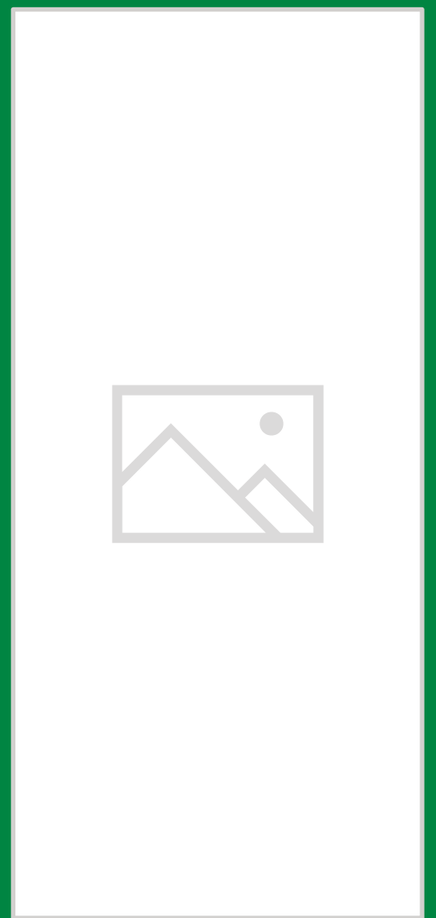
- A carga é o elemento central da operação e suas características influenciam todo o planejamento;
- Peso, dimensões, centro de gravidade, pontos de pega e comportamento da carga devem ser conhecidos antes do içamento;
- Diferentes tipos de cargas exigem diferentes níveis de planejamento e controle;
- 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 (pág. 49):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 49):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 49):

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:

Faça suas anotações e depois compartilhe com o instrutor e o restante da turma.

Planejamento Operacional

PETROBRAS

Planejamento Operacional

3.1 Introdução ao planejamento operacional

3.1.1 Envolvimento das pessoas

3.1.2 Gestão de riscos

3.1.3 Identificação de perigos e riscos

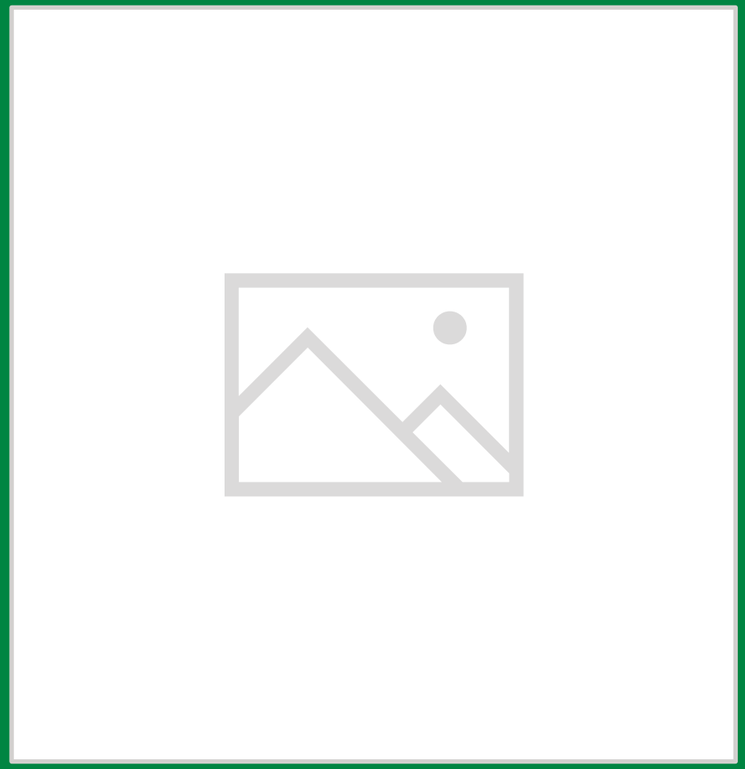
3.1.4 Avaliações e verificações prévias

O verdadeiro sucesso da operação

Em operações de movimentação de cargas, o sucesso não depende apenas da capacidade do equipamento, da experiência do operador ou da qualidade dos acessórios.

A fase de planejamento é importante para:

- Identificar riscos;
- Selecionar equipamentos adequados;
- Definir recursos necessários;
- Estabelecer controles de segurança;
- Determinar as estratégias para uma execução segura e eficiente.



Benefícios do planejamento adequado

Além de aumentar a segurança, o planejamento estruturado 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.



O planejamento como processo sistemático

Falhas de planejamento estão entre os fatores contribuintes mais frequentes em acidentes com equipamentos de elevação.

O planejamento deve ser visto como um processo sistemático que busca:

- Compreender as características da carga;
- Selecionar os equipamentos adequados;
- Identificar interferências e avaliar condições ambientais;
- Analisar os procedimentos necessários;
- Estabelecer canais eficazes de comunicação entre os envolvidos.

Um bom planejamento prepara a equipe para reconhecer e responder as mudanças e imprevistos durante a execução.

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.

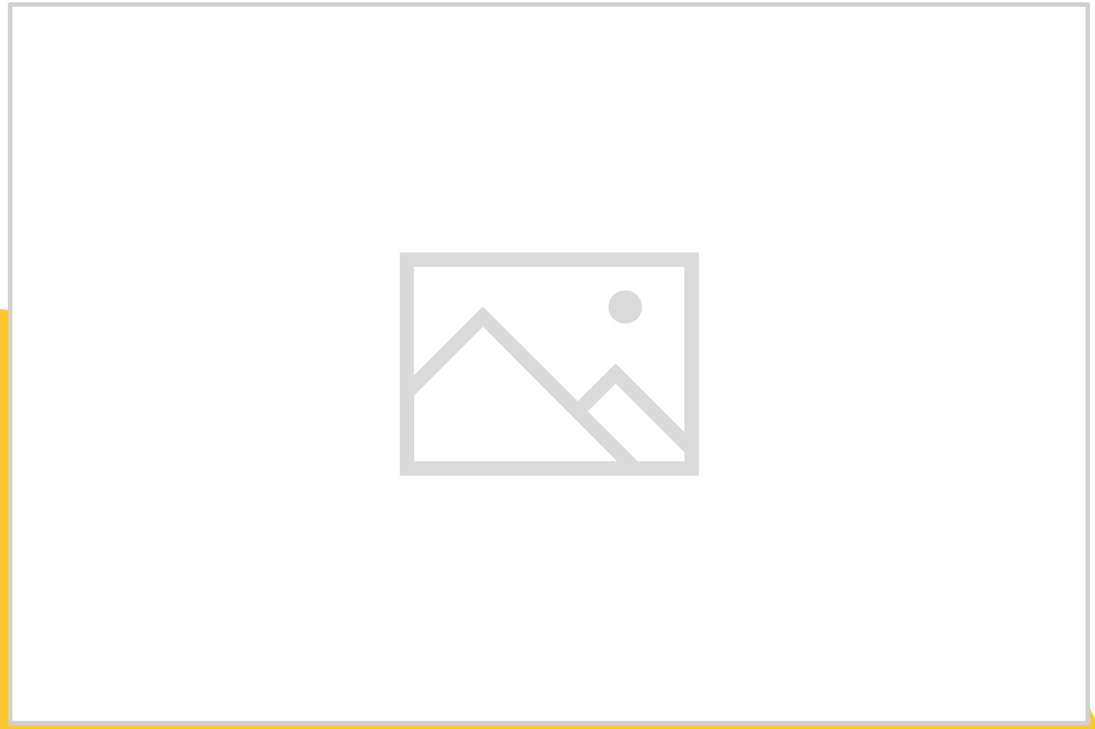
Embora o planejamento normalmente seja coordenado por supervisores, projetistas e lideranças, é fundamental que os profissionais que executarão a atividade em campo também sejam consultados durante sua elaboração.

Benefícios da participação coletiva no planejamento

A inclusão da equipe operacional na fase de projeto traz resultados diretos para a segurança:

- Torna o planejamento mais realista, seguro e aderente às condições de campo;
- Aumenta o entendimento global da atividade por todos os envolvidos;
- Fortalece o comprometimento com os controles e barreiras estabelecidos;
- Eleva a qualidade da comunicação durante a execução da manobra.

Quem planeja deve ouvir quem executa!



Importante ferramenta de tomada de decisão

A movimentação de cargas envolve perigos potenciais como queda de cargas, tombamentos de equipamentos, colisões, prensamentos, 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.

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:

- Permissão de Trabalho (PT);
- Análise Preliminar de Riscos (APR);
- Análise de Segurança da Tarefa (AST).

PETROBRAS

3.1.2 Gestão de riscos

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.

Tem o objetivo de garantir que todos os requisitos sejam avaliados e implementados antes do início dos trabalhos:

- Isolamento de energias perigosas;
- Controle de interferências no local;
- Disponibilidade de recursos e definição de responsabilidades;
- Implementação das medidas de proteção necessárias;
- Isolamento da área de influência da carga.



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 e implementar medidas preventivas para seu controle.

Elaborada durante o planejamento da operação, a APR considera:

- Características da carga e equipamentos utilizados;
- Condições ambientais e interferências existentes;
- Exposição dos trabalhadores e possíveis cenários acidentais.

A APR permite visualizar os riscos antes do início da atividade e estabelecer controles adequados para cada situação

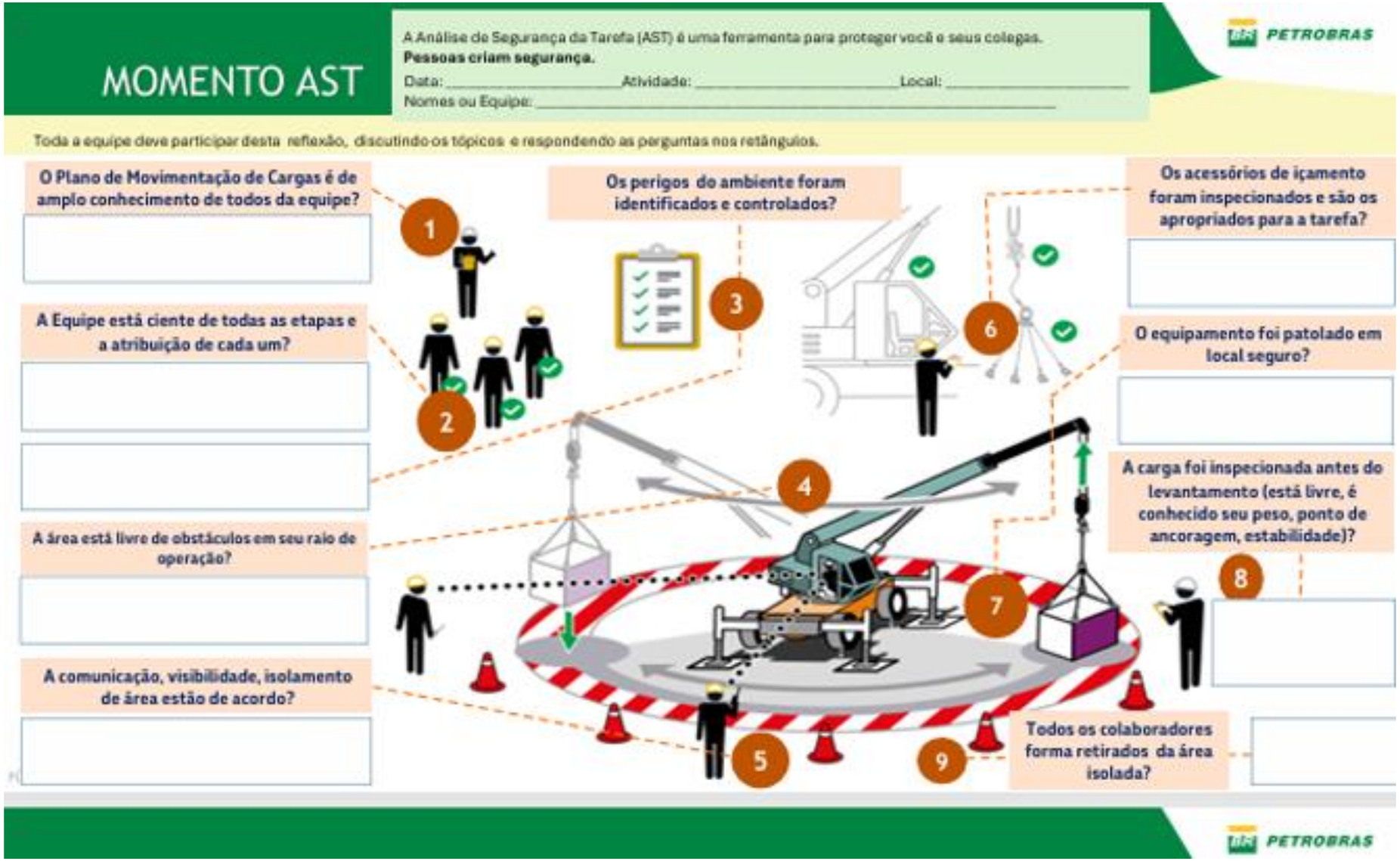
Análise de segurança da tarefa (AST)

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

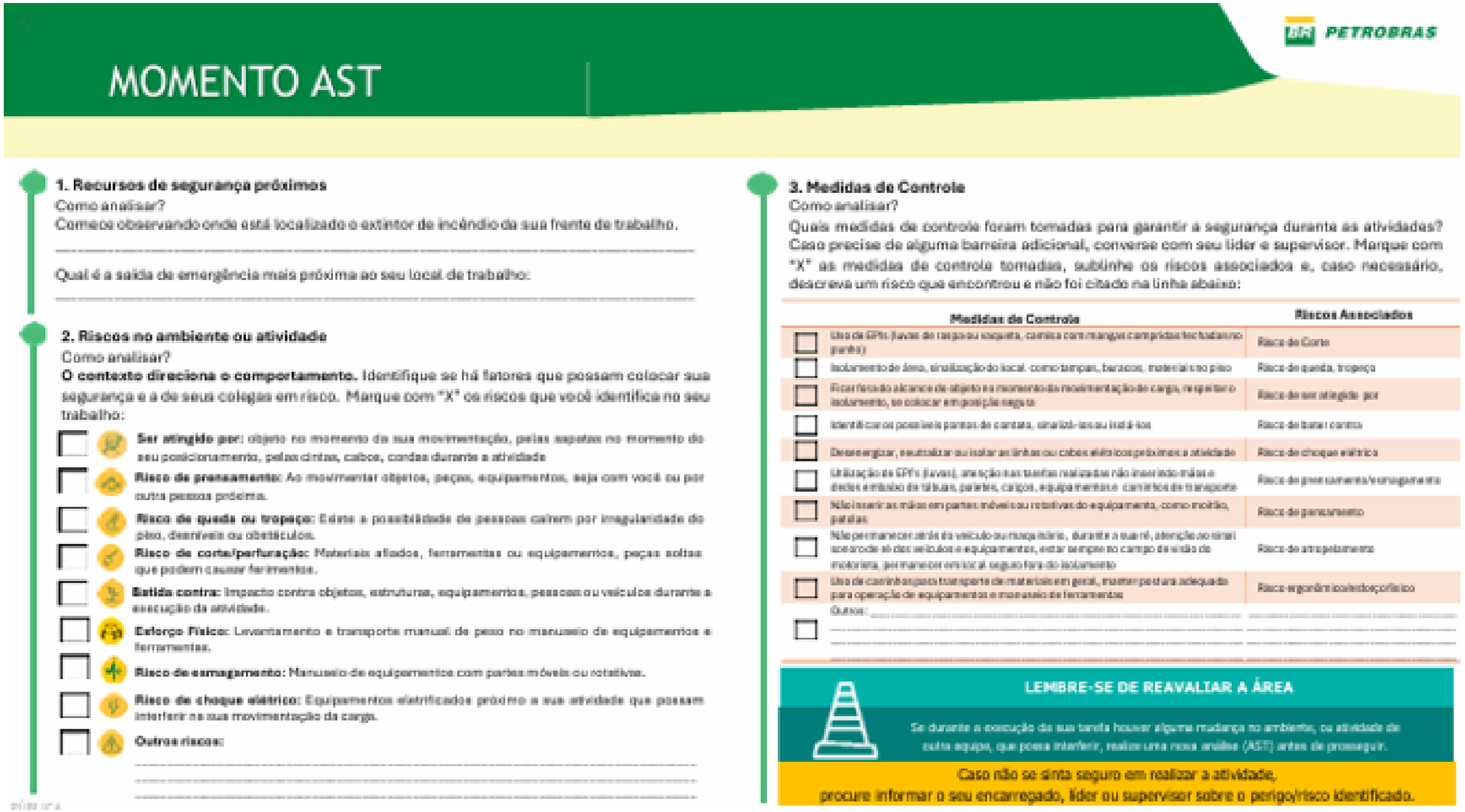
A AST consiste na divisão da atividade em etapas, permitindo que a equipe identifique os perigos específicos de cada fase do trabalho e discuta as medidas de controle necessárias.

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.

Análise de segurança da tarefa (AST)



Análise de segurança da tarefa (AST)



PETROBRAS

MOMENTO AST

1. Recursos de segurança próximos

Como analisar?

Comece observando onde está localizado o extintor de incêndio da sua frente de trabalho.

_____

Qual é a saída de emergência mais próxima ao seu local de trabalho:

_____

2. Riscos no ambiente ou atividade

Como analisar?

O contexto direciona o comportamento. Identifique se há fatores que possam colocar sua segurança e a de seus colegas em risco. Marque com "X" os riscos que você identifica no seu trabalho:

- ☐ **Ser atingido por:** objeto no momento da sua movimentação, peças soltas no momento do seu posicionamento, peças cintas, cabos, cordas durante a atividade
- ☐ **Risco de prensamento:** Ao movimentar objetos, peças, equipamentos, seja com você ou por outra pessoa próxima.
- ☐ **Risco de queda ou tropeço:** Existe a possibilidade de pessoas caírem por irregularidade do piso, desníveis ou obstáculos.
- ☐ **Risco de corte/perfuração:** Materiais afiados, ferramentas ou equipamentos, peças soltas que podem causar ferimentos.
- ☐ **Batida contra:** Impacto contra objetos, estruturas, equipamentos, pessoas ou veículos durante a execução da atividade.
- ☐ **Esforço Físico:** Levantamento e transporte manual de peso no manuseio de equipamentos e ferramentas.
- ☐ **Risco de esmagamento:** Manuseio de equipamentos com partes móveis ou rotativas.
- ☐ **Risco de choque elétrico:** Equipamentos eletrificados próximo a sua atividade que possam interferir na sua movimentação da carga.
- ☐ **Outros riscos:**

_____

_____

_____

3. Medidas de Controle

Como analisar?

Quais medidas de controle foram tomadas para garantir a segurança durante as atividades? Caso precise de alguma barreira adicional, converse com seu líder e supervisor. Marque com "X" as medidas de controle tomadas, sublinhe os riscos associados e, caso necessário, descreva um risco que encontrou e não foi citado na linha abaixo:

	Medidas de Controle	Riscos Associados
☐	Uso de EPIs (luvas de raspa ou vaqueta, camisa com mangas compridas fechadas no punho)	Risco de Corte
☐	Isolamento de área, sinalização do local: cones, tampas, barreiras, material no piso	Risco de queda, tropeço
☐	Ficar fora do alcance de objeto no momento da movimentação de carga, respeitar o isolamento, se colocar em posição segura	Risco de ser atingido por
☐	Identificar os possíveis pontos de contato, sinalizá-los ou isolá-los	Risco de bater contra
☐	Desenergizar, neutralizar ou isolar as linhas ou cabos elétricos próximos a atividade	Risco de choque elétrico
☐	Utilização de EPI's (luvas), atenção nas tarefas realizadas não inserindo mãos e dedos em buracos de tábuas, paletes, caixas, equipamentos e carrinhos de transporte	Risco de prensamento/esmagamento
☐	Não inserir as mãos em partes móveis ou rotativas do equipamento, como motrão, polias	Risco de prensamento
☐	Não permanecer atrás do veículo ou maquinário, durante a ré, atenção ao sinal sonoro de ré dos veículos e equipamentos, estar sempre no campo de visão do motorista, permanecer em local seguro fora do isolamento	Risco de atropelamento
☐	Uso de carrinho para transporte de materiais em geral, manter postura adequada para operação de equipamentos e manuseio de ferramentas	Risco ergonômico/esforço físico
☐	Outros: _____	_____

LEMBRE-SE DE REAVALIAR A ÁREA

Se durante a execução da sua tarefa houver alguma mudança no ambiente, ou atividade de outra equipe, que possa interferir, realize uma nova análise (AST) antes de prosseguir.

Caso não se sinta seguro em realizar a atividade, procure informar o seu encarregado, líder ou supervisor sobre o perigo/risco identificado.

Avaliação do ambiente operacional

Durante o planejamento, não basta analisar apenas a carga, aos acessórios e ao equipamento de elevação. O ambiente ao redor da manobra pode conter agentes de risco capazes de comprometer a segurança da operação.

- Energia elétrica: o risco invisível;
- Produtos químicos e degradação de materiais;
- Atmosferas inflamáveis e queda de objetos;
- Equipamentos em movimento e fontes de calor;
- Espaços confinados;
- Vibrações;
- Baixa iluminação;
- Trânsito intenso de pessoas;
- Condições climáticas severas;
- Operações simultâneas;
- Estruturas com acesso restrito.



Critérios da avaliação prévia

Antes do início de todas as movimentações de cargas, devem ser realizadas avaliações e verificações prévias, com registros e rastreabilidade.

Essa checagem é a última barreira para identificar falhas estruturais, operacionais ou ambientais e evitar acidentes graves.

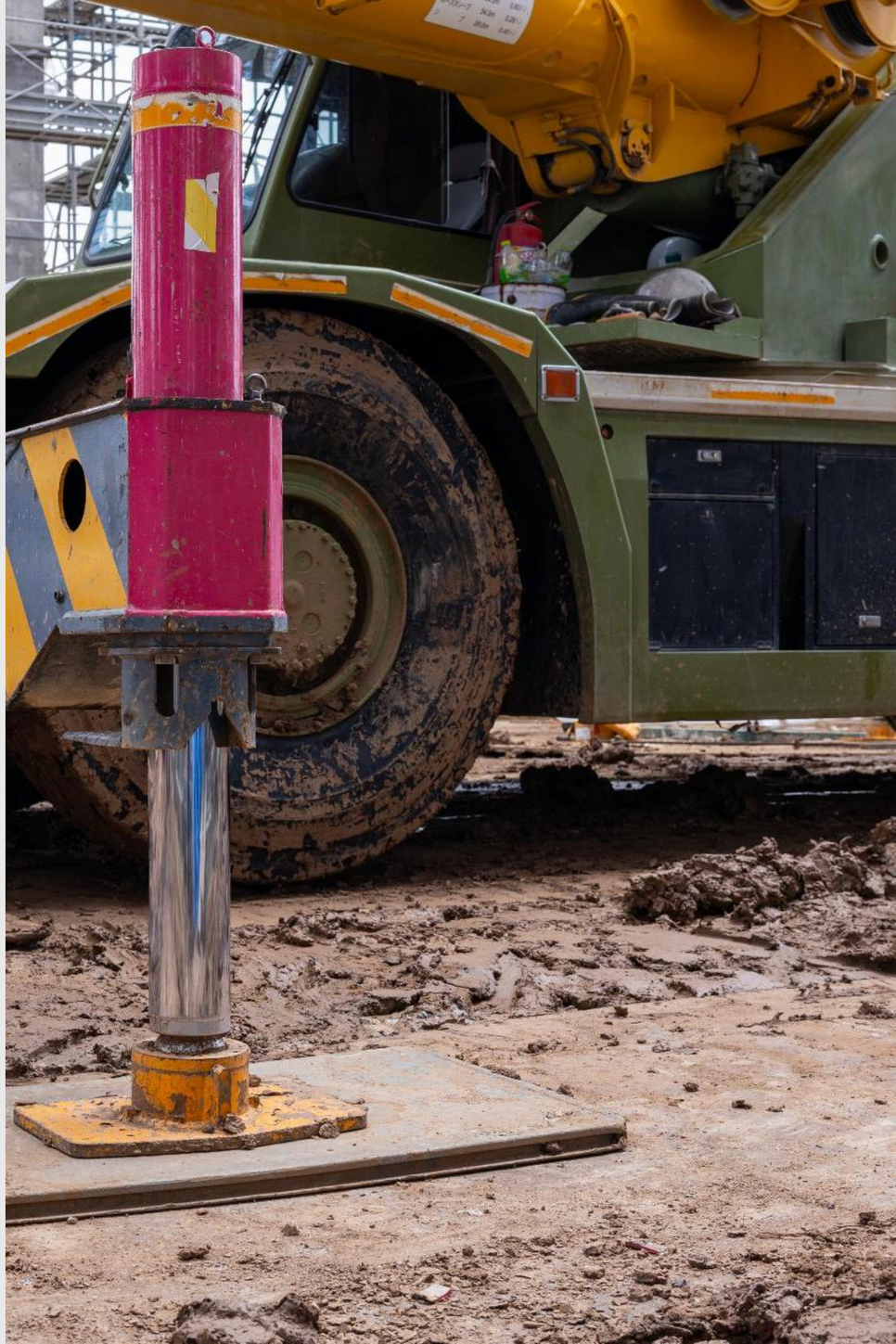
Muitas ocorrências envolvendo movimentações de carga estão associadas a condições inadequadas que poderiam ser sido identificadas por meio de uma verificação prévia criteriosa.

Avaliação do terreno e da área de trabalho

A estabilidade do guindaste depende diretamente do local onde ele será patolado e posicionado.

Pontos críticos que devem ser avaliados:

- Capacidade de suporte do terreno 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.



Avaliação do convés e de outras áreas de trabalho

A segurança e a eficiência na movimentação de carga offshore dependem, também, das condições do local onde a operação será realizada. Uma avaliação prévia bem-feita reduz riscos de queda de carga, colisões entre a carga e estruturas, incidentes de alto potencial, acidentes graves com pessoas e interrupções operacionais.



Pontos críticos que devem ser avaliados:

- Capacidade dos equipamentos e acessórios de içamento;
- Condições das áreas de carga e descarga;
- Condições do convés (concentração de cargas, ordem, limpeza e arrumação);
- Condições dos pontos de ancoragem;
- Condições e das estruturas envolvidas na movimentação;
- Condições meteorológicas e oceanográficas (pitch, holl, heave);
- Definição de posicionamento das pessoas e isolamento da área.



Avaliação do percurso e trajeto da carga

Todo o caminho que a carga vai percorrer deve ser avaliado visualmente do início da operação.

Identificar as principais interferências a serem mapeadas no trajeto:

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

PETROBRAS

3.1.4 Avaliações e verificações prévias

Verificação das condições operacionais

Nenhum equipamento ou acessório deve ser utilizado sem inspeção prévia de uso **com o devido registro.**

Itens obrigatórios de checagem:

- Condições impeditivas à segurança operacional do equipamento/acessórios;
- Prontuário dos equipamentos (em português);
- Certificados/declarações de conformidade dos acessórios emitida pelos fabricantes;
- Sistemas/dispositivos de segurança;
- Disponibilidade dos recursos previstos no planejamento;
- Dispositivos hands-free disponíveis e em condições de uso.

Isolamento e controle da área

O isolamento deve delimitar claramente o raio/área de risco da movimentação de cargas, impedindo o acesso e a permanência de pessoas não envolvidas ou não autorizadas.

Ações de controle:

- Definição e demarcação/isolamento do raio/zona de influência da carga;
- Estabelecimento e controle de acesso de pessoas autorizadas;
- Autonomia para o profissional com atribuição de retirar pessoas não envolvidas na manobra da área isolada;
- Definição e segregação das rotas de circulação (pessoas e veículos);
- Instalação e manutenção da sinalização (placas, avisos, correntes, fita têxtil retrátil de sinalização) e de barreiras físicas (gradis, portinholas, tubos de andaime).

Operações simultâneas

Em ambientes industriais, outras atividades ao redor podem interferir na movimentação.

Exemplos de interferências que exigem controle e prioridade:

- Trabalhos em altura, solda e corte no mesmo raio;
- Operação de outros guindastes ou pontes rolantes próximas;
- Trânsito constante de veículos ou manutenções na área;
- Atividades em áreas classificadas.

SIMOPS

4

Condições Operacionais e de Segurança

Condições Operacionais e de Segurança

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

4.1 Avaliação das condições operacionais

Antes e durante uma atividade de movimentação de cargas, 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.



PETROBRAS

Condições meteorológicas e oceanográficas

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

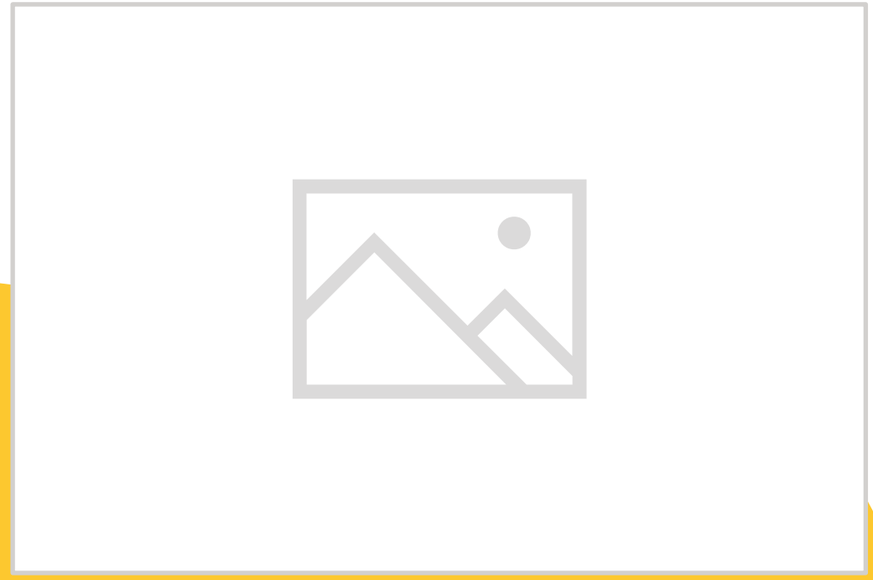
- Velocidade média e rajadas de vento;
- Chuvas intensas, alagamentos e alterações nas condições do terreno;
- Temperaturas elevadas ou extremamente baixas;
- Neblina, poeira, fumaça, incidência solar intensa ou outras condições que reduzam a visibilidade;
- Tempestades elétricas e descargas atmosféricas nas proximidades da operação;
- Altura e comportamento das ondas, observando os limites operacionais estabelecidos;
- Movimentos da embarcação ou da plataforma, podem afetar a estabilidade da carga e a precisão do posicionamento.

Influência do vento nas operações

O vento é um dos fatores climáticos que mais afetam as operações de movimentação de cargas.
Cargas de grande superfície (chapas, painéis, tanques e estruturas) sofrem forte impacto do vento devido à sua área vélica.

Consequências da ação do vento na carga:

- Oscilações laterais, rotação involuntária e balanço excessivo;
- Dificuldade de posicionamento e aumento dos esforços nos acessórios;
- Alteração no raio operacional e redução da estabilidade da máquina.



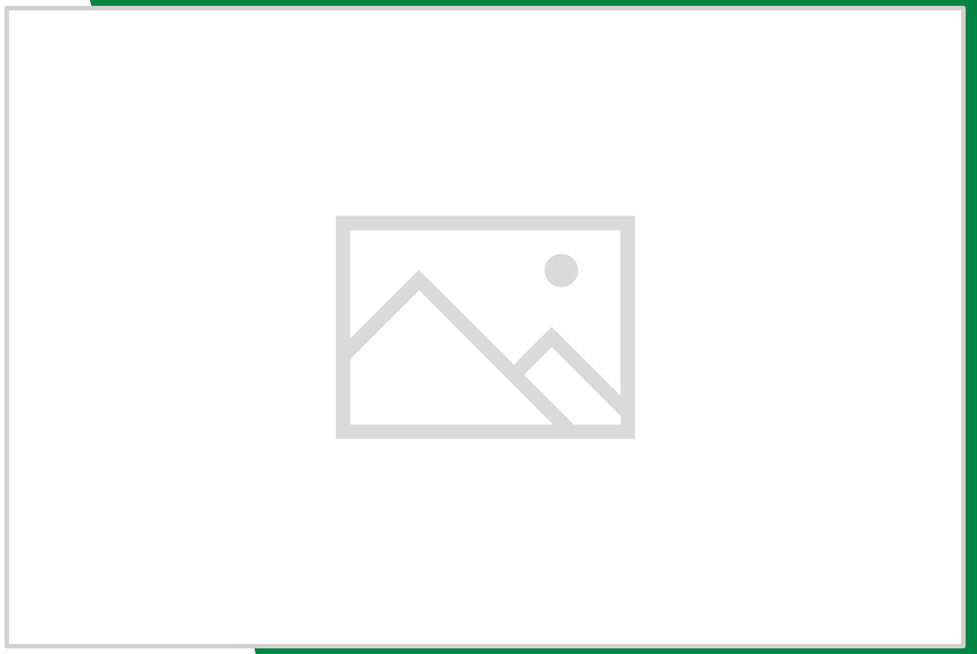
Monitoramento da velocidade do vento:

Requisito normativo do item 10.1.8 da Petrobras N-2869:

"Guindastes terrestres, offshore e gruas devem possuir anemômetro indicando a velocidade do vento no interior da cabine.

Em caso de inoperância do anemômetro da máquina, é permitida a medição com anemômetro portátil no local de instalação."

A velocidade do vento deve ser monitorada continuamente durante toda a operação.



PETROBRAS

4.1.2 Terreno e condições do solo

Fator importante

O solo é um dos elementos mais importantes para a segurança das operações de movimentação de cargas.

A estabilidade de toda a operação depende da capacidade do terreno em suportar os esforços transmitidos pelas rodas, esteiras ou patolas do equipamento.

Diversos acidentes por tombamento ocorrem em terrenos que aparentavam estar em boas condições, mas não possuíam resistência suficiente.

4.1.2 Terreno e condições do solo

Aspectos obrigatórios de avaliação do terreno

Antes do posicionamento do equipamento, a equipe deve avaliar:

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

PETROBRAS

4.1.2 Terreno e condições do solo

Nem todo solo firme é seguro

Um dos erros mais comuns é avaliar o solo apenas pela sua aparência superficial.

Uma área pode parecer firme, mas apresentar ca
com baixa capacidade de suporte, como em ate
áreas escavadas.

A avaliação do terreno deve considerar a super
condições estruturais internas do solo.



Pressão admissível do solo e patolamento

Quando o guindaste é estabilizado, grandes esforços concentram-se em áreas reduzidas nas patolas.

Se a pressão aplicada ultrapassar a pressão admissível do solo, podem ocorrer:

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

Em operações críticas ou locais desconhecidos, pode ser necessária análise geotécnica ou consulta a profissional habilitado.

Utilização de calços e placas de distribuição (MATS)

Calços, dormentes e placas metálicas devem ser utilizados para distribuir os esforços sobre uma área maior e reduzir a pressão no solo.

Atenção à regra de engenharia:

- Os calços apenas distribuem melhor os esforços, não aumentam a resistência própria do terreno;
- Se o solo tiver baixa capacidade de suporte, serão necessárias medidas adicionais de engenharia.

Exemplo prático de falha no solo

Cenário: guindaste posicionado sobre área recém-aterrada com terreno aparentemente firme.

Durante o içamento, as cargas transmitidas pelas patolas superam a capacidade do solo, causando o afundamento lento de uma delas.

Resultado: inclinação e perda de estabilidade do equipamento.

Lição: o evento evidencia falha na avaliação prévia do terreno, e não um defeito no guindaste ou no operador.



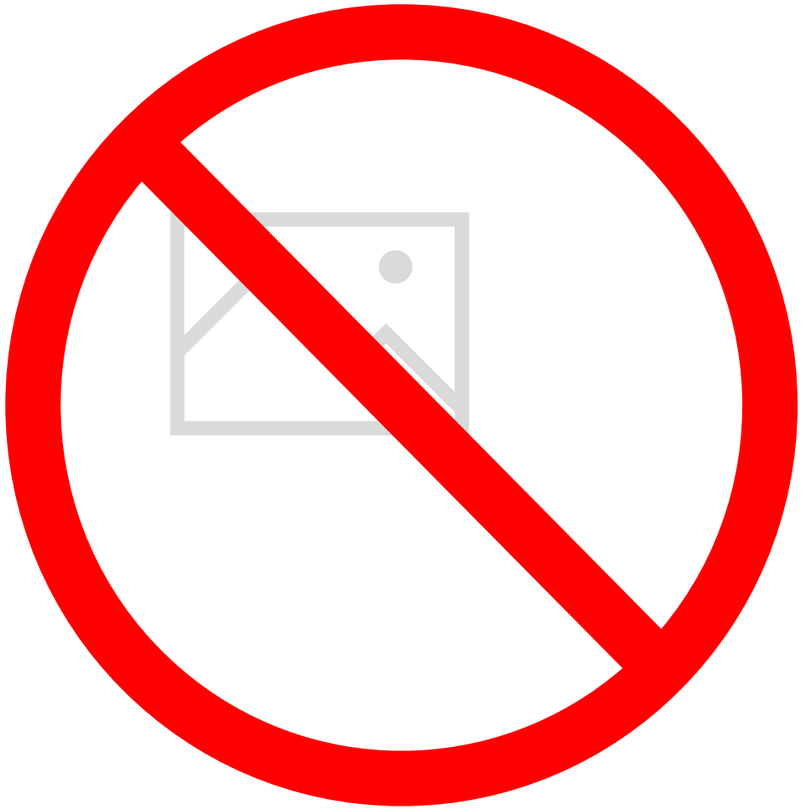
4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais

Avaliação prévia

Toda operação de movimentação ocorre dentro de um ambiente físico com desafios e limitações próprias.

Antes do início, deve-se avaliar o espaço físico disponível, as rotas de acesso e as possíveis interferências no percurso.

Equipamentos adequados e equipe capacitada não anulam os riscos de obstáculos não identificados previamente.

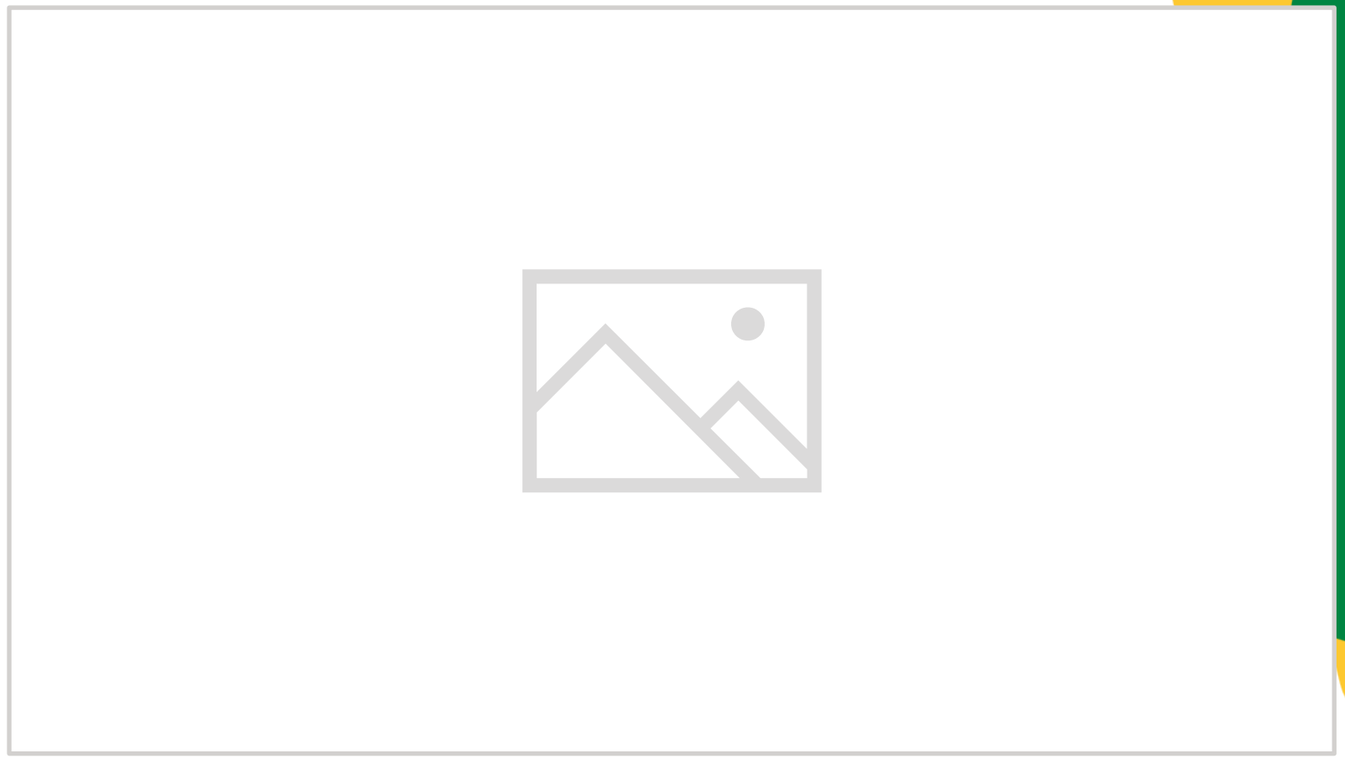


4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais

Condições para acesso e movimentação

A equipe deve verificar se o espaço garante condições adequadas para:

- Acesso, posicionamento, montagem e estabilização do equipamento;
- Giro da lança e giro do contrapeso;
- Movimentação da carga ao longo de todo o percurso e posicionamento final;
- Movimentação segura do moitão, bola estruturas.



PETROBRAS

4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais

Aspectos essenciais nas rotas de circulação

Parâmetros que devem ser observados no trajeto:

- Largura das vias, raios de curva para manobras e capacidade de suporte das pistas;
- Altura livre disponível e existência de tráfego de pessoas ou veículos;
- Áreas para estacionamento e espera de equipamentos;
- Obstrução das rotas de fuga, principalmente em instalações offshore.

Obstáculos e interferências no ambiente

Identificação de elementos que possam interferir direta ou indiretamente no içamento:

- Tubulações aéreas (limitam a lança/carga) e subterrâneas (afetadas pelo peso das patolas);
- Linhas elétricas energizadas (risco crítico de choque por contato ou arco elétrico);
- Estruturas fixas como passarelas, silos, andaimes e tubulações que reduzem a visibilidade.

4.1.3 Espaço disponível, rotas de acesso e interferências operacionais

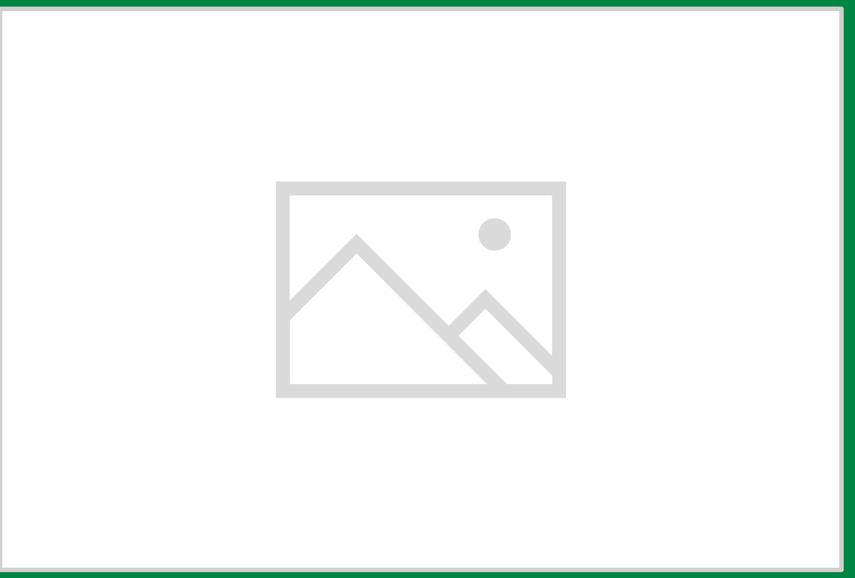
Máquinas, materiais e área de giro

Cuidados adicionais no canteiro e unidades operacionais:

- Coordenar trânsito de empilhadeiras, caminhões e máquinas em operação;
- Organizar pilhas de materiais, pallets e sucatas que reduzem o espaço útil;
- Avaliar o espaço em *laydown* areas de instalações offshore;
- Manter a área de giro do contrapeso totalmente livre e isolada contra esmagamentos.



Considerações finais: o entorno da operação



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

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

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

Passagem proibida

Controlar a circulação de pessoas é uma das medidas mais importantes para prevenir acidentes na movimentação de cargas.

Mesmo com equipamentos adequados e amarração correta, podem ocorrer eventos não planejados, como oscilações, falhas mecânicas ou rompimentos.

O isolamento da área e o controle de acesso são partes obrigatórias do planejamento e da execução da operação.

PETROBRAS

4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área

Requisitos normativos (Petrobras N-2869)

Item 9.1.7 (N-2869):

"As áreas de operação de movimentação de carga devem ser isoladas e sinalizadas adequadamente."

Item 9.1.8 (N-2869):

"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."

O controle do entorno é uma exigência normativa e fator direto de prevenção de acidentes graves.



Área de influência da carga

A área de influência da carga é a região potencialmente atingida em caso de perda de controle, queda ou deslocamento inesperado.

A delimitação dessa zona de risco deve considerar:

- Peso e dimensões da carga;
- Altura de içamento;
- Trajetória da movimentação;
- Possíveis oscilações e deslocamentos materiais;
- O ambiente ao redor da operação.

PETROBRAS

4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área

Regras de permanência na área de risco

Pessoas não autorizadas devem permanecer rigorosamente fora da área isolada.

Pessoas autorizadas devem ficar fora da área de influência da carga e seguir três proibições absolutas:

- Nunca ficar sob a carga suspensa;
- Nunca ficar no caminho de deslocamento da peça;
- Nunca ficar posicionadas entre a carga e um obstáculo fixo.

4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área

Planejamento dos fluxos de pessoas

Antes de iniciar o içamento, a equipe deve identificar as rotas de circulação no canteiro.

A avaliação deve mapear:

- Caminhos de pedestres e rotas de veículos;
- Acessos operacionais, rotas de fuga e emergência;
- Áreas de trabalho próximas e locais de armazenagem em *laydown* areas;
- Locais com grande concentração de trabalhadores.

Criar rotas alternativas é necessário para evitar travessias na área de risco.

Interferências de outras atividades (simops)

Operações frequentemente ocorrem em ambientes com manutenções, soldagem, montagem e transporte interno simultâneos.

Em paradas de manutenção, a alta concentração de trabalhadores e veículos aumenta consideravelmente os riscos.

Ações necessárias:

- Identificar todas as atividades simultâneas no planejamento;
- Definir prioridades operacionais e limites de isolamento;
- Alinhar rigorosamente as ações entre as equipes envolvidas.

Vigias e dinamismo do isolamento

Quando o isolamento físico (fitas/grades) não for suficiente, deve-se designar um membro da equipe para atuar como vigia dedicado.

O vigia é responsável por orientar trabalhadores, impedir acessos indevidos e manter a área protegida.

Atenção ao caráter dinâmico:

- O isolamento não é uma etapa feita apenas no início da operação;
- A área de risco se altera à medida que a carga se desloca;
- O perímetro deve ser reavaliado e ajustado durante todas as fases do içamento.



PETROBRAS

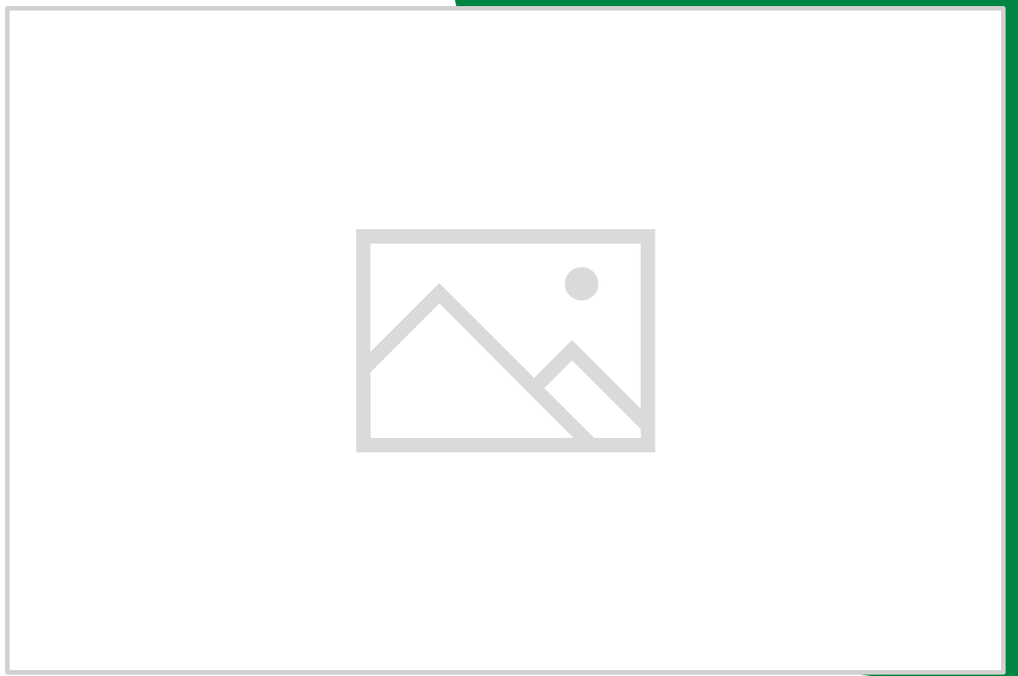
4.1.4 Fluxos de pessoas e vigilância do isolamento da área

O respeito aos limites da área

Equipamento adequado, carga amarrada, acessórios inspecionados e comunicação ativa.

Se uma pessoa atravessa a área isolada para economizar alguns segundos de caminhada, o risco da operação se altera drasticamente.

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



4.1.5 Gerenciamento de riscos

O gerenciamento de riscos é 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.

- 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.

PETROBRAS

Hierarquia de medidas de controle (mitigação)

As medidas de controle devem priorizar soluções coletivas sobre o comportamento humano:

A. Eliminação / substituição: Consiste em remover o perigo ou substituí-lo por uma alternativa de menor risco.

B. Controles de engenharia: Consistem em medidas que modificam fisicamente a fonte do perigo, o ambiente ou a forma de exposição ao risco.

C. Controles administrativos: Consistem em procedimentos, métodos de trabalho, treinamentos, comunicação e formas de organização da atividade.

D. Uso de EPIs: São utilizados quando os controles anteriores não eliminam completamente os riscos Existentes.



Monitoramento contínuo e reavaliação

O gerenciamento de riscos não termina quando a movimentação começa.

O cenário pode mudar rapidamente devido a:

- Aumento repentino da velocidade do vento;
- Tentativas de acesso não autorizado à área isolada;
- Alterações no solo causadas por chuva;
- Início de novas atividades por equipamentos próximos;
- Comportamentos inesperados da carga suspensa.

Análise crítica pós-operação (debriefing)

Após a conclusão do trabalho, realizar a análise crítica permite discutir:

- O que ocorreu conforme o esperado;
- As dificuldades e interferências encontradas;
- Os controles que se mostraram eficazes;
- As oportunidades de melhoria e aprendizados a compartilhar.

Operações executadas com sucesso também revelam boas práticas que devem ser preservadas.

4.1.6 Análise de acidentes e incidentes

Diferença entre os conceitos operacionais:

- **Acidente:** evento imprevisto e indesejável que resultou em dano à pessoa, ao patrimônio ou impacto ao meio ambiente;

- **Incidente:** evento imprevisto e indesejável que poderia ter resulta 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.

Realizar uma análise adequada dos eventos 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.

Processo geral de análise

Independentemente da metodologia utilizada pela organização, a análise normalmente contempla as seguintes etapas:

- **Comunicação da ocorrência**
- **Preservação de informações**
- **Investigação e análise**
- **Definição de ações**
- **Compartilhamento dos aprendizados**
- **Prevenção e melhoria contínua**

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 reincidências 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 (pág. 87):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 87):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 87):

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.

Faça suas anotações e depois compartilhe com o instrutor e o restante da turma.

5

Impactos de condições ambientais

PETROBRAS

Impactos de Condições Ambientais

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

5. Condições ambientais

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.



O vento

A velocidade e o comportamento do vento devem ser avaliados antes do início e monitorados continuamente durante toda a operação.

Entre os principais efeitos do vento na peça suspensa estão:

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

Cargas leves e com área maior representam desafios maiores do que cargas pesadas e compactas devido à maior superfície exposta.

Tipos e comportamento de vento

Tipo de ventos:

- **Vento constante**
- **Rajadas de vento**
- **Vento turbulento**
- **Correntes ascendentes e descendentes**

Comportamento do vento:

- **Vento frontal**
- **Vento lateral**
- **Vento traseiro**
- **Vento cruzado**

Área vélica?
Área projetada da carga sobre a qual o vento exerce pressão.

Quanto maior essa área, maior será a força aplicada e maiores os esforços nos acessórios e no guindaste.

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.

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

Carga	Peso	Área Vélica	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

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:

- 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.

Como funciona a escala e fatores observados

A escala classifica a intensidade do vento em níveis crescentes, associando a velocidade aos efeitos observados no ambiente.

Para estimar a força do vento, analisa-se:

- Movimentação de árvores e vegetação;
- Poeira em suspensão e deslocamento de objetos soltos;
- Ondulação da água e vibração de estruturas leves;
- Efeito de ressonância no ambiente.
- Bandeiras excessivamente esticadas;
- Dificuldade das pessoas em manter o equilíbrio na área.



Obs.: A Escala de Beaufort é uma ferramenta complementar de observação visual e não substitui a medição instrumental.

Como funciona a escala e fatores observados

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														

A aceleração do vento

Quando o escoamento é canalizado por passagens estreitas entre estruturas, ocorre uma aceleração localizada do vento, conhecida como Efeito Venturi.

A carga pode sair de uma zona com velocidade média aceitável e sofrer rajadas severas ao passar entre dois obstáculos.

Locais propensos ao Efeito Venturi

- Galpões industriais e tanques de armazenamento;
- Colunas, vasos de processo e estruturas metálicas;
- Plataformas offshore e embarcações atracadas;
- Pontes, viadutos e grandes edificações;
- Corredores estreitos entre equipamentos.

PETROBRAS

5.1.3 Efeito Venturi

Exemplo prático em área industrial

Movimentação de um vaso de pressão em corredor formado por dois grandes tanques de armazenamento.

Em área aberta, a medição do vento indica condições normais.

Ao atravessar o corredor entre os tanques, o vento é canalizado, gerando aceleração pontual e turbulência na carga.

O risco não mudou na instalação inteira, mas alterou-se severamente naquele trecho específico da manobra.

5.1.3 Efeito Venturi

Como reduzir os riscos do Efeito Venturi

Medidas preventivas obrigatórias no planejamento e na execução:

- Avaliar cuidadosamente todo o trajeto da carga;
- Observar não apenas a velocidade média, mas a presença de rajadas e turbulências;
- 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.

PETROBRAS

5.1.4 O uso do anemômetro

Medindo a velocidade do vento

O anemômetro é o instrumento utilizado para medir a velocidade do vento e constitui uma ferramenta essencial de apoio à tomada de decisão.

A avaliação deve basear-se em medições objetivas e confiáveis, permitindo identificar variações que exijam a interrupção da atividade ou novos controles.

Tipos de anemômetro:

- **Anemômetro fixo:** instalado permanentemente no equipamento ou na estrutura;
- **Anemômetro portátil:** utilizado pela equipe para medições em pontos específicos;
- **Estação meteorológica:** utilizada para monitoramento contínuo em grandes instalações.



Instalação e requisitos normativos

O instrumento deve estar instalado preferencialmente no topo da lança, onde a velocidade do vento representa a real condição de operação.

Conforme a Petrobras N-2869, o anemômetro portátil pode ser usado como contingência em caso de indisponibilidade do equipamento fixo.

Enquadramento normativo:

- **NR-18:** exige anemômetro em guindastes e gruas para indicação direta ao operador;
- **NR-12:** estabelece requisitos adicionais para equipamentos de movimentação de pessoas;
- **NR-37:** define limites e diretrizes para instalações marítimas e plataformas.

Lembrete.: A velocidade do vento varia com a altura e com as características do ambiente.

5.1.4 O uso do anemômetro

Velocidade média versus rajadas

A medição e avaliação do vento devem considerar dois comportamentos distintos:

- **Velocidade média:** representa o comportamento contínuo do vento num determinado período;
- **Rajadas:** aumentos rápidos e temporários de intensidade que provocam oscilações inesperadas na carga.

Ambos os parâmetros são determinantes para a tomada de decisão sobre a segurança do içamento

Limites de vento para guindastes em plataformas

Tabela de referência para condições de 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.

O anemômetro não substitui a avaliação operacional

Além da velocidade medida, a decisão de operar, interromper ou retomar deve avaliar:

- Direção do vento, área vélica e geometria da carga;
- Oscilações observadas durante o içamento;
- Configuração do equipamento e obstáculos no entorno;
- Turbulências e rajadas localizadas;
- Recomendações do fabricante e plano de içamento.

5.1.5 A utilização da biruta

Indicação visual

A biruta indica visualmente a direção predominante do vento e fornece uma estimativa de sua intensidade.

É empregada em portos, refinarias, terminais, estaleiros, plantas industriais e aeroportos.

Na movimentação de cargas, é uma ferramenta simples, de fácil interpretação e extremamente útil para o monitoramento contínuo.18



Como funciona a biruta

Composta por um cone de tecido sobre suporte giratório para alinhamento automático com o vento.

A extremidade mais larga fica voltada para a origem do vento, enquanto a estreita aponta para a direção onde ele se desloca.



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.

Valores indicativos que variam conforme o modelo e tamanho.

Aplicação na movimentação de cargas

Permite acompanhar alterações sem consultar instrumentos eletrônicos a todo momento.

Utilizações principais:

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

Aumenta a percepção situacional para antecipar riscos à estabilidade da carga.

Limitações e boas práticas de utilização

A biruta é um indicador visual e não mede a velocidade com precisão.

Não substitui o anemômetro em atividades críticas para medições quantitativas exatas.

Boas práticas de instalação e manutenção:

- Instalar em local elevado e livre de obstáculos;
- Evitar proximidade com edificações ou tanques que alterem o fluxo do ar;
- Realizar inspeções periódicas contra rasgões, desgaste e travamento giratório;
- Manter boa visibilidade para toda a equipe envolvida na operação.

Influência direta

Temperaturas elevadas, frio intenso e precipitações influenciam diretamente a segurança operacional.

Esses fatores afetam o comportamento da carga, o desempenho dos equipamentos e a capacidade de atenção da equipe.

Ações exigidas em campo:

- Considerar os fatores ambientais no planejamento inicial;
- Monitorar continuamente as variações térmicas e climáticas durante a execução;
- Reavaliar os riscos e interromper a atividade caso a segurança seja comprometida.

Efeitos das temperaturas elevadas nos equipamentos

As altas temperaturas podem comprometer a confiabilidade dos sistemas mecânicos e hidráulicos.

Impactos diretos no equipamento:

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



Efeitos das temperaturas elevadas nas cargas e nas pessoas

A exposição ao calor afeta tanto a integr
quanto a saúde dos trabalhadores.

Impactos na carga e na equipe:

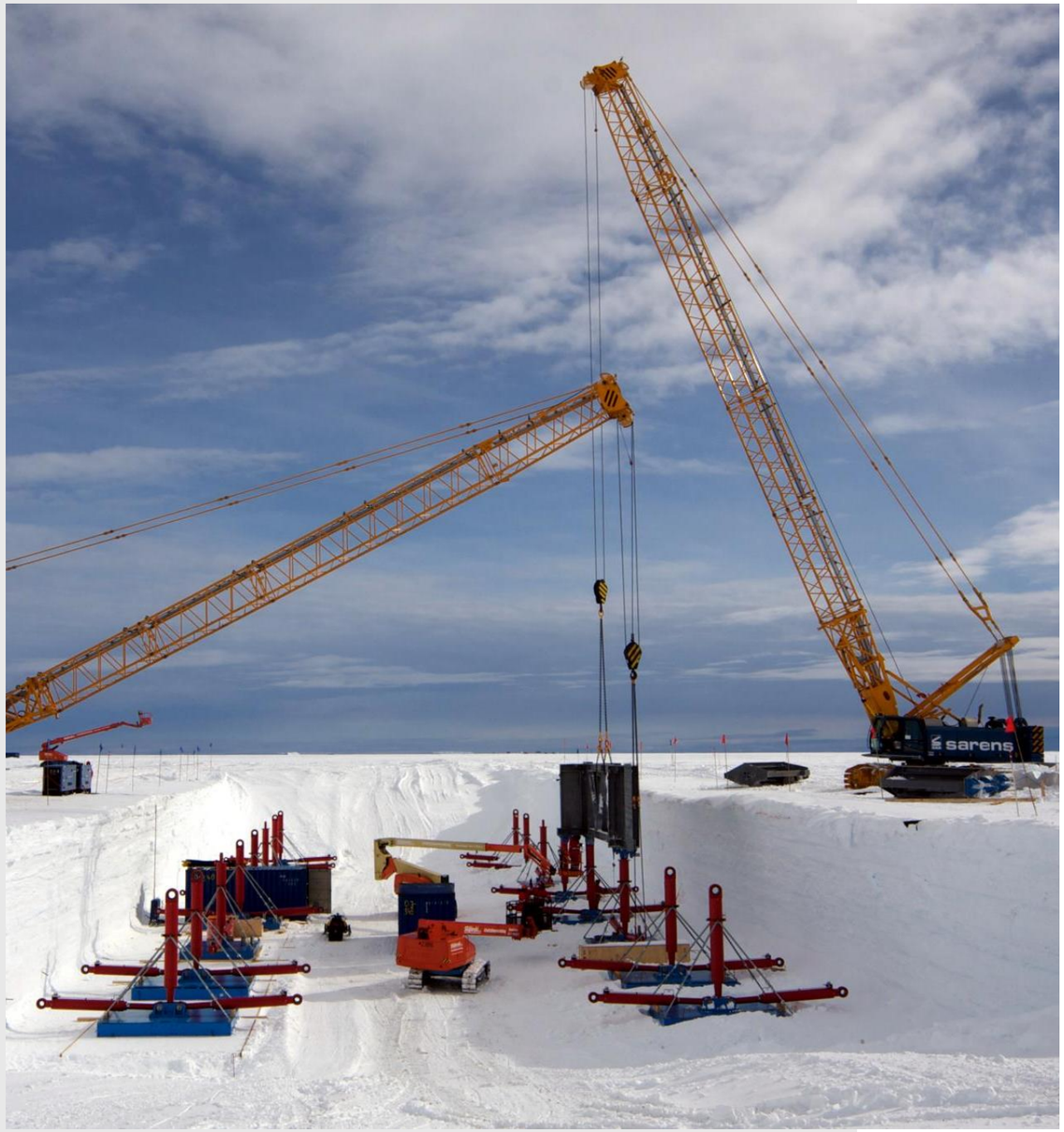
- **Na carga:** alterações dimensionais, de
perda de propriedades térmicas e
prolongadas;
- **Nas pessoas:** fadiga térmica, desidrataç
atenção e diminuição da capacidade
decisão;
- **No risco geral:** aumento significativo da
de falhas operacionais humanas e mecâni

Medidas de controle para calor intenso

Ações obrigatórias para mitigar os riscos associados ao calor extremo:

- Intensificar as inspeções rotineiras e monitorar a temperatura dos equipamentos;
- Verificar vazamentos e garantir o funcionamento correto dos sistemas de arrefecimento;
- Reforçar a hidratação constante de toda a equipe envolvida na operação;
- Programar pausas adequadas de descanso em locais com sombra e ventilação.





Temperaturas baixas: efeitos sobre o equipamento e a carga

O frio intenso pode provocar alterações físicas nos equipamentos e nos materiais.

Impactos diretos na operação:

- **No equipamento:** aumento da viscosidade dos fluidos hidráulicos (movimentos lentos e irregulares), falhas em sistemas elétricos por condensação e redução da eficiência mecânica;
- **Na carga:** determinados materiais tornam-se mais frágeis e suscetíveis a danos durante a movimentação;
- **Nos componentes:** cabos de aço, ganchos e acessórios metálicos apresentam maior sensibilidade a impactos.

Temperaturas baixas: efeitos nas pessoas e medidas de controle

A exposição ao frio intenso afeta a capacidade operacional dos trabalhadores.

Impactos na equipe e ações preventivas:

- **Efeitos na saúde e desempenho:** redução da destreza manual, lentidão na execução das tarefas, dificuldade de comunicação, fadiga e perda de concentração;
- **Aquecimento prévio:** realizar o aquecimento prévio dos equipamentos antes do início da operação;
- **Lubrificação e vestuário:** verificar os pontos de lubrificação e assegurar que os trabalhadores utilizem vestimentas e proteção adequadas às condições climáticas.

Chuva e umidade: efeitos sobre o equipamento e a carga

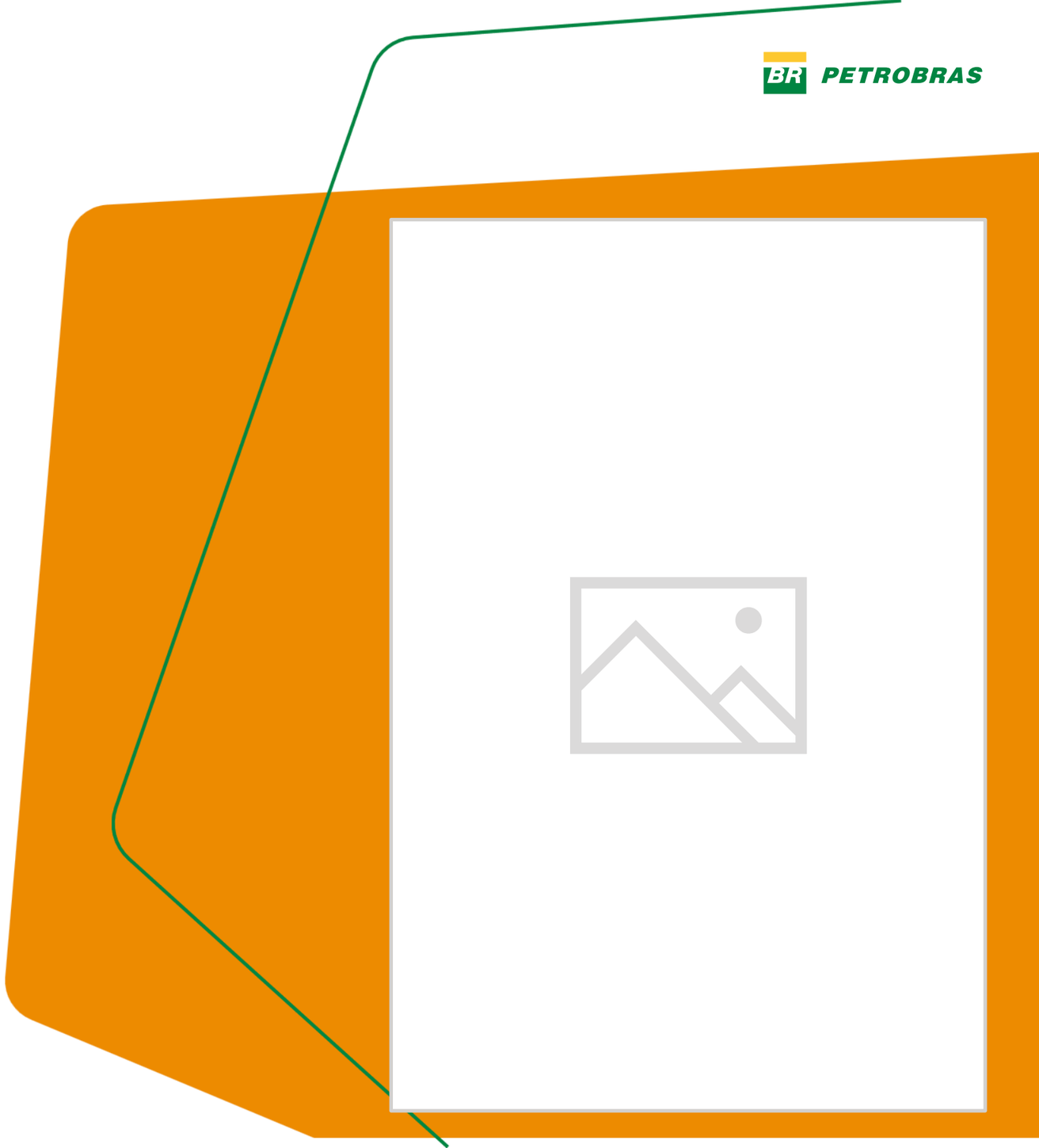
A água e a umidade afetam diretamente os componentes mecânicos, elétricos e estruturais.

Impactos na operação:

- **No equipamento:** entrada de água em sistemas elétricos, redução na eficiência de comandos e comprometimento do patolamento em solos encharcados;

- **Na carga:** risco de deslizamento por perda de aderência, alteração na amarração e enfraquecimento do solo por amolecimento;

- **Materiais higroscópicos:** aumento significativo do peso em cargas absorventes como madeira, grãos, têxteis e big bags.



Efeitos da chuva nas pessoas e medidas de controle

A chuva altera as condições de visibilidade e aumenta os riscos de acidentes de trânsito e campo.

Impactos na equipe e ações de controle:

- **Efeitos operacionais:** redução da visibilidade, dificuldade de comunicação visual e maior risco de escorregamentos e quedas;
- **Avaliação criteriosa:** operações sob chuva exigem redução da velocidade e ampliação das áreas de isolamento;
- **Paralisação:** suspensão imediata da atividade em casos de chuva intensa, tempestades ou falta de segurança.

Influência da chuva nos acessórios de içamento

A presença de umidade exige maior rigor na inspeção e conservação dos acessórios.

Pontos de atenção nos acessórios:

- **Cintas sintéticas:** molhadas ficam mais pesadas, acumulam sujeira e dificultam a inspeção visual de cortes e desgastes;
- **Componentes metálicos:** cabos de aço e correntes exigem atenção quanto à limpeza, lubrificação e proteção contra corrosão;
- **Vida útil:** embora a chuva isolada não reduza de imediato a capacidade de carga, ela favorece o desgaste acelerado dos acessórios.



Procedimentos preventivos gerais

Adoção de diretrizes indispensáveis para garantir a segurança sob clima adverso.

Procedimentos obrigatórios:

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

Variações no mar

As condições oceanográficas exercem influência direta na segurança das operações offshore de movimentação de cargas.

Fatores como altura de onda e correntes marítimas alteram o comportamento da embarcação, da carga suspensa e dos equipamentos.

Essas variáveis aumentam os esforços dinâmicos e reduzem a precisão, exigindo avaliação no planejamento e monitoramento contínuo.



Impactos da altura de onda

Efeitos do movimento das ondas na operação offshore:

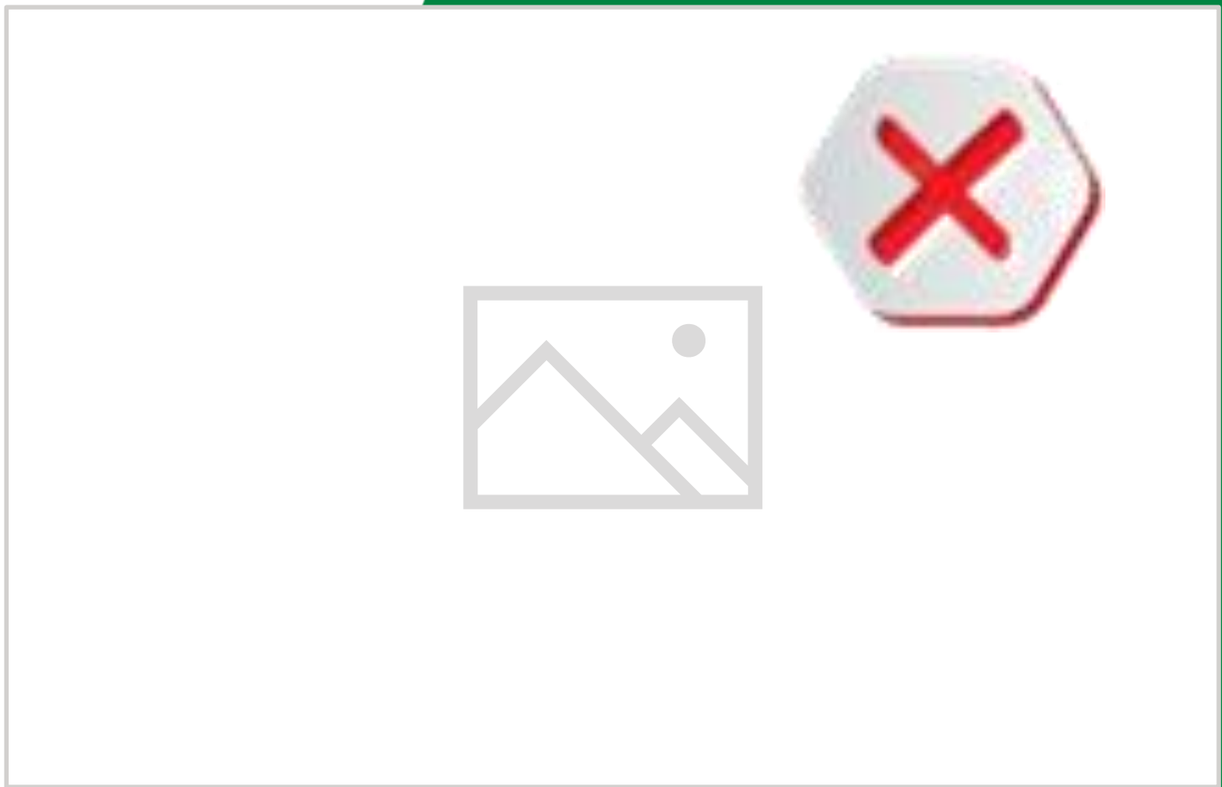
- Aumento dos movimentos verticais da embarcação, elevando os esforços dinâmicos no equipamento, acessórios e carga;
- Redução da estabilidade operacional durante as fases críticas da movimentação;
- Maior tendência à oscilação, rotação e impacto contra estruturas ou embarcações;
- Dificuldade de posicionamento e assentamento seguro da carga;
- Aumento do risco de cargas pendulares e choques durante operações de transferência.



Impactos das correntes marítimas

Efeitos do deslocamento de água nas cargas e embarcações:

- 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.



Análise conjunta do estado do mar

Em operações offshore, o estado do mar deve ser analisado em conjunto com as condições meteorológicas.

A combinação de vento, ondas e correntes eleva significativamente os esforços dinâmicos.

Essa integração é essencial para preservar a estabilidade da operação e mitigar riscos para pessoas, cargas e equipamentos.

Descargas atmosféricas

As descargas atmosféricas representam um dos riscos mais graves para operações de movimentação de cargas em áreas abertas.

Guindastes e gruas possuem estruturas metálicas elevadas que aumentam a exposição a tempestades elétricas.

Embora não atraiam raios, a altura e localização tornam estes equipamentos pontos suscetíveis a impactos diretos ou correntes secundárias.





Riscos durante uma tempestade

Consequências severas de uma descarga atmosférica no canteiro:

- 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 e plantas petroquímicas, o risco é amplificado pela presença de produtos inflamáveis.

Quando interromper a operação

Identificação de sinais de tempestade e critérios de paragem:

- Relâmpagos, trovões ou alertas de sistemas meteorológicos exigem reavaliação imediata;
- A presença de descargas nas proximidades é motivo suficiente para suspender operações em áreas abertas;
- A decisão deve seguir os procedimentos internos, o plano de movimentação e os responsáveis pela segurança.

Retomada da atividade e medidas preventivas

A operação não deve ser retomada imediatamente após o término da tempestade.

Verificações obrigatórias para liberação dos trabalhos:

- Ausência de novas descargas atmosféricas na região;
- Retorno das condições meteorológicas aos limites operacionais;
- Estabilidade do terreno e integridade do equipamento pós-chuva/vento;
- Alinhamento e orientação da equipe sobre as condições da atividade.

Medidas preventivas contínuas:

- Monitorar índices e acompanhar alertas climáticos;
- Interromper a operação ao primeiro sinal de tempestade próxima;
- Manter a equipe afastada de cargas suspensas e equipamentos durante raios.

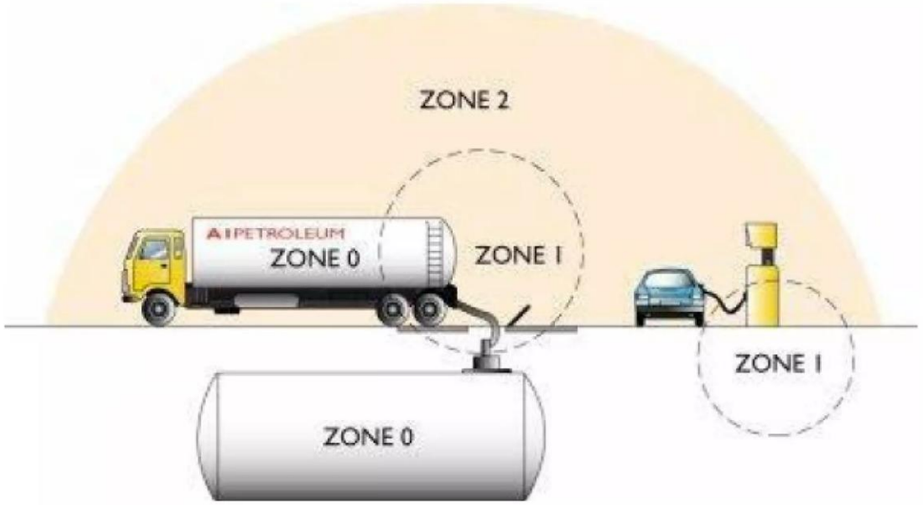
Aterramento dos equipamentos

O aterramento não impede que um raio atinja o guindaste nem elimina os riscos para as pessoas.

Funções reais do aterramento:

- Proporcionar um caminho preferencial para dissipação de correntes elétricas;
- Reduzir diferenças de potencial entre partes metálicas e proteger sistemas elétricos;
- Dissipar a eletricidade estática, vital em áreas classificadas e terminais de combustíveis.

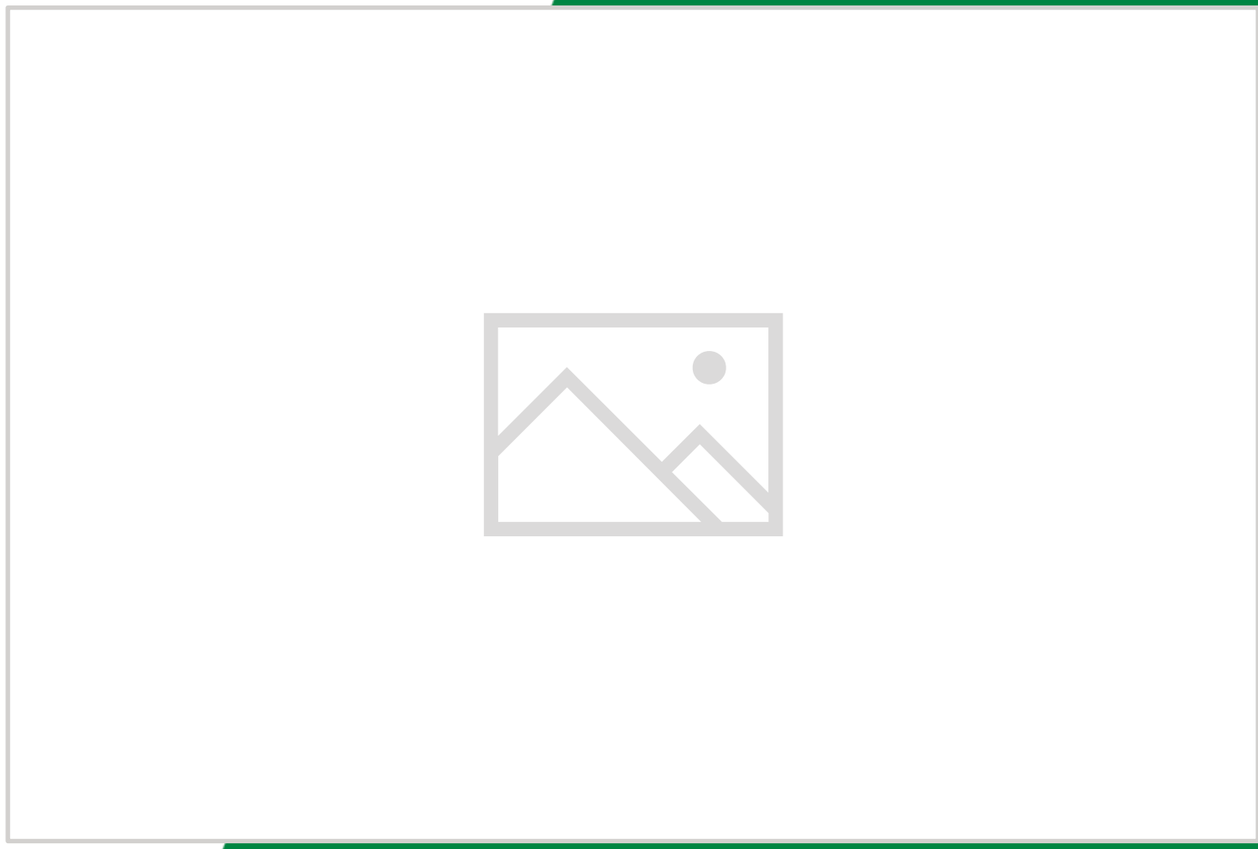
O aterramento é uma medida complementar e não autoriza a continuidade dos trabalhos durante tempestades. A principal proteção continua a ser a interrupção da operação e o afastamento da área de risco.



Tipos de obstáculos no ambiente de operação

Identificação dos obstáculos de acordo com a sua localização no canteiro:

- **Obstáculos aéreos:** estruturas metálicas, tubulações, dutos, cabos energizados, bandeijamentos e vigas;
- **Obstáculos laterais:** paredes, contêineres, veículos, equipamentos estacionados e pilhas de materiais;
- **Obstáculos no solo:** buracos, valas, canaletas, resíduos, desníveis, trilhos, andaimes e escavações;
- **Obstáculos móveis:** empilhadeiras, caminhões, retroescavadeiras e fluxo de pessoas no pátio.



Pontos cegos e consequências operacionais

Pontos cegos ocorrem quando o operador perde a visibilidade da carga, das manobras, das estruturas próximas ou da equipe.

O sinaleiro é a peça fundamental para garantir o controle e a precisão em áreas cegas.

Riscos associados à falta de visibilidade:

- Colisões da carga com estruturas, tubos e paredes;
- Danos ao guindaste, principalmente na lança e nos cabos de aço;
- Prensagem de pessoas entre a carga e estruturas fixas;
- Bloqueio de rotas de fuga em situações de emergência;
- Respostas tardias do operador por falta de campo de visão.





5.4 Impacto da presença de obstáculos e pontos cegos

Mudanças constantes

Alterações ambientais, movimentação de equipamentos e operações simultâneas modificam constantemente a área de trabalho.

A presença de obstáculos e pontos cegos compromete o trajeto da carga, dificulta a comunicação e eleva os riscos de colisão.

Quando não gerenciados, esses fatores impedem o operador de visualizar o movimento total da carga e do equipamento.

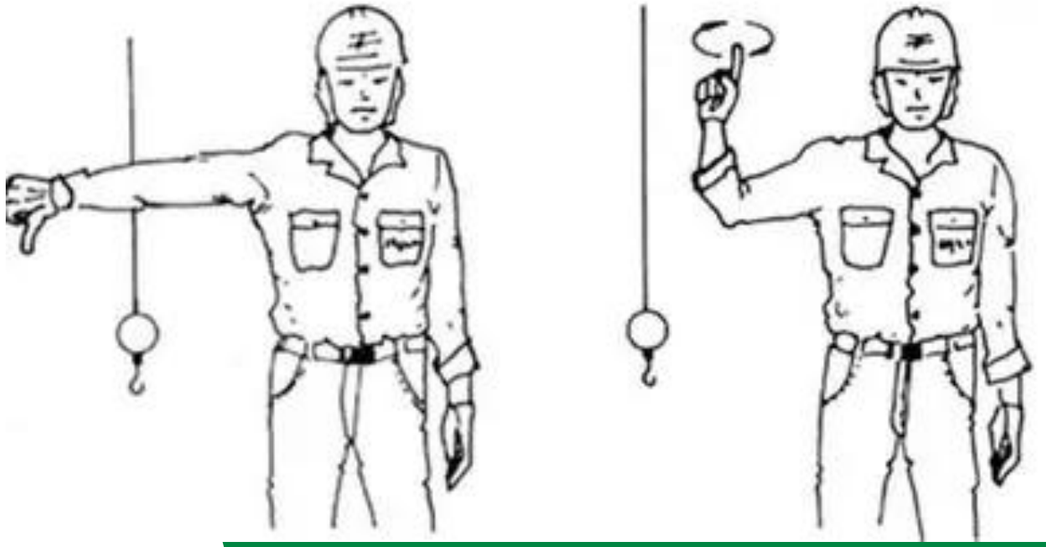
Pontos cegos e consequências operacionais

Analise os **pontos cegos** e as possíveis **consequências**.

Medidas preventivas e de controle

Ações práticas para mitigar riscos de colisão e pontos cegos:

- Mapear toda a área de operação antes de iniciar o içamento;
- Identificar interferências aéreas e subterrâneas no trajeto da carga;
- Criar rotas seguras, evitando locais com múltiplos obstáculos;
- Estabelecer comunicação contínua via rádio e sinais padronizados entre operador e sinaleiro;
- Isolar a área e utilizar observadores adicionais (spotters) quando necessário;
- Reduzir a velocidade dos movimentos ao transitar por áreas críticas.



Integração com o planejamento

A análise de obstáculos deve integrar o plano de movimentação de cargas desde as etapas iniciais.

Etapas essenciais do planejamento:

- Inspeção prévia detalhada da área de trabalho;
- Definição exata do trajeto da carga e do posicionamento do guindaste;
- Avaliação rigorosa de riscos e distribuição da equipe no campo;
- Mapeamento completo do ambiente para eliminar imprevistos na execução.

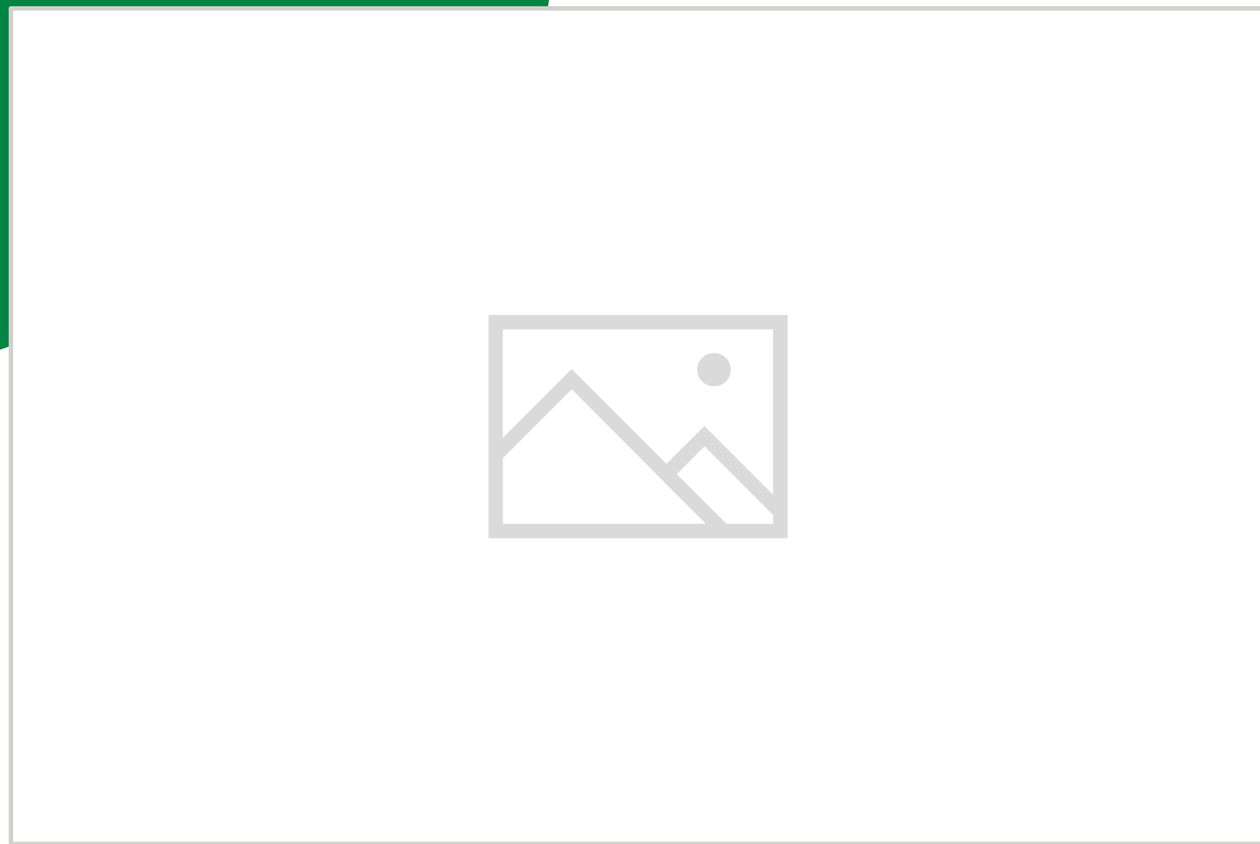


Um fator crítico

A resistência do solo é um dos fatores mais críticos para a segurança das operações de içamento.

A estabilidade de guindastes, plataformas e veículos de apoio 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 do fabricante.

Consequências de solo com baixa resistência

Quando o solo ou a superfície de apoio não suportam adequadamente os esforços aplicados, 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;
- Danos a tampas de canaletas, galerias técnicas e caixas de inspeção, podendo resultar em colapso localizado da superfície.



Fatores que reduzem a resistência do solo

Esses fenômenos podem ocorrer de forma lenta (recalque gradual) ou súbita, sendo esta última a mais crítica por resultar em perda imediata de estabilidade.

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

- 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 sobre o solo, recomenda-se:

- Realizar análise prévia e criteriosa do 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 (pág. 116):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 116):

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.

Dispositivos e Acessórios

- **Dispositivos e Acessórios**

- 6.1 Introdução aos acessórios de movimentação de cargas.
- 6.2 Tipos de acessórios e dispositivos
- 6.2.1 Cinta de elevação
- 6.2.2 Linga de cabo de aço
- 6.2.3 Linga de corrente
- 6.2.4 Manilha
- 6.2.5 Gancho de içamento
- 6.2.6 Anel de carga (anelão)
- 6.2.7 Parafuso olhal de içamento
- 6.2.8 Outros acessórios e dispositivos



Trabalho em conjunto

- **Definição:**

Os acessórios de movimentação de cargas são elementos de ligação entre a carga e o equipamento de guindar, viabilizando as operações.

- **Conteúdo do módulo:**

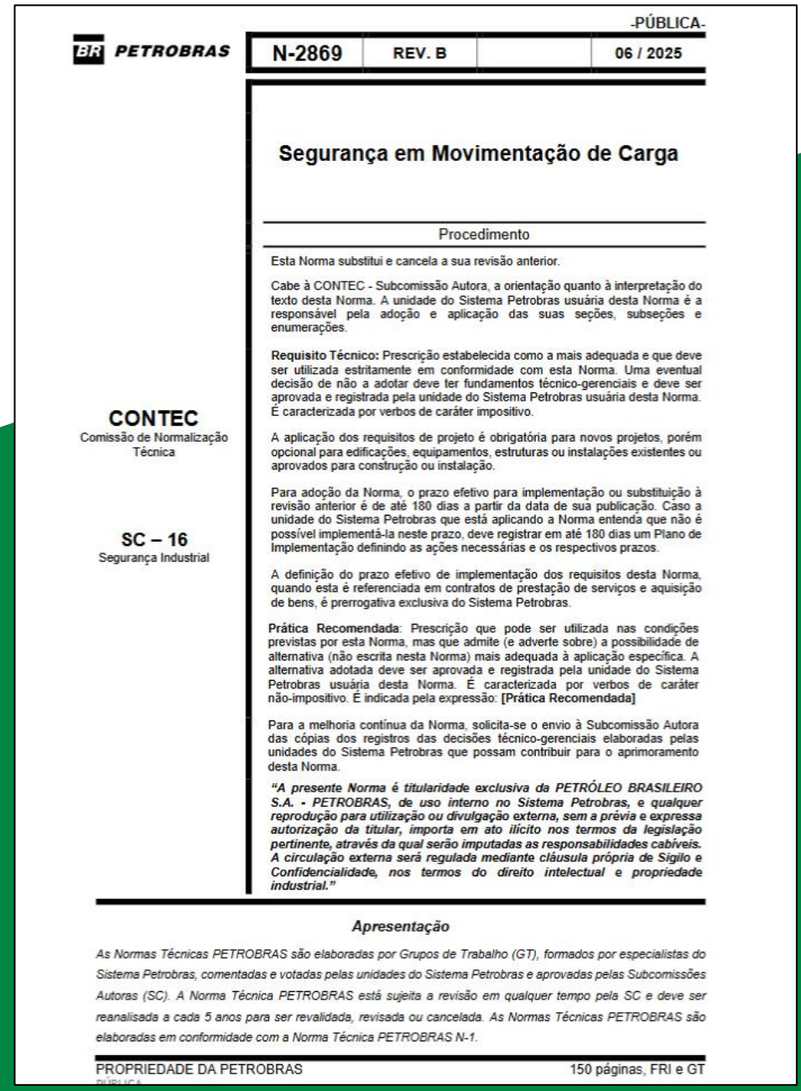
Neste módulo serão abordados a tipologia dos principais acessórios, critérios de seleção adequados, boas práticas de uso, inspeções pré-uso e as normas aplicáveis.



Requisitos da norma Petrobras N-2869 para acessórios

Diretrizes fundamentais para a seleção e utilização segura dos materiais em campo:

- **Seleção**: acessórios e dispositivos de elevação de cargas devem ser selecionados de acordo com as recomendações do fabricante ou de profissional qualificado;
- **Utilização:** devem ser utilizados apenas por profissionais treinados e formalmente designados para a função;
- **Identificação e rastreabilidade:** todos os acessórios e dispositivos devem possuir identificação, marcação de capacidade e rastreabilidade de fornecimento e inspeção.



-PÚBLICA-

PETROBRAS | N-2869 | REV. B | 06 / 2025

Segurança em Movimentação de Carga

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A unidade do Sistema Petrobras usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual decisão de não a adotar deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela unidade do Sistema Petrobras usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

A aplicação dos requisitos de projeto é obrigatória para novos projetos, porém opcional para edificações, equipamentos, estruturas ou instalações existentes ou aprovados para construção ou instalação.

Para adoção da Norma, o prazo efetivo para implementação ou substituição à revisão anterior é de até 180 dias a partir da data de sua publicação. Caso a unidade do Sistema Petrobras que está aplicando a Norma entenda que não é possível implementá-la neste prazo, deve registrar em até 180 dias um Plano de Implementação definindo as ações necessárias e os respectivos prazos.

A definição do prazo efetivo de implementação dos requisitos desta Norma, quando esta é referenciada em contratos de prestação de serviços e aquisição de bens, é prerrogativa exclusiva do Sistema Petrobras.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela unidade do Sistema Petrobras usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não-impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**

Para a melhoria contínua da Norma, solicita-se o envio à Subcomissão Autora das cópias dos registros das decisões técnico-gerenciais elaboradas pelas unidades do Sistema Petrobras que possam contribuir para o aprimoramento desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno no Sistema Petrobras, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC
Comissão de Normalização Técnica

SC – 16
Segurança Industrial

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho (GT), formados por especialistas do Sistema Petrobras, comentadas e votadas pelas unidades do Sistema Petrobras e aprovadas pelas Subcomissões Autoras (SC). A Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela SC e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1.

PROPRIEDADE DA PETROBRAS — 150 páginas, FRI e GT

A 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 onde se deseja maior praticidade e agilidade.

A norma técnica regulamentadora no Brasil é a ABNT NBR 15637, estruturada em três partes:

- **Parte 1:** cintas planas manufaturadas com fitas tecidas em fios sintéticos de alta tenacidade;
- **Parte 2:** cintas tubulares manufaturadas em corpo tubular de alta resistência;
- Parte 3: cintas tubulares de ultra-alta tenacidade para aplicações e ambientes mais severos.



PETROBRAS

6.2.1 Cinta de elevação

Materiais de fabricação e identificação por etiquetas



O material de fabricação deve ser selecionado conforme o ambiente, a resistência necessária e os riscos da operação.

Material	Sigla	Etiqueta	Característica principal	Limite térmico	Parte NBR 15637
Poliéster	PES	Azul	Alta resistência à tração, baixa elasticidade e resistência moderada a produtos químicos.	-40°C a 100°C	Parte 1 e 2
Poliamida	PA	Verde	Alta elasticidade, porém absorve água, devendo ser evitada em ambientes úmidos.	-20°C a 100°C	Parte 1 e 2
Polipropileno	PP	Marrom	Leve, resistente a ácidos e corrosivos	-40°C a 80°C	Parte 1 e 2
Aramida	AR	Branca	Extrema resistência à tração, baixa deformação e excelente desempenho térmico.	-45°C a 180°C	Parte 3
Polietileno de alto módulo	HMPE	Laranja	Leve, altíssima resistência, baixa absorção de umidade	-50°C a 70°C	Parte 3
Poliarilato	PAR	Amarela	Alta durabilidade e estabilidade térmica. Resistência mecânica superior.	-150°C a 100°C	Parte 3

Cor da cinta e capacidade nominal (CMT)

As cintas fabricadas conforme a ABNT NBR 15637 (Partes 1 e 2) possuem capacidade padronizada por cores.

Capacidades de carga para cintas têxteis (ABNT NBR 15637):

Acima de 10 toneladas (na vertical), todas as cintas são de cor laranja. Cintas de ultra-alta tenacidade (Parte 3) são pretas e variam de 40 a 1.000 toneladas.

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

TABELA DE CARGA PARA CINTAS - NBR 15637				
Cor		Capacidade Segura 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

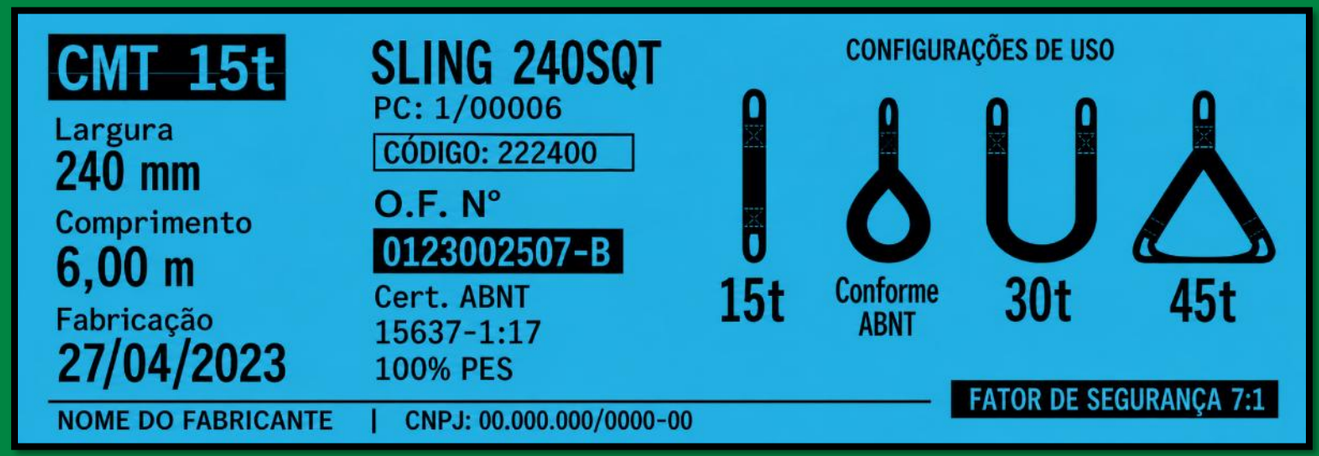
Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15637-1 e ABNT NBR 15637-2.

Identificação obrigatória da cinta de elevação

Toda cinta têxtil deve possuir etiqueta de identificação legível e permanentemente fixada.

Dados obrigatórios contidos na etiqueta de identificação:

- Fabricante e número de identificação ou rastreabilidade;
- Material de fabricação (PES, PA, PP, AR, HMPE ou PAR);
- Carga máxima de trabalho (CMT) e comprimento nominal;
- Norma técnica aplicável e fator de segurança;
- Data ou lote de fabricação e instruções/restrições de uso.



Nunca utilize uma cinta sem etiqueta ou com identificação ilegível. A ausência de dados impede a confirmação da capacidade de carga e compromete a segurança.

Acomodação da cinta e acessórios de conexão

É fundamental verificar a correta acomodação da cinta nos pontos de conexão.

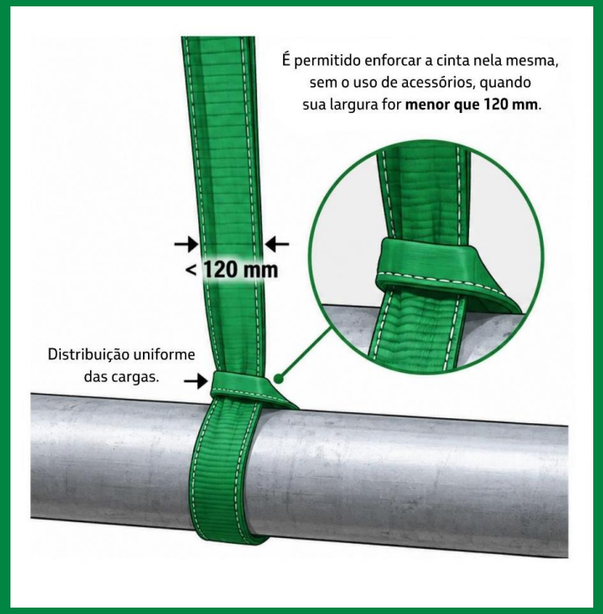
Cuidados na conexão com manilhas, ganchos e olhais:

- Acomodação inadequada gera dobras excessivas e compressão transversal das fibras;
- A concentração de esforços reduz a eficiência do acessório e causa danos prematuros;
- A largura excessiva pode impedir o encaixe correto nos acessórios de içamento;
- Conforme a ABNT NBR 15637-1, cintas planas com **largura igual ou superior a 120 mm** não devem ser utilizadas em enforcamento sem acessório de conexão adequado.

Condição correta versus condição inadequada no enforcamento

Condição correta no enforcamento

- 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.



É permitido enforcar a cinta nela mesma, sem o uso de acessórios, quando sua largura for menor que 120 mm.

Para cintas com largura igual ou superior a 120 mm, não é permitido o enforcamento direto sem o uso de acessório adequado.

Condição inadequada no enforcamento

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



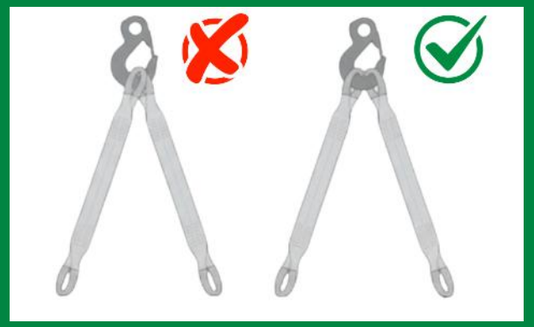
Boas práticas versus erros operacionais no uso de cintas

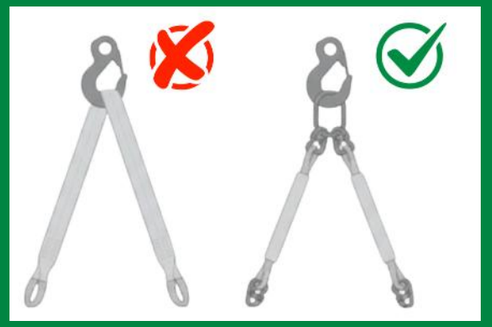
Diretrizes essenciais para preservação da integridade do acessório durante o manuseio:

- Utilizar proteções adequadas 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;
- Utilizar para os fins específicos as cintas que são para elevação e as cintas que são para amarração.

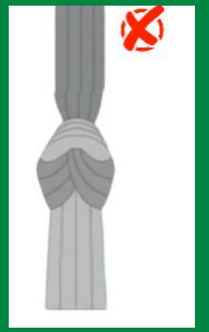
Ações proibidas que comprometem drasticamente a resistência do acessório:

- **Sobreposição de olhais:** não sobrepor os olhais sobre o dispositivo de elevação;
- **Cesto invertido:** não utilizar a configuração de cesto invertido;
- **Torção:** não torcer a cinta durante a montagem do arranjo;
- **Nós e laços**: uso incorreto por meio de união por nós ou laços entre as cintas.









Inspeção pré-uso da cinta de elevação

A verificação das cintas sintéticas deve ser objetiva, rápida e criteriosa antes de cada operação.

Pontos de verificação obrigatórios:

- Sinais de desgaste ou abrasão ao longo do corpo da cinta;
- Cortes, rasgos ou perfurações, mesmo que superficiais;
- Vestígios de contaminação química (manchas, endurecimento, odor ou alteração de textura);
- Marcas de fusão, queimadura ou calor, indicando 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 (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.

Inspeção pré-uso da cinta de elevação

Sinais de desgaste ou abrasão ao longo do corpo da cinta



Cortes, rasgos ou perfurações, mesmo que superficiais

Inspeção pré-uso da cinta de elevação

Vestígios de contaminação química (manchas, endurecimento, odor ou alteração de textura)

Marcas de fusão, queimadura ou calor, indicando exposição indevida a temperatura elevada

Inspeção pré-uso da cinta de elevação

Alteração perceptível no comprimento da cinta (alongamento permanente)

Desfiamento ou danos na costura principal, especialmente nos olhais e reforços

Inspeção pré-uso da cinta de elevação

Danos nos acessórios ou proteções (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

6.2.1 Cinta de elevação

Descarte e segregação de cintas danificadas

Qualquer irregularidade observada na inspeção deve resultar na imediata retirada da cinta de uso.

Diretrizes da norma Petrobras N-2869 (item 13.1.1.2):

- Acessórios e dispositivos de elevação defeituosos e danificados devem ser marcados;
- Devem ser segregados imediatamente do canteiro operacional;
- Devem ser encaminhados para descarte em local designado e identificado.

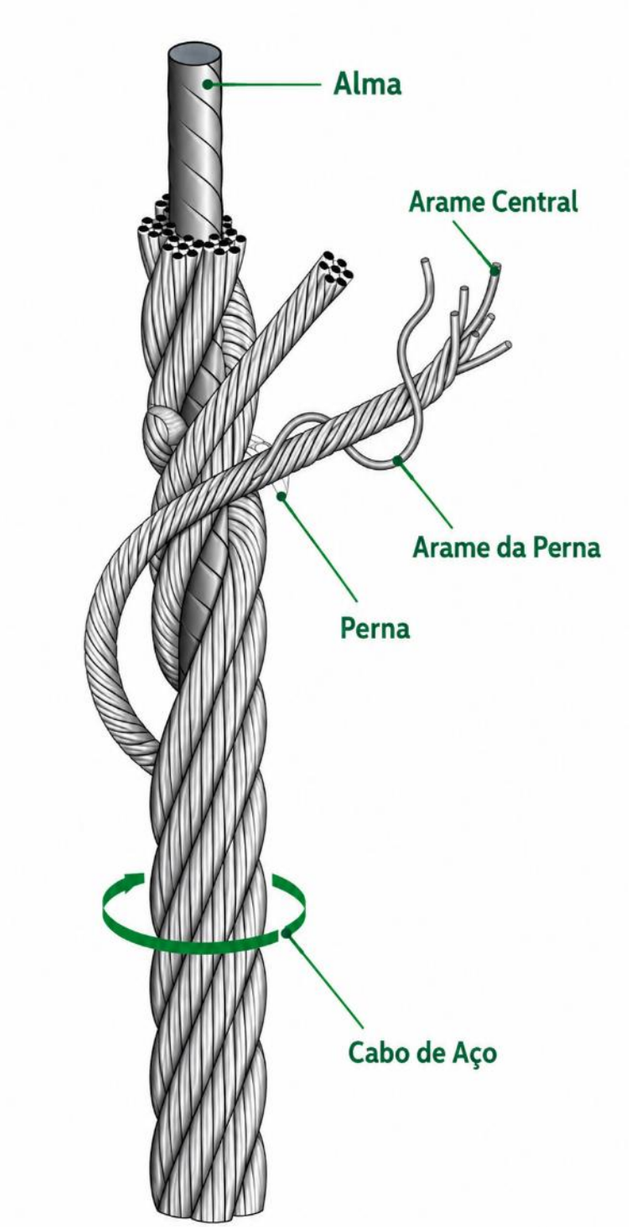


As lingas

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 dos cabos de aço

Classificação dos cabos de aço

Os cabos de aço variam em construção e características mecânicas. É importante distinguir:

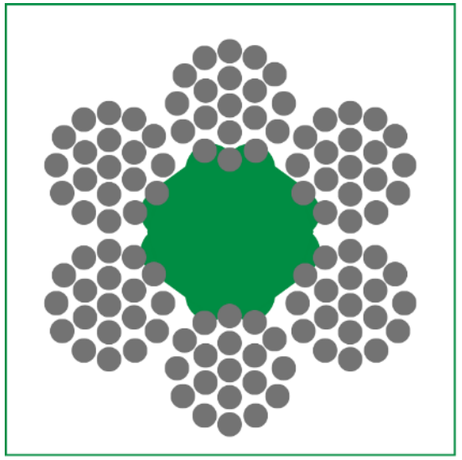
- **Construção do cabo:** forma de fabricação, representada por designações (6x7, 6x19, 6x36, 6x61) que indicam a quantidade de pernas e arames;

- **Tipo de alma:** elemento central do cabo
  - **Alma de fibra (AF):** maior flexibilidade e menor peso; menor resistência ao esmagamento em comparação a alma de aço;
  - **Alma de aço (AA):** maior resistência mecânica, estabilidade e resistência a esmagamentos e esforços severos;

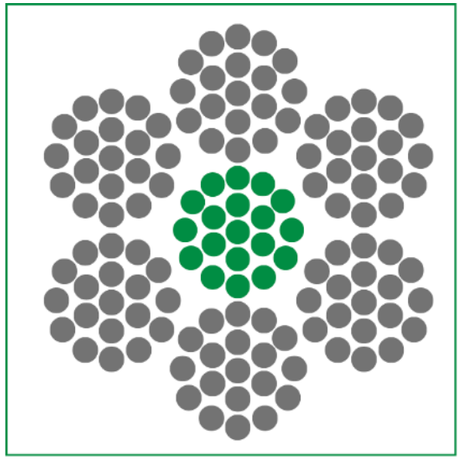
- **Categoria de resistência:** resistência mecânica dos arames que compõem o cabo;

- **Configuração da linga:** quantidade de pernas (uma, duas, três ou quatro);

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).



Alma de fibra (AF)



Alma de aço (AA)

6.2.2 Linga de cabo de aço

Tipo do olhal e restrições da norma

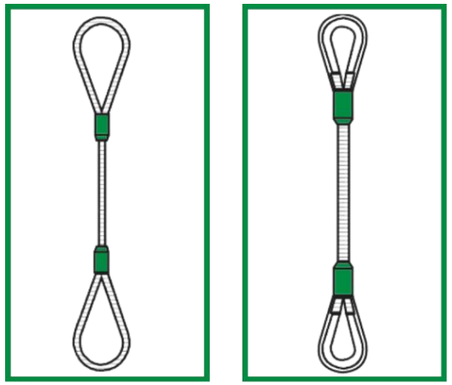
A execução do olhal determina a segurança das conexões nas operações de içamento.

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).



Restrições normativas expressas:

- É proibido o uso de lingas de cabo de aço com olhal trançado flamengo com presilha de alumínio (tipo 2);
- É proibido o uso com olhal trançado manualmente (tipo 3);
- É proibido o uso 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 que influencia diretamente sua capacidade de carga, vida útil e distribuição dos esforços.

Efeitos do raio de curvatura:

- Quanto menor for o diâmetro do componente onde o cabo está apoiado, maior será a deformação imposta aos arames e maiores serão os esforços internos gerados;
- A utilização de acessórios com dimensões inadequadas reduz a eficiência da linga e acelera seu desgaste;
- O correto dimensionamento dos pontos de apoio é tão importante quanto a seleção da capacidade da própria linga.

6.2.2 Linga de cabo de aço

Capacidade das lingas de cabo de aço

As tabelas de capacidade das lingas de cabo de aço são elaboradas para combinações específicas de características construtivas.

A tabela para alma de fibra (AF) refere-se a cabos das classes 6x19 ou 6x36, categoria de resistência 1770 MPa e olhais confeccionados com presilha.

A tabela para alma de aço (AA) refere-se a cabos das classes 6x19, 6x36, 8x19 ou 8x36, categoria de resistência 1960 MPa e olhais confeccionados com presilha.

6.2.2 Linga de cabo de aço

Compatibilidade dos componentes de conexão

Conforme a ABNT NBR 13541-1, a capacidade dos componentes conectados à linga deve ser compatível com a capacidade do conjunto.

Regras de dimensionamento dos terminais:

- Os terminais superiores (anéis de carga) devem ter capacidade igual ou superior à capacidade total da linga;
- Os terminais inferiores (ganchos, manilhas e demais acessórios) devem possuir capacidade igual ou superior à da perna da linga à qual estão conectados;
- A seleção inadequada dos acessórios compromete a segurança de todo o conjunto de içamento.



6.2.2 Linga de cabo de aço

Boas práticas de uso das lingas de cabo de aço

Preservação da integridade estrutural e prevenção de falhas no manuseio:

- 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.

6.2.2 Linga de cabo de aço

Inspeção pré-uso da linga de cabo de aço

A inspeção deve ser realizada antes de cada uso, verificando criteriosamente as condições do cabo e terminais.

Pontos críticos de verificação:

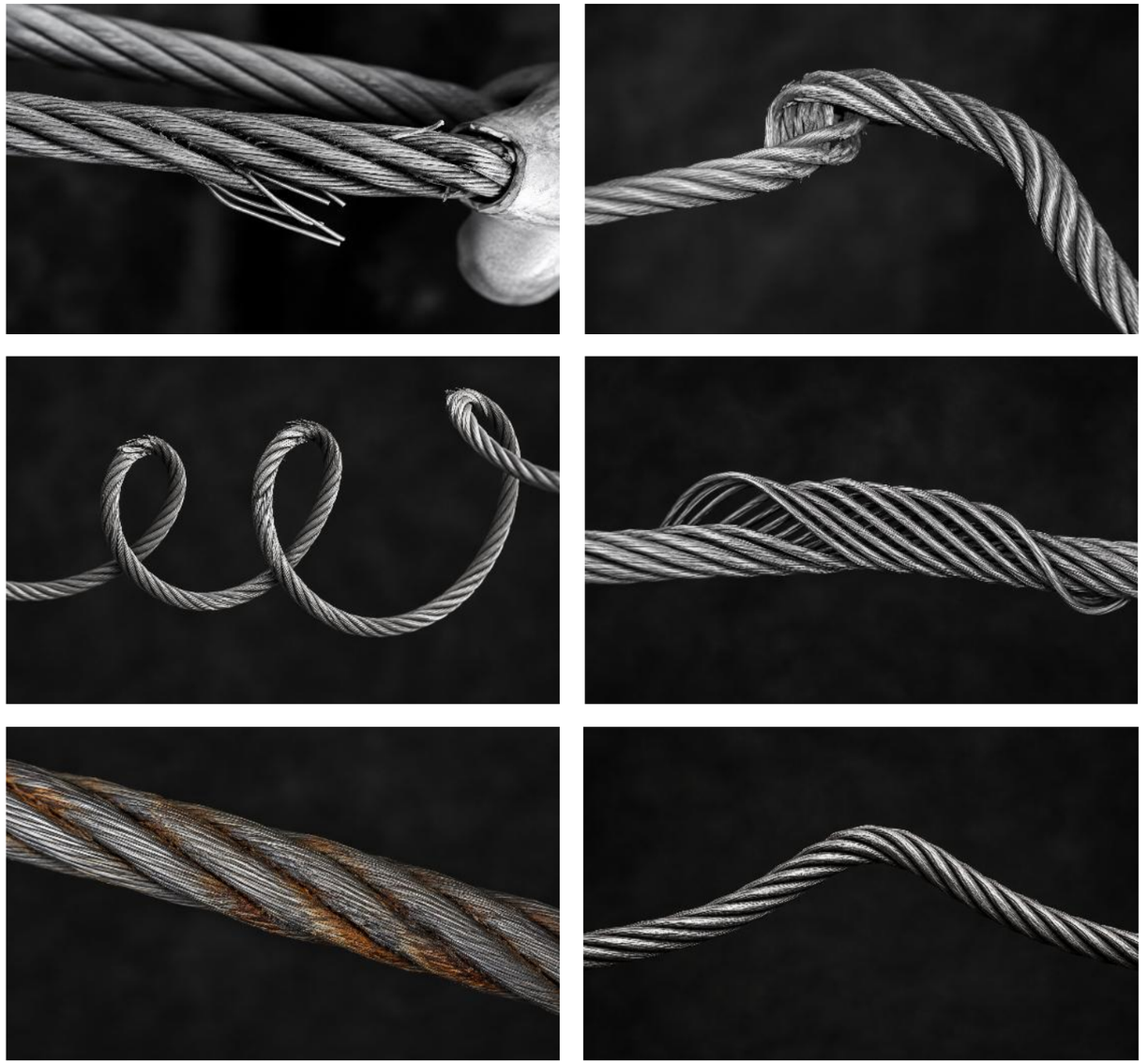
- Rupturas localizadas nos arames ou distribuídas ao longo do cabo;
- Redução perceptível do diâmetro, indicando esmagamento ou perda estrutural;
- Corrosão excessiva, especialmente quando compromete a integridade dos fios;
- Indícios de dano por calor, como descoloração, perda de brilho ou enrijecimento do metal;
- Danos nos acessórios (olhais, ganchos, manilhas) e proteções de cantos.

Deformações severas e descarte imediato

Avarias estruturais graves que exigem a retirada imediata do acessório de operação:

- **Arames rompidos**: falha concentrada ou desgaste generalizado dos fios;
- **Gaiola de passarinho:** deformação por alívio ou torção brusca dos arames;
- **Colapso da alma:** afundamento das pernas por perda do núcleo de apoio;
- **Corrosão e rabo de porco:** deformação em espiral que altera a geometria original;
- **Perna de cachorro:** dobras acentuadas por dobra forçada no cabo.

Qualquer irregularidade encontrada deve levar à imediata retirada de uso da linga até avaliação por profissional qualificado.



As lingas de corrente

As lingas de corrente são acessórios extremamente robustos e projetados para operações de içamento que exigem alta resistência mecânica, tolerância à abrasão e desempenho em ambientes severos.

Existem diversos modelos, ligas metálicas, tratamentos térmicos, componentes, travas, ganchos, encurtadores e arranjos que formam um conjunto complexo.

A escolha incorreta do grau, do componente ou do arranjo pode gerar sobrecarga, deformações e falhas graves durante a operação.

6.2.3 Linga de corrente

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.

- **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.

Para operações de içamento, o grau mínimo normalmente utilizado é o Grau 8.

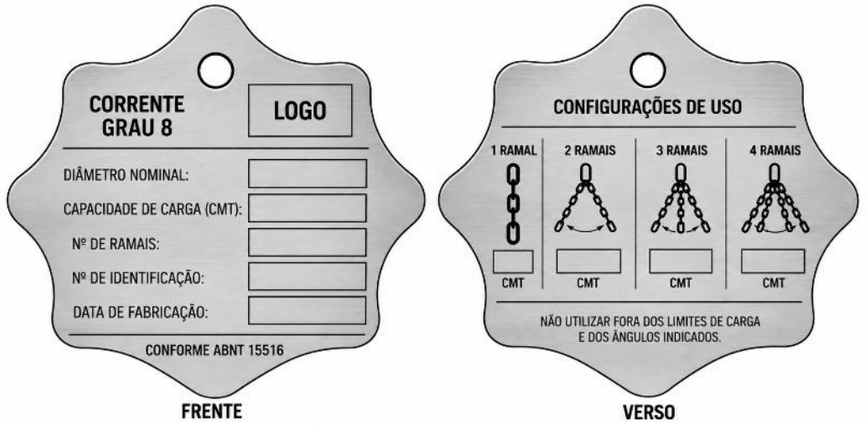
6.2.3 Linga de corrente

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.

Informações contidas na identificação:

- Fabricante;
- Número de identificação ou rastreabilidade;
- Grau da corrente;
- Quantidade de ramais;
- Diâmetro nominal;
- Capacidade de carga (CMT);
- Data ou lote de fabricação.



Capacidade das lingas de corrente

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

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	-

Fonte: Adaptado de RUD Correntes Industriais Ltda. (2026).

Dimensões e geometria do elo da corrente

As dimensões dos elos são características fundamentais para a identificação e para a inspeção de rotina das lingas de corrente.

Parâmetros geométricos essenciais para verificação:

- **A:** largura interna do elo;
- **B:** largura externa do elo;
- **C:** comprimento interno do elo;
- **D:** comprimento externo do elo;
- **E:** diâmetro nominal da corrente.

Alterações nessas dimensões indicam desgaste, alongamento por sobrecarga ou deformação, devendo os valores medidos ser comparados rigorosamente com os limites do fabricante e das normas vigentes.

6.2.3 Linga de corrente

Número de ramais nas lingas de corrente

O número de ramais da linga de corrente pode variar conforme o tipo de aplicação.

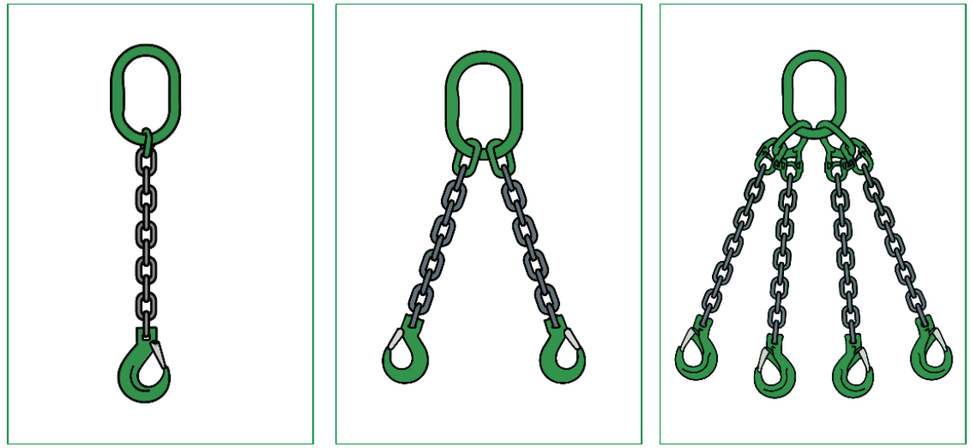
Configurações usuais:

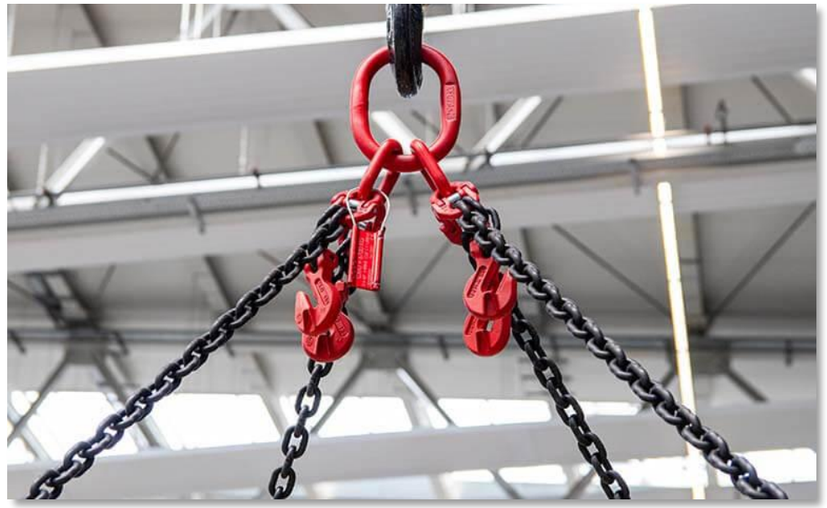
- **1 ramal:** içamento vertical em ponto único.
- **2 ramais:** cargas com dois pontos de pega e melhor distribuição.
- **4 ramais:** peças/estruturas maiores com múltiplos pontos de içamento.

Avaliação obrigatória para definição do número de ramais:

- Peso, dimensões e geometria da carga;
- Centro de gravidade e pontos de pega;
- Ângulos de trabalho e distribuição de esforços entre ramais

Atenção: mais ramais **não** significa distribuição igual; a geometria/rigidez pode concentrar carga em alguns ramais — a configuração deve garantir **estabilidade** e respeitar a **capacidade de cada acessório**.





Terminais das lingas de corrente

Lingas de corrente – componentes e configurações

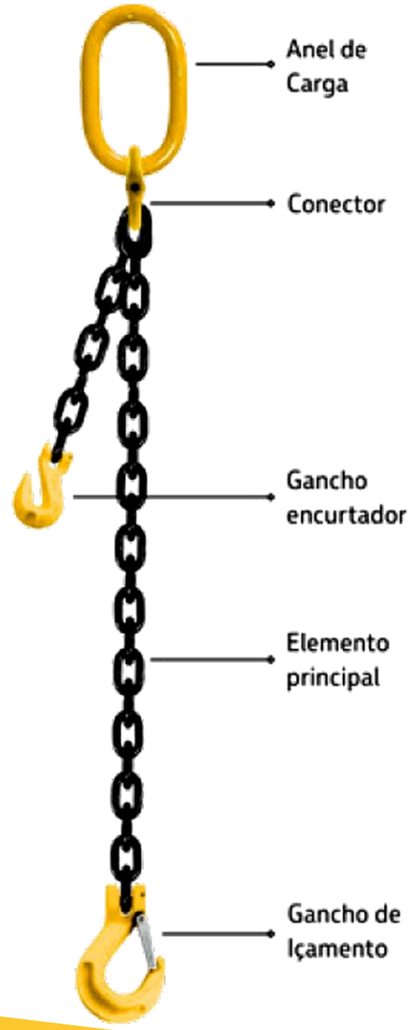
Lingas de corrente têm componentes no terminal superior e no terminal inferior; cada conjunto define capacidade, forma de uso e segurança. Identificar corretamente os elementos é essencial.

Terminal superior (conexão ao gancho/ponto principal)

- Anelão + anel intermediário + conector: configuração básica para 1 a 4 ramais.
- Anelão + anel intermediário + conector + encurtador de elos: permite ajuste de comprimento dos ramais.

Terminal inferior (conexão com a carga)

- **Conector + gancho:** engate rápido em pontos de pega definidos.
- **Conector + manilha:** para olhal/ancoragem e maior versatilidade.
- **Conector + manilha + pega-chapa:** movimentação de chapas/placas e peças planas.



6.2.3 Linga de corrente

Boas práticas de uso de lingas de corrente

Recomendações operacionais essenciais para garantir a segurança e a integridade da corrente:

- 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.



6.2.3 Linga de corrente

Inspeção pré-uso da linga de corrente

Inspeção da Linga de Corrente — Antes de Cada Operação

Verifique obrigatoriamente:

- **Compatibilidade** dos terminais com a corrente (grau, capacidade e dimensões)
- **Gancho e trava** de segurança (ausente ou danificada → reprovar)
- **Alongamento anormal** em algum elo (deformação permanente)
- **Deformação severa** — elo torto, esmagado, dobrado ou com abertura fora do padrão
- **Desgaste** com redução da seção do elo
- **Corrosão excessiva** — cavidades, rugosidade ou ferrugem
- **Dano por calor** — descoloração, perda de têmpera ou marcas de aquecimento
- **Acessórios** — conectores, anéis, encurtadores, manilhas, ganchos e pega-chapas

⚠️ *Qualquer irregularidade → retirar de serviço imediatamente para avaliação por profissional capacitado (ABNT NBR 15516 / N-2869)*

Inspeção pré-uso da linga de corrente

As manilhas

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.

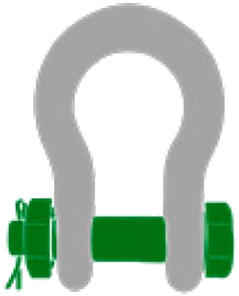
Por serem componentes críticos para a segurança da operação, devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 13545, que define critérios de fabricação, identificação, inspeção, desempenho e utilização segura.

6.2.4 Manilha

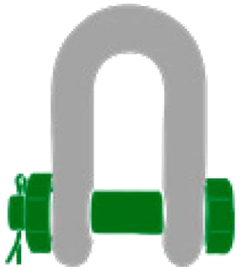
Manilhas – Tipos e Configurações

Formatos de corpo:

- **Curvo:** permite conexão de uma ou mais lingas em diferentes configurações de içamento
- **Reto:** uso com carga alinhada ao eixo da manilha (carregamento perpendicular ao pino)



Manilha com corpo curvo



Manilha com corpo reto

⚠️ *Cargas laterais ou fora do alinhamento reduzem a capacidade e comprometem o acessório*

Configurações de pino (ABNT NBR 13545):

- **Tipo X — 4 partes:** corpo + pino + porca + trava/cupilha → menor risco de afrouxamento acidental
- **Tipo W — 2 partes:** corpo + pino roscado → maior praticidade para montagem/desmontagem

📌 *A seleção deve considerar os requisitos da operação, recomendações do fabricante e normas aplicáveis*

Material de fabricação (grau)

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

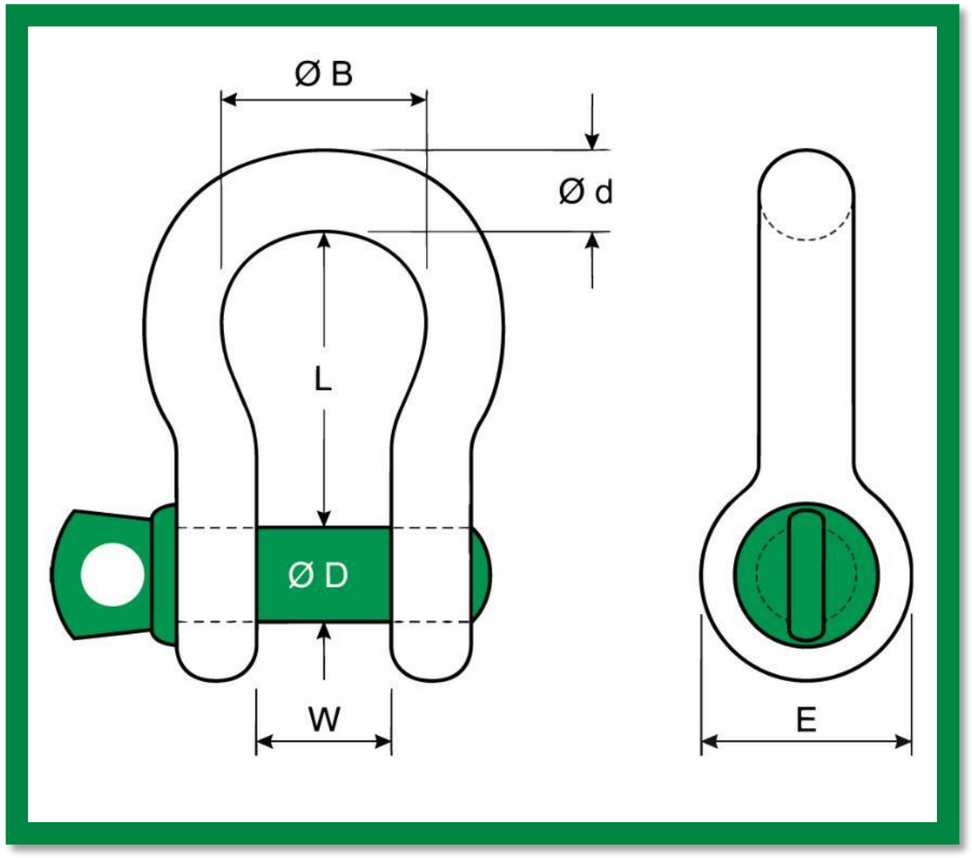
Conforme a ABNT NBR 13545, os graus atualmente contemplados são:

- 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.

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 da manilha



O diâmetro nominal do corpo da manilha é uma das principais características utilizadas para a sua identificação e especificação.

Este diâmetro, em conjunto com o grau do material e as características construtivas do acessório, determina a sua Carga Máxima de Trabalho (CMT).

Por este motivo, ao selecionar uma manilha, o profissional deve:

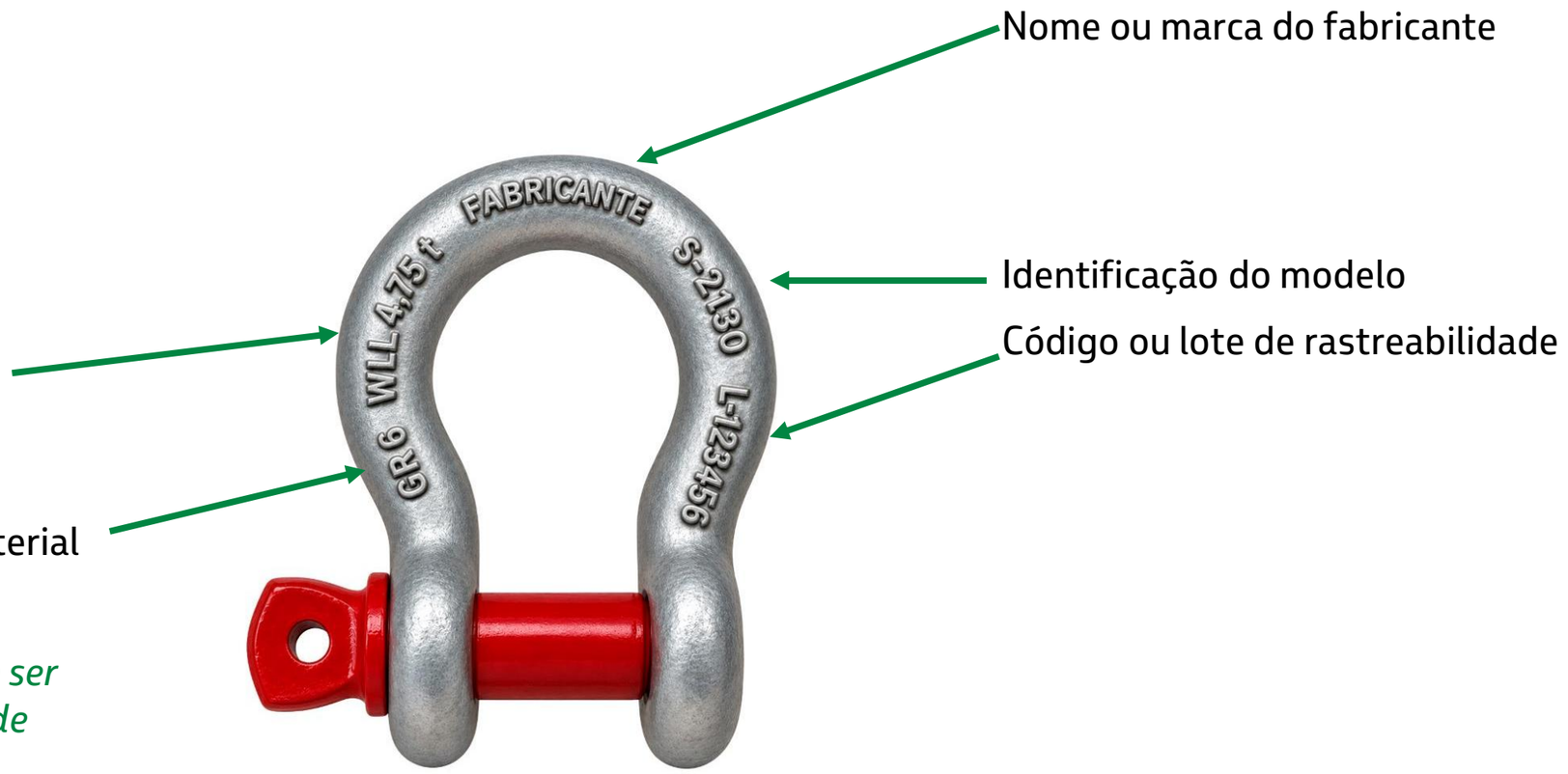
- Identificar o diâmetro nominal do acessório;
- Verificar o grau de resistência informado pelo fabricante;
- Consultar a tabela de capacidade correspondente ao modelo utilizado.

Identificação da manilha

Toda manilha utilizada em operações de movimentação de cargas deve possuir marcações permanentes e legíveis que permitam a 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.



Manilhas sem identificação legível não devem ser utilizadas em operações de movimentação de cargas.

Capacidade de carga da manilha

A capacidade de carga da manilha é definida pelas características construtivas do acessório e pelas condições de utilização.

Fatores que influenciam a capacidade:

- 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

Tabela de Carga - Manilha Reta ou Curva		
Diâmetro	**Grau 6**	**Grau 8**
1/4" (6mm)	0,5t	--
5/16" (8mm)	0,7t	--
3/8" (10mm)	1t	2t
7/16" (11mm)	1,5t	2,5t
1/2" (13mm)	2t	3,2t
5/8" (16mm)	3,25t	5t
3/4" (19mm)	4,75t	7t
7/8" (22mm)	6,5t	9,5t
1" (26mm)	8,5t	12,5t
1-1/8" (28mm)	9,5t	15t
1-1/4" (32mm)	12t	18t
1-3/8" (35mm)	13,5t	21t
1-1/2" (38mm)	17t	30t
1-3/4" (45mm)	25t	40t
2" (51mm)	35t	50t
2-1/2" (64mm)	55t	80t

Fonte: ABNT NBR 13545 (2026)

Redução da CMT pelo ângulo de carregamento lateral

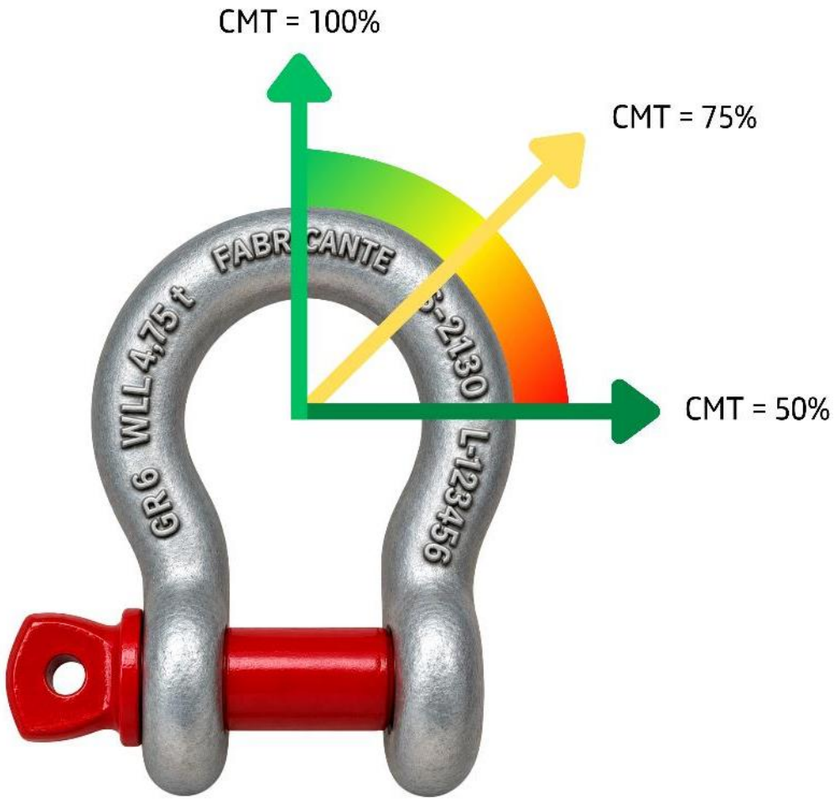
O carregamento fora do eixo vertical reduz diretamente a capacidade útil do acessório.

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%
5 – 45	70%
45 – 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.

Para carregamento lateral, é permitido apenas o uso de manilha com pino tipo X. Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), seção B.2.3.



6.2.4 Manilha

Boas práticas de uso de manilhas

Diretrizes essenciais para garantir a segurança operacional e a integridade do componente:

- 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.



anilha

peção pré-uso da manilha

nilha deve ser inspecionada antes de cada operação, observando se o ponente está íntegro e dentro dos limites técnicos.

os críticos de verificação:

e a identificação está legível;

e não há desgaste no corpo ou no pino acima do limite permitido;

e não há trincas ou fissuras no corpo ou no pino;

e não há corrosão severa no corpo ou pino;

e não devem estar presentes sinais de solda, arco elétrico ou indícios de ubmissão a alta temperatura;

e não há problema no assentamento do pino (Ex.: pino desalinhado, folga xcessiva ou dificuldade para travar);

e a abertura da manilha está dentro do permitido;

e não faltam partes ou substituições indevidas de componentes (ex.: pino, corpo u trava não originais do fabricante).

quer irregularidade identificada requer a imediata retirada de uso e avaliação rofissional qualificado.

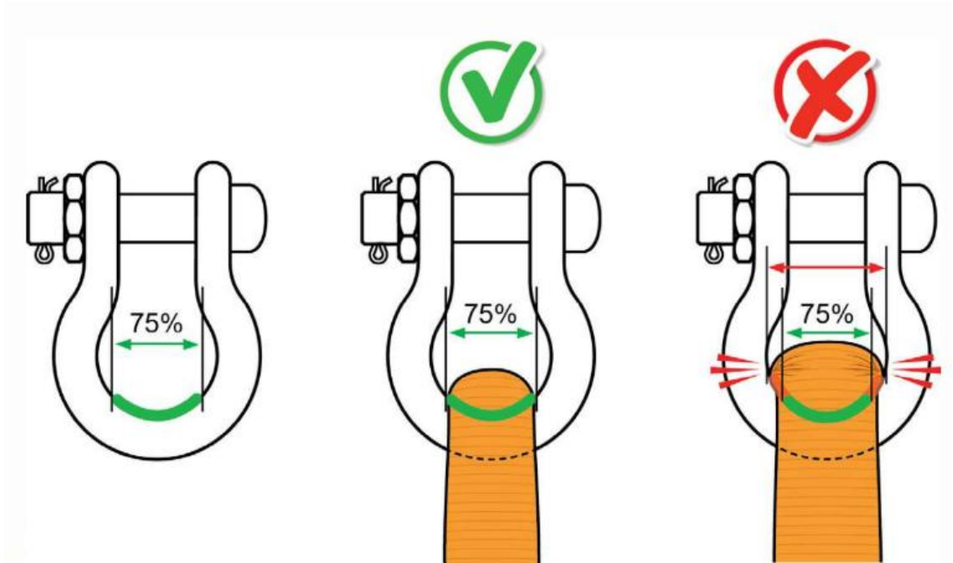
6.2.4 Manilha

Acomodação da cinta plana na manilha

O encaixe correto da cinta plana no corpo da manilha evita a concentração de tensões e preserva a vida útil do material.

Critérios da ABNT NBR 15637 (Anexo B):

- A largura de contato da cinta não deve exceder 75% do espaço interno da manilha;
- O apoio deve ocorrer de forma plana, evitando dobras e compressões nas bordas;
- O dimensionamento correto previne o esmagamento das fibras sintéticas.



6.2.4 Manilha

Alinhamento de forças no acoplamento

O posicionamento correto da linga na manilha garante que o esforço atue exatamente no eixo projetado do componente.

Diretrizes para montagem segura:

- Evitar folgas excessivas que favoreçam o deslocamento da carga durante o içamento;
- Impedir a aplicação de forças transversais ou desalinhadas no corpo do acessório;
- Utilizar roletes auxiliares sempre que for necessário fixar a linga diretamente sobre o pino.

Boas práticas na interface entre cintas e manilhas



Verificações obrigatórias na montagem de cintas sintéticas com acessórios metálicos:

- Acomodação total do corpo da cinta no raio do acessório;
- Respeito às dimensões e limites de contacto da ABNT NBR 15637;
- Compatibilidade do diâmetro interno da manilha com a largura do tecido;
- Ausência de dobras, torções ou pontos de estrangulamento na região de apoio;
- Utilização de conectores próprios em enforcamentos para cintas com largura superior a 120 mm.

6.2.4 Manilha

Compatibilidade dimensional e segurança

A adequação geométrica entre o acessório e a cinta é tão crítica quanto a própria capacidade de carga do conjunto.

Riscos e diretrizes operacionais:

- Dispositivos incompatíveis geram picos de tensão e reduzem a eficiência da amarração;
- A capacidade nominal dos componentes deixa de ser garantida quando há esmagamento do tecido;
- Cintas que não se acomodam de forma natural exigem a troca imediata do acessório por um modelo de dimensões adequadas.

Nunca force uma cinta sintética para dentro de uma manilha ou gancho incompatível.

PETROBRAS

6.2.5 Gancho de içamento

O gancho

O gancho é o componente fundamental de interface entre o equipamento de elevação e o elemento de pega da carga.

Principais normas técnicas de referência:

- **ABNT NBR 10070:** ganchos-haste forjados para equipamentos de levantamento e movimentação de cargas;
- **ASME B30.10 / EN 1677-2:** especificações para ganchos e demais acessórios de içamento.

Diferenças construtivas determinantes:

- Variam em formato, classe do material, capacidade mecânica e sistema de conexão;
- Exigem seleção criteriosa quanto à presença de dispositivo de retenção e compatibilidade técnica.

6.2.5 Gancho de içamento

Tipos de ganchos de içamento

Modelos operacionais mais utilizados:

- **Gancho olhal:** acoplamento por anel fixo via conector ou manilha;
- **Gancho clevis:** conexão direta no elo ou perna da corrente;
- **Gancho giratório:** permite orientação e alinhamento da carga sob tensão;
- **Gancho haste:** montado em blocos de pasteca e moitões de guindastes;
- **Gancho encurtador:** voltado para o ajuste de comprimento em ramais de corrente.

A escolha do modelo depende do método de acoplamento e das necessidades de rotação da carga.



Gancho olhal e Gancho Clevis



Gancho giratório



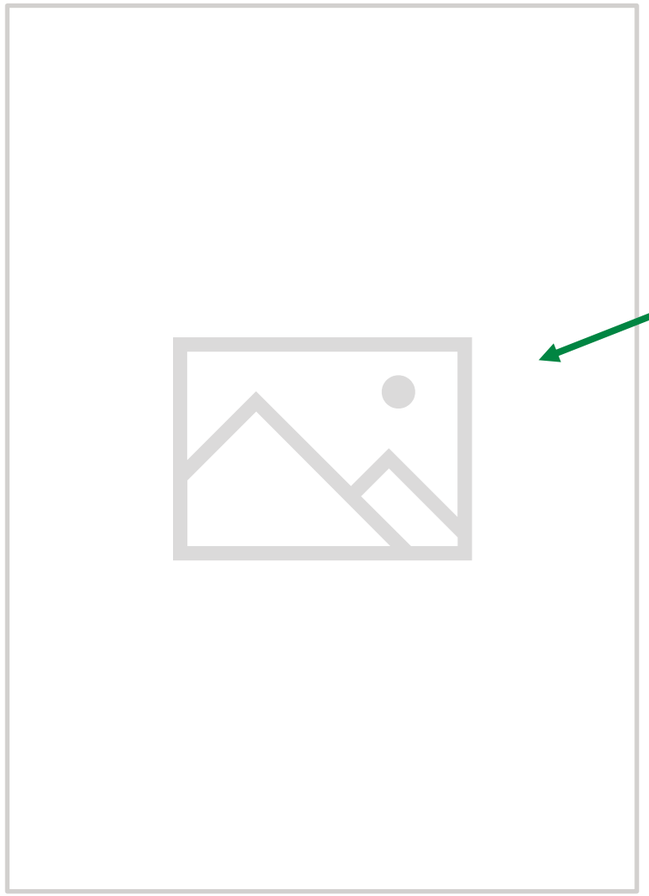
Gancho haste



Gancho encurtador

6.2.5 Gancho de içamento

Requisitos para trava de segurança



Exigências normativas para o uso de dispositivos de retenção em ganchos:

- Obrigatoriedade do uso de trava de segurança operacional em todas as elevações padrão Petrobras;
- Manutenção técnica constante das condições da lingueta ou gatilho de retenção;
- Verificação obrigatória dos critérios do fabricante para modelos com aplicações específicas.

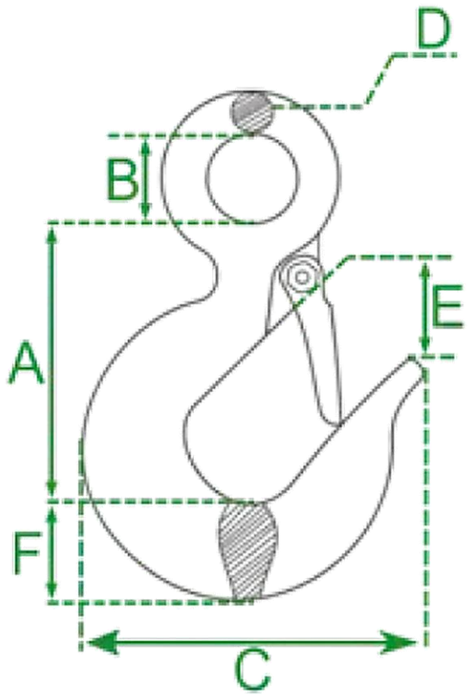
Nas operações conforme os requisitos Petrobras, todos os ganchos de elevação devem possuir dispositivo de retenção em perfeitas condições de uso.

Categoria de resistência dos ganchos

O grau do gancho é definido pela tensão de ruptura, correspondente à resistência que o material apresenta antes do colapso.

Classificação por grau do material:

- Gancho Grau 8: suporta no mínimo 800 N/mm^2;
- Gancho Grau 10: suporta no mínimo 1.000 N/mm^2 .



Dimensões e capacidade de carga do Gancho no olha

A determinação da Carga Máxima de Trabalho (CMT) considera as dimensões construtivas do gancho (A a F).

Tabela 13 – Dimensões e capacidade de carga do gancho com olhal

Dimensões e Capacidade - Gancho com olhal GT						
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).

6.2.5 Gancho de içamento

Dimensões críticas do gancho

A definição da capacidade de um gancho considera as dimensões principais do tipo de gancho de içamento.

Parâmetros dimensionais para verificação em catálogo ou norma:

- Abertura da garganta (boca) do gancho;
- Diâmetro nominal do corpo;
- Altura total do gancho;
- Dimensões específicas do olhal, da haste ou da conexão conforme o modelo.

6.2.5 Gancho de içamento

Boas práticas de uso de ganchos

Diretrizes de segurança para a operação de içamento com ganchos:

- 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.

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 pré-uso do gancho de içamento

Pontos críticos de verificação durante a inspeção pré-uso:

- 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 e operacional.

Qualquer irregularidade identificada deve levar à imediata retirada do gancho de serviço até avaliação por profissional qualificado.

PETROBRAS

6.2.6 Anel de carga (anelão)

O anel de carga

O anel de carga é o elemento central de ligação entre o gancho do equipamento de elevação e os ramais da linga de corrente, cabo de aço ou cinta.

Funções operacionais do anelão:

- Conectar a linga ao gancho principal da máquina;
- Distribuir os esforços de forma equilibrada entre as pernas da linga;
- Organizar os ramais para assegurar movimentações dentro dos limites de segurança.

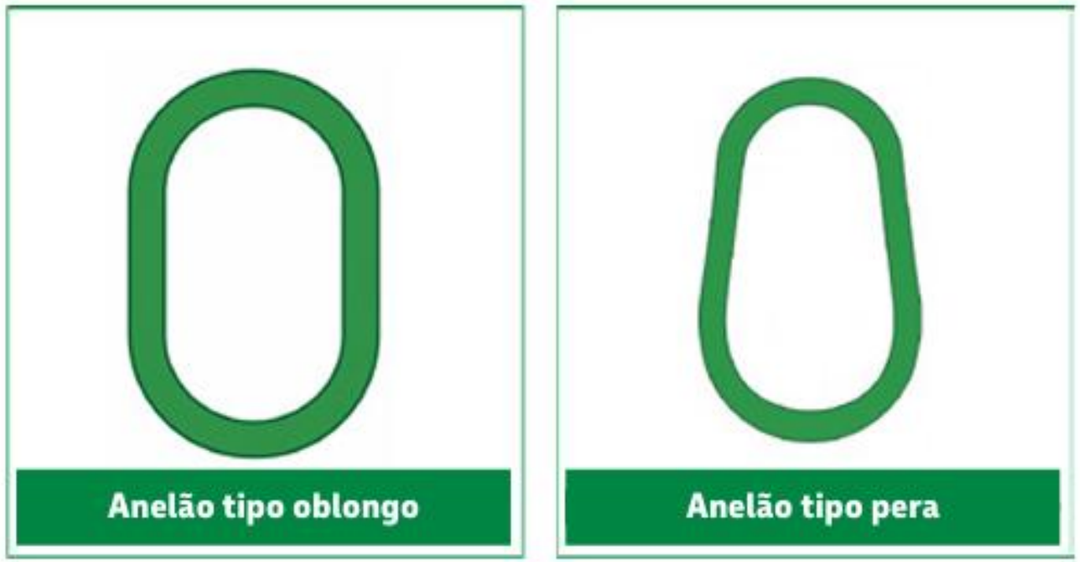
Tipos, grau e fabricação do anel de carga

Formatos padronizados para anéis de carga:

- Anel oblongo (alongado): modelo mais comum para acoplamentos simples e múltiplos;
- Anel tipo pera: formato cónico para melhor acomodação de ganchos de grande porte.

Grau de resistência e fabricação:

- Fabricados conforme a norma ABNT NBR ISO 16798, correspondendo ao Grau 8 (800 N/mm ^{2});
- Processos de fabricação incluem forjamento ou soldagem;
- Acabamento superficial em pintura, galvanização ou acabamento polido.



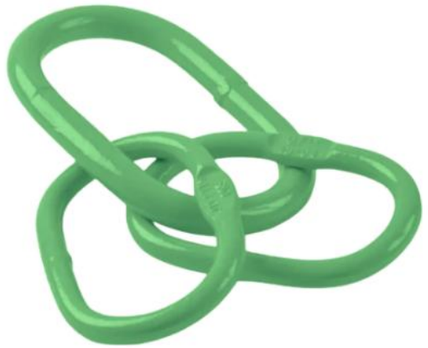
6.2.6 Anel de carga (anelão)

Compatibilidade dimensional do anelão

O diâmetro do corpo do anel deve garantir perfeito encaixe com os acessórios e conectores de ligação.

Critérios de dimensionamento:

- Evitar o estrangulamento ou a interferência com manilhas e olhais;
- Assegurar que o assentamento no gancho ocorra de forma livre;
- Preservar a Carga Máxima de Trabalho (CMT) total do conjunto de içamento.



Capacidade nominal e anéis intermediários

A capacidade do anel de carga é definida pelas suas dimensões construtivas.

Critérios para especificação e componentes auxiliares:

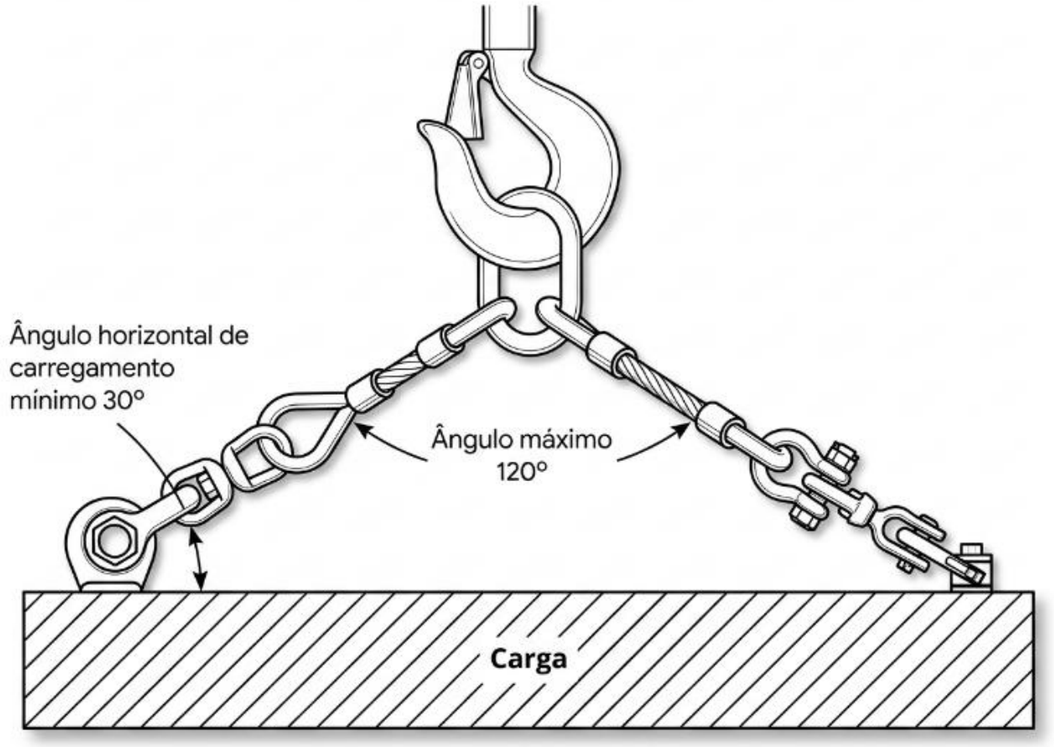
- A verificação da tabela de carga exige a análise conjunta do diâmetro do corpo e das dimensões internas do anel;
- Em conjuntos de içamento múltiplos, utilizam-se anéis de carga intermediários (sub-elos) acoplados ao anelão principal;
- Os sub-elos facilitam a divisão e a distribuição equilibrada das pernas da linga no anel principal.

Ângulo de trabalho conforme a norma N-2869

A geometria de içamento influencia diretamente os esforços atuantes no anel de carga e nos ramais.

Requisitos técnicos de operação (item 13.2.2 da Petrobras N-2869):

- O ângulo horizontal de carregamento não deve ser inferior a 30 graus;
- Ângulos inferiores a 30 graus exigem aprovação prévia por profissional qualificado;
- O ângulo máximo entre ramais deve ser mantido dentro do limite de 120 graus para evitar sobrecarga.



Inspeção pré-uso do anel de carga

Verificações de segurança essenciais antes de iniciar qualquer operação de içamento:

- Ausência de trincas ou fissuras ao longo de todo o corpo do anel;
- Ausência de deformações severas, tais como ovalização, abertura fora do padrão ou empenamento;
- Ausência de corrosão acentuada que comprometa a seção transversal do componente;
- Ausência de sinais de solda não autorizada, pontos de arco elétrico ou danos por exposição a altas temperaturas.

Qualquer irregularidade identificada deve resultar na retirada imediata do anel de serviço para avaliação por profissional qualificado.

PETROBRAS

6.2.7 Parafuso olhal de içamento

O parafuso olhal

O parafuso olhal é um componente de conexão rosqueado que exige rigor técnico na instalação, engajamento e aplicação de forças.

Parâmetros críticos para segurança operacional:

- Verificação do tipo, comprimento da rosca e profundidade de engajamento;
- Avaliação da capacidade de carga e direção dos esforços aplicados;
- Conformidade com a norma ABNT NBR ISO 3266 para olhal de aço forjado.

A instalação incorreta pode provocar arrancamento da rosca, falha do ponto de içamento ou danos estruturais à peça.

Tipos de pontos de içamento

Os pontos de içamento possuem configurações construtivas adaptadas a cada necessidade de movimentação.

Configurações mais comuns:

- **Parafuso olhal (olhal roscado):** elemento removível instalado em furo roscado preparado, utilizado para aplicações temporárias ou permanentes;
- **Olhal giratório:** dotado de mecanismos que permitem rotação ou articulação, garantindo alinhamento automático com a direção do esforço;
- **Ponto de içamento soldável:** fixado permanentemente à estrutura por meio de soldagem especializada.

Pontos de içamento soldáveis possuem características construtivas próprias e não devem ser considerados parafusos-olhal.







6.2.7 Parafuso olhal de içamento

Especificação e Montagem

A especificação do diâmetro da rosca garante a compatibilidade dimensional e a capacidade nominal necessária para o içamento.

Critérios de seleção do diâmetro:

- Identificação em milímetros (ex.: M12, M20, M30) conforme a rosca interna da peça;
- Compatibilidade rigorosa entre a rosca do olhal e o ponto de fixação;
- Seleção da Carga Máxima de Trabalho (CMT) em função da dimensão nominal e exigência da carga.



Diretrizes para instalação segura:

- Engajamento adequado dos filetes de rosca na profundidade do furo;
- Assentamento completo do colar sobre a superfície de apoio;
- Aplicação do torque de instalação recomendado pelo fabricante;
- Alinhamento correto do olhal em relação à direção da força aplicada.

Parafusos olhal devem sempre ser aparafusados até o ponto em que o colar está completamente em contato com a superfície. Fonte: Norma Petrobras N-2869.

Requisitos de fixação e responsabilidade técnica:

- Consultar um Profissional Legalmente Habilitado (PLH) em casos não previstos no manual;
- Evitar improvisações na profundidade de rosca ou uso de espaçadores não homologados.

6.2.7 Parafuso olhal de içamento

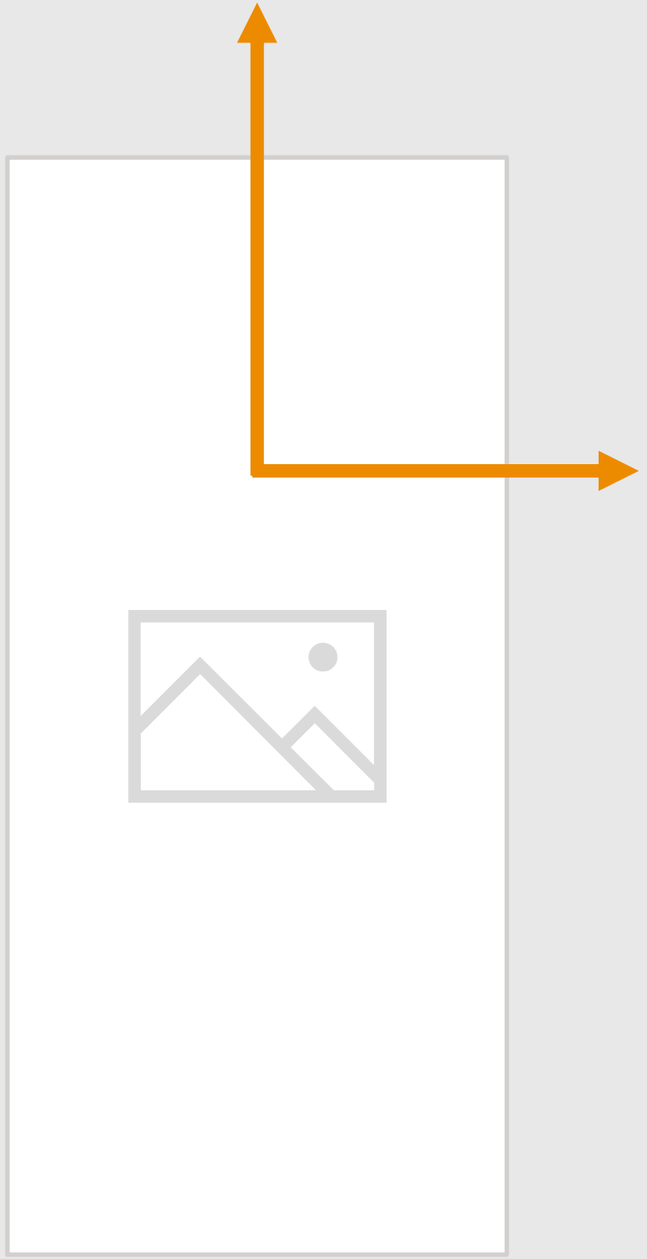
Direção dos esforços e cargas laterais

A orientação da força aplicada altera diretamente a capacidade de carga nominal do parafuso olhal.

Critérios operacionais conforme a N-2869 e ABNT NBR ISO 3266:

- Verificar antecipadamente se o carregamento será puramente vertical ou lateral;
- Aplicar fatores de correção na CMT sempre que houver esforços angulares;
- Utilizar apenas modelos projetados e autorizados pelo fabricante para tração lateral.

Ao serem utilizados para carregamentos laterais, os parafusos-olhal devem ter sua CMT corrigida pelos fatores apropriados presentes na ABNT NBR ISO 3266.



Capacidade de carga do parafuso olhal



- **Dimensão A:** refere-se ao diâmetro interno do olhal;
- **Dimensão B:** refere-se ao diâmetro externo do olhal;
- **Dimensão C:** refere-se ao diâmetro nominal da rosca do parafuso ou pino.

A Carga Máxima de Trabalho (CMT) do parafuso olhal é determinada com base nas tabelas do fabricante ou na norma técnica aplicável ao componente.

Tabela de dimensões parafuso olhal NBR ISO 3266					
Rosca	Carga 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

6.2.7 Parafuso olhal de içamento

Boas práticas de uso de olhais e acessórios de içamento (Parte 1)

Diretrizes de seleção e montagem de pontos de içamento roscados:

- 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.

6.2.7 Parafuso olhal de içamento

Boas práticas de uso de olhais e acessórios de içamento (Parte 2)

Diretrizes de integridade e conservação:

- 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 (Parte 1)

Verificações estruturais e mecânicas na inspeção pré-uso:

- 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).

Inspeção do olhal de içamento (Parte 2)

Verificações complementares e descarte:

- 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).

Qualquer irregularidade deve levar à retirada imediata do olhal de serviço.

Os mais comuns

Além dos acessórios principais, existem diversos dispositivos especiais utilizados na movimentação de cargas conforme a geometria da peça e o cenário operacional.

Dispositivos especiais mais comuns em campo:

- Pega-chapas, pega-tubos e pega-tambores;
- Balancins de carga e cintas metálicas;
- Protetores de canto vivo e esticadores para cabo de aço;
- Talhas manuais de alavanca, guinchos de alavanca tipo Tirfor e grampos para cabo de aço.


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

Cuidados gerais na seleção e uso de dispositivos

Requisitos obrigatórios para garantir a segurança operacional de dispositivos especiais:

- Verifique sempre a capacidade máxima de trabalho (CMT);
- Avalie se as dimensões do acessório são compatíveis com o equipamento de elevação e com a carga;
- Utilize apenas acessórios certificados, com identificação legível e em conformidade normativa;
- Garanta que o método de aplicação seja adequado, evitando esforços indevidos ou improvisos;
- Siga rigorosamente as orientações do fabricante ou, na sua ausência, as diretrizes de um profissional legalmente habilitado.

Inspeção pré-uso e critérios de descarte

A verificação antes de cada operação deve seguir o padrão rigoroso aplicado aos demais acessórios de içamento.

Pontos críticos de inspeção e descarte:

- Identificação de deformações, trincas, desgastes, corrosão ou abertura excessiva;
- Verificação de travamentos, danos por calor ou retrabalhos e soldas não autorizados;
- Retirada imediata de serviço de qualquer acessório que apresente irregularidades.

A correta seleção, aplicação e inspeção contínua dos acessórios são as principais barreiras contra acidentes nas operações de elevação de carga.

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 (pág. 159):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 159):

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.

Engenharia de Equipamentos

PETROBRAS

Engenharia de Equipamentos

- 7.1 O equipamento de guindar - conceitos e definições
- 7.2 Sistemas de transmissão e multiplicação de força
- 7.2.1 Sistema de polias
- 7.3 Sistema de alavanca
- 7.3.1 Classes de alavancas
- 7.4 Esforços mecânicos
- 7.5 Capacidade dos equipamentos e acessórios
- 7.5.1 Carga máxima de trabalho (CMT)
- 7.5.2 Fator de segurança
- 7.5.3 Tensão nos acessórios - efeito de ângulo
- 7.6 Características dos equipamentos
- 7.7 Manutenção e inspeção

Equipamentos de guindar

O que são os equipamentos de guindar?

- Equipamentos destinados à elevação e movimentação de cargas.
- Utilizam mecanismos manuais, hidráulicos, elétricos ou mecânicos.
- Permitem elevar, baixar ou deslocar cargas suspensas.
- Exigem operação planejada, segura e dentro da capacidade.





Engenharia aplicada na elevação de cargas

A capacidade de movimentar grandes massas não depende da força do operador, mas sim da mecânica do equipamento.

Sistemas mecânicos integrados para multiplicação de força:

- Motores e sistemas hidráulicos;
- Tambores, redutores, polias e moitões;
- Cabos de aço, correntes, lanças e contrapesos;
- Interação dinâmica específica para operações offshore (movimentos da unidade, condições oceanográficas).



Importância do conhecimento dos princípios básicos

Compreender a física e os mecanismos internos do guindaste é a base para a prevenção de acidentes.

Benefícios para o operador e sinaleiro:

- Identificação precisa das limitações do equipamento;
- Leitura e interpretação correta de gráficos e tabelas de carga;
- Tomada de decisões seguras frente a intempéries ou desvios operacionais.

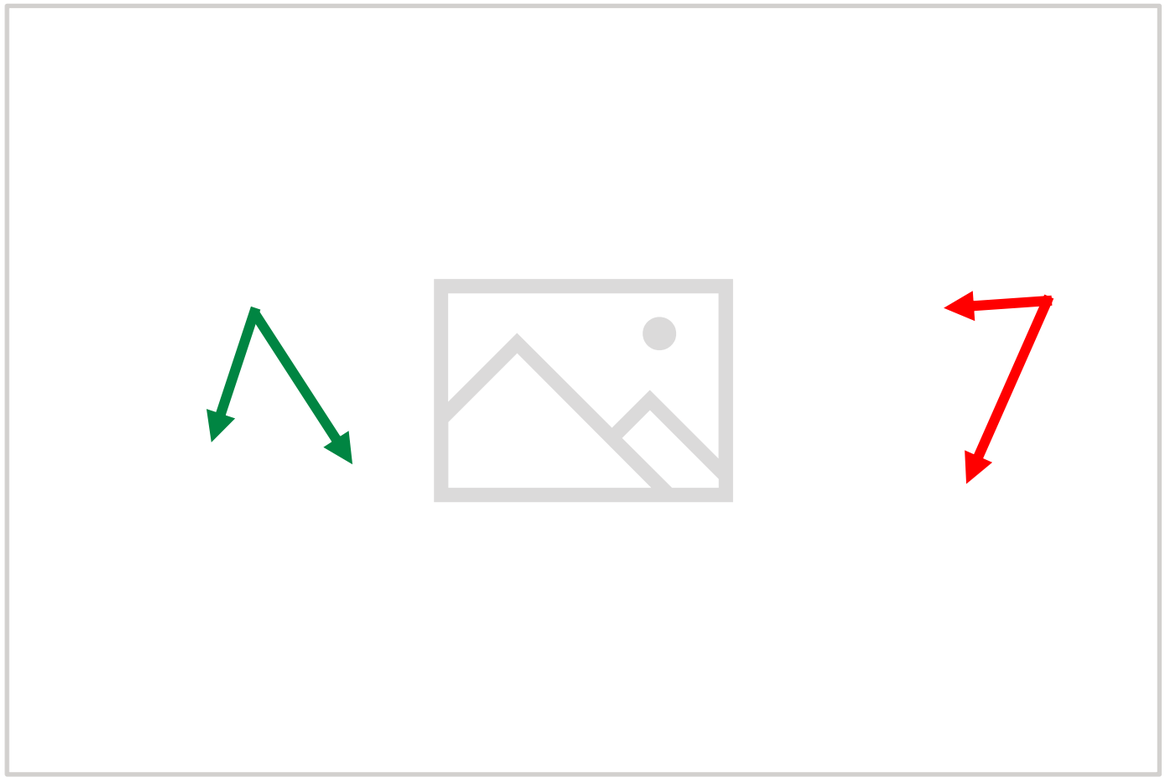
Força motora vs. força resistente

A operação do guindaste baseia-se na interação contínua entre duas forças opostas no sistema mecânico.

Conceitos fundamentais de forças:

- **Força motora:** força aplicada pelo sistema, gerada pelo conjunto hidráulico, motor, redutor do guincho e mecanismos de acionamento;
- **Força resistente:** força que se opõe ao movimento, composta pelo peso da carga, acessórios, peso próprio da lança, atritos e ações do vento ou inclinação.

O objetivo do equipamento é fazer com que a força motora supere a força resistente com segurança e eficiência mecânica.



Os mecanismos

A movimentação de cargas somente é possível graças aos mecanismos capazes de transmitir, multiplicar ou transformar forças.

Objetivos operacionais dos mecanismos:

- Permitir que uma força motora relativamente pequena movimente cargas de grande dimensão;
- Garantir controle, precisão e segurança durante o deslocamento;
- Auxiliar o profissional na interpretação das limitações do equipamento e na prevenção de sobrecargas.

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.

Funções operacionais da polia:

- Alterar a direção da força aplicada durante o movimento;
- Distribuir os esforços entre diferentes ramais do cabo de aço;
- Proporcionar vantagem mecânica, reduzindo a força necessária para movimentar a carga.



Importância das polias

As polias estão entre os mecanismos mais antigos e eficientes para a transmissão e multiplicação de força na movimentação de cargas.

Importância funcional das polias:

- Redução do esforço necessário para elevar grandes cargas;
- Movimentação segura, suave e controlada de pesos elevados;
- Elemento base presente em guindastes, talhas, guinchos e pontes rolantes.

Tipos de polias — polia fixa e polia móvel

Os sistemas de elevação utilizam dois tipos básicos de polias conforme a sua montagem.

Características construtivas dos tipos de polias:

- **Polia fixa:** permanece presa à estrutura e não acompanha a carga; sua função principal é mudar a direção da força sem multiplicar a capacidade (o esforço é igual ao peso);
- **Polia móvel:** desloca-se juntamente com a carga, dividindo o peso entre os segmentos do cabo e reduzindo o esforço exigido na elevação.

Aplicação prática na movimentação de cargas

O sistema de polias é empregado universalmente em equipamentos de içamento e elevação de carga.

Principais aplicações e cuidados operacionais:

- Utilização em guindastes, gruas, pontes rolantes e talhas manuais ou elétricas;
- Necessidade do dimensionamento correto do número de ramais do cabo conforme a carga a ser içada;
- Garantia de distribuição equilibrada dos esforços e integridade de todo o sistema de elevação.

PETROBRAS

7.2.1 Sistema de polias

Vantagem mecânica e número de ramais

A vantagem mecânica do sistema de polias corresponde à redução da força necessária para erguer uma carga em função dos ramais de sustentação.

Na prática, o esforço real é ligeiramente superior ao teórico devido às perdas por atrito entre o cabo de aço e as polias.

Exemplo prático de vantagem mecânica

A multiplicação da capacidade do guincho através das passadas de cabo:

- Se o cabo passa 4 vezes pelo conjunto de polias (4 passadas de cabo);
- A carga total é distribuída pelas 4 seções do cabo;
- Ocorre uma **redução de até 75% no esforço** necessário no guincho.

Uma carga de 40 toneladas gera apenas 10 toneladas de esforço no cabo principal e no sistema do guincho, sendo o restante distribuído entre os ramais.

Conceito de moitão e bloco de polias

O moitão é um exemplo de aplicação de polias móveis no guindaste. Ele realiza a multiplicação de força trabalhando em conjunto com o bloco de polias localizado na ponta da lança.

Aspectos gerais e operacionais do moitão:

- O número de ramais de cabo de aço depende da capacidade da máquina, do peso da carga e das orientações do fabricante;
- As configurações construtivas influenciam diretamente a forma de conexão e a capacidade total de elevação;
- Cada tipo de moitão atende a requisitos específicos de movimentação técnica.

7.2.1 Sistema de polias

Moitão tipo gancho

O moitão tipo gancho é o modelo mais amplamente utilizado em operações cotidianas de movimentação de cargas.

Características construtivas e de aplicação:

- Equipado com gancho de carga dotado de trava de segurança operante;
- Permite conexão rápida de cintas, lingas de cabo de aço, lingas de correntes e manilhas;
- Utilizado em guindastes móveis, pontes rolantes, gruas e talhas elétricas.



Moitões tipo âncora e múltiplo

Modelos especiais desenvolvidos para movimentações pesadas e de grande porte.

Aplicações e vantagens dos moitões especiais:

- **Moitão tipo âncora:** utilizado quando a conexão é realizada por olhal ou manilha em lingadas de grandes dimensões, reduzindo a sobreposição de acessórios e organizando a distribuição de forças;
- **Moitão múltiplo:** conjunto projetado para operações especiais com quatro ganchos de içamento, proporcionando múltiplos pontos de sustentação, maior estabilidade e redução da concentração de esforços em um único ponto.

Bola peso (gancho auxiliar)

A bola peso é um dispositivo de elevação em que o cabo de aço trabalha em cabo singelo (apenas 1 ramal), sem multiplicação de força.

Aplicações e características operacionais:

- Utilizada em operações com cargas menores e mais leves;
- Proporciona maior velocidade de movimentação e maior alcance operacional;
- Aplicação comum em operações com extensões de lança, tais como jib e mini-jib;
- Indicada para atividades que exijam movimentações rápidas e frequentes de cargas leves.

Usado desde a antiguidade

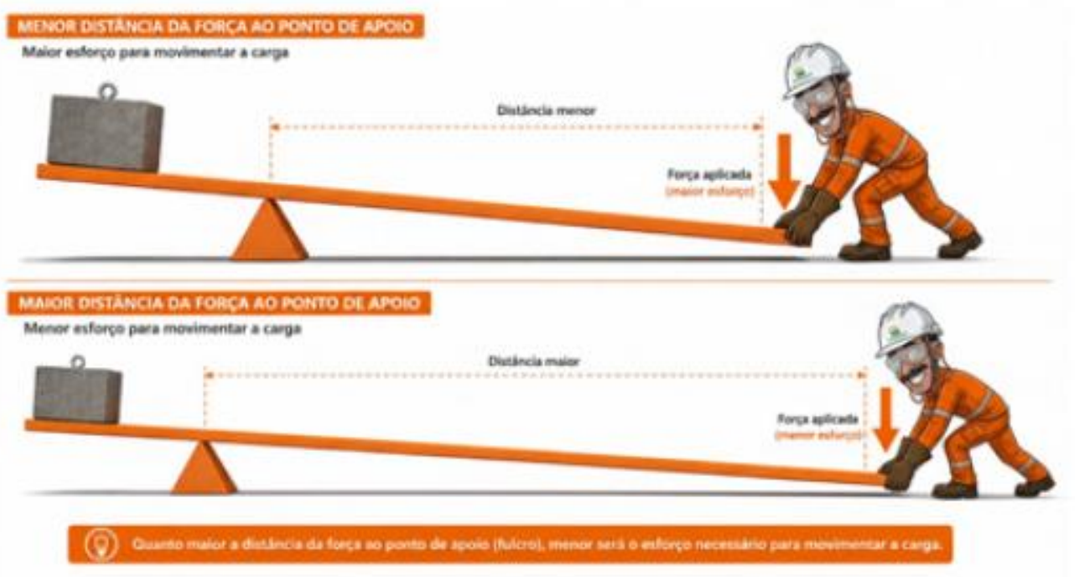
As alavancas estão entre os mecanismos de transmissão e multiplicação de força mais importantes da engenharia.

Aplicações e histórico funcional:

- Utilizadas desde a antiguidade para movimentação de blocos e cargas pesadas;
- Presentes em equipamentos modernos para multiplicar forças e aumentar o alcance;
- Princípio sintetizado pela célebre frase de Arquimedes: "*Dê-me um ponto de apoio e moverei o mundo*".

Funcionamento e elementos básicos da alavanca

Uma alavanca consiste em uma barra rígida que gira em torno de um ponto fixo denominado fulcro.



Elementos constitutivos fundamentais:

- **Fulcro:** ponto em torno do qual ocorre o movimento da alavanca;
- **Potência:** força aplicada para movimentar a alavanca;
- **Resistência:** força que se deseja vencer, representada pelo peso da carga.

A relação entre estes três elementos determina a vantagem mecânica do sistema.

Vantagem mecânica e distância ao fulcro

O esforço necessário para deslocar uma carga depende diretamente da distância entre a força aplicada e o ponto de apoio.

Relação entre distância e esforço:

- **Menor distância ao ponto de apoio:** exige maior esforço para movimentar a carga;
- **Maior distância ao ponto de apoio:** exige menor esforço para movimentar a carga.

Quanto maior a distância da força ao ponto de apoio (fulcro), menor será o esforço necessário para movimentar a carga.

Classificação das alavancas

As alavancas são classificadas de acordo com a posição relativa do fulcro, da potência e da resistência. São elas:

- **Alavanca de primeira classe (interfixa)**
- **Alavanca de segunda classe (inter-resistente)**
- **Alavanca de terceira classe (interpotente)**

Alavanca de primeira classe (interfixa)

O fulcro fica localizado entre a força aplicada (potência) e a carga (resistência).

Características e aplicações:

- Ponto de apoio situado em posição intermediária;
- Exemplos do cotidiano: gangorra, alicate e tesoura;
- Em equipamentos de movimentação de cargas, observa-se este princípio em diversos mecanismos de acionamento e articulação.

Alavanca de segunda classe (inter-resistente)

A resistência (carga) fica localizada entre o fulcro e a força aplicada (potência).

Características e aplicações:

- Oferece elevada vantagem mecânica, exigindo menor esforço para movimentar grandes cargas;
- A força aplicada atua em uma extremidade distante do ponto de apoio;
- Exemplos do cotidiano e indústria: carrinho de mão e quebra-nozes.



Alavanca de terceira classe (interpotente)

A força aplicada (potência) encontra-se entre o fulcro e a resistência (carga).

Características e aplicações:

- A vantagem mecânica não reside na multiplicação da força, mas no ganho de velocidade e amplitude do movimento;
- Permite controle preciso e alcance rápido na extremidade da carga;
- Exemplos clássicos: pinça, braço humano e lanças articuladas.



Aplicação na movimentação de cargas

O princípio das alavancas está presente em diversos equipamentos utilizados diariamente na elevação de cargas, permitindo transmitir ou multiplicar forças.

Vantagem mecânica e momentos:

- A capacidade de reduzir o esforço necessário depende do momento gerado;
- Quanto maior a distância entre o ponto de aplicação da força (potência) e o fulcro, maior será o momento produzido e menor o esforço exigido;
- A lança de um guindaste funciona como uma grande alavanca, onde o equilíbrio depende da carga suspensa, do contrapeso, do eixo de giro e dos pontos de apoio.



raio operacional

Relação entre raio operacional e capacidade de carga

À medida que a carga se afasta do eixo de giro, o momento gerado sobre a estrutura do guindaste aumenta progressivamente.

Efeitos operacionais do aumento do raio:

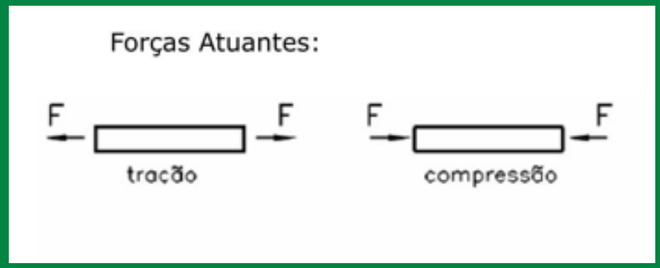
- O equipamento precisa desenvolver um esforço maior para manter a carga suspensa;
- A capacidade de carga nominal diminui à medida que o raio operacional aumenta;
- O estudo de momento e estabilidade é fundamental para garantir a segurança operacional durante o içamento.

Forças externas

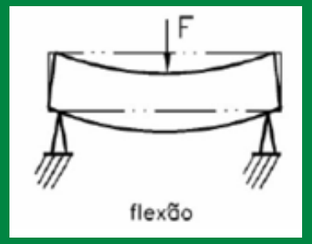
Todos os equipamentos e acessórios utilizados na movimentação de cargas estão sujeitos à ação de forças que provocam deformações internas nos materiais.

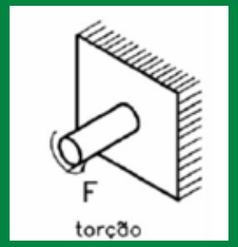
Comportamento e integridade dos componentes:

- Cabos de aço, correntes, cintas, ganchos, manilhas, moitões e lanças resistem continuamente a essas forças;
- Ultrapassar os limites de resistência resulta em deformações permanentes, trincas ou ruptura;
- A compreensão dos esforços mecânicos permite reconhecer situações de sobrecarga e operar com segurança.









Tração em equipamentos e acessórios

A tração ocorre quando uma força atua puxando o material no sentido de alinhamento, tentando alongá-lo.

Componentes com esforço predominantemente de tração:

- Acessórios de içamento (linga de cabo de aço, cinta, linga de corrente);
- Ganchos, anéis de carga e olhais de içamento;
- Balancim de carga;
- Cabo de aço do guindaste.



Como identificar problemas de tração e risco operacional

Evidências visuais de sobrecarga por esforço de tração nos materiais

- Alongamentos anormais nos componentes;
- Arames quebrados em cabos de aço;
- Estiramento irregular em cintas têxteis;
- Deformação plástica em correntes (material deformado sem retornar ao estado original);
- Desalinhamento da lança ao longo do eixo.

Risco operacional: ruptura instantânea do equipamento, acessório ou dispositivo - normalmente sem aviso prolongado.



7.4 Esforços mecânicos

Compressão em equipamentos e estruturas

A compressão é o esforço mecânico que empurra o material para dentro, reduzindo o comprimento do componente.

Ocorre quando duas forças atuam uma contra a outra, pressionando a peça ao longo do seu eixo.

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.

7.4 Esforços mecânicos

Identificação de problemas de compressão e risco operacional

Quando a compressão ultrapassa a capacidade estrutural do material, surgem falhas e deformações graves.

Como identificar problemas de compressão:

- Amassamentos;
- Deformações localizadas (barrigas, abaulamentos);
- Dobra ou colapso em perfis metálicos;
- Ruptura de soldas.

Risco operacional: colapso da estrutura.



7.4 Esforços mecânicos

Torção em equipamentos de movimentação de cargas

A torção é o esforço que gira o componente de forma helicoidal, como se tentasse "retorcer" o material.

Ocorrências mais comuns deste esforço:

- 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 e risco operacional

A identificação precoce de falhas de torção previne colapsos catastróficos nas estruturas.

Sinais de torção excessiva nos componentes:

- 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 em equipamentos e estruturas

A flexão ocorre quando o componente sofre uma força perpendicular ao seu eixo, provocando curvatura.

Componentes em que este esforço é mais comum:

- 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

A verificação visual e auditiva permite reconhecer sinais graves de deformação por flexão antes de acidentes.

Sinais característicos de problemas de flexão:

- Excesso de flecha (curvatura visível);
- Deformação permanente;
- Trincas na fibra tracionada;
- Ruído anormal ou vibração.

Risco operacional e importância dos esforços mecânicos

O esforço excessivo de flexão traz consequências diretas para a segurança e integridade das estruturas.

Risco operacional da flexão:

- Ruptura progressiva da estrutura;
- 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.

Conhecer os esforços mecânicos permite compreender por que cada equipamento ou acessório possui uma forma construtiva específica e por que sua utilização inadequada pode reduzir sua capacidade de carga.

7.4 Esforços mecânicos

Pare e analise: forças atuando sobre a lança

Durante o içamento, a carga suspensa provoca múltiplos esforços sobre a estrutura metálica da lança.

Atuação de forças e deformação estrutural:

- A lança fica sujeita a esforços combinados de **compressão, tração e flexão**;
- Quanto maior a carga e o comprimento da lança, maior tende a ser a deformação provocada;
- A flexão faz com que a ponta da lança se desloque para fora;
- Este deslocamento aumenta o raio operacional e, consequentemente, o momento de tombamento.

Aprendizado e planejamento da manobra

A alteração da geometria da lança durante o içamento exige ações preventivas e controle rigoroso do operador.

Procedimentos de segurança e compensação:

- O planejamento da manobra deve considerar que o raio operacional aumenta após a carga deixar o solo;
- A operação deve garantir que a carga permaneça sempre dentro dos limites previstos no gráfico de carga;
- O operador deve realizar movimentos adequados para compensar o aumento do raio decorrente da flexão da lança;
- É obrigatório respeitar rigorosamente os limites e procedimentos estabelecidos pelo fabricante.

PETROBRAS

7.5 Capacidade dos equipamentos e acessórios

Limite de utilização

Todo equipamento ou acessório utilizado na movimentação de cargas possui um limite máximo de utilização definido durante seu projeto, fabricação e ensaios.

Importância do limite de utilização:

- Respeitar a capacidade máxima garante a integridade dos equipamentos;
- Assegura a proteção e a segurança das pessoas na operação;
- Evita falhas estruturais decorrentes de sobrecargas acima do especificado.

Fatores que reduzem a capacidade nominal

A capacidade nominal informada pelo fabricante não depende apenas do peso da carga suspensa.

Fatores de redução da capacidade operacional:

- Configuração do equipamento e raio operacional;
- Forma de amarração e ângulos de trabalho das lingas;
- Condições ambientais durante a operação;
- Estado de conservação e desgaste dos componentes.

Antes de qualquer operação de içamento, é indispensável verificar se todos os equipamentos e acessórios possuem capacidade compatível com os esforços que serão aplicados.

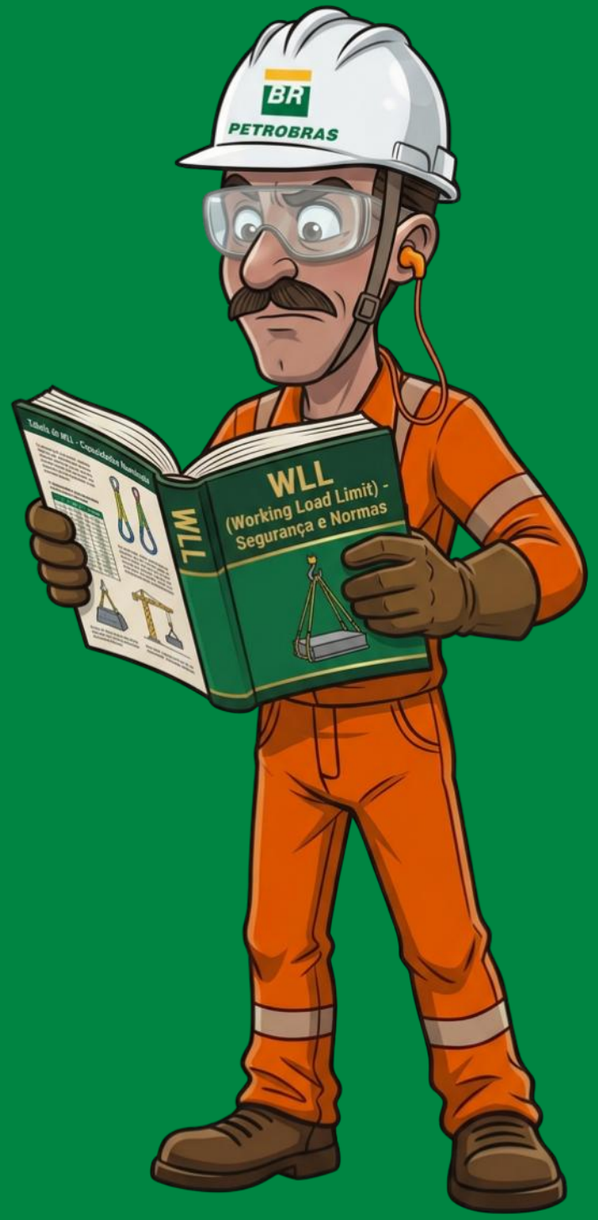
7.5.1 Carga máxima de trabalho (CMT)

Carga Máxima de Trabalho

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.

Definição e critérios de segurança:

- A CMT é estabelecida pelo fabricante após cálculos de engenharia, seleção de materiais, ensaios mecânicos e critérios de segurança;
- Não representa a carga de ruptura mínima (CRM) do componente;
- Corresponde ao limite seguro de utilização, considerando margens de segurança adequadas para absorver variações operacionais e garantir a confiabilidade do sistema.



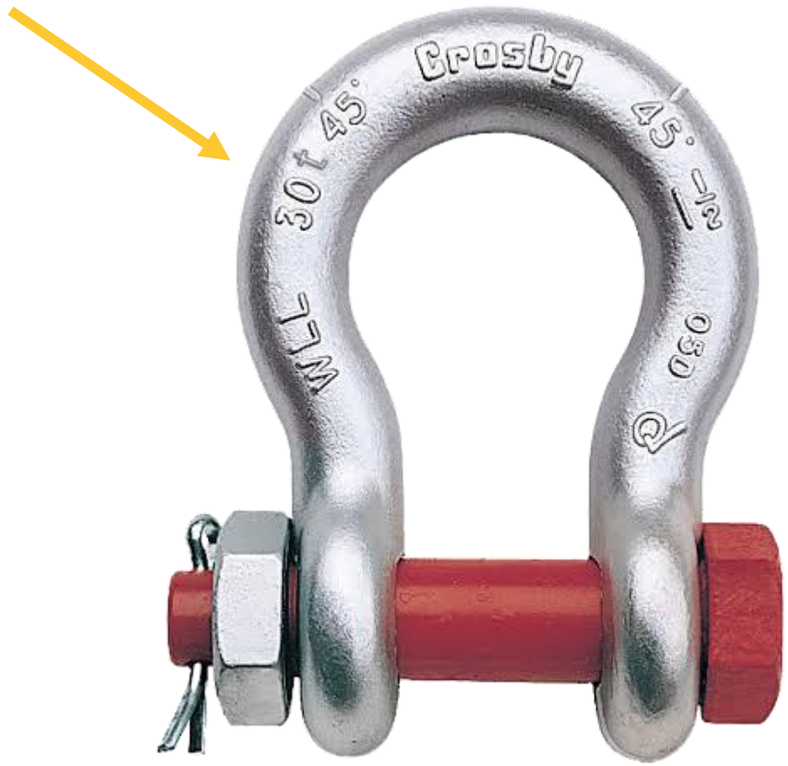
Identificação e variação da CMT

A forma como a CMT se apresenta varia entre acessórios de içamento e equipamentos de elevação de grande porte.

Particularidades por tipo de componente:

- **Acessórios de movimentação (cintas, cabos de aço, correntes, manilhas, ganchos e anéis):** a CMT é um valor fixo definido em projeto e identificado de forma permanente por meio de marcação, plaqueta ou etiqueta;
- **Equipamentos de elevação (guindastes, gruas e similares):** a CMT não é um valor único e invariável; a capacidade disponível depende das condições reais da operação e deve ser determinada por meio das tabelas ou gráficos de carga.

Carga máxima de trabalho



Fatores que influenciam a capacidade do equipamento

Em equipamentos de elevação, a CMT é diretamente afetada por diversos parâmetros operacionais e de montagem.



Fatores de influência na CMT do equipamento:

- Raio operacional;
- Comprimento e configuração da lança;
- Contrapesos utilizados e condição dos estabilizadores;
- Quantidade de ramais de cabo de aço passados;
- Peso do moitão, da bola peso e dos acessórios suspensos;
- Configurações e condições operacionais previstas para a atividade.

Determinação da capacidade efetiva e requisitos normativos

A capacidade efetiva da movimentação deve considerar a combinação de todos os componentes envolvidos e o planejamento da operação.

Verificação e conformidade regulamentar:

- A CMT deve estar gravada no componente, na etiqueta, na plaqueta de identificação ou na documentação técnica, sendo verificada antes do início da operação;
- Ter um componente com determinada CMT não garante que essa capacidade esteja disponível para toda a configuração utilizada;
- A NR-11 determina que em todo equipamento deve ser indicada, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida.

7.5.2 Fator de segurança

Limite de ruptura

Nenhum equipamento ou acessório de movimentação de cargas é projetado para trabalhar no seu limite de ruptura.

Margem de segurança e confiabilidade:

- Os fabricantes incorporam uma margem de segurança, denominada fator de segurança, para garantir a confiabilidade durante a vida útil do componente;
- Considera variações nas propriedades dos materiais, tolerâncias de fabricação, desgastes naturais, esforços dinâmicos e condições ambientais;
- Em termos simples, representa a relação entre a carga mínima de ruptura (CRM) do componente e a sua Carga Máxima de Trabalho (CMT).

A margem de segurança não pode ser utilizada para aumentar a carga da operação. A Carga Máxima de Trabalho continua a ser o limite de utilização, independentemente do 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, considerando as características construtivas e o material empregado.

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

Fonte: Adaptado de normas da ABNT.

7.5.2 Fator de segurança

Exemplos práticos e notas normativas

A aplicação do fator de segurança determina a Carga Mínima de Ruptura (CRM) necessária para cada acessório.

- **Cinta sintética:** uma cinta com CMT de 2 toneladas (fator 7:1) deve possuir uma carga mínima de ruptura de 14 toneladas;
- **Linga de cabo de aço:** uma linga com CMT de 10 toneladas e fator de 5:1 deve apresentar carga mínima de ruptura superior a 50 toneladas;
- **Cintas têxteis:** variam conforme o material, a construção da cinta e a existência de acessórios metálicos (ABNT NBR 15637);
- **Produtos Grau 10:** devem observar os requisitos do fabricante e as normas de certificação do componente.

Atenção: dois acessórios com a mesma CMT podem possuir fatores de segurança diferentes, pois cada norma estabelece requisitos específicos de projeto, ensaio e aplicação.

Fator importante

Durante uma operação de movimentação de cargas, a forma como a carga é amarrada influencia diretamente os esforços aplicados às lingas, correntes e acessórios.

Ângulo de trabalho e tensão resultante:

- Quanto menor for o ângulo formado entre a linga e a horizontal da carga, maior será a tensão aplicada aos acessórios de movimentação;
- Sempre que possível, deve-se trabalhar com ângulos elevados, mantendo as lingas mais próximas da posição vertical;
- O fator multiplicador é determinado em função do ângulo de trabalho da linga.

Exemplo de cálculo:

Peso (10t) x Multiplicador 60º (1,155) = **11,55t**

Multiplicadores de tensão em função do ângulo da linga

Ângulos e Multiplicadores	
Ângulo	**Multiplicador**
90°	1
85°	1,004
80°	1,015
75°	1,035
70°	1,064
65°	1,103
60°	1,155
55°	1,221
50°	1,305
45°	1,414
40°	1,556
35°	1,743
30°	2
<30°	não recomendado

Cálculo de tensão na linga (Te)

A tensão exercida na linga é obtida através da decomposição dos esforços em função da parcela de peso sustentada por cada ramal.

Fórmula de cálculo: Tensão = Peso ÷ (sen ang)

*Exemplos práticos para peso total (P_t) de 10t e carga simétrica (P) de **5t** por ramal:*

Linga a 45°:

Te = P ÷ (sen ang)

Te = 5 ÷ sen 45°

Te = 5 ÷ 0,707

Te = 7,07tf

Linga a 60°:

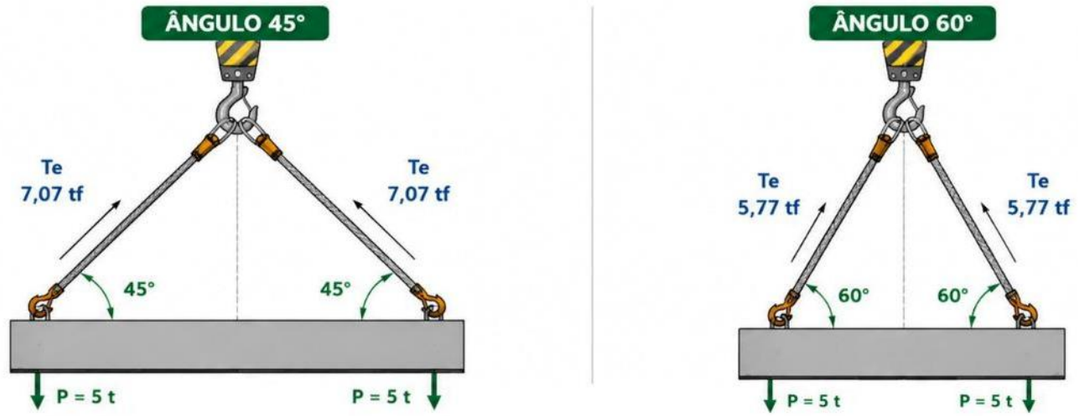
Te = P ÷ (sen ang)

Te = 5 ÷ sen 60°

Te = 5 ÷ 0,866

Te = 5,77 tf

Peso total (Pt) = 10t | Carga simétrica



Conclusão e recomendações operacionais

Ao aumentar o ângulo da linga em relação à horizontal, diminui a tensão exercida em cada ramal.

Recomendações e atenção operacional:

- Ângulos menores provocam maiores esforços nas lingas e acessórios de içamento, exigindo atenção especial no planejamento;
- 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, a geometria do içamento, a quantidade de pontos efetivamente carregados e as demais condições específicas da operação.

Comparativo entre Guindastes

A evolução dos guindastes levou ao desenvolvimento de múltiplos tipos e configurações, atendendo a necessidades específicas de construção, manutenção industrial e operações pesadas.

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

Características operacionais fundamentais e seleção do equipamento

Apesar da variedade de modelos, os guindastes compartilham elementos operacionais comuns para determinar o seu desempenho e segurança.

Características operacionais comuns e escolha técnica:

- Comprimento da lança e variação dos ângulos de trabalho;
- Diferentes raios operacionais e capacidade definida por tabelas do fabricante;
- Estabilidade garantida por contrapesos, patolamento adequado e limites estruturais;
- Outros equipamentos de movimentação: empilhadeiras, pontes rolantes, pórticos, semipórticos, talhas elétricas/manuais e guinchos;
- Conhecer as diferenças entre equipamentos permite interpretar corretamente capacidade, limites estruturais, alcance e restrições.

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.

Características da carga

A avaliação detalhada da carga é o primeiro passo para dimensionar corretamente os equipamentos e acessórios de içamento.

Pontos essenciais de análise:

- 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.

PETROBRAS

7.6 Características dos equipamentos

Condições do ambiente

O local de trabalho impõe restrições físicas e operacionais que determinam o tipo de equipamento adequado.

Fatores ambientais a considerar:

- 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.





Requisitos da operação

As exigências de movimentação definem o alcance, a velocidade e o tipo de manobra necessária.

Parâmetros operacionais:

- 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.

Segurança e limitações técnicas

A verificação dos limites normativos e de fabricante previne sobrecargas e falhas estruturais.

Critérios técnicos de segurança:

- Tabelas de carga do fabricante;
- Ângulos de trabalho permitidos;
- Limites de velocidade, vento e terreno;
- Disponibilidade de acessórios compatíveis;
- Necessidade de patolamento ou contrapesos.

Logística e mobilidade

A viabilidade de transporte e montagem deve ser planejada para evitar atrasos e imprevistos na operação.

Aspectos logísticos:

- Tempo de mobilização e desmontagem;
- Acessos internos/externos;
- Possibilidade de operar em áreas confinadas ou altura reduzida.

Atividades complementares

A manutenção e a inspeção dos equipamentos de movimentação de cargas são etapas essenciais em prol da segurança, a confiabilidade e a eficiência operacional.

Conceitos fundamentais e necessidade operacional:

- Mesmo o equipamento mais moderno e robusto está sujeito ao desgaste natural, fadiga de materiais e falhas inesperadas;
- Uso contínuo ou em condições severas exige rigoroso acompanhamento técnico;
- É indispensável seguir procedimentos de inspeção regular e realizar manutenção preventiva conforme recomendações do fabricante e normas vigentes;
- Manutenção e inspeção são atividades distintas, porém complementares.

Diferenças entre inspeção e manutenção

Compreender o papel de cada atividade garante ações preventivas e corretivas eficientes na gestão da frota.

Definição das atividades:

- **Inspeção:** objetivo de verificar as condições do equipamento, identificar desgastes, deformações, vazamentos, falhas ou danos antes que resultem em acidentes. Busca identificar problemas existentes ou potenciais para assegurar a utilização segura do sistema;
- **Manutenção:** consiste nas intervenções realizadas para preservar, restaurar ou melhorar as condições de funcionamento do equipamento. Inclui ajustes, substituição de componentes, lubrificação e reparos para manter a operacionalidade.

Manutenção preventiva

Realizada de forma planejada e periódica, conforme horas de uso ou tempo calendário do equipamento.

Ações incluídas e objetivo:

- 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 a presença de defeitos no equipamento antes da ocorrência de falhas que levem à sua indisponibilidade.



Manutenção corretiva

Realizada após a identificação de defeitos ou falhas operacionais no equipamento.

Ações incluídas e objetivo:

- Substituição de componentes danificados;
- Reparos estruturais como soldagem de partes e substituição de elementos suportes;
- Ajustes emergenciais para restauração do sistema;

Objetivo: corrigir falhas para recuperar o funcionamento seguro do equipamento.

Manutenção preditiva

Baseada em monitoramentos e medições contínuas das condições dos equipamentos, permitindo identificar sinais de degradação antes que ocorram falhas.

Técnicas de monitoramento preditivo:

- **Análise de vibração:** monitoramento de vibrações anormais em componentes rotativos (motores, redutores, mancais, engrenagens) para identificar desgastes, desalinhamentos e folgas;
- **Termografia:** uso de câmeras térmicas para detectar variações de temperatura indicativas de superaquecimento, problemas elétricos ou atrito excessivo;
- **Ultrassom:** identificação de sons de alta frequência produzidos por vazamentos, atritos, defeitos em rolamentos ou descargas elétricas;
- **Análise de óleo lubrificante e hidráulico:** detecção de desgastes internos de motores e sistemas hidráulicos;

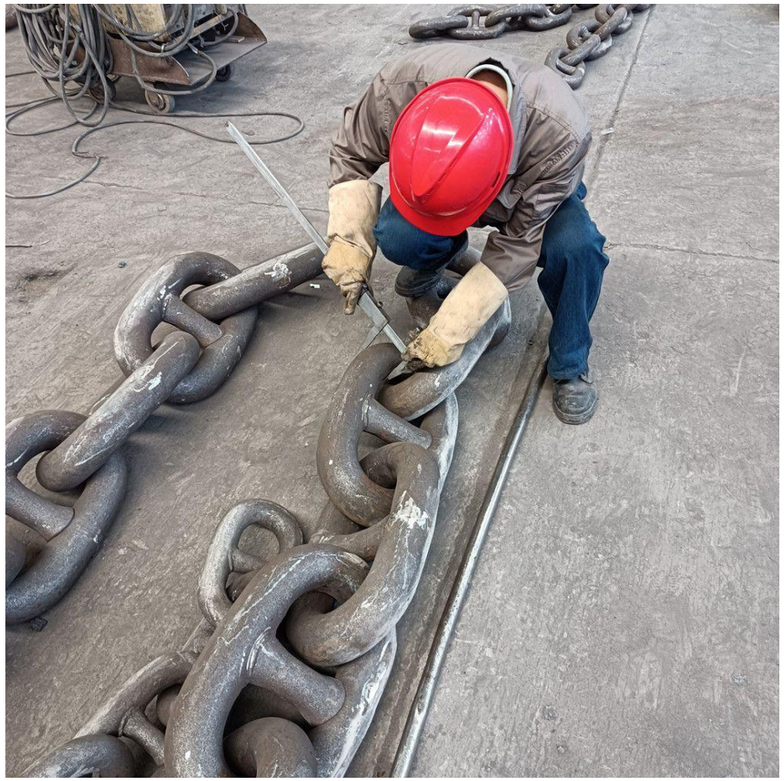
Objetivo: prever falhas antes que evoluam, permitindo a programação de intervenções e reduzindo paradas não planejadas.

Inspeções e avaliação da integridade

Os equipamentos são submetidos a avaliações detalhadas para verificar suas condições estruturais e operacionais.

Ensaios não destruidores (END):

- Permitem avaliar a integridade de componentes sem causar danos ao equipamento;
- Principais técnicas: líquido penetrante, partículas magnéticas, ultrassom e radiografia industrial;
- Utilizados em inspeções programadas, inspeções especiais e programas de manutenção baseada em condição;
- Auxiliam na identificação de trincas, descontinuidades, corrosão e outros defeitos que possam comprometer a segurança e a confiabilidade.



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.

Exercícios de Fixação:

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.

Estática

PETROBRAS

Estática

- 8.1 Introdução à estática
- 8.1.1 Massa e peso
- 8.1.2 Forças e vetores
- 8.2 Equilíbrio de forças
- 8.3 Centro de gravidade (C.G)
- 8.3.1 Momento e estabilidade
- 8.3.2 Locação do centro de gravidade

8.1 Introdução à estática

O que é a 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.

Conceitos fundamentais da estática:

- Analisa as forças que atuam sobre um corpo e compreende as condições necessárias para que permaneça estável;
- Embora a movimentação 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, a localização do centro de gravidade e como os acessórios transmitem esses esforços ao equipamento.

Aplicação da estática no planejamento do içamento

Os princípios da estática são utilizados para planejar a operação e prever o comportamento da carga antes mesmo que ela deixe o solo.

Ações e verificações prévias:

- Reduzir riscos e permitir a seleção correta dos equipamentos;
- Evitar acidentes decorrentes de desequilíbrios, sobrecargas ou falhas na distribuição dos esforços;
- 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.

Prevenção de riscos e estabilidade na operação

O domínio dos conceitos de estática contribui para prever o comportamento da carga e controlar os riscos da movimentação.

Medidas de controle e prevenção:

- 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.

.

Fica a dica: o trabalho seguro depende da capacidade de prever como a carga vai se comportar quando for içada



Conceitos fundamentais

Antes de estudar as forças que atuam durante um içamento, é importante compreender dois conceitos fundamentais da mecânica que possuem significados diferentes.

Definição de massa:

- A massa corresponde à quantidade de matéria que compõe um corpo;
- É uma característica própria do objeto e não se altera, independentemente do local onde esteja;
- No Sistema Internacional de Unidades (SI), a massa é medida em quilogramas (kg);

- **Exemplo:** uma caixa de 20 kg, um tambor de 200 kg ou um motor de 800 kg mantêm a mesma massa em qualquer local.



O conceito de peso na movimentação de cargas

O peso é a força exercida pela gravidade sobre um corpo, sendo a força que mantém a carga apoiada no solo e que precisa ser vencida no içamento.

Relação física e prática operacional:

- Quanto maior a massa da carga, maior será o seu peso;
- Na Física, o peso é uma força e sua unidade no SI é o newton (N);
- Na prática operacional, é comum utilizar a palavra "peso" para se referir à massa em quilogramas (kg) ou toneladas (t);
- Essas informações são utilizadas para seleção dos equipamentos, acessórios e configuração da operação.

Linguagem operacional e convenções da área

Na movimentação de cargas, adotam-se expressões do dia a dia para indicar a massa considerada no planejamento.

Exemplos de linguagem operacional comum:

- *"Esta carga pesa 2.000 kg";*
- *"O guindaste irá içar 2 toneladas";*
- Ambas as expressões indicam a massa da carga utilizada para dimensionar equipamentos e acessórios de içamento.

PETROBRAS

8.1.1 Massa e peso

Linguagem operacional e convenções da área

Na movimentação de cargas, adotam-se expressões do dia a dia para indicar a massa considerada no planejamento.

Exemplos de linguagem operacional comum:

- *"Esta carga pesa 2.000 kg";*
- *"O guindaste irá içar 2 toneladas";*
- Ambas as expressões indicam a massa da carga utilizada para dimensionar equipamentos e acessórios de içamento.

8.1.1 Massa e peso

Importância da distinção entre massa e peso

Compreender essa diferença ajuda o profissional a interpretar corretamente documentos técnicos, tabelas de carga e especificações.

Resumo do conceito técnico:

- A massa é uma propriedade do corpo;
- O peso é uma força produzida pela ação da gravidade;
- O conhecimento dessa força permite entender como ela se distribui entre os acessórios e como afeta a estabilidade da carga e do equipamento.



Conceitos

Durante uma operação de movimentação de cargas, diversos componentes exercem forças sobre a carga ao mesmo tempo.

Conceito de força e atuação simultânea:

- 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;
- As lingas puxam a carga para cima, a gravidade a puxa para baixo, e o vento ou a inércia aplicam forças em diferentes direções;
- Para compreender como essas forças atuam e influenciam o comportamento da carga, é necessário conhecer o conceito de vetor.

Principais forças em operações de içamento

Cada uma dessas forças atua simultaneamente e influencia diretamente o equilíbrio, a estabilidade e a segurança da operação.

Tipos de forças atuantes:

- **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.

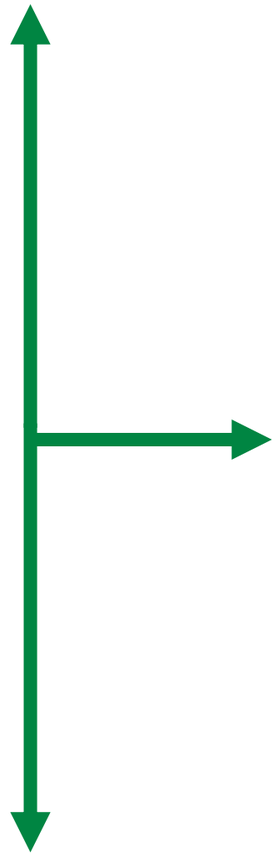
Decomposição de forças em içamentos

Quando uma carga é sustentada por lingas inclinadas, a força aplicada em cada linga não atua apenas na vertical.

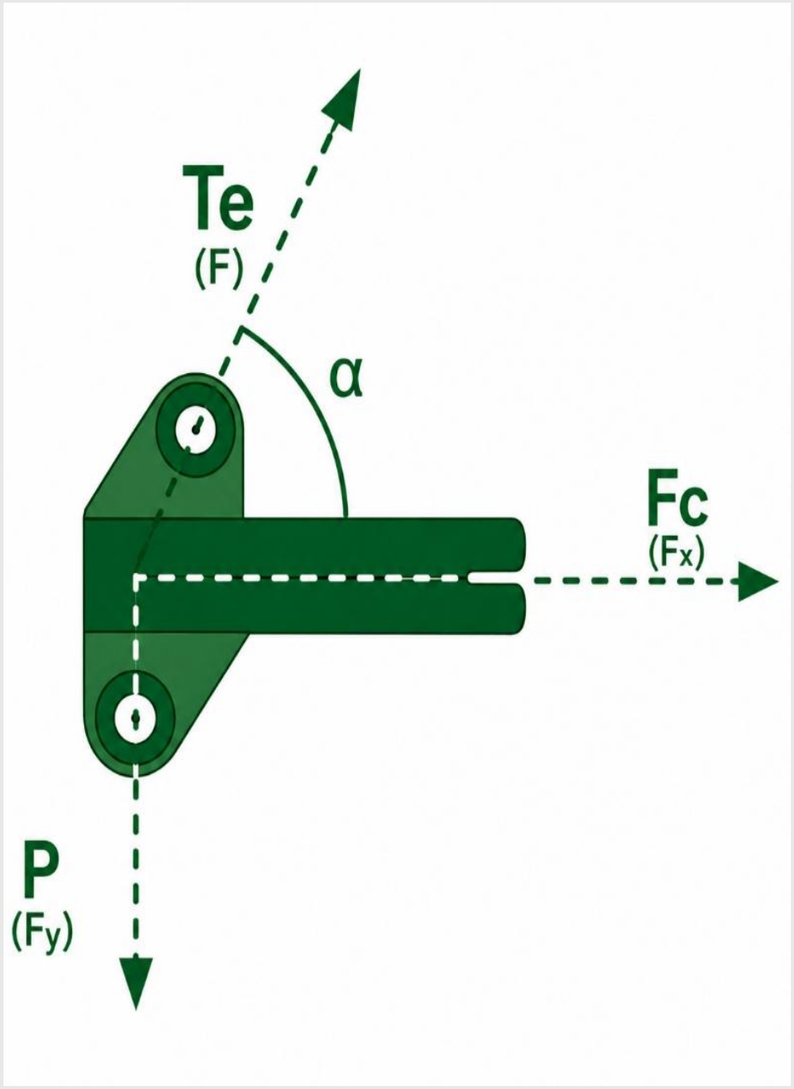
Comportamento das componentes de força:

- Parte da força atua na direção **vertical**, sustentando o peso da carga;
- Parte atua na direção **horizontal**, aproximando os pontos de fixação;
- Quando o ângulo das lingas diminui, a componente vertical exige maior tensão em cada linga para sustentar a mesma carga;

Diagramas vetoriais ajudam a prever o comportamento da carga e calcular esforços nos acessórios.



Esforços aplicados ao balancim



Em um balancim, a tensão na linga resulta do equilíbrio entre as componentes vertical e horizontal.

Definição dos componentes e vetores:

- **Tensão na linga (Te):** força de tração que atua ao longo da própria linga;
- **Força (P):** parcela da carga suportada pelo ponto de pega, atuando verticalmente para baixo;
- **Força de compressão (Fc):** atua horizontalmente ao longo do balancim, comprimindo sua estrutura;
- Quanto menor o ângulo em relação à horizontal, maior a força de compressão no balancim e maior a tensão na linga.

8.1.2 Forças e vetores

Esforços aplicados ao balancim



8.2 Equilíbrio de forças

Princípios do equilíbrio

Toda carga permanece em repouso porque as forças que atuam sobre ela estão em equilíbrio.

Princípios do equilíbrio no içamento:

- Sempre que o equilíbrio é alterado, a carga tende a se movimentar, girar ou perder a estabilidade;
- Antes de a carga deixar o solo, é necessário avaliar se as forças manterão o conjunto em equilíbrio durante toda a operação;
- 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.



8.2 Equilíbrio de forças

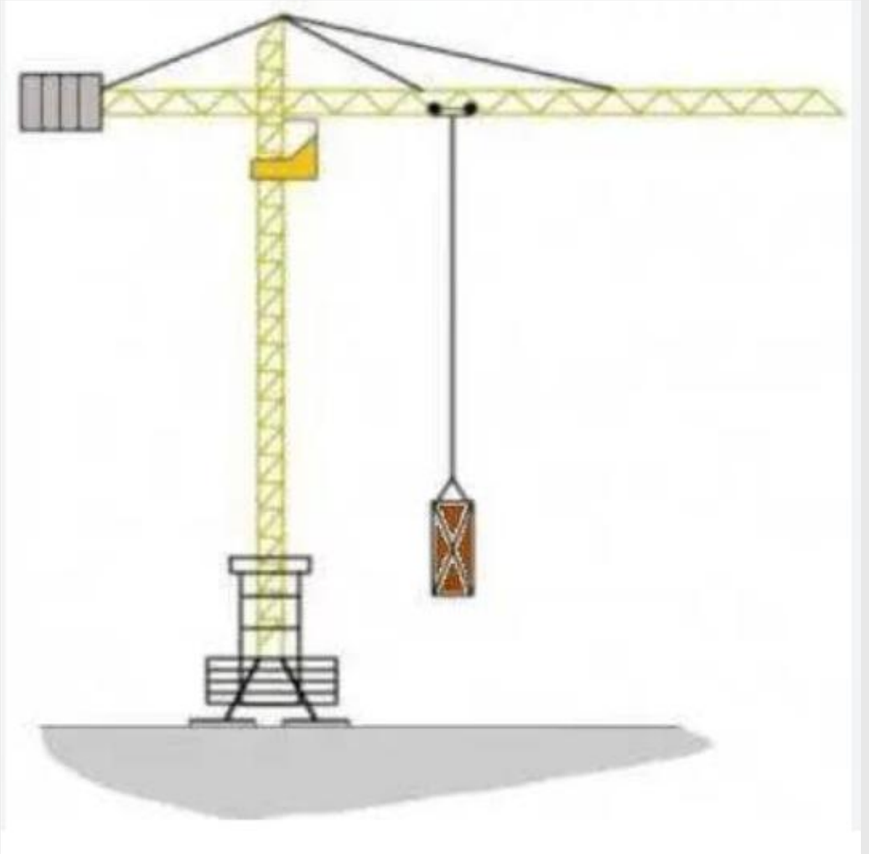
Equilíbrio translacional

O equilíbrio translacional ocorre quando todas as forças que atuam sobre a carga se anulam mutuamente.

Características e exemplo prático:

- Não existe uma força resultante capaz de deslocar a carga em nenhuma direção;
- Em uma carga suspensa por guindaste, a tração exercida pelas lingas deve equilibrar exatamente o peso da carga;
- A carga permanece suspensa sem subir, descer ou deslocar-se lateralmente;

Exemplo (carga de 2 t): a gravidade exerce força para baixo e as lingas para cima; com mesma intensidade e sentidos opostos, há equilíbrio.



Equilíbrio rotacional

Além de permanecer parada, a carga precisa manter a sua orientação durante o içamento.

Comportamento rotacional da carga:

- O equilíbrio rotacional ocorre quando não existe tendência de rotação em torno do seu centro de gravidade ou ponto de apoio;
- Quando as forças estão mal distribuídas ou os pontos de pega são incorretos, 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.

PETROBRAS

8.2 Equilíbrio de forças

Fatores determinantes do equilíbrio na movimentação

Durante o içamento, o equilíbrio depende da combinação direta de múltiplos fatores operacionais.

Fatores essenciais a verificar:

- Peso da carga e 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.

Conceitos e definição

Ao levantar uma carga apenas por uma das extremidades, ela tende a inclinar ou girar ao deixar o solo quando o ponto de suspensão não coincide com o centro de gravidade.

Conceitos e definição:

- **Centro de gravidade (C.G.):** é o ponto onde se considera concentrada a ação da força gravitacional sobre a carga;
- É o ponto em torno do qual a carga tende a se equilibrar quando suspensa;
- **Centro geométrico:** corresponde ao centro definido apenas pela forma da peça;
- Em cargas simétricas e de material uniforme, o centro geométrico e o C.G. coincidem; em cargas industriais, a distribuição desigual de massas altera essa relação.

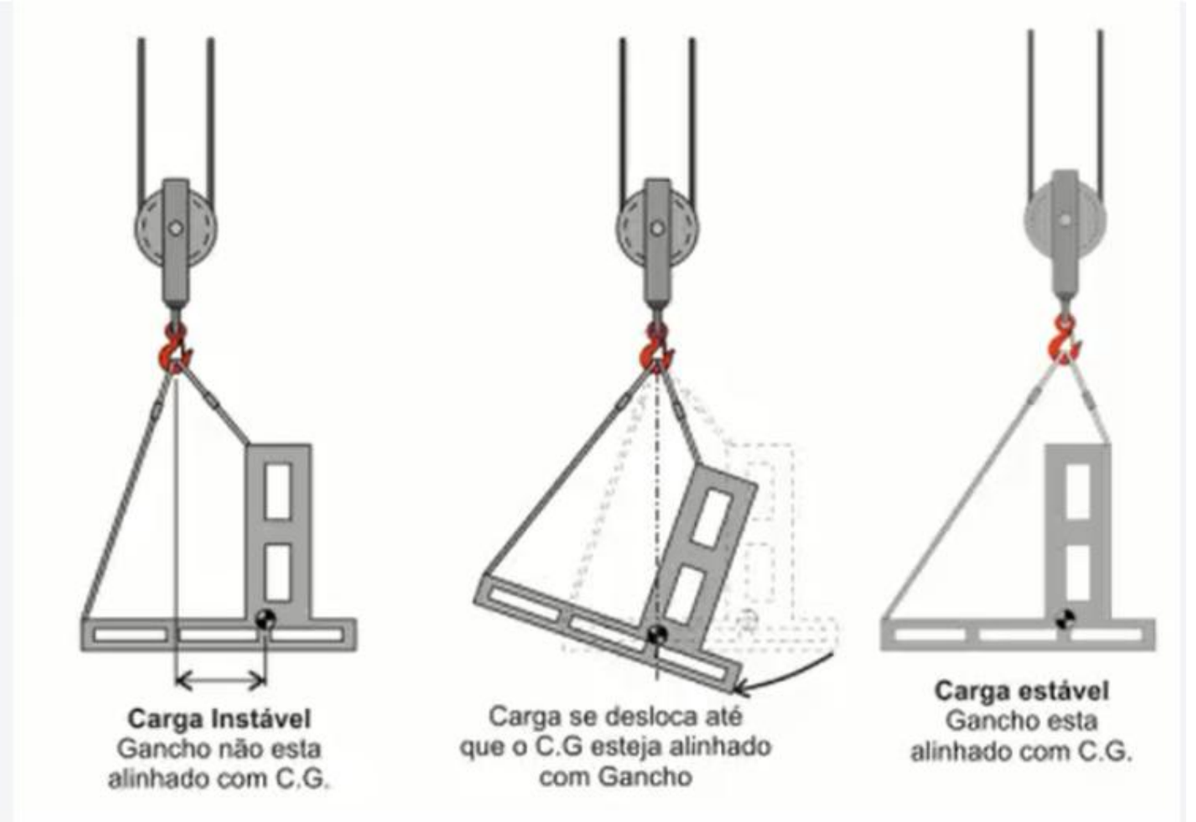


Importância do alinhamento no içamento

Conhecer a localização do C.G. é fundamental para selecionar pontos de pega e evitar movimentos inesperados.

Comportamento da carga:

- Se o ponto de suspensão estiver alinhado verticalmente com o C.G., a carga permanece nivelada e equilibrada;
- Se houver desalinhamento, a carga gira ou inclina até encontrar uma nova posição de equilíbrio;
- O desalinhamento surpreende a equipe, provoca sobrecarga nos acessórios e aumenta os riscos da operação.

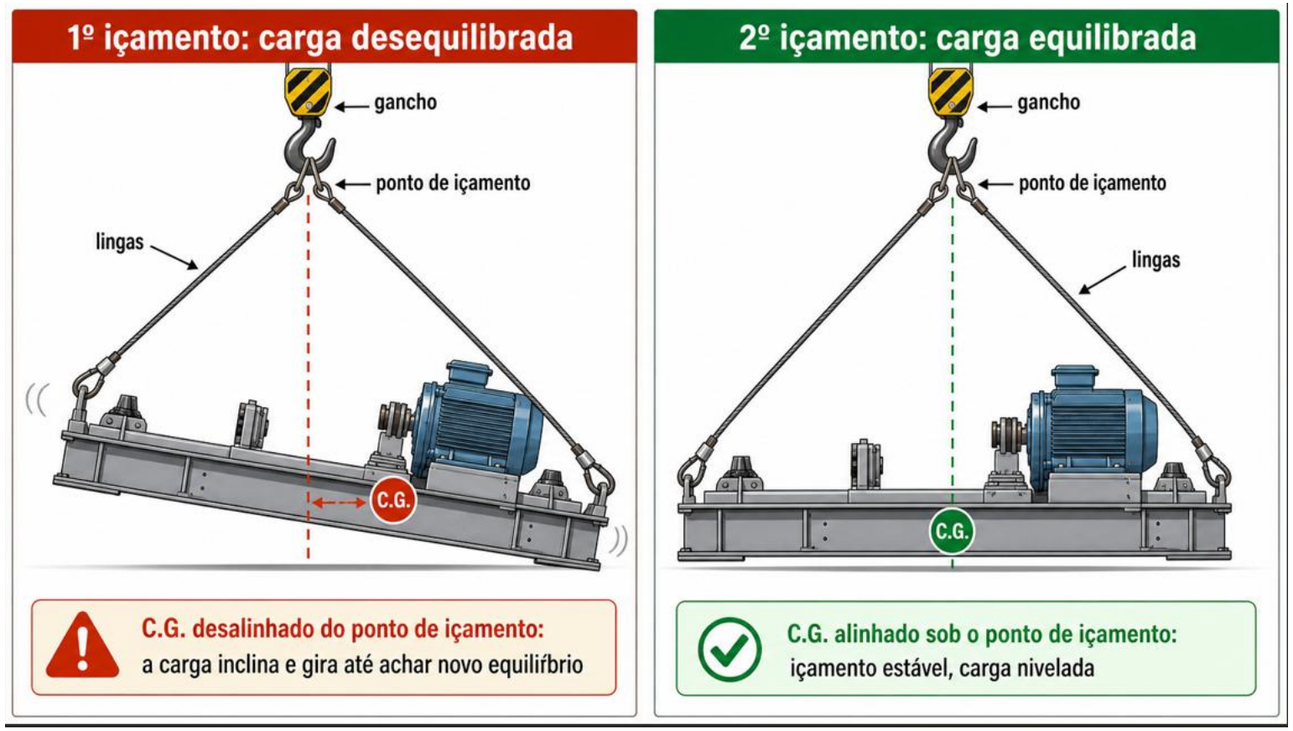


Localização do centro de gravidade

Nunca se deve assumir que o centro de gravidade está exatamente no meio da peça.

Características das cargas industriais:

- Em cargas simétricas e materiais uniformes, o C.G. coincide com o centro geométrico;
- Motores, bombas, transformadores, vasos de pressão e estruturas metálicas costumam ter componentes mais pesados de um dos lados;
- Nesses casos assimétricos, o C.G. fica deslocado em relação ao centro geométrico.



Como identificar o centro de gravidade

A determinação correta do C.G. deve priorizar fontes técnicas confiáveis.



Formas de identificação e verificação:

- Obter informações em desenhos técnicos, projetos de fabricação, dados do fabricante, marcações na carga ou planos de içamento;
- Na ausência de dados, avaliar a geometria, distribuição de componentes, posição de elementos pesados e pontos de pega;
- Antes de içar, verificar peso/massa, capacidade dos equipamentos/acessórios, integridade dos pontos de pega e estabilidade;
- Realizar levantamento inicial controlado (alguns centímetros do solo) para confirmar as premissas do planejamento.

Importante: uma carga que inclina logo após sair do solo indica que o ponto de suspensão não está alinhado com o C.G. Interrompa a operação para reavaliar a posição dos pontos de pega.

Conceito de momento

O conceito de momento influencia diretamente a estabilidade das cargas e dos equipamentos de elevação.

Conceito de momento:

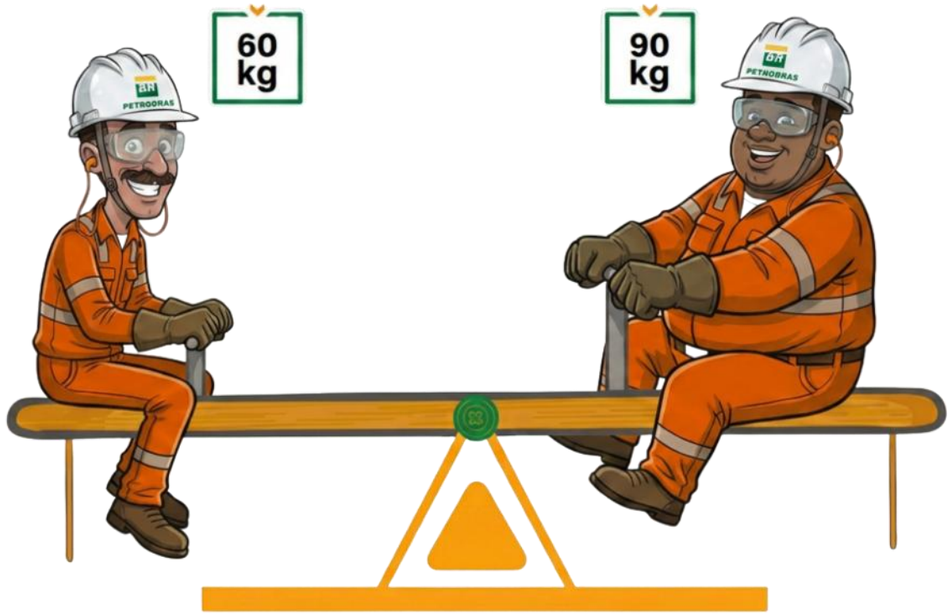
- Momento é a medida da tendência de uma força provocar a rotação de um corpo em torno de um ponto ou eixo;
- A sua intensidade depende da força aplicada e da distância perpendicular entre a sua linha de ação e o ponto de apoio;
- Não é uma força, mas sim o efeito de rotação produzido por uma força atuando a uma certa distância;
- Quanto maior for a força ou a distância em relação ao ponto de apoio, maior será o momento gerado.

Momento de estabilidade

A estabilidade está relacionada ao equilíbrio entre os momentos que tendem a provocar o tombamento e os que tendem a impedi-lo.

Aplicação nos equipamentos de elevação:

- O momento de estabilidade corresponde ao efeito produzido pelas forças estabilizadoras a determinadas distâncias do eixo de tombamento;
- Gerado principalmente por contrapesos, peso da própria estrutura, estabilizadores e condições da base de apoio;
- A carga suspensa gera um momento de tombamento que aumenta com o peso ou com o raio operacional;
- A estabilidade é mantida quando os momentos estabilizantes permanecem superiores aos momentos de tombamento.



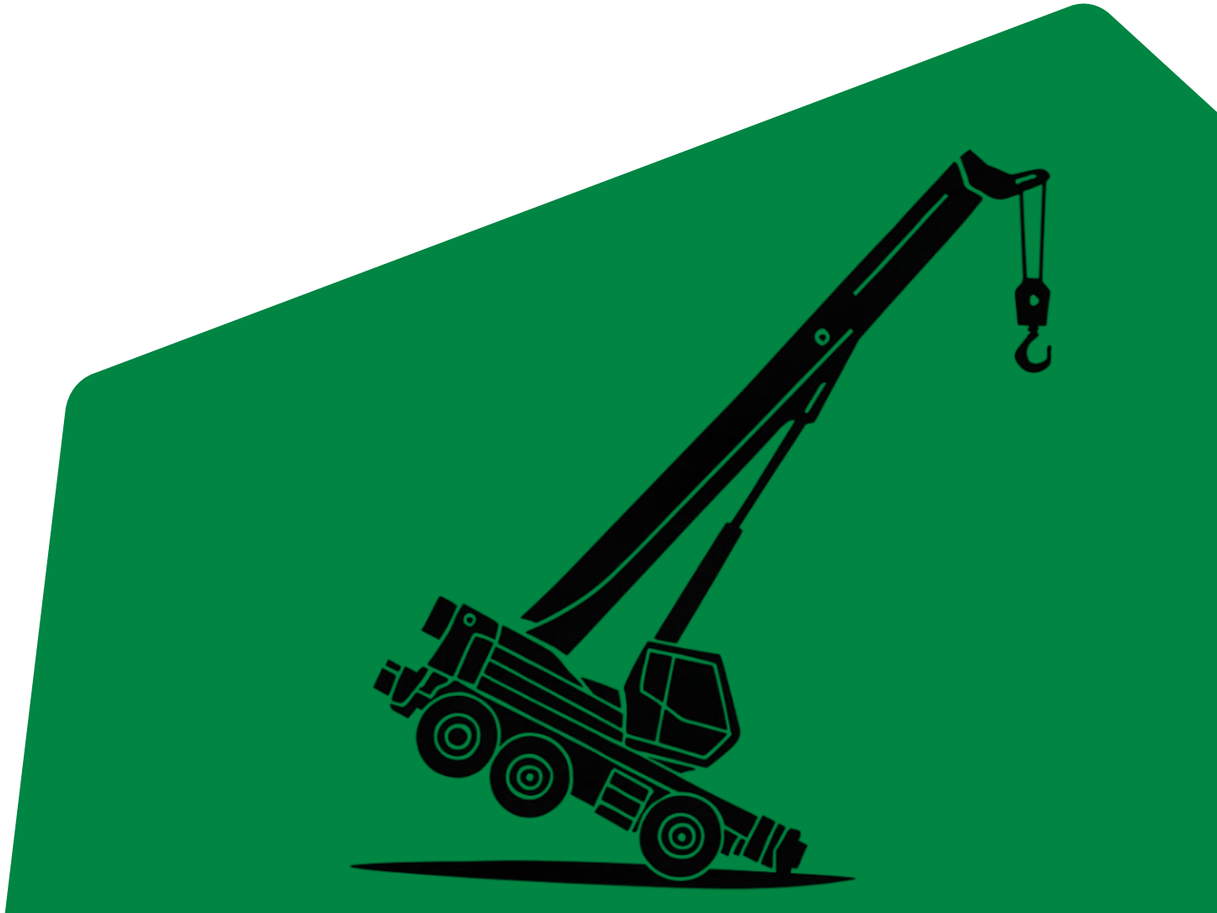
Reflexão: o guindaste tomba para a frente quando o momento de tombamento supera a sua estabilidade, deslocando o centro de gravidade para fora da base de sustentação.

Momento de tombamento

O momento de tombamento é a força e distância combinadas que fazem a carga virar ou o guindaste tombar.

Fatores que geram o momento de tombamento:

- Peso deslocado para fora da base de apoio;
- Centro de gravidade alinhado para fora dos pontos de apoio;
- Lingas puxando mais de um lado ou CG distante do ponto principal de suspensão;
- Impactos, trancos ou ação do vento alterando o raio operacional;
- Quanto maior o peso ou o raio de operação, maior será o momento de tombamento.



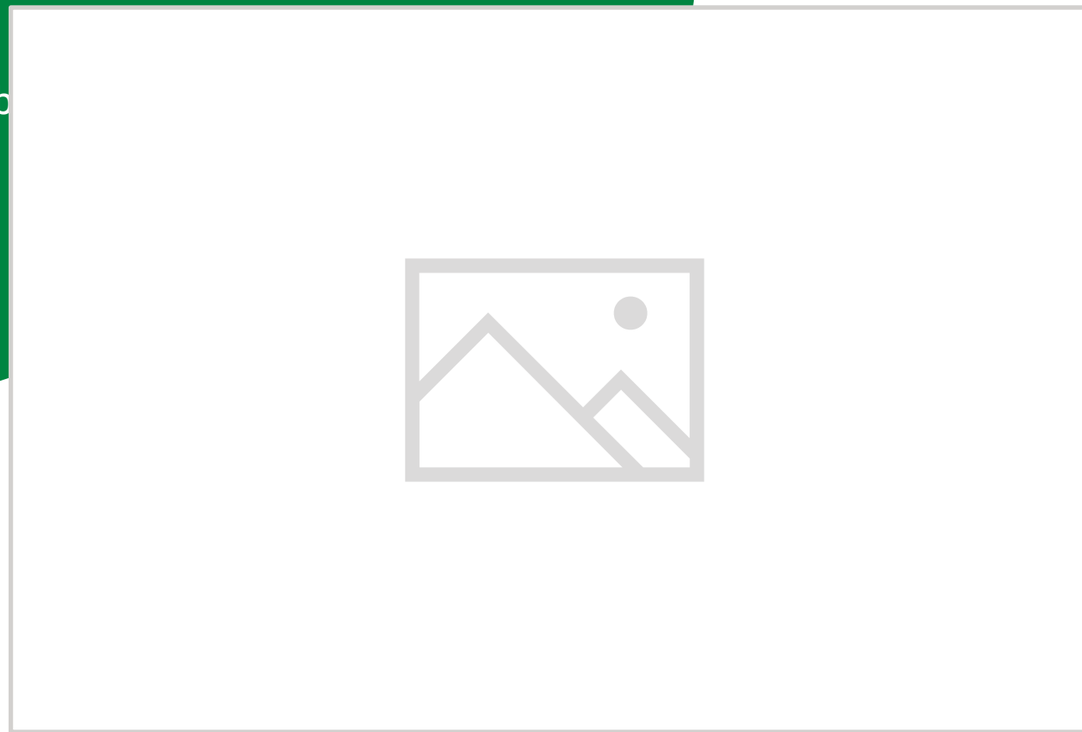
Aplicação prática no planejamento

Durante o planejamento, o profissional deve adotar medidas para reduzir ao máximo o momento de tombamento.

Ações operacionais preventivas:

- Posicionar o equipamento mais próximo da carga para reduzir o raio operacional;
- Utilizar a configuração correta de contrapeso e estabilizar adequadamente o equipamento;
- Respeitar rigorosamente os limites do gráfico de carga do fabricante;
- Garantir a segurança da operação e evitar a perda de estabilidade.

Importante: respeite o gráfico de carga do equipamento para evitar riscos de tomb



PETROBRAS

8.3.2 Locação do centro de gravidade

Centro de gravidade

Quando a posição do centro de gravidade não consta de desenhos técnicos ou no plano de rigging, é necessário determinar a sua localização aproximada.

Princípio de determinação:

- Aplica-se o princípio do equilíbrio de momentos com base na distribuição de cargas nos pontos de suspensão;
- Conhecendo o peso suportado por cada ponto de pega e a distância entre eles, calcula-se a posição do C.G. ao longo da carga;
- Em uma carga suspensa por dois pontos, cada ponto suporta uma fração do peso total;
- Para cargas simétricas, com C.G. centralizado, as distâncias são iguais e os dois pontos recebem pesos iguais.

8.3.2 Locação do centro de gravidade

Distribuição de forças em cargas assimétricas

Em cargas assimétricas, o deslocamento do C.G. altera a distribuição de esforços entre os pontos de sustentação.

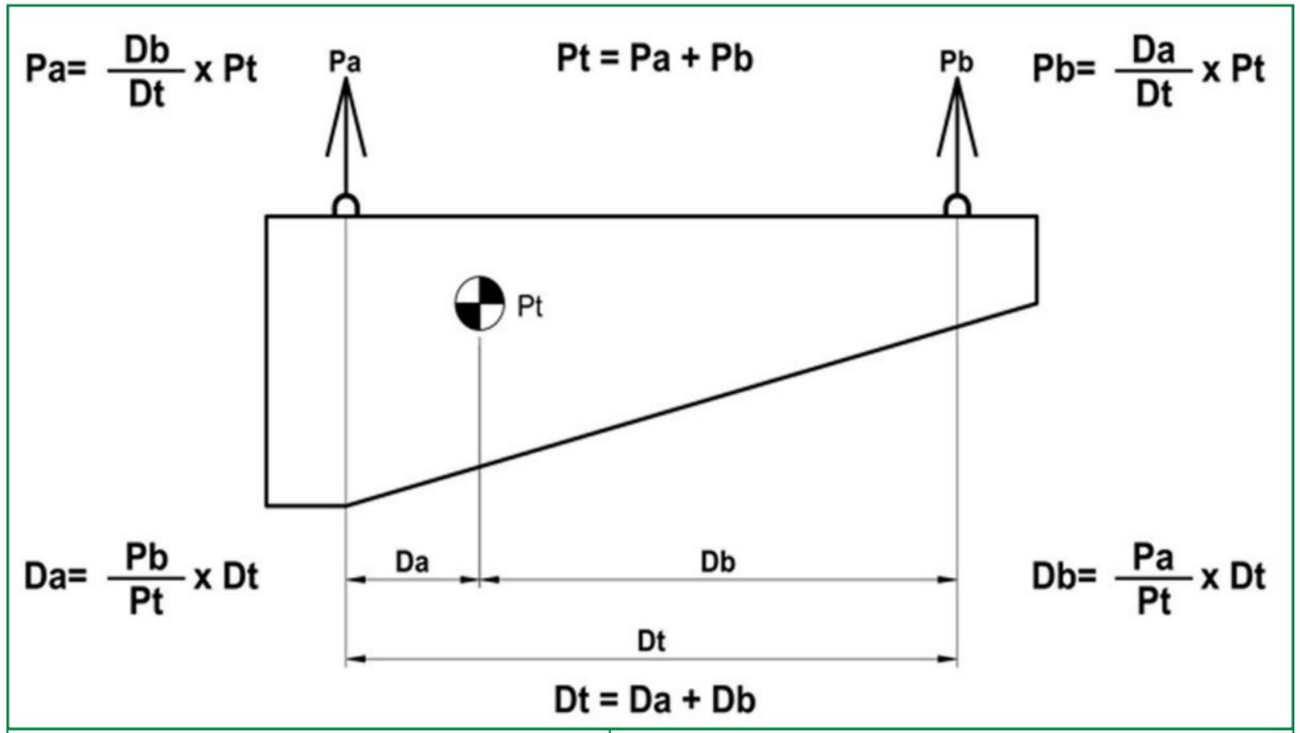
Comportamento das forças nos pontos de pega:

Em uma carga sustentada por dois pontos, a distribuição das reações depende da posição do centro de gravidade e das distâncias entre os pontos de apoio. O equilíbrio de momentos permite determinar a parcela da carga suportada por cada ponto.

8.3.2 Locação do centro de gravidade

Fórmulas para determinação do centro de gravidade

Cálculo da distribuição do peso total e das distâncias horizontais dos pontos de pega até o C.G.



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.

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 (pág. 209):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 209):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 209):

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.

Dinâmica

PETROBRAS

Dinâmica

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

O que é a dinâmica

No capítulo anterior, estudamos a estática, que analisa os corpos em equilíbrio e as forças antes do início do movimento.

Conceitos fundamentais da dinâmica:

- A dinâmica é 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;
- Ao iniciar o içamento, deslocar a lança, movimentar a ponte rolante ou girar o equipamento, a carga passa a sofrer os efeitos da dinâmica;
- Surgem fenômenos como aceleração, desaceleração, inércia, balanço, oscilações e impactos, que aumentam significativamente os esforços nos equipamentos e acessórios.

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.

PETROBRAS

9.1 Introdução à dinâmica

Efeitos dos esforços dinâmicos na operação

Uma carga em movimento pode gerar esforços dinâmicos muito superiores aos observados em equilíbrio estático.

Por que estudar dinâmica:

- Permite ao profissional prever o comportamento da carga durante toda a operação e adotar técnicas que reduzem esforços e aumentam a segurança;
- Auxilia na prevenção de oscilações excessivas da carga;
- Evita impactos durante partidas e frenagens;
- Previne o aumento das tensões nos acessórios, perda de controle da carga, sobrecarga no equipamento de elevação e acidentes por movimentos inesperados;
- Na prática, explica por que movimentos suaves são mais seguros do que movimentos bruscos, englobando efeitos de aceleração, mudança de direção, vento, ondas e oscilações.

Leis de Newton



Toda movimentação de cargas obedece às leis da Física, independentemente do equipamento ou da experiência do operador.

As Leis de Newton explicam como as forças atuam durante a elevação e o deslocamento das cargas.

Compreender esses princípios ajuda o profissional a **prever o comportamento da carga, identificar riscos e realizar operações mais seguras**.

Princípio da inércia



CURIOSIDADE: A 1ª Lei de Newton foi chamada de “Lei da Preguiça” no século XVIII.

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.

PETROBRAS

9.2.1 Primeira Lei de Newton: princípio da inércia

A inércia na prática

Quando o operador inicia o deslocamento do equipamento, a carga suspensa não acompanha imediatamente o movimento, tendendo a permanecer em repouso por alguns instantes.

Comportamento prático da carga:

- Provoca um pequeno atraso em relação ao equipamento na partida;
- Ao travar ou frear o equipamento, a carga tende a continuar em movimento, podendo balançar para a frente;
- Este comportamento ocorre porque a carga resiste às mudanças de velocidade impostas pelo equipamento de elevação.

9.2.1 Primeira Lei de Newton: princípio da inércia

Como reduzir o efeito da inércia

A aplicação de procedimentos operacionais adequados minimiza os impactos da inércia durante a movimentação.

Medidas de controle e prevenção:

- Iniciar e finalizar todos os movimentos de forma gradual;
- Permitir que a carga acompanhe o deslocamento do equipamento sem desenvolver oscilações excessivas;
- Utilizar cabo-guia, quando aplicável, para auxiliar no controle e na estabilização da carga durante o deslocamento.

Força, massa e aceleração

Para acelerar, desacelerar ou mudar a direção de uma carga, é necessário aplicar uma força. Quanto maior a massa, maior será a força necessária.

Na movimentação de cargas, acelerações, frenagens e giros geram **forças adicionais** sobre a carga, os acessórios e o equipamento.

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.

A Segunda Lei de Newton pode ser representada pela seguinte relação:

$$(F = m \times a)$$

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.

Ação e reação

A Terceira Lei de Newton afirma que, para toda a força aplicada, existe uma força de mesma intensidade e direção, porém em sentido oposto.

Conceitos e aplicação na prática:

- Sempre que um corpo exerce uma força sobre outro, o segundo exerce uma força equivalente sobre o primeiro;
- Ao elevar uma carga de 15 toneladas, o guindaste aplica uma força para cima, enquanto a carga aplica uma força de mesma intensidade para baixo sobre o equipamento;
- Toda a estrutura do equipamento deve ser dimensionada para suportar esses esforços com segurança.

PETROBRAS

9.2.3 Terceira Lei de Newton: ação e reação

Onde observar o princípio de ação e reação

A Terceira Lei de Newton está presente em todas as fases e componentes da movimentação de cargas.

Exemplos de forças em pares no içamento:

- 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, e o solo reage sustentando o equipamento;
- Durante uma frenagem, a carga transmite esforços adicionais à estrutura do equipamento.



Aplicação do princípio no sistema de içamento

Todos os componentes do sistema de içamento devem trabalhar em conjunto para suportar as forças reativas.

Integridade e reação do sistema:

- Não basta apenas o guindaste ter capacidade suficiente; lingas, acessórios e moitão sofrem esforços gerados na operação;
- Um solo inadequado compromete a estabilidade, pois é ele quem reage às forças transmitidas pelos estabilizadores.

Importante: quando uma carga é elevada, os esforços percorrem todo o sistema de içamento. A segurança depende do componente mais fraco da cadeia.



9.2.3 Terceira Lei de Newton: ação e reação

Recomendações operacionais e efeito dinâmico

Adoção de práticas preventivas para mitigar sobrecargas e garantir a estabilidade do conjunto.

Medidas de controle e limitação:

- Reduzir o balanço antes da aproximação final: estabilizar a carga antes de posicioná-la, pois o movimento aumenta a energia nos sistemas;
- Utilizar dispositivos de limitação: limitadores de carga, momento e altura evitam esforços que ultrapassem a capacidade do equipamento;

Considerar o efeito dinâmico: incluir a dinâmica no cálculo dos esforços nas lingadas de içamento e amarração, sobretudo em operações onshore e offshore.

9.3 Trabalho mecânico

Conceito

Na Física, o trabalho mecânico possui um significado específico associado ao movimento de um corpo.

Conceito e unidade de medida:

- 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);
- Não basta aplicar uma força: para que exista trabalho mecânico, a carga precisa efetivamente de se mover.

Importante: equipamentos de guindar devem ser utilizados apenas para elevar cargas livres. Nunca se deve improvisar guindastes, talhas ou pontes rolantes para arrancar, puxar ou desprender cargas presas.

PETROBRAS

9.3 Trabalho mecânico

Aplicação e boas práticas na movimentação

O trabalho mecânico ocorre em deslocamentos verticais e horizontais promovidos pelos equipamentos.

Aplicações e segurança operacional:

- Sempre que um guindaste, ponte rolante, guincho ou talha eleva ou desloca uma carga, o equipamento realiza trabalho mecânico;
- Se a carga permanecer parada, mesmo sob aplicação de força, não há deslocamento e, portanto, não existe trabalho mecânico;
- Boa prática operacional: mantenha a carga na menor altura segura durante o deslocamento;
- Quanto maior a altura, maior é a energia potencial armazenada e maiores serão as consequências em caso de queda ou falha.

9.4 Energia potencial gravitacional

Armazenamento de energia

Sempre que uma carga é elevada, ela passa a armazenar energia devido à sua posição em relação ao solo.

Conceito e fatores determinantes:

- Energia potencial gravitacional: energia armazenada por um corpo suspenso em função da sua altura;
- Um transformador no chão possui peso, mas praticamente não tem energia potencial em relação ao solo;
- Suspenso a 20 metros de altura, o mesmo transformador passa a armazenar uma grande quantidade de energia;
- Em caso de queda, essa energia é liberada, transformando-se rapidamente em movimento e impacto;
- Depende de três fatores: massa da carga, aceleração da gravidade e altura em relação ao solo.

Análise de risco e energia potencial

Com o aumento da massa da carga e da altura de içamento, maior é a energia armazenada no sistema.

Reflexão operacional:

- Dois objetos soltos da mesma altura caem da mesma forma devido à aceleração da gravidade;
- As consequências do impacto dependem diretamente da massa de cada objeto e da energia acumulada;
- Cargas de maior massa geram impactos severamente mais destrutivos em caso de falha no içamento.

PETROBRAS

9.5 Energia cinética

Energia cinética e aplicação na movimentação

Cargas em movimento acumulam energia cinética, exigindo m
atenção operacional do que cargas em repouso.

Aumento da energia cinética no içamento: A energia cinétic
dissipada no impacto, podendo gerar forças elevadas e da
significativos em colisões;

Fatores de aumento: aceleração excessiva, frenagens brusc
oscilações da carga, efeito pêndulo, rajadas de vento e descid
descontroladas;

Todos esses fatores aumentam os esforços transmitidos a
acessórios e equipamentos, comprometendo a segurança.

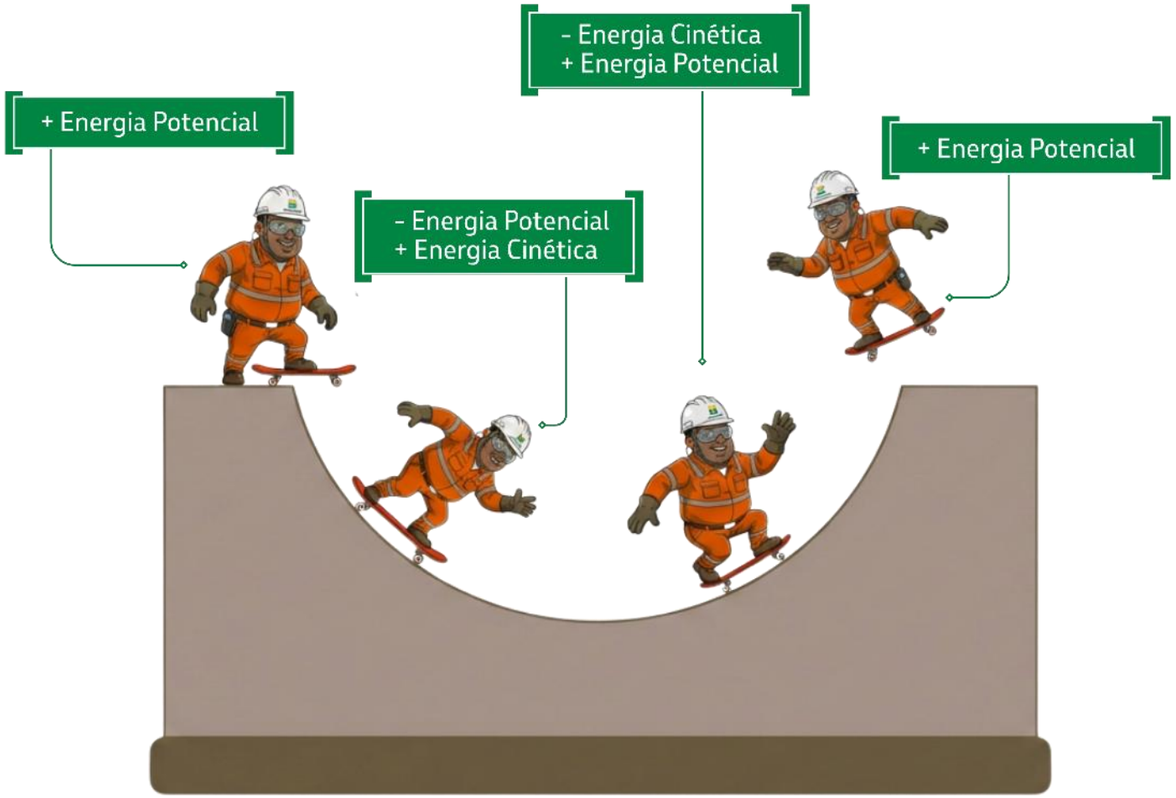
Como reduzir a energia cinética

A melhor forma de controlar a energia cinética é controlar rigorosamente a velocidade da carga.

Boas práticas operacionais:

- Iniciar os movimentos de forma gradual e suave;
- Evitar acelerações e frenagens bruscas durante a operação;
- Reduzir a velocidade antes de realizar mudanças de direção;
- Controlar o balanço da carga e 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.



Como acontece o efeito

Quando uma carga é içada, ela pode comportar-se de forma semelhante a um pêndulo, oscilando em torno do ponto de suspensão devido a **acelerações, frenagens, mudanças de direção ou ação do vento**.

Como o efeito pêndulo acontece:

- Se a ponte rolante ou guindaste inicia o deslocamento de forma brusca, a carga tende a permanecer em repouso por inércia, ficando temporariamente para trás antes de começar a oscilar;
- Na frenagem, o equipamento reduz a velocidade, mas a carga continua o seu movimento, avançando à frente do ponto de suspensão;
- Quanto mais brusco for o movimento do equipamento, maior será a amplitude da oscilação.

Ressonância e riscos do efeito pêndulo

O balanço da carga pode aumentar progressivamente devido ao fenómeno da ressonância, quando movimentos repetitivos coincidem com a frequência natural de oscilação da carga.

Causas da ressonância e riscos associados:

- Ocorre em operações terrestres por acelerações, frenagens ou correções sucessivas aplicadas pelo operador;
- Em operações marítimas e offshore, pode ser provocado pelos movimentos da embarcação induzidos pelas ondas;
- **Riscos:** colisões contra estruturas, tubulações e equipamentos; impactos em materiais próximos; aumento das tensões nos acessórios; sobrecarga e perda de controle da carga; risco de atingir trabalhadores na área;
- Tentar conter manualmente uma carga em balanço expõe o trabalhador a riscos graves de esmagamento, prensamento ou queda.

Como reduzir o efeito pêndulo

A melhor forma de controlar o efeito pêndulo é evitar que ele aconteça através de práticas operacionais adequadas.

Boas práticas de controle:

- 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 (*onshore*) e offshore, considerar os movimentos induzidos pelas ondas, pelo balanço das embarcações e pelos movimentos relativos entre embarcações e instalações marítimas.

Fatores de amplitude e Operações Marítimas

A distância do ponto de suspensão e as condições ambientais afetam diretamente a estabilidade da carga.

Controle e monitorização contínua:

- Quanto maior a distância do ponto de saída do cabo até à carga, maior tende a ser a amplitude da oscilação;
- 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 gerar efeitos de ressonância;
- 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 na sua trajetória. O controle da carga deve ser realizado por meio dos procedimentos operacionais seguros e comunicação eficiente entre operador e sinaleiro amarrador.

Movimentos simultâneos

Os equipamentos de movimentação de cargas são capazes de executar mais de um movimento ao mesmo tempo, alterando o comportamento da carga e a sua estabilidade.

Conceito: operações em que dois ou mais movimentos ocorrem simultaneamente.

Exemplos operacionais:

- Elevar a carga durante a 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 o garfo em uma empilhadeira;
- Elevação do cesto da PEMT simultaneamente ao deslocamento do veículo.

9.7 Movimentos simultâneos

Cuidados operacionais e planejamento

Riscos associados: maior probabilidade de oscilações da carga, efeito pêndulo, mudanças no raio operacional e aproximação indesejada de obstáculos.

Verificações prévias:

- Verificar se o equipamento permite este tipo de operação simultânea;
- Garantir que a carga permanecerá dentro da capacidade indicada no gráfico de carga;
- Confirmar que todo o percurso está totalmente livre de obstáculos;
- Assegurar comunicação eficiente entre operador e sinaleiro amarrador, garantindo que todos os envolvidos conhecem a sequência da movimentação.

Importante: Movimentos simultâneos podem modificar esforços, estabilidade e trajetória da carga. Devem ser executados somente quando previstos para o equipamento e dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante.

9.8 Controle dinâmico da carga

Como deve ser o controle

Uma carga em movimento está sujeita a fenômenos como inércia, aceleração, efeito pêndulo e acúmulo de energia, que **aumentam os esforços sobre os equipamentos e acessórios**.



- A segurança da operação depende não apenas da capacidade do equipamento, mas também da forma como a carga é movimentada;
- O controle dinâmico consiste em adotar técnicas que reduzem oscilações, impactos e movimentos inesperados durante todo o içamento;
- Durante a movimentação, a carga deve permanecer o **mais estável possível**;
- Se ocorrerem oscilações, o operador deve evitar acelerações, frenagens ou mudanças bruscas de direção, pois essas ações aumentam ainda mais o balanço.



Dispositivos e comunicação operacional

A utilização de meios auxiliares não substitui a habilidade do operador nem o planejamento adequado da operação.



Uso de acessórios e fatores humanos:

- **Cabos-guia (tag lines):** auxiliam no direcionamento, posicionamento e afastamento seguro da carga em relação a pessoas e estruturas, quando previstos no planejamento. O cabo-guia não tem a função de eliminar ou "matar" o balanço da carga;
- **Dispositivos offshore (bumpers):** sistemas de absorção de impacto reduzem danos em contatos ou choques contra estruturas, embarcações ou instalações;
- **Comunicação eficiente:** uso de sinais padronizados ou meios de comunicação definidos entre operador e sinaleiro amarrador para comandos claros no momento correto;
- **Fator pressa:** nunca permitir que a pressa influencie a operação. Movimentações rápidas e mudanças repentinas de velocidade aumentam os efeitos dinâmicos e o risco de acidentes.

Boas práticas para o controle dinâmico da carga

Adoção de medidas preventivas para reduzir os esforços dinâmicos e prolongar a vida útil dos equipamentos.

Ações essenciais durante a operação:

- Planejar toda a sequência de movimentos antes de iniciar o içamento;
- Confirmar a comunicação entre o operador e o sinaleiro amarrador;
- Elevar a carga lentamente nos primeiros centímetros para verificar o seu equilíbrio;
- Evitar acelerações e frenagens bruscas durante todo o percurso;
- Reduzir a velocidade nas mudanças de direção;
- Interromper a operação imediatamente caso ocorram oscilações excessivas.



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 (pág. 233):

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.

Exercícios de Fixação (pág. 233):

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?

Saúde, segurança e meio ambiente.

PETROBRAS

Segurança Meio Ambiente e Saúde

10.1 Posicionamento seguro durante a operação

10.2 Uso de equipamentos de proteção individual (EPI)

10.3 Proteção das mãos – uso do bastão balizador

10.4 Transporte manual de carga

10.5 Preparação para emergências

10.6 Organização, limpeza e meio ambiente

10.7 Diálogos diários de segurança (DDS)

10.1 Posicionamento seguro durante a operação

Distância segura

É fundamental que todos os profissionais saibam onde permanecer durante a atividade e para onde se deslocar em caso de emergência.

Isolamento e controle de acesso:

A área de movimentação de cargas deve permanecer devidamente isolada e sinalizada;

Pessoas não autorizadas não devem acessar a área durante a execução da operação;

A permanência na área isolada é restrita aos profissionais necessários e apenas pelo tempo estritamente necessário;

Os trabalhadores devem permanecer fora da área de influência da carga e nunca ficar sob a carga suspensa.



Mantenha uma rota de fuga planejada

Antes de iniciar qualquer movimentação, o trabalhador deve identificar um caminho livre que permita afastamento rápido em emergências e manter a rota desobstruída durante toda a operação.

Nunca permaneça na trajetória da carga

O profissional deve posicionar-se fora do raio de ação da carga e afastado de qualquer zona de perigo estrutural.

Riscos e distanciamento de obstáculos

- Permanecer fora de áreas com risco de esmagamento, prensamento, impacto e queda da carga.
- Atentar para o giro do contrapeso do equipamento e para o risco de choque com o moitão ou bola peso.
- Manter distância segura entre a carga e obstáculos fixos, como paredes, pilares, equipamentos e estruturas metálicas.
- Nunca ficar prensado entre a carga em movimento e uma estrutura fixa.

10.1 Posicionamento seguro durante a operação

Mantenha a atenção durante toda a operação

As condições da operação podem mudar rapidamente devido a rajadas de vento, variação de ondas (swell), movimentos do equipamento ou mudanças na trajetória.

Fatores de observação e atenção contínua:

- Observar continuamente o comportamento da carga, a movimentação do equipamento, a aproximação de pessoas, veículos e possíveis interferências no percurso;
- **Eliminar distrações:** conversas paralelas e uso de celulares reduzem a percepção de risco e aumentam a probabilidade de acidentes.



Antecipação de riscos e estabilidade da carga

Um profissional atento não observa apenas onde a carga está, mas antecipa onde ela poderá estar nos próximos segundos.

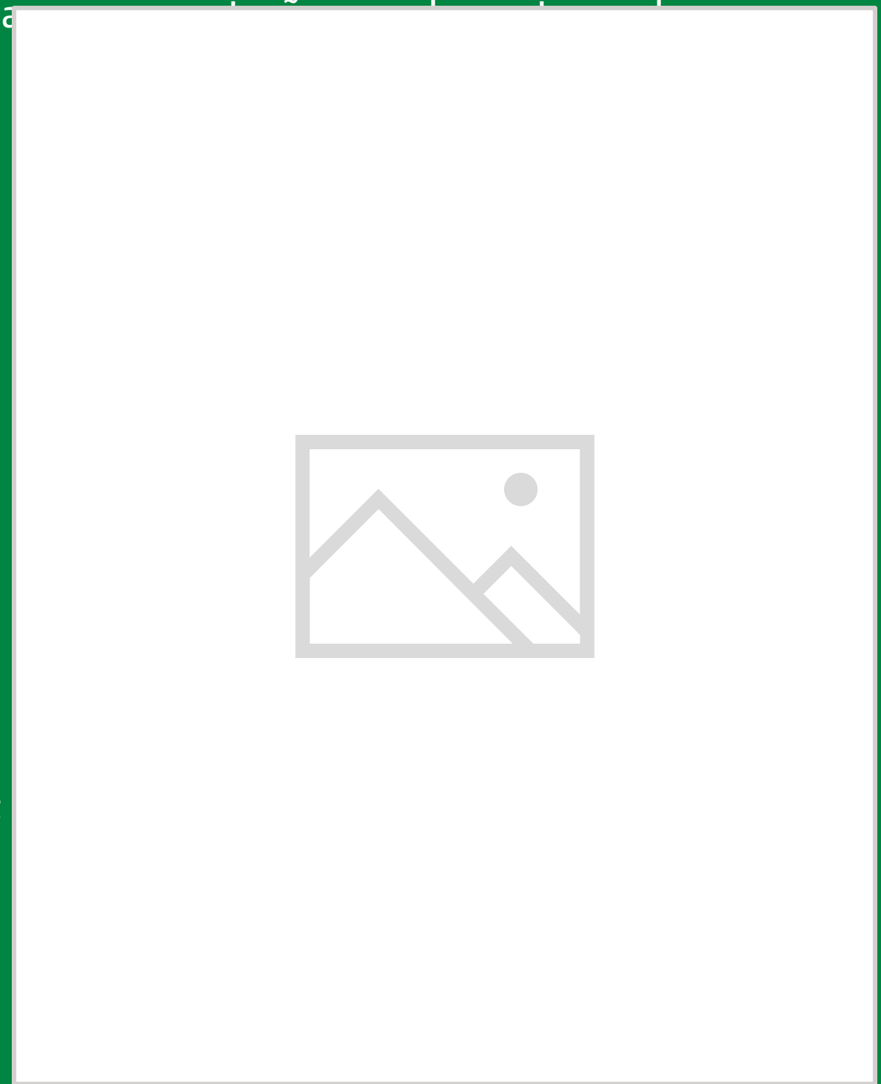
- Antecipar os movimentos da carga permite escolher o posicionamento mais seguro e evitar zonas de esmagamento;
- **Importante:** nunca confie apenas na estabilidade aparente da carga.

Medida complementar de proteção

O uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é uma medida essencial para garantir a integridade física na movimentação de cargas. Embora o foco principal seja a eliminação e o controle dos riscos na fonte, os EPIs atua[illegible] consequências da exposição a perigos residuais nas atividades operacionais.

Principais EPIs operacionais

A escolha correta dos equipamentos de proteção deve ser adequada ao tipo de material e ao ambiente de trabalho.



Equipamentos essenciais:

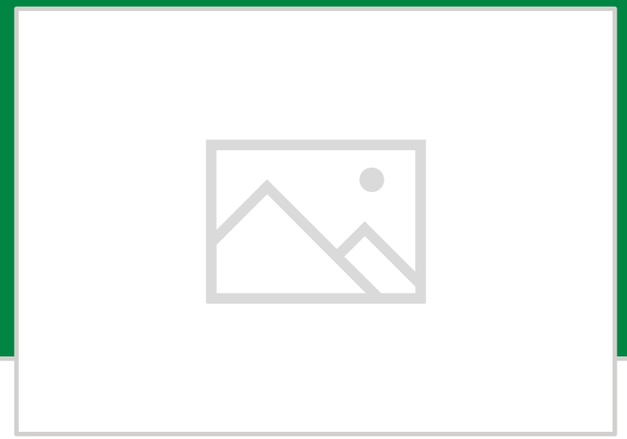
- **Luvas de segurança:** adequadas ao tipo de material (resistentes à abrasão, anticorte ou isolantes);
- **Calçados de segurança:** com biqueira reforçada e solado antiderrapante contra esmagamento e escorregamentos;
- **Protetor auricular:** utilizado em áreas com níveis de ruído acima dos limites de tolerância;
- **Vestuário de proteção:** roupas de manga longa de boa visibilidade e colete refletivo sempre fechado em áreas com tráfego de veículos.

PETROBRAS

10.2 Uso de equipamentos de proteção individual (EPI)

Verificação pré-uso dos EPIs

Antes de iniciar qualquer atividade, o trabalhador deve realizar uma inspeção detalhada nos seus equipamentos de proteção.



Itens de verificação:

- **Estado geral:** checar presença de rasgos, trincas, de desgaste excessivo;
- **Ajuste e conforto:** confirmar o ajuste correto ao corp mobilidade durante a operação;
- **Conformidade técnica:** verificar a validade do Certificado (CA);
- **Conservação:** manter a limpeza e conservação adequa contaminações ou perda de desempenho.

Proteja suas mãos

va protege contra cortes e abrasões, mas não protege contra agamentos nem substitui o distanciamento seguro.

tes da luva e função do bastão:

Nunca coloque as mãos entre a carga e uma estrutura, entre manilhas e anéis de carga ou em pontos de prensamento;

Utilize o bastão balizador para posicionar a carga, mantendo as mãos e o corpo fora da área de risco;

Permite orientar pequenos deslocamentos da carga durante o posicionamento final;

Deve ser utilizado para corrigir o alinhamento e evitar o contato da carga com estruturas e equipamentos.

Boas práticas para proteger as mãos

PETROBRAS

10.3 Proteção das mãos – uso do bastão balizador

Uso correto do bastão balizador e regra de ouro

A aplicação correta do dispositivo garante a orientação da carga sem expor o trabalhador a acidentes.

Instruções operacionais e proibição de improviso:

1. Segure o bastão firmemente com ambas as mãos, mantendo o corpo afastado do plano de movimento;
2. Oriente a carga apenas lateralmente, sem movimentos bruscos ou tentativas de segurá-la;
3. Mantenha os pés bem posicionados, evitando ficar entre a carga e obstáculos fixos;
4. Utilize bastões com extremidade emborrachada ou antiderrapante para melhor aderência;
5. **Proibido improvisar:** nunca utilize vergalhões, barras metálicas ou tubos como bastão;
6. **Regra de ouro:** o bastão orienta a carga, mas não suporta seu peso nem para oscilações.





10.4 Transporte manual de carga

Riscos associados

O transporte manual de carga envolve riscos significativos quando realizado sem técnica adequada, podendo causar sobrecarga muscular, lesões lombares, quedas e outros acidentes.

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 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

Compreender a forma correta de levantar, carregar e depositar objetos é essencial para preservar a saúde e garantir a eficiência operacional.

Passos para um levantamento seguro:

- 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 a frente;
- Evitar girar o tronco com peso, realizando o giro com o movimento dos pés.



Cuidados durante o deslocamento e uso de EPIs

O planejamento do percurso e a utilização de meios auxiliares evitam a fadiga excessiva e acidentes durante o transporte.

Preparação e resposta a emergências

Nenhuma operação está totalmente livre de imprevistos; por isso, toda movimentação de cargas deve prever ações para situações de emergência. O planejamento prévio permite reconhecer riscos e executar o plano sem hesitação ou improviso.

1 Interrupção imediata

Reconheça a condição insegura e interrompa a atividade imediatamente, desde que possa fazê-lo com segurança.

2 Acionamento do plano

Acione imediatamente o plano de resposta a emergência da unidade e siga os procedimentos operacionais da empresa.

3 Preservação da vida

Proteja as pessoas expostas e evite ampliar as consequências do evento. Uma resposta rápida e coordenada reduz os impactos.

4 Critérios para retomada

Retome somente após controlar a situação, avaliar tecnicamente as condições, aplicar as correções necessárias e obter autorização formal.

Principais cenários de emergência

Operações mais eficientes

A organização do local de trabalho é um dos fatores que mais contribuem para a segurança e eficiência das operações de movimentação de cargas.

Organização da área de trabalho:

- Áreas limpas e organizadas facilitam a circulação de pessoas e equipamentos, reduzindo o risco de tropeços, quedas e colisões;
- Práticas ambientais: adotar ações que preservem o meio ambiente, evitando desperdícios, contaminações e descartes inadequados de resíduos;
- Manter rotas de circulação totalmente desobstruídas e a área de operação devidamente sinalizada e isolada;
- Manter as *laydown areas* das plataformas limpas, organizadas e desimpedidas para facilitar o movimento constante e seguro das cargas.

Cuidados antes e durante a operação

Antes do início da atividade, deve-se verificar se o ambiente está livre de materiais que possam interferir na movimentação ou expor a equipe a riscos.

Cuidados essenciais:

- Organizar acessórios de içamento, remover ferramentas e materiais espalhados;
- Evitar cabos, mangueiras e extensões atravessando áreas de circulação e garantir espaço suficiente para a movimentação segura das cargas e dos trabalhadores.

Organização pós-operação e preservação de equipamentos

Ao término da operação, o local deve ser deixado em condições seguras para a próxima atividade.

Ações recomendadas ao finalizar a tarefa:

- Recolher todos os resíduos e materiais utilizados na operação;
- Inspecionar os equipamentos e acessórios antes de guardá-los;
- Comunicar imediatamente qualquer dano ou irregularidade observada durante a operação.

Benefício: a limpeza constante aumenta a vida útil dos equipamentos e facilita futuras inspeções.

Cuidados com o meio ambiente

As operações de movimentação de cargas podem gerar impactos ambientais quando não são executadas de forma adequada.

Principais cuidados ambientais:

Responsabilidade de todos

A organização, a limpeza e a preservação do meio ambiente não dependem apenas d
equipe de manutenção.

Atitudes e boas práticas:

- Cada profissional deve contribuir para manter o local de trabalho seguro e organiza
e após a operação;
- Guardar um acessório corretamente ou limpar um vazamento imediatamente pr
reduz impactos ambientais;
- A responsabilidade é compartilhada por todos os envolvidos na área operacional.

Incentivo à segurança e sustentabilidade

Manter o ambiente de trabalho organizado e limpo traz benefícios diretos
produtividade e à prevenção de acidentes.

Ponto de destaque:

- **Importante:** Uma área organizada não melhora apenas a produtividade; Ela re
riscos e contribui ativamente para uma operação mais segura e sustentável.

Objetivos do DDS

O objetivo principal do 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.

Objetivo e importância:

Antecipar perigos e alinhar as ações antes de iniciar a movimentação de cargas;

Avaliar cada detalhe técnico com impacto direto na segurança.

O que abordar no DDS

Temas essenciais a serem discutidos com a equipe antes de iniciar as tarefas do dia.

Tópicos obrigatórios:

Descrição das atividades;

Perigos e riscos;

Medidas de controle;

Condições ambientais;

Interface entre equipes.

10.7 Diálogos diários de segurança (DDS)

Responsabilidade e participação no DDS

O alinhamento diário depende da condução adequada e do envolvimento ativo de todos os trabalhadores.

Condução e engajamento:

- Deve ser conduzido pelo líder da equipe, TST ou responsável pela atividade;
- Sua eficácia depende da participação ativa e do diálogo aberto;
- É o momento ideal para os trabalhadores compartilharem experiências e relatarem dificuldades encontradas em operações anteriores;
- Contribui para a identificação prévia de riscos e proposição de melhorias operacionais.

A documentação e a análise de eventos anteriores fortalecem a gestão da segurança do trabalho.

Lições aprendidas: revisar incidentes e acidentes anteriores conhecidos, aplicando o aprendizado à tarefa a ser realizada;

Importância do registro e Benefícios do registro : é recomendável registrar o DDS, isso fortalece a rastreabilidade, demonstra conformidade com os procedimentos e apoia a melhoria contínua.

ATENÇÃO!

PETROBRAS

1. 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.

2. 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.

3. O que você precisa executar?



- ⚙ Utilizar os EPIs exigidos para a atividade e o bastão balizador quando aplicável.
- ⚙ Manter posicionamento seguro durante a movimentação da carga: ficar fora da área de influência.
- ⚙ Contribuir para a organização, limpeza e preservação ambiental da área de trabalho.
- ⚙ Participar ativamente dos DDS e comunicar condições inseguras observadas.
- ⚙ Seguir os procedimentos de emergência da operação.

Exercícios de Fixação (pág. 247):

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.**

Normas de referência

PETROBRAS

Seções e subseções

- Normas de referência
- 11.1 A importância das normas de referência
- 11.2 Normas nacionais
- 11.3 Normas internacionais
- 11.4 Regras e procedimentos específicos do setor

PETROBRAS

11.1 A importância das normas de referência

Conceito das normas

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.

Base técnica: as atividades devem ser executadas com base em normas técnicas, regulamentações e procedimentos reconhecidos;

Elaboração: documentos elaborados por especialistas e instituições técnicas para estabelecer requisitos de projeto, fabricação, inspeção, operação e manutenção;

Conhecimento acumulado: representam pesquisas, ensaios, desenvolvimento tecnológico, experiências operacionais e lições aprendidas;

Evolução contínua: construídas a partir da análise de acidentes e incidentes, permitindo identificar práticas seguras e confiáveis.



ɔr que as normas são importantes?

ɪtilização das normas de referência proporciona diversos benefícios operacionais e
ʳmativos.

As normas não substituem o planejamento

Embora sejam fundamentais, as normas não conseguem prever todas as situações que podem ocorrer durante uma operação.

NORMA + **PLANEJAMENTO** = **OPERAÇÃO SEGURA**

1. **Conhecer a operação**
   Tipo de carga, ambiente, condições climáticas e riscos locais.
2. **Planejar e analisar os riscos**
   Método, recursos, controles, equipe e responsabilidades.
3. **Executar com controle**
   Cumprir normas e procedimentos durante toda a movimentação.



A norma define os requisitos.
O planejamento transforma esses requisitos em controles adequados a cada operação.

11.1 A importância das normas de referência

A responsabilidade do profissional

Todo profissional que atua na movimentação de cargas deve conhecer as normas relacionadas à sua atividade e manter-se atualizado.

Critérios técnicos e atualização:

Fontes de consulta: em caso de dúvida, consultar normas aplicáveis, manuais do fabricante ou procedimentos internos da empresa;

Prática vs. Técnica: expressões como "sempre fizemos assim" ou "nunca aconteceu nada" não substituem os requisitos estabelecidos;

A segurança deve estar baseada em critérios técnicos e não apenas na experiência individual;

Você sabia?

As normas técnicas são revisadas periodicamente para incorporar novas tecnologias, melhorias nos equipamentos e lições aprendidas com acidentes.



Referência nacional

O Brasil possui um conjunto de normas técnicas e regulamentadoras próprias para orientar as operações de movimentação de cargas.

Referência principal e padronização:

Sempre que existir uma norma brasileira vigente aplicável à atividade, ela deve ser utilizada como principal referência técnica;

Elaboradas considerando a legislação nacional, as características da indústria brasileira e a participação de diversos setores;

A adoção de uma norma nacional facilita a padronização das operações no país;

Reduz dúvidas na interpretação dos requisitos e garante que todas as empresas utilizem os mesmos critérios técnicos.

Referência nacional

Quem participa da criação das Normas?

As normas não surgem da opinião de uma única pessoa, sendo construídas por meio da participação de diferentes profissionais e instituições.

Elaboração por comitês e consenso:

Normas técnicas (ex.: ABNT): participam especialistas, fabricantes, laboratórios, universidades, empresas e entidades de classe;

O objetivo é reunir, através de comitês, conhecimento técnico, experiência prática e consenso entre as partes interessadas;

Normas Regulamentadoras (NRs): ligadas à segurança e saúde no trabalho, são elaboradas e revisadas com participação do governo, trabalhadores e empregadores;

Esse modelo busca equilibrar a proteção dos trabalhadores com a realidade das empresas e setores produtivos.

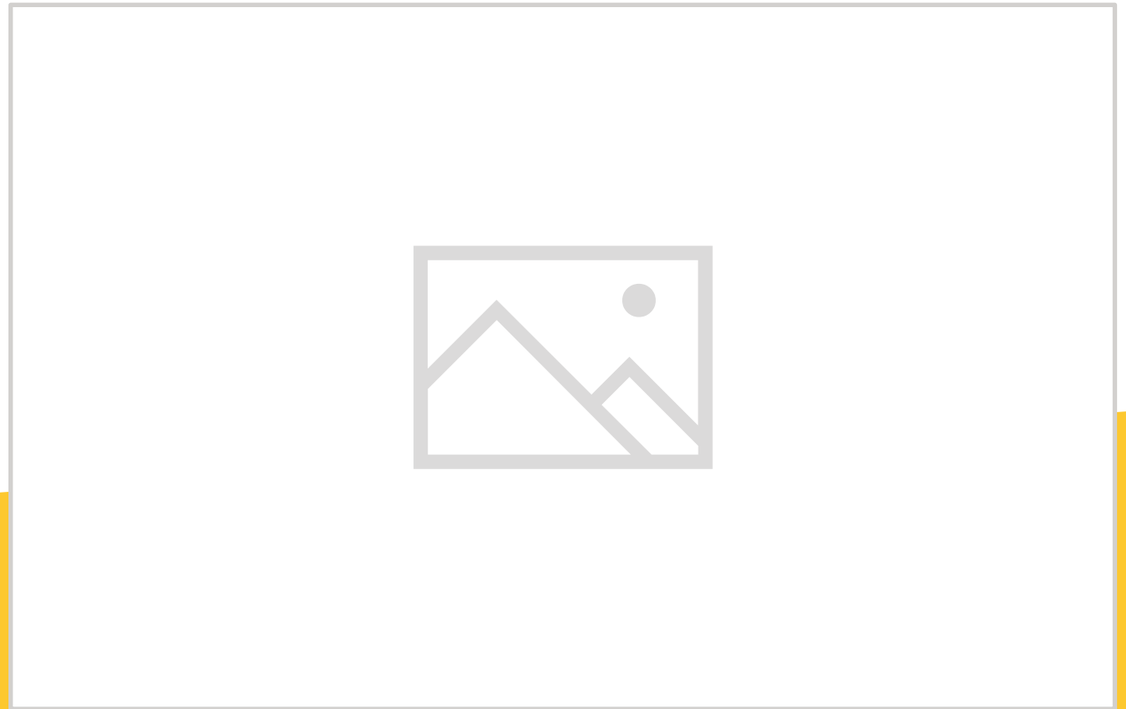


Significado prático e valor normativo

A norma representa o resultado de estudos, debates técnicos, experiências de campo, análise de acidentes e busca por melhores práticas.

Conhecimento coletivo:

- Uma norma técnica é muito mais do que apenas um documento burocrático;
- 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.



PETROBRAS

11.2 Normas nacionais

Atenção à edição da norma

Verificar se a norma consultada está atualizada é um passo crucial para garantir a conformidade técnica das operações.

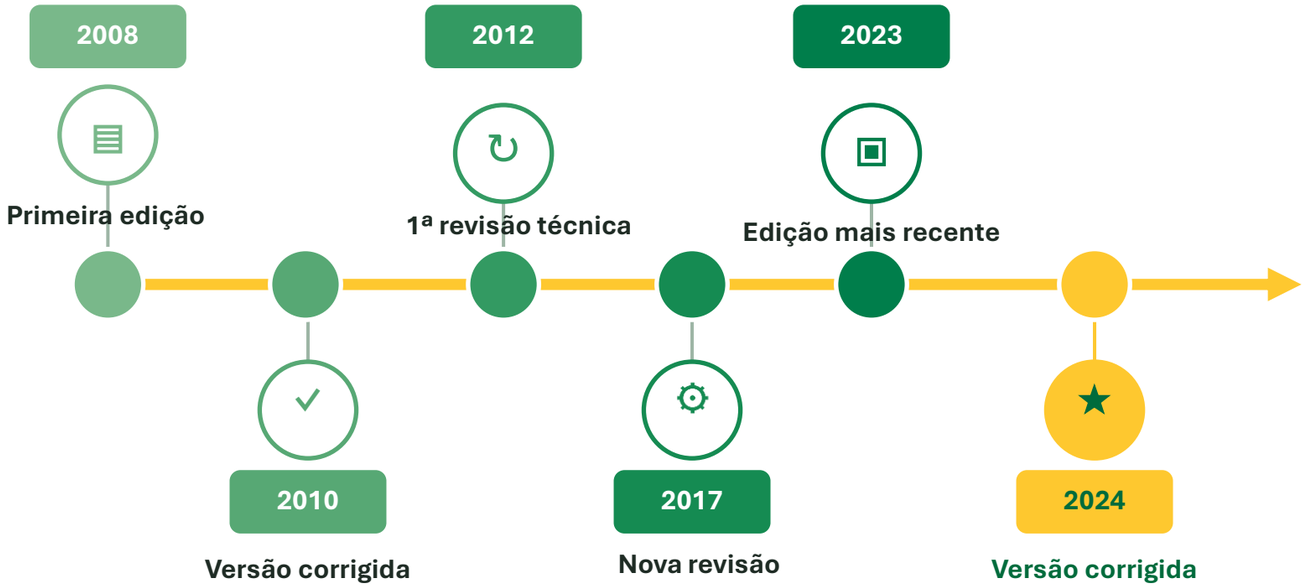
Atualização e revisões periódicas:

- As normas técnicas passam por revisões periódicas para incorporar novas tecnologias, aperfeiçoar requisitos de segurança e corrigir interpretações;
- Antes de utilizar qualquer documento, confirme sempre se está consultando a sua edição mais recente;
- Cada revisão incorpora melhorias, esclarecimentos técnicos e atualizações baseadas na evolução dos materiais e dos processos de fabricação;
- Um procedimento considerado correto há alguns anos pode deixar de atender aos requisitos técnicos atuais.

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), sobre cintas têxteis para elevação de cargas.

EVOLUÇÃO DA ABNT NBR 15637-1



Normas técnicas evoluem para incorporar conhecimento, tecnologia e lições aprendidas. Antes de usar uma norma, confirme a edição vigente.

Outros exemplos e verificação constante

O acompanhamento de revisões deve ser contínuo para evitar a aplicação de critérios já superados.

Exemplo adicional e recomendação final:

- ABNT NBR 13541-1 (Linga de cabo de aço): teve atualizações nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014, 2017 e 2025;
- A evolução das normas reflete a experiência dos usuários e as necessidades da indústria;
- Recomendação essencial: Antes de utilizar qualquer norma, verifique obrigatoriamente se ela está em sua edição mais recente.

Normas Internacionais

As normas internacionais desempenham um papel fundamental na movimentação de cargas, servindo como referência técnica para o desenvolvimento, atualização e aperfeiçoamento das normas nacionais.

Base estrutural e harmonização:

- Funcionam como base estrutural para que a ABNT construa normas brasileiras compatíveis com padrões de segurança reconhecidos globalmente;

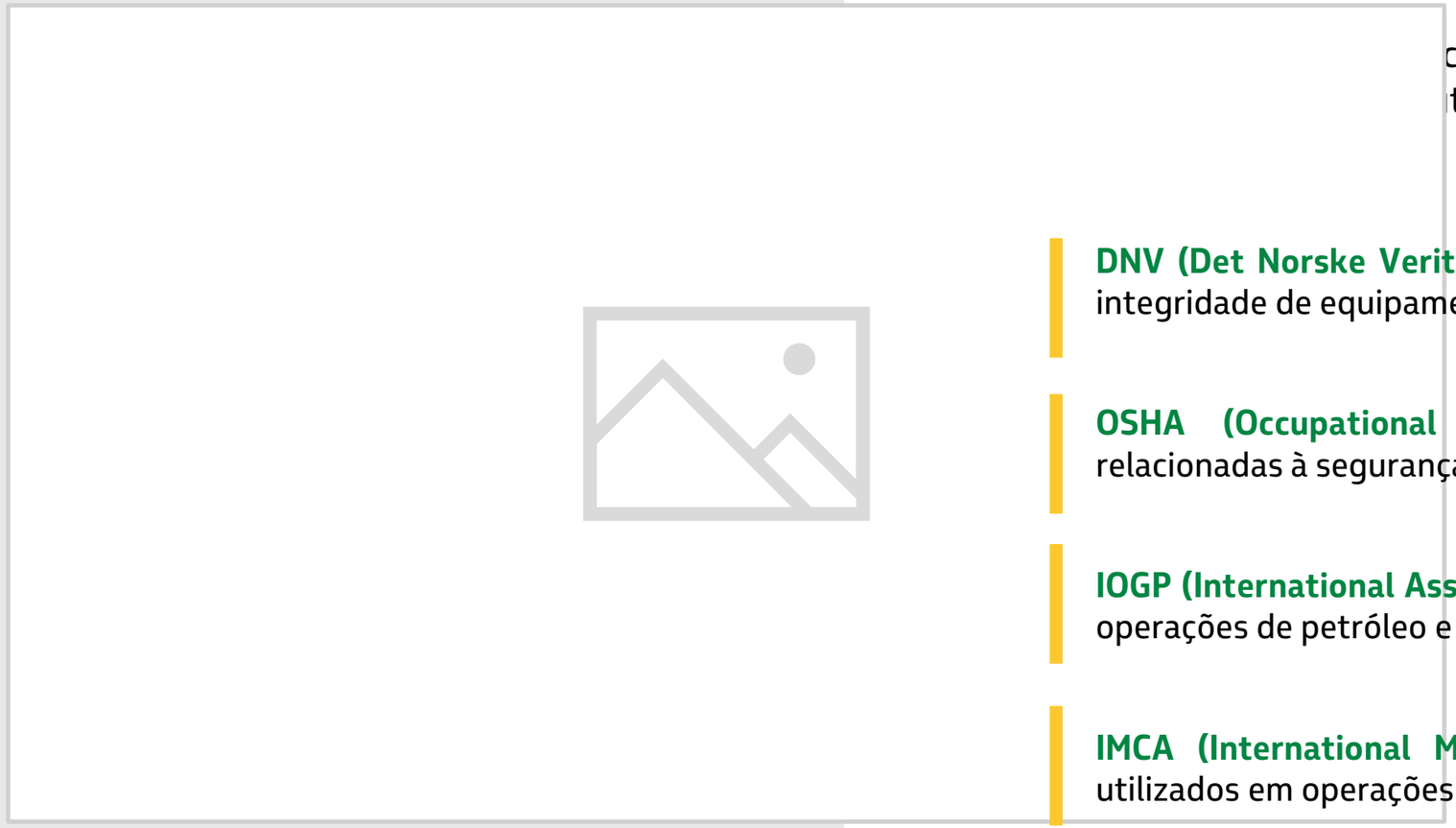
- **Exemplo clássico (EN 1492):** norma europeia que estabeleceu diretrizes para fabricação, identificação e uso de cintas sintéticas de elevação;

- 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 amplia a compreensão dos requisitos, ajuda a interpretar lacunas e oferece suporte técnico para tomada de decisão.



Entidades e organizações internacionais de referência



cam guias, práticas recomendadas e documentos de
tilizados pela indústria.

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 associações setoriais: publicações técnicas voltadas para boas práticas operacionais, treinamento e prevenção de acidentes.

Aplicação e valor dos guias internacionais

A utilização correta das recomendações internacionais fortalece a gestão de segurança e a excelência operacional.

Importância para a indústria:

1. Embora esses documentos não substituam as normas e regulamentações aplicáveis, constituem importantes fontes de consulta;
2. Contribuem diretamente para a disseminação das melhores práticas adotadas pela indústria em âmbito internacional;
3. Permitem manter os procedimentos alinhados com o estado da arte e com os mais elevados padrões de segurança globais.



11.3 Normas estrangeiras e internacionais

Principais normas internacionais utilizadas na movimentação de cargas

A ASME (American Society of Mechanical Engineers) é referência mundial na padronização de equipamentos de içamento e é o conjunto normativo mais utilizado no Brasil para guindastes e acessórios.

Normas ASME B30 de destaque:

- **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.

Normas DIN e EN (Alemãs e Europeias)

Além do padrão americano, normas europeias servem como importantes referências técnicas para a movimentação de cargas.

Exemplos de normas DIN e EN:

DIN (Deutsches Institut für Normung):

- **DIN 13852-3:** Guindastes – Guindastes offshore – Parte 3: Guindastes offshore leves;
- **DIN 580:** Parafuso olhal de içamento.

EN (European Norm / Euronorm):

- **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.

Normas BS e ISO (Britânicas e Internacionais)

Instituições britânicas e internacionais estabelecem códigos de prática, inspeções e requisitos de segurança reconhecidos globalmente.

Exemplos de normas BS e ISO:BS (British Standards):

- **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):

- **ISO 9927-1:** Guindastes – Inspeções – Parte 1: Geral;
- **ISO 23814:** Guindastes – Requisitos de competência para inspetores de guindastes.



Regras específicas

Além das normas vigentes, os segmentos industriais costumam ter regras e procedimentos próprios para a execução das operações de movimentação de cargas.

Especificidades setoriais:

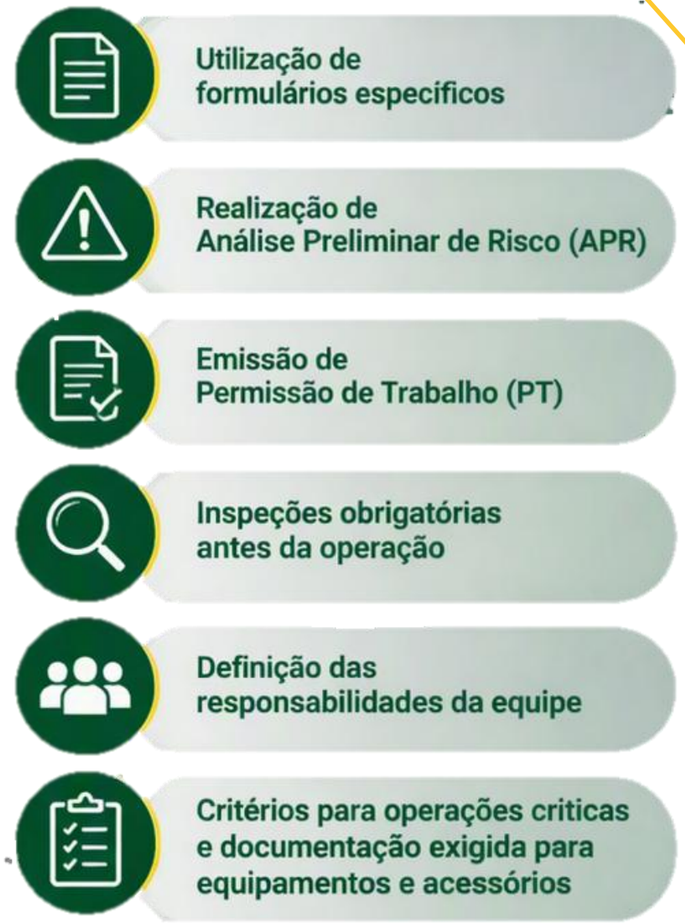
- **Complemento à legislação:** estes requisitos complementam a legislação nacional para atender às características, riscos e necessidades de cada setor;
- **Petróleo e gás:** empresas como a Petrobras possuem procedimentos próprios (ex.: N-2869, N-1965, N-1930) que contemplam capacitação, planejamento, inspeção e critérios para operações críticas;
- **Portos e terminais logísticos:** regulamentações específicas para carga e descarga, movimentação de contêineres, convivência entre equipamentos móveis e circulação de pessoas;
- **Construção civil:** requisitos voltados à movimentação vertical de materiais, operação de gruas, elevadores de carga, guindastes e trabalhos em altura.

Procedimentos internos e documentos operacionais

Independente do setor, o profissional deve conhecer e cumprir os procedimentos internos da empresa onde a operação será realizada.

Importante:

O atendimento às normas técnicas e às NRs não dispensa o cumprimento dos procedimentos internos da empresa contratante.



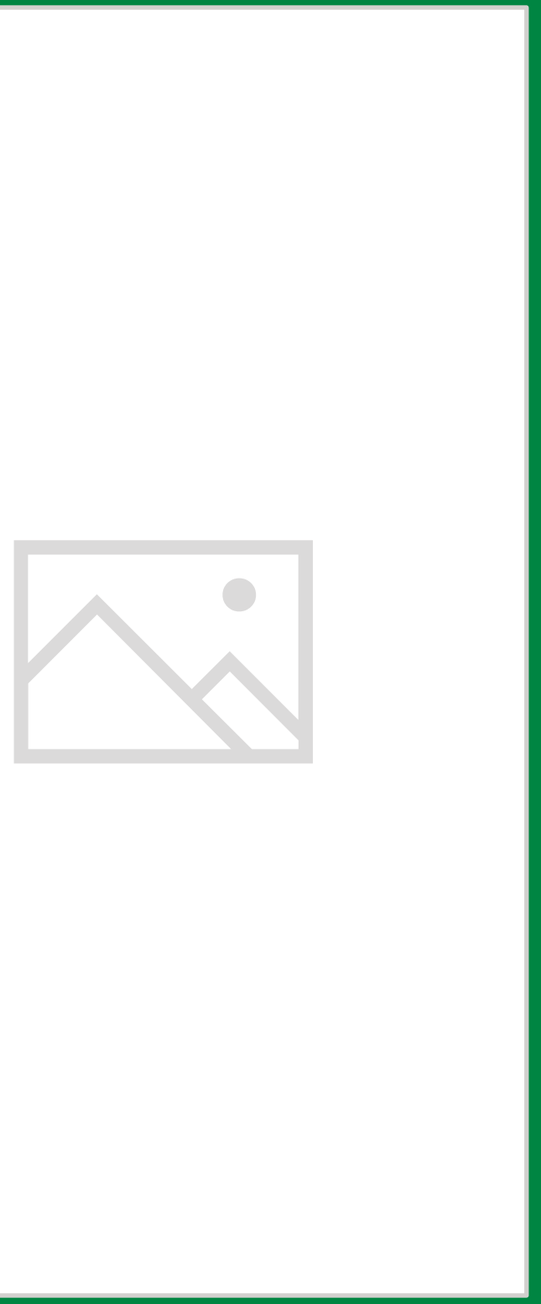
11.4 Regras e procedimentos específicos do setor

Integração entre normas e manuais do fabricante

As normas técnicas estabelecem requisitos gerais de segurança, dimensionamento, inspeção e utilização dos equipamentos e acessórios.

Consulta aos manuais dos equipamentos:

- Cada equipamento possui características próprias definidas pelo seu fabricante;
- Os manuais devem ser consultados para verificar capacidades de carga e configurações permitidas de operação;
- Apresentam limitações de uso, inspeções e manutenções recomendadas;
- Detalham os dispositivos de segurança e condições operacionais específicas;
- As orientações do fabricante devem ser observadas em conjunto com as normas técnicas e procedimentos internos.



Complementaridade e segurança operacional

A atuação segura na movimentação de cargas exige o alinhamento de todas as fontes de instrução técnica.

Sinergia normativa:

> 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;

> A consulta combinada de todos estes documentos garante a integridade da equipe e a eficiência dos processos.

ATENÇÃO!

1. 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.

2. 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.

3. 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 (pág. 260):

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?**

Conclusão

Complementaridade e segurança operacional

Chegar até aqui significa muito mais do que concluir uma apostila

Visão geral do treinamento:

Foram apresentados conceitos cruciais para a movimentação de cargas, como planejamento, equipamentos, acessórios, estática, dinâmica e fatores ambientais;

Abrangeu normas de referência, saúde, segurança e meio ambiente;

Na prática, todos estes temas estão presentes na rotina operacional diária;

Por trás de cada operação existem decisões, avaliações, verificações e comunicações que garantem uma execução segura.

PETROBRAS

Conclusão

A segurança como resultado de uma visão sistêmica

A segurança não depende de um único fator isolado, mas sim da interação contínua entre múltiplos elementos.

Pilares da operação segura:

- Resultado da interação entre pessoas, equipamentos, processos, ambiente de trabalho, planejamento e controles operacionais;
- A efetividade dos equipamentos, procedimentos e normas depende da forma como são compreendidos e aplicados;
- Os conceitos teóricos devem adaptar-se com rigor e consciência às condições reais da operação.



Conclusão

O papel do profissional na prevenção



Os profissionais que atuam na movimentação de cargas desempenham um papel ativo e estratégico na segurança.

Protagonismo operacional:

- Não devem ser vistos apenas como executores de tarefas, mas como participantes ativos na identificação de riscos;
- Contribuem através do compartilhamento de informações e do aprendizado com experiências anteriores;
- Envolve compreender o trabalho cotidiano, reconhecer limites, comunicar desvios e fortalecer as barreiras de prevenção.

PETROBRAS

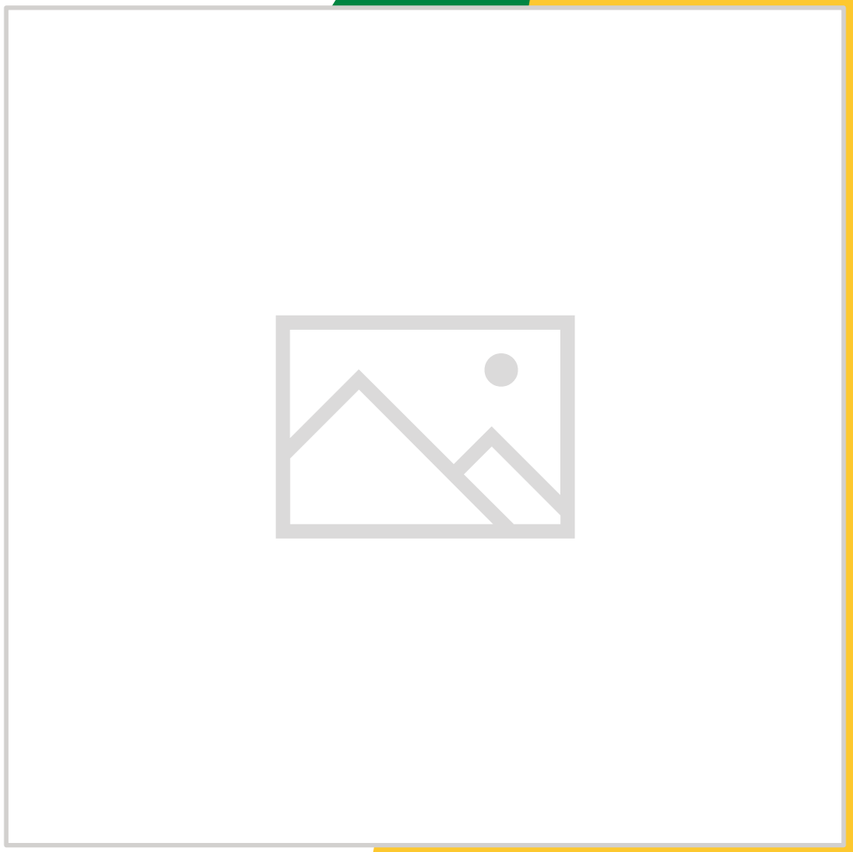
Conclusão

Aprendizagem contínua e melhoria constante

A segurança operacional é um processo dinâmico que exige atualização contínua.

Incentivo ao aprendizado contínuo:

- Este material deve servir como fonte de consulta técnica e incentivo ao aprendizado permanente;
- As operações mudam, os equipamentos evoluem, os ambientes se transformam e novos desafios surgem constantemente;
- Permanecer aprendendo é parte fundamental e indispensável do trabalho seguro.



Conclusão

Uma última reflexão

Antes de iniciar uma operação, vale a pena fazer algumas perguntas essenciais para garantir a segurança de todos. o ou preocupação que deva ser compartilhada com a equipe antes de iniciar a operação?

PETROBRAS

Conclusão

Decisões seguras e trabalho em equipe

Estas 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.

Fundamentos da movimentação segura:

- A movimentação de cargas exige conhecimento técnico, colaboração e atenção contínua às condições operacionais;
- Exige respeito rigoroso aos limites dos equipamentos e das pessoas;
- Cada operação executada com segurança representa a aplicação prática de tudo o que foi construído durante o planejamento, a preparação e a execução da atividade.

Conclusão

O compromisso final com a segurança

Obrigado por dedicar seu tempo a este aprendizado.

Agradecimento e objetivo maior:

- Esperamos que os conhecimentos apresentad
contribuam para operações mais seguras e para
fortalecimento da cultura de aprendizado;

- Foco na proteção contínua das pessoas, d
instalações, dos equipamentos e do meio ambiente;

- Ao final de cada operação, o resultado m
importante não é apenas movimentar uma carga c
sucesso;

- **O objetivo principal:** É garantir que todos retorn
em segurança para suas casas.


BR
PETROBRAS

Contato

Nome do Profissional
Email@petrobras.com.br
Telefone: +55 00 99999-9999

Nome do Profissional
Email@petrobras.com.br
Telefone: +55 00 99999-9999

Nome do Profissional
Email@petrobras.com.br
Telefone: +55 00 99999-9999

Nome do Profissional
Email@petrobras.com.br
Telefone: +55 00 99999-9999

