

Título Manual de Projetos da SANEAGO | 13.02 Projeto de Estrutura de Concreto Armado**Objetivo** Manual de Projetos da SANEAGO**Aplicação** SANEAGO**DIRETORIA DE EXPANSÃO (DIEXP)****SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS (SUESP)****GRUPO 13 – PROJETO ESTRUTURAL, DE FUNDAÇÃO E DE CONTENÇÃO****MÓDULO 13.02 – PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO****Sumário**

1. Apresentação.....	1
2. Referências Normativas a Consultar.....	1
3. Parâmetros para o Projeto de Estruturas de Concreto.....	2
4. Apresentação do Projeto.....	5
4.1 Memorial de Cálculo.....	5
4.2 Desenhos.....	6
5. Considerações Finais.....	7
6. Controle de Revisões.....	7

1. APRESENTAÇÃO

Este Módulo, denominado Projeto de Estrutura de Concreto Armado, aponta, em termos gerais, os estudos que devem ser realizados, os parâmetros mínimos a serem atendidos, as normas a serem consultadas e o conteúdo indispensável contido nos documentos entregues no âmbito da SANEAGO. Ressalta-se que os estudos, projetos e documentos produzidos não se limitam ao que aqui é apresentado, podendo ser complementados conforme necessário.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS A CONSULTAR

As principais referências para os serviços instruídos por este documento estão relacionadas a seguir. Salienta-se que a relação apresentada não exclui a necessidade de consulta e atendimento de outros documentos normativos relacionados e legislação pertinentes.

- ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- ABNT NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;

- ABNT NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 12655: Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento;
- EN00.0507 – Especificação Normalizada SANEAGO – Impermeabilização de Estruturas SAA e SES;
- Manual de Projetos da SANEAGO;
- Manual de Obras da SANEAGO;

Outras normativas e bibliografias consolidadas podem ser utilizadas desde que submetidas e autorizadas pelo setor de projetos da SANEAGO.

3. PARÂMETROS PARA O PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Os parâmetros para desenvolvimento do projeto de estruturas de concreto deverão ser definidos em função do tipo de unidade e agressividade do meio em que serão construídas, de acordo com as seções 6 e 7 da NBR 6118.

A seguir são apresentados os parâmetros típicos a serem utilizados para projetos estruturas específicas de saneamento básico.

Classe de Agressividade

A unidade a ser projetada deverá ser classificada, quanto ao grau de agressividade do ambiente em que será inserida, de acordo com o Quadro 1. Esta classificação deverá ser informada em projeto. Casos específicos deverão ser avaliados e previamente aprovados pela SANEAGO.

Quadro 1. Classe de Agressividade Ambiental – CAA.

	Grau	Tipo de Estrutura
Classe de Agressividade	I	Edificações em áreas rurais
	II	Edificações em áreas urbanas
Classe de Agressividade	III	Edificações em ambiente de agressividade forte (*)
	IV	Unidades para tratamento de água e esgoto

Qualidade do concreto

(*) Apesar da NBR6118 recomendar um fck mínimo igual a 30 MPa para a Classe de Agressividade III, unidades com exigências rigorosas quanto à sua estanqueidade deverão adotar um fck mínimo de 35 MPa para estruturas em concreto, conforme “Tabela 3 – Requisitos para concreto em condições especiais de exposição”, da NBR 12655. Sendo assim, os projetos estruturais desenvolvidos para as unidades de concreto armado da SANEAGO devem adotar os valores indicados no Quadro 2.

Quadro 2. Qualidade do concreto.

Grau	Tipo de Estrutura	Classe III	Classe IV
Relação a/c	CA ou CP	< 0,50	< 0,45
Classe de Concreto (fck)	CA ou CP	≥ C35	≥ C40

CA – Concreto Armado / CP – Concreto Protendido

Cobrimento da Armadura

A armação a ser projetada poderá ser tanto em barras isoladas como em telas soldadas, respeitando as prescrições normativas. A solução a ser adotada deverá levar em conta não apenas o consumo final em massa, como a produtividade alcançada no canteiro de obras. Os valores dos seus cobrimentos devem ser informados em todos os desenhos de armação e devem atender os valores especificados no Quadro 3.

Quadro 3. Cobrimento nominal da armadura *

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de Agressividade Ambiental			
		I	II	III	IV
Concreto armado	Laje	2,0 cm	2,5 cm	3,5 cm	4,5 cm **
	Viga, pilar e parede	2,5 cm	3,0 cm	4,0 cm	5,0 cm
	Elementos em contato com o solo	5,0 cm			
Concreto protendido	Laje	2,5 cm	3,0 cm	4,0 cm	5,0 cm
	Viga, pilar e parede	3,0 cm	3,5 cm	4,5 cm	5,5 cm

* Atentar-se também às observações da Tabela 7.2 da NBR 6118.

** Lajes de cobertura de estruturas em contato com água bruta, água tratada ou esgoto, devem respeitar cobrimento mínimo de 5,0 cm.

Em nenhuma hipótese a aplicação de revestimentos finais, indicação de alto controle da qualidade da execução ou qualquer outro fator poderá ocasionar na redução dos cobrimentos indicados no Quadro 3.

Consumo mínimo de cimento

O consumo mínimo de cimento por volume de concreto deve seguir as prescrições da NBR 12655, reproduzida a seguir.

Quadro 4. Consumo mínimo de cimento por m³ de concreto.

Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg/m³)	Classe de agressividade				
	Tipo	I	II	III	IV
	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

CA – Concreto Armado / CP – Concreto Protendido

Adições minerais

Na confecção do concreto classificado nas Tabelas 2 e 4, independentemente do tipo e da classe, deverá ser adicionada sílica ativa na proporção de 8 a 12% em relação à massa de cimento. O traço experimental certificado por laboratório normalizado deverá ser realizado previamente, bem como a caracterização dos materiais do concreto. Materiais identificados como potencialmente reativos (reações álcali-agregados – RAA) deverão ser descartados e não poderão ser empregados.

O Quadro 5 apresenta um compilado das principais estruturas encontradas em projetos de sistemas públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, juntamente aos principais parâmetros a serem adotados nos projetos de estruturas de concreto elaborados e apresentados a SANEAGO.

Quadro 5. Classificação dos elementos estruturais para unidades recorrentes de saneamento em concreto.

Elemento construtivo	CAA	Classe do concreto	Fator a/c (máximo)	Cobrimentos (cm)	
				Laje	Viga / Pilar / Parede
Base de apoio para equipamentos	II	≥ C25	0,60	2,5	3,0
Blocos de apoio e ancoragem					
Caixa de proteção de peças e equipamentos					
Edificações gerais					
Elevatória (SEM contato com água)					
Muro de arrimo					
Base para tanques de produtos químicos	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
Base para reservatório metálico					
Caixa de distribuição					
Canal					
Captação de água bruta					
Desarenador					
Dispositivos dissipadores de energia					
Elevatória (COM contato com água, esgoto e lodo)	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
ETA					
Calha Parshal					
Floculador					
Decantador					
Filtro					
Câmara de contato	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
ETL					
Elevatória de lodo					
Adensador					
Deságue de lodo	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
ETE					
Gradeamento					
Tratamento preliminar					
Floculador					
Flotador					
Decantador					

Elemento construtivo	CAA	Classe do concreto	Fator a/c (máximo)	Cobrimentos (cm)	
				Laje	Viga / Pilar / Parede
Reservatório de acúmulo	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
Placas de proteção contra erosão de lagoas					
Reator anaeróbio e aeróbio					
Filtro					
Câmara de contato					
Adensador de lodo					
Leito de secagem e drenagem					
Reservatórios de água bruta e tratada	IV	≥ C40	0,45	4,5 *	5,0
Tanques gerais (em contato com água, esgoto e lodo)					
Tanque e depósito de produtos químicos					

* Lajes de cobertura de estruturas em contato com água bruta, água tratada ou esgoto, devem respeitar cobrimento mínimo de 5,0 cm.

4. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Em geral, devem ser apresentados os arquivos listados no **Módulo 01.02 – Diretrizes Gerais** e nos padrões conforme o **Módulo 01.03 – Formatação dos Documentos**, que devem conter no mínimo as informações descritas nesta seção.

4.1 Memorial de Cálculo

Memorial de Cálculo
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo codificação de documentos.
Normas técnicas (indicar a versão utilizada) e bibliografia de referência;
Número da ART relativa ao projeto;
Especificação dos softwares e/ou planilhas utilizadas para dimensionamento e detalhamento;
Especificação do projeto de referência (hidráulico, arquitetônico, etc);
Memorial descritivo das estruturas apresentadas;

Memorial de Cálculo
Critérios de projeto: parâmetros de durabilidade e características dos materiais: - Classe de agressividade ambiental; - Cobrimento mínimo das armaduras dos elementos; - Relação água/cimento do concreto estrutural; - Consumo mínimo de cimento para o concreto estrutural; - Tipo de cimento; - Classe do concreto estrutural; - Diâmetro máximo do agregado; - Peso específico do concreto; - Módulos de deformação inicial e secante do concreto estrutural; - Classe do concreto magro; - Classe do aço de armaduras passivas e/ou ativas; - Limites para as verificações em serviço (fissuração e deslocamento);
Ações/carregamentos considerados: - Listagem da natureza e ordem de grandeza das ações; - Listagem das situações temporárias e permanentes de carregamento; - Para ações devido a materiais e equipamentos específicos, referenciar o respectivo catálogo do fabricante;
Combinação de ações consideradas;
Especificação da geometria dos elementos que compõem a estrutura dimensionada (comprimento, altura, largura, espessura – para vigas, pilares, lajes, blocos, paredes, etc);
Modelo estrutural adotado (vinculações, modelo de discretização dos elementos, etc);
Cálculo/listagem dos esforços solicitantes para as situações de ELU e ELS definidas;
Dimensionamento das armaduras para ELU: - Cálculo e detalhamento das armaduras – indicação da armadura calculada e efetiva; - Verificação de bitolas mínima e máxima das barras; - Verificação de áreas de aço mínima e máxima; - Verificação de espaçamentos entre barras mínimo e máximo;
Verificações dos elementos para ELS: - Verificação da abertura de fissuras; - Verificação do deslocamento máximo;
Extração da planta de cargas da superestrutura (para posterior dimensionamento das fundações).

4.2 Desenhos

Desenhos
Formatação dos desenhos conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo carimbo e codificação de documentos.
Planta de locação dos pilares;
Tabela de carga dos pilares, com combinações críticas para as fundações (forças e momentos máximos e mínimos para as três direções);
Planta de locação das fundações;
Planta de formas para todos os níveis;
Nomenclatura de todos os elementos estruturais;

Desenhos
Detalhamento das armaduras de todos os elementos (vigas, pilares, lajes, blocos, paredes, etc): - Cortes longitudinais e transversais que se fizerem necessários; - Vistas que se fizerem necessárias para melhor entender o detalhamento; - Detalhes pontuais que se fizerem necessários;
Detalhes: - Reforço de furos; - Reforço de cantos; - Plano de concretagem/sequência executiva; - Notas para execução: - Normas de referência; - Controle executivo; - Formas; - Controle tecnológico; - Concretagem; - Impermeabilização – conforme Especificação Normalizada EN00.0507; - Execução; - Pinos de dobramento; - Espaçadores das barras; - Travamento das formas;
Notas: - Critérios de projeto; - Unidades adotadas para as cotas, níveis, esforços, etc; - Histórico de emissão: - Data de referência; - Versão e/ou revisão; - Autor; - Quantitativos (separados por unidade operacional): - Concreto (diferenciar por classe de resistência – fck); - Formas; - Armaduras passivas e ativas (diferenciar por tipo aço); - Peças e chumbadores para estruturas protendidas; - Enchimentos; - Lastro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento integra o Manual de Projetos e é de titularidade exclusiva da SANEAGO para elaboração de projetos internos e externos. Este Módulo poderá ser alterado, suspenso ou cancelado a critério exclusivo da Superintendência de Estudos e Projetos, sendo qualquer atualização publicada no *site* da companhia. É de responsabilidade do usuário a utilização da última versão publicada. Sugestões e comentários devem ser enviados ao e-mail manualdeprojetos@saneago.com.br.

6. CONTROLE DE REVISÕES

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO
00	06/2023	Emissão inicial
01	08/2023	Revisão dos cobrimentos - Quadro 5

APROVAÇÃO

Este documento normativo foi aprovado conforme as diretrizes da Política de Alçadas e Limites da Saneago – PL00.0125.



Documento assinado eletronicamente por BRUNO BARBOSA CAZORLA, SUPERINTENDENTE na SUPERIN. DE ESTUDOS E PROJETOS - SUESP, em 05/09/2023 17:38:40, horário oficial de Brasília, conforme Art. 2º, § 2º, III, “b”, da Lei Estadual nº 17.039/2010 e Art. 4º, II da Lei Federal nº 14.063/2020.