

CONSTRUÇÃO DE FUNDAÇÕES E DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): 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 pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, 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 Normas
Técnicas

SC - 04

Construção Civil

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

SUMÁRIO

1 OBJETIVO.....	4
2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	4
3 DEFINIÇÕES.....	6
4 DOCUMENTAÇÃO	6
4.1 PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	6
4.2 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS.....	7
4.3 PROCEDIMENTO DE CONTROLE TECNOLÓGICO DE SOLOS	7
4.4 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES, ATERROS, REATERROS E COMPACTAÇÃO.....	7
4.5 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE ARMADURA	8
4.6 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE FÔRMAS, ESCORAMENTOS, DESCIMBRAMENTOS E DESFORMAS.....	8
4.7 PROCEDIMENTO DE FIXAÇÃO DE INSERTOS E CHUMBADORES.....	9
4.8 PROCEDIMENTO DE CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO	9
4.9 PROCEDIMENTO DE CONTROLE TECNOLÓGICO DE AÇO PARA ARMADURA.....	9
4.10 PROCEDIMENTO DE DOSAGEM EXPERIMENTAL DO CONCRETO.....	10
4.11 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE CONCRETAGEM.....	11
4.12 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE GRAUTEAMENTO.....	11
4.13 PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO DE RECALQUES NO TESTE HIDROSTÁTICO DE EQUIPAMENTOS	12
4.14 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE ESTAQUEAMENTO.....	12
4.15 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE PROVA DE CARGA EM ESTACAS	12
4.16 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE PROVA DE CARGA DIRETA SOBRE TERRENO DE FUNDAÇÃO.....	13
4.17 PROCEDIMENTO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS PRÉ-MOLDADOS.....	13
4.18 PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE CONCRETO PROTENDIDO.....	13
5 CONDIÇÕES GERAIS.....	14
5.1 RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS.....	14
5.1.1 CIMENTO “PORTLAND”	14
5.1.2 AÇOS PARA ARMADURA	14
5.1.3 FÔRMAS	14
5.2 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS	14
5.3 INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS	16
5.4 CONTROLE TECNOLÓGICO DE SOLOS.....	16
5.5 ESCAVAÇÕES.....	17

5.6	REATERRO E COMPACTAÇÃO	17
5.7	LASTRO DE CONCRETO SIMPLES.....	18
5.8	ARMADURA.....	18
5.9	FÔRMA, ESCORAMENTO E DESFORMA.....	19
5.10	INSERTOS METÁLICOS E CHUMBADORES	19
5.11	CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO	20
5.12	CONTROLE TECNOLÓGICO DO AÇO PARA ARMADURA	22
5.13	DOSAGEM.....	23
5.14	CONCRETO ESTRUTURAL	23
5.15	GRAUTEAMENTO	26
5.16	PROVAS DE CARGA E TESTE HIDROSTÁTICO	27
6	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	28
6.1	FUNDAÇÕES DIRETAS	28
6.2	FUNDAÇÕES INDIRETAS - TUBULÕES	28
6.3	FUNDAÇÕES INDIRETAS - ESTACAS.....	28
6.3.1	REQUISITOS GERAIS	28
6.3.2	ESTACAS DE MADEIRA.....	29
6.3.3	ESTACAS DE AÇO	29
6.3.4	ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO.....	30
6.3.5	ESTACAS DE CONCRETO MOLDADAS NO SOLO - TIPO "FRANKI".....	31
6.3.6	OUTROS TIPOS DE ESTACAS	32
6.4	ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO.....	32
6.5	CONCRETO PROTENDIDO.....	32
6.6	CONCRETO APARENTE	33
7	SEGURANÇA	34

/OBJETIVO

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis na construção de fundações e estruturas de concreto armado.

1.2 Esta Norma não se aplica para plataformas marítimas de perfuração e produção.

1.3 Esta Norma se aplica a serviços iniciados a partir da data de sua edição.

1.4 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, MTE - Ministério do Trabalho e Emprego;

DNER-ME-052/94- Solos e Agregados Miúdos - Determinação da Umidade pelo Método Expedito "Speedy";

DNER-ME-092/94- Solo - Determinação da Massa Específica Aparente, "In Situ", com Emprego do Frasco de Areia;

PETROBRAS [N-47](#) - Levantamento Topográfico;

PETROBRAS [N-133](#) - Soldagem;

PETROBRAS [N-134](#) - Chumbadores para Concreto;

PETROBRAS [N-845](#) - Investigação Geotecnológica;

PETROBRAS [N-1550](#) - Pintura de Estruturas Metálicas;

PETROBRAS [N-1807](#) - Medição de Recalques de Fundações no Teste Hidrostático de Equipamentos;

PETROBRAS [N-1811](#) - Instalação de Referência de Nível Profunda (RNP);

PETROBRAS [N-1943](#) - Controle Tecnológico de Concreto e Aço para Armadura - Qualificação de Pessoal;

PETROBRAS [N-2109](#) - Controle Dimensional - Qualificação de Pessoal;

ABNT NB 233 - Elevadores de Segurança para Canteiros de Obras de Construção Civil;

ABNT NBR 5681 - Controle Tecnológico da Execução de Aterros em Obras de Edificações;

ABNT NBR 5732 - Cimento Portland Comum;

ABNT NBR 5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial;

ABNT NBR 5735 - Cimento Portland de Alto Forno;

ABNT NBR 5736 - Cimento Portland Pozolânico;

ABNT NBR 5737 - Cimentos Portland Resistentes a Sulfatos;

ABNT NBR 5738 - Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova Cilíndricos ou Prismáticos de Concreto;

ABNT NBR 5739	- Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos;
ABNT NBR 5741	- Extração e Preparação de Amostras de Cimentos;
ABNT NBR 5750	- Amostragem de Concreto Fresco;
ABNT NBR 6118	- Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
ABNT NBR 6122	- Projeto e Execução de Fundações;
ABNT NBR 6152	- Materiais Metálicos - Determinação das Propriedades Mecânicas à Tração;
ABNT NBR 6153	- Produto Metálico - Ensaio de Dobramento Semi-Guiado;
ABNT NBR 6467	- Agregados - Determinação do Inchamento de Agregado Miúdo;
ABNT NBR 6474	- Cimento Portland e Outros Materiais em Pó - Determinação da Massa Específica;
ABNT NBR 6489	- Prova de Carga Direta sobre Terreno de Fundação;
ABNT NBR 6494	- Segurança nos Andaimes;
ABNT NBR 7182	- Solo - Ensaio de Compactação;
ABNT NBR 7197	- Projeto de Estruturas de Concreto Protendido;
ABNT NBR 7211	- Agregado para Concreto;
ABNT NBR 7212	- Execução de Concreto Dosado em Central;
ABNT NBR 7215	- Cimento Portland - Determinação da Resistência à Compressão;
ABNT NBR 7216	- Amostragem de Agregados;
ABNT NBR 7217	- Agregados - Determinação da Composição Granulométrica;
ABNT NBR 7218	- Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis;
ABNT NBR 7219	- Agregados - Determinação do Teor de Materiais Pulverulentos;
ABNT NBR 7220	- Agregado - Determinação de Impurezas Orgânicas Húmicas em Agregado Miúdo;
ABNT NBR 7221	- Agregados - Ensaio de Qualidade de Agregado Miúdo;
ABNT NBR 7223	- Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;
ABNT NBR 7251	- Agregado em Estado Solto - Determinação da Massa Unitária;
ABNT NBR 7480	- Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado;
ABNT NBR 7481	- Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto;
ABNT NBR 7678	- Segurança na Execução de Obras e Serviços de Construção;
ABNT NBR 8036	- Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios;
ABNT NBR 8548	- Barras de Aço Destinadas a Armaduras para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração;
ABNT NBR 8681	- Ações e Segurança nas Estruturas;
ABNT NBR 9061	- Segurança de Escavação a Céu Aberto;

ABNT NBR 9062	- Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado;
ABNT NBR 9775	- Agregados - Determinação da Umidade Superficial em Agregados Miúdos por Meio do Frasco de Chapman;
ABNT NBR 9776	- Agregados - Determinação da Massa Específica de Agregados Miúdos por Meio do Frasco Chapman;
ABNT NBR 9777	- Agregados - Determinação da Absorção de Água em Agregados Miúdos;
ABNT NBR 9937	- Agregados - Determinação da Absorção e da Massa Específica de Agregado Graúdo;
ABNT NBR 10908	- Aditivos para Argamassa e Concretos - Ensaios de Uniformidade;
ABNT NBR 11578	- Cimento Portland Composto;
ABNT NBR 11579	- Cimento Portland - Determinação da Finura por Meio da Peneira 75 Micrômetros (Número 200);
ABNT NBR 11581	- Cimento Portland - Determinação dos Tempos de Pega;
ABNT NBR 11582	- Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier;
ABNT NBR 11768	- Aditivos para Concreto de Cimento Portland;
ABNT NBR 11919	- Verificação de Emendas Metálicas de Barras de Concreto Armado;
ABNT NBR 12131	- Estacas - Prova de Carga Estática;
ABNT NBR 12317	- Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto;
ABNT NBR 12654	- Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto;
ABNT NBR 12655	- Concreto - Preparo, Controle e Recebimento;
ABNT NBR 13208	- Estacas - Ensaio de Carregamento Dinâmico.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições das normas ABNT NBR 6118, NBR 6122, NBR 7197 e NBR 9062.

4 DOCUMENTAÇÃO

Quando requeridos, devem ser emitidos documentos denominados procedimentos, contendo a seqüência e abordagem dos seguintes itens:

4.1 Procedimentos de Recebimento, Manuseio e Armazenamento de Materiais e Equipamentos

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;

- d) critérios de recebimento;
- e) critérios de aceitação;
- f) locais, critérios e períodos de armazenamento;
- g) métodos de manuseio;
- h) sistemas de rastreabilidade:
 - sistemática;
 - formulários;
 - certificados de qualificação dos materiais e equipamentos.

4.2 Procedimento de Execução de Serviços Topográficos

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) especificação dos equipamentos a serem utilizados;
- e) precisão dos equipamentos a serem utilizados;
- f) calibração/aferição dos equipamentos utilizados;
- g) montagem de gabaritos;
- h) implantação de marcos topográficos;
- i) processos de locação, nivelamento, verificação de prumos e alinhamentos;
- j) tolerâncias;
- k) metodologia de registro das informações:
 - cadernetas;
 - formulários;
 - croquis;
 - meio eletrônico.

4.3 Procedimento de Controle Tecnológico de Solos

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) controle das características dos solos:
 - relatórios com locação e perfis de sondagem;
 - ensaios e periodicidade dos ensaios;
- e) grau de compactação:
 - ensaios;
 - número de ensaios;
 - periodicidade dos ensaios;
 - equipamentos de compactação;
- f) características do lençol freático (quando aplicável);
- g) metodologia de registro dos resultados.

4.4 Procedimento de Execução de Escavações, Aterros, Reaterros e Compactação

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) locação e tolerâncias;
- e) equipamentos;
- f) projeto de escoramento (quando aplicável);
- g) destino do material de escavação;

- h) condições da cava para receber o reaterro;
- i) caracterização do material de reaterro;
- j) altura das camadas de reaterro e grau de compactação;
- k) no caso de escavação para assentamento de fundações diretas, devem ser incluídos:
 - execução do aterro (quando aplicável);
 - comparação com perfil de sondagem;
 - lastro de concreto magro;
 - rebaixamento do lençol freático (quando aplicável);
 - interferência com fundações vizinhas;
- l) metodologia de registro das informações.

4.5 Procedimento de Execução de Armadura

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) processo de limpeza;
- e) método de dobramento;
- f) sistema de fixação e garantia do posicionamento e espaçamento;
- g) emendas:
 - processo de execução;
 - localização;
- h) cobrimento;
- i) tolerâncias;
- j) metodologia de registro das informações.

4.6 Procedimento de Execução de Fôrmas, Escoramentos, Descimbramentos e Desformas.

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) especificação, fabricação, montagem e escoramento das fôrmas:
 - material do escoramento e das fôrmas;
 - memória de cálculo (quando aplicável);
 - espaçamento do escoramento;
 - dimensões das fôrmas;
 - seqüência de montagem;
 - estanqueidade;
 - rigidez;
 - limpeza;
 - saturação (quando aplicável);
- e) tolerâncias para fôrmas:
 - insertos e chumbadores;
 - processo de fixação e proteção;
 - materiais empregados;
- f) desforma e descimbramento:
 - prazo, seqüência e precauções;
- g) metodologia de registro das informações.

4.7 Procedimento de Fixação de Insertos e Chumbadores

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) especificação;
- e) fixação:
 - processo de fixação;
 - materiais empregados;
 - proteção;
- f) tolerância;
- g) limpeza e condicionamento;
- h) metodologia de registro das informações.

4.8 Procedimento de Controle Tecnológico de Concreto

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) controle das características dos materiais constituintes:
 - recebimento;
 - ensaios;
 - periodicidade dos ensaios;
- e) controle da dosagem:
 - frequência;
 - processo de medida dos materiais constituintes;
 - correções em função da umidade dos agregados (tabelas) e método de ensaio;
- f) verificação de consistência (trabalhabilidade) do concreto:
 - frequência;
 - método de ensaio;
- g) controle da resistência do concreto:
 - formação de lotes;
 - processo de amostragem;
 - tipo de controle da resistência;
 - frequência;
 - idades;
 - métodos de ensaio;
 - aceitação da estrutura;
- h) controle de características específicas do concreto (quando aplicável):
 - tipo;
 - características;
 - amostragem;
 - método;
 - ensaios especiais do concreto (quando aplicáveis): tipos, frequência e métodos de ensaio;
- i) metodologia de registro dos resultados.

4.9 Procedimento de Controle Tecnológico de Aço para Armadura

- a) objetivo;
- b) normas de referência;

- c) definições;
- d) controle das características:
 - recebimento;
 - ensaios;
 - periodicidade dos ensaios;
- e) critério de amostragem do aço;
- f) exame visual e dimensional do aço;
- g) controle das características mecânicas do aço:
 - métodos de ensaio;
 - frequência;
- h) metodologia de registro dos resultados.

4.10 Procedimento de Dosagem Experimental do Concreto

- a) objetivo;
- b) normas e métodos de referência;
- c) definições;
- d) cálculo da resistência de dosagem;
- e) determinação/verificação do diâmetro máximo do agregado graúdo;
- f) agregado graúdo:
 - tipo;
 - origem;
 - características físicas;
- g) agregado miúdo:
 - tipo;
 - origem;
 - características físicas;
- h) aglomerante:
 - tipo;
 - marca;
 - características físicas;
- i) água - características químicas;
- j) aditivos (quando aplicável):
 - tipo;
 - características e fabricante;
 - finalidade do uso;
 - dosagem;
 - modo de adição;
- k) adensamento:
 - processo;
 - intensidade;
- l) determinação do fator água/cimento:
 - critérios adotados (resistência, durabilidade, etc.);
- m) apresentação do método específico de dosagem:
 - descrição das etapas;
 - memória de cálculo;
 - tabelas, gráficos e ábacos (indicar origem e/ou processo de elaboração);
 - determinação da consistência (trabalhabilidade) do concreto;
 - processo de ajuste do traço inicial ao traço final;
- n) comprovação da resistência de dosagem para o fck estipulado:
 - ensaio de compressão axial;
- o) metodologia de registro dos resultados.

4.11 Procedimento de Execução de Concretagem

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) plano de concretagem:
 - programa de lançamento e juntas (quando aplicável);
 - croquis indicativos da sequência de lançamento (quando aplicável);
 - características do concreto (trabalhabilidade e traço);
 - detalhes e localização das juntas;
 - recursos materiais e humanos;
- e) preparo do concreto:
 - equipamentos;
 - medidas dos materiais;
 - ordem de colocação dos materiais;
 - condições de amassamento;
- f) transporte do concreto:
 - equipamento;
 - distâncias;
 - condições;
- g) lançamento do concreto:
 - precauções;
 - altura de queda;
 - tempo entre a mistura e o lançamento;
 - volume de concreto por lançamento;
 - equipamentos;
- h) adensamento do concreto:
 - equipamentos;
 - raio de ação do vibrador;
 - espessura das camadas a serem adensadas;
 - posicionamento do vibrador;
 - tempo de vibração;
- i) cura do concreto:
 - tempo de cura;
 - método(s) aplicado(s);
- j) metodologia de registro das informações.

4.12 Procedimento de Execução de Grauteamento

- a) objetivo;
- b) normas de referência;
- c) definições;
- d) condições da superfície a ser grauteada;
- e) especificação e montagem de fôrma;
- f) traço e características da argamassa e agregados;
- g) equipamentos;
- h) método de aplicação;
- i) verificação de compacidade da argamassa;
- j) prazo de cura e desforma;
- k) controle tecnológico da argamassa;
- l) metodologia de registro das informações.