

PROCEDIMENTOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL

HOSPITAL DR. LAURO REUS, CAMPO BOM / RS

MAIO de 2022

Sumário

1.	PROJETO ESTRUTURAL	4
1.1	CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	4
1.1	VIDA ÚTIL DO PROJETO	4
1.2	CRITÉRIOS PARA DURABILIDADE	5
1.3	CLASSE DO CONCRETO	5
1.4	FATOR ÁGUA/CIMENTO	5
1.5	COBRIMENTOS DAS ARMADURAS	6
1.6	FUNDAÇÕES	6
1.7	PROPRIEDADES DO CONCRETO	7
1.8	PROPRIEDADES DO AÇO	7
1.9	CARGAS DE PAREDES	8
1.10	CARREGAMENTOS	8
1.11	AÇÃO DO VENTO	8
1.12	COMPRIMENTO TRASPASSE	9
2.	CRITÉRIOS CONSTITUINTES DO CONCRETO	10
2.1	CIMENTO	10
2.2	AGREGADOS	10
2.3	ÁGUA	10
2.4	ADITIVO	10
2.5	AÇOS	10
3.	ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO	11
3.1	FÔRMAS	11
3.2	CONCRETAGEM	11
3.3	ADENSAMENTO	12
3.4	CURA E PROTEÇÃO DO CONCRETO	12
3.5	RETIRADA DAS FÔRMAS E ESCORAMENTO	12
3.6	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	13

3.7	FUROS EM VIGAS.....	14
3.8	MANUTENÇÃO	14
3.9	REFORMAS	15
4.	NORMAS TÉCNICAS	15

1. PROJETO ESTRUTURAL

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar as normas e especificações técnicas necessárias à execução do projeto estrutural do Hospital Dr. Lauro Reus, incluindo aqui os aspectos técnicos e funcionais relacionada infraestrutura (fundações) e supra estrutura (pilares, vigas e lajes).

1.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Os projetos referem-se em 04 estruturas em concreto armado compostas por fundações diretas superficiais em sapatas e lajes de reservatórios, pilares, vigas, lajes maciças e paredes de contenções. Para cada um dos projetos são descritos em pranchas os elementos construtivos da estrutura, bem como os detalhamentos de armaduras, quantitativos de materiais (concreto-aço-fôrma), características do aço e concreto, e todos os elementos necessários para a execução.

1.1 VIDA ÚTIL DO PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 Edificações habitacionais - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

1.2 CRITÉRIOS PARA DURABILIDADE

Visando garantir a durabilidade da estrutura com adequada segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a vida útil da estrutura, foram adotados critérios em relação à classe de agressividade ambiental e valores de cobrimentos das armaduras, conforme apresentado nas tabelas a seguir:

Classe de agressividade ambiental adotada:

Projeto	Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Risco de deterioração da estrutura
Prédio	II	Moderada	Pequeno

1.3 CLASSE DO CONCRETO

No que tange à durabilidade de estruturas de concreto armado, Os principais parâmetros da qualidade que devem ser considerados da durabilidade da estrutura durante a elaboração do projeto dizem respeito ao cobrimento das armaduras e à classe de resistência mecânica do concreto. A NBR 6118/2014 estabelece uma relação entre o ambiente de exposição do concreto e a sua qualidade, na qual é possível observar a classe de agressividade, classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto e o risco de deterioração da estrutura.

Para a edificação tema deste memorial as fundações foram consideradas o uso de concreto C30. Para a superestrutura (laje, viga e pilar) a classe de concreto foi definida como sendo C30.

1.4 FATOR ÁGUA/CIMENTO

O concreto é produzido pela mistura de quatro materiais, sendo eles o agregado miúdo, agregado graúdo, cimento e água, sendo os dois últimos, essenciais na resistência final do concreto. A qualidade do concreto está diretamente

relacionada com o fator Água / Cimento (A/C). Essa relação é muito importante, pois a quantidade de água tem grande influência na resistência do concreto.

A NBR 6118 – Projetos de Estruturas de Concreto Armado – Procedimentos, estabelece critérios mínimos de qualidade para o f_{ck} e a relação água/cimento (A/C) do concreto utilizado em obra, levando-se em conta as condições de exposição dos elementos da estrutura de concreto às intempéries.

A relação água/cimento para os demais projetos ficou determinada em $\leq 0,60$ e para o projeto da ETE $\leq 0,45$.

1.5 COBRIMENTOS DAS ARMADURAS

Para o projeto o cobrimento ficou definido sendo:

Elemento	Cobrimento (cm)		
	Peças externas	Peças internas	Peças em contato com o solo
Vigas	4.00	3.00	4.00
Pilares	4.00	3.00	4.50
Lajes	3.50	3.50	4.00
Sapatas	-	-	4.50

1.6 FUNDAÇÕES

Para o dimensionamento das fundações é necessário ter o laudo de ensaio NSPT para análise geotécnica do solo afim de conferir a resistência do solo e correto dimensionamento das fundações. Em função da inexistência deste documento para as fundações foram consideradas sendo superficiais, da tipologia sapatas, com os seguintes aspectos:

- Tensão admissível do solo **2.0 kgf/cm²**.
- Coesão **2.0 kgf/cm³**.

Para validação do projeto estrutural é necessário a análise do laudo NSPT e constatar se os parâmetros considerados no cálculo das fundações são idênticos ao ensaio de solo. Caso estes parâmetros estejam diferentes, deverá ser informado para o engenheiro fazer o redimensionamento da fundação. Não foi considerado a presença de água no dimensionamento estrutural. As estruturas não poderão ser executadas sobre solo aterrado.

1.7 PROPRIEDADES DO CONCRETO

O concreto considerado neste projeto e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir.

Características do concreto:

Elemento	fck (kgf/cm ²)	Ecs (kgf/cm ²)	fct (kgf/cm ²)	Abatimento (cm)	Coefficiente de dilatação térmica (/°C)
Vigas	300	268384	29	5.00	0.00001
Pilares	300	268384	29	5.00	0.00001
Lajes	300	268384	29	5.00	0.00001
Sapatas	300	268384	29	5.00	0.00001

1.8 PROPRIEDADES DO AÇO

O aço considerado neste projeto para dimensionamento das peças em concreto armado e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir:

Características do aço:

Categoria	Massa específica (kgf/m ³)	Módulo de elasticidade (kgf/cm ²)	fyk (kgf/cm ²)
CA50	7850	2100000	5000
CA60	7850	2100000	6000

1.9 CARGAS DE PAREDES

Foram previstos carregamentos devido ao peso das paredes (não estrutural) somente sobre a viga conforme nota em projetos.

Sendo de incumbência do responsável técnico da execução da estrutura a utilização do bloco cerâmico adequado conforme peso específico adotado em projeto.

1.10 CARREGAMENTOS

Os carregamentos considerados no dimensionamento da edificação seguiram a normatização NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Para correta utilização do ambiente deverá ser seguidos as cargas consideradas no dimensionamento conforme tabelas de cargas nas lajes representadas em projeto. Caso ocorra alguma divergência entre a carga adotada em projeto e a futura carga de utilização, deverá ser informado para o engenheiro avaliar a situação.

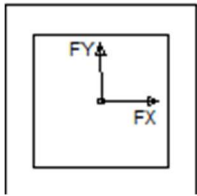
Para as das lajes térreas devesse adicionar 15 cm de brita 01 e após fazer a compactação do solo mecanicamente a fim de evitar fissuras nas lajes.

1.11 AÇÃO DO VENTO

O efeito do vento sobre a edificação é avaliado a partir de diversos parâmetros que permitem definir as forças aplicadas sobre a estrutura.

Parâmetros adotados para consideração do vento:

Parâmetros	Valor adotado	Observações
Velocidade	35.00m/s	-
Rugosidade do terreno (S ₂)	Categoria II	Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas.
Fator topográfico (S ₁)	1.0	Demais casos.
Fator estatístico (S ₃)	1.10	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis)

		de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicações, etc.)
Ângulo do vento em relação à horizontal	0°	
Direções de aplicação do vento	Vento X+ (V1) Vento X- (V2) Vento Y+ (V3) Vento Y- (V4)	Ver combinações de ações.

1.12 COMPRIMENTO TRASPASSE

A emenda por transpasse é feita pela simples justaposição longitudinal das barras, conforme comprimento de transpasse definidos pela NBR 6118, sendo permitidas para barras de diâmetro até 32 mm.

A transferência da força entre as barras é feita pela aderência ao concreto, dependendo assim da resistência do concreto. As barras emendadas devem ficar juntas ou, numa distância inferior a 4 vezes o diâmetro da barra, para que a transmissão de esforços seja eficiente.

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM "L" PARA EMENDAS			
CONCRETO FCK	CA25	CA50	CA60
20 Mpa	51Ø	44Ø	53Ø
25 Mpa	45Ø	38Ø	46Ø
30 Mpa	41Ø	34Ø	40Ø

2. CRITÉRIOS CONSTITUINTES DO CONCRETO

2.1 CIMENTO

Preferencialmente o concreto deverá ser utilizado de uma usina para a garantia dos parâmetros técnicos. Caso necessite moldar o concreto in-loco o cimento que deverá ser utilizado será do tipo Portland, polzolânico (15-50%), CP IV – 32.

2.2 AGREGADOS

Os agregados a serem usados não deverão conter materiais deletérios e não serem reativos. Seus grãos deverão ser resistentes, duros e estáveis e deverão ser de pedra britada com dimensão entre 9.5mm e 19mm, conhecidos como BRITA 01, atendendo à NBR 7211: Agregado para Concreto, da ABNT.

2.3 ÁGUA

Deverá ser doce, isenta de substâncias estranhas e nocivas como silte, óleo, sais ou matéria orgânica em proporções que comprometam a qualidade do concreto.

2.4 ADITIVO

Seu uso será restrito a casos especialmente necessários sob autorização e orientação da fiscalização. Nestes casos, deve-se observar rigorosamente as prescrições do fabricante e realizar ensaios de laboratório para determinar seu teor e eficiência.

2.5 AÇOS

Para as armaduras, serão empregadas barras de aço de seção circular, de diversas bitolas do tipo CA-50/CA-60 conforme indicação do projeto estrutural. Serão observados os números de camadas, diâmetros de dobramento, espaçamento e bitola dos diversos tipos de barras. Estas serão amarradas com arame preto no. 16 ou 18. Deverão ser cortadas e dobradas de acordo com os detalhes do projeto.

3. ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

3.1 FÔRMAS

Serão executadas rigorosamente conforme dimensões indicadas em projeto, com material de boa qualidade e adequado ao tipo de acabamento da superfície do concreto por ele envolvido. Antes do início da concretagem, as formas serão molhadas até sua saturação, e o excesso de água será escoado até furos nas formas, que serão vedados em seguida. As juntas serão vedadas e a superfície em contato com o concreto deverá estar isenta de impurezas prejudiciais à qualidade do acabamento.

O emprego de aditivos especiais, aplicados nas paredes internas das formas para facilitar a desforma, somente poderão ser utilizados, mediante aprovação prévia da fiscalização e de forma a não produzir manchas ou alterações no aspecto externo das peças

3.2 CONCRETAGEM

O concreto deverá manter as características originais do traço liberado para uso, sob pena de rejeição da carga. O concreto para toda obra deverá ser misturado de maneira mecânica (betoneira), adensado por vibração (vibradores mecânicos) e ter consistência adequada. O traço será determinado em função dos agregados locais.

Deve-se adotar medidas e/ou equipamentos, com a finalidade de evitar a segregação no transporte e lançamento. No caso de lançamento com distâncias verticais superiores a 2m, poderão ser utilizados trombas, funis ou calhas.

A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural. O concreto a ser aplicado em toda a obra é definido nos desenhos do projeto estrutural através de sua tensão característica de compressão; não sendo admitido concreto com resistência inferior a 25 MPA.

As peças de concreto não poderão sofrer interrupções de concretagem por mais de 20 minutos, sendo proibido remisturar o concreto aplicado.

3.3 ADENSAMENTO

O concreto moldado no local será vibrado mecanicamente por meio de vibradores de imersão com diâmetro compatível para obtenção de máxima compacidade. O vibrador de imersão deverá operar verticalmente e a penetração será feita com seu peso próprio. Deve-se evitar contato direto com a armadura ou as formas e sua retirada deverá ser lenta para não ocasionar a formação de vazios.

3.4 CURA E PROTEÇÃO DO CONCRETO

Enquanto não for atingido endurecimento satisfatório, o concreto será protegido de chuva torrencial, agentes químicos, choque e vibração com intensidade que possa produzir fissura na massa ou não aderência da armadura ao concreto. A cura do concreto deverá ser cuidadosa, devendo ser molhado de forma abundante, depois de endurecido.

A proteção contra a secagem prematura visa evitar ou reduzir os efeitos da retração por secagem e fluência, ao menos durante os primeiros sete dias após o lançamento. Esta será realizada mantendo-se umedecida a superfície, através da utilização de película impermeável, ou ainda o emprego de mantas hidrófilas. O tempo de cura poderá ser aumentado, de acordo com a natureza do cimento da obra.

3.5 RETIRADA DAS FÔRMAS E ESCORAMENTO

O Escoramento deverá ser feito em estruturas tubulares de aço e/ou pontaletes de eucalipto com no mínimo 12 cm de diâmetro; e as lajes de pisos inferiores deverão permanecer com escoramento parcial enquanto houver concretagens e suas respectivas curas dos pórticos e lajes não atingirem a capacidade nominal.

As formas só deverão ser retiradas após o endurecimento satisfatório do concreto. Serão removidas com cuidado, sem choques, a fim de não danificar o concreto. Em geral, serão retiradas após os seguintes períodos, sem prévia consulta:

- a) Faces laterais: 3 dias;
- b) Faces interiores com pontaletes: 14 dias;
- c) Faces inferiores sem pontaletes: 21 dias.

Nos casos de se deixarem pontaletes após a desforma, estes não deverão produzir momentos de sinais contrários aos do carregamento com que viga foi projetada, que possam vir a romper ou trincar a peça.

No projeto da Marquise de Entrada do Hospital há a presença de duas vigas em balanço, para estas vigas e as lajes que a contornam o escoramento deve ser de no mínimo 30 dias.

3.6 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

O controle tecnológico do concreto deverá ser executado afim de verificar dois aspectos fundamentais do concreto:

- a) Verificação de trabalhabilidade: tem por finalidade analisar a consistência do concreto e sua homogeneidade. Realizada pelo método de abatimento ou Slump Test. Os ensaios deverão ser feitos para cada 30m³ (de concreto, mas pelo uma vez por dia e a cada vez que forem moldados corpos de prova para verificação da resistência mecânica).
- b) Verificação da resistência mecânica: ensaio diretamente ligado a segurança e à estabilidade estrutural, é capaz de indicar eventuais variações da qualidade de um concreto. Confirmar se a resistência do concreto fornecido é a mesma prevista em projeto. Esta verificação será através da ruptura dos corpos de prova que deverão ser moldados no local e no momento do lançamento do concreto. Deverão ser confeccionados 18 corpos de prova

para cada 30m³ (de concretos lançados que serão rompidos nas idades 3, 7 e 28 dias).

3.7 FUROS EM VIGAS

Não foram considerados nenhuma abertura em vigas. Sempre que possível deve-se evitar a abertura de seções nos elementos para que não percam sua função de estrutural. Caso ocorra a necessidade de fazer aberturas em vigas na horizontal a NBR 6118-2014 preconiza para dispensa de verificação estrutural:

- a) Furos em zona de tração e a uma distância da face do apoio de no mínimo 2 h, sendo h a altura da viga;
- b) Dimensão máxima do furo 12cm ou h/3;
- c) Distância entre faces de furos, em um mesmo tramo, de no mínimo 2 h;
- d) Cobrimentos suficientes e não seccionamento das armaduras.

Caso a abertura na viga não se encaixe nessas condições é de vital importância a verificação com o engenheiro responsável pelo projeto estrutural a viabilidade do furo no elemento estrutural.

3.8 MANUTENÇÃO

Uma edificação está sujeita ao longo dos anos à ação de vários agentes, como variações térmicas, poluição ambiental, produtos químicos, biológicos e mecânicos, clima, alterações no entorno da edificação e outros que ocasionam deteriorações provocando o envelhecimento, perda de desempenho, funcionalidade e conforto do usuário.

Para proteger a estrutura da edificação desses agentes, ações de manutenção preventiva devem ser previstas, visando manter e prolongar a sua vida útil, sobretudo quanto a se evitar a corrosão das armaduras, devendo ser corrigida a patologia, tão logo verificada, para evitar uma deterioração maior do elemento estrutural. É dever do usuário cumprir as seguintes orientações:

- a) Manutenção periódica da impermeabilização nos trechos em que a estrutura está sujeita a intempéries;
- b) Manutenção de elementos de fachada de modo que os elementos estruturais não fiquem expostos;
- c) Evitar o acúmulo de água em locais aonde não houve proteção adequada à estrutura. Exemplos: Vazamentos, acúmulo de água em fachadas e marquises;
- d) Manutenção periódica dos lugares com pouca ventilação e submetidos à umidade excessiva e constante, como decks de piscinas, forro de saunas, pisos sobre terrenos;
- e) Não deverão ser utilizados na limpeza de paredes e pisos produtos que contenham ácidos de qualquer tipo em sua composição, pois estes poderão atacar o concreto e suas armaduras, gerando patologias que somente serão detectadas em estágios avançados.

3.9 REFORMAS

As reformas em unidades ou nas áreas comuns do edifício somente devem ser realizadas com responsabilidade e supervisão de um profissional habilitado perante o CREA que elaborará o projeto de reforma. Deve ser indicada ainda que qualquer alteração no projeto original de arquitetura deverá estar de acordo com as cargas adotadas no projeto inicial.

4. NORMAS TÉCNICAS

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas foram observadas as normas, códigos e recomendações abaixo relacionadas:

✓ **NBR 6118/2014 – Projetos de Estruturas de Concreto – Procedimentos**

Esta Norma fixa os requisitos básicos exigíveis para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluindo aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

Esta Norma aplica-se às estruturas de concretos normais, identificados por massa específica seca maior do que 2 000 kg/m³, não excedendo 2 800 kg/m³, do grupo I de resistência (C10 a C50), conforme classificação da ABNT NBR 8953. Entre os concretos especiais excluídos desta Norma estão o concretomassa e o concreto sem finos.

✓ **NBR 6120/2019 – Ações para o Cálculo de Estruturas de edificações**

Esta Norma estabelece as ações mínimas a serem consideradas no projeto de estruturas de edificações, qualquer que seja sua classe e destino, salvo os casos previstos em Normas Brasileiras específicas (ABNT NBR 6123, ABNT NBR 15421, ABNT NBR 14323 e ABNT NBR 15200).

✓ **NBR 6122/2019 – Projeto e Execução de Fundações**

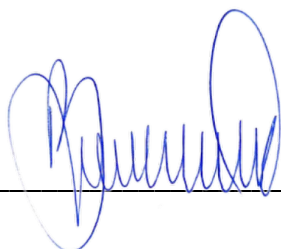
Esta Norma especifica os requisitos a serem observados no projeto e execução de fundações de todas as estruturas da engenharia civil. Esta Norma não contempla aqueles tipos de fundação que têm aplicação restrita (sapatas estakeadas, radier estakeados, estacas de compactação, melhoramento do solo etc.) e aqueles que estão em desuso (caixões pneumáticos etc.). Tais fundações podem ser utilizadas com as adaptações que sejam necessárias a partir dos tipos aqui apresentados

✓ **NBR 6123/1980 – Força devidas ao Vento em edificações**

Esta Norma fixa as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para efeitos de cálculo de edificações. 1.2 Esta Norma não se aplica a edificações de formas, dimensões ou localização fora do comum, casos estes em que estudos especiais devem ser feitos para determinar as forças atuantes do vento e seus efeitos. Resultados experimentais obtidos em túnel de vento, com simulação das principais características do vento natural, podem ser usados em substituição do recurso aos coeficientes constantes nesta Norma.

É de incumbência do engenheiro responsável pela execução que siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto e memorial descritivo, em todos os aspectos

técnicos citados acima e em projeto para a correta construção da estrutura. Caso ocorra quaisquer incompatibilidades entre o que foi projetado e o que está sendo realizado, é de vital importância que o engenheiro responsável do projeto estrutural seja informado para avaliação das medidas necessárias a serem tomadas.



BRUNO DALMORO DE ANDRADE

ENGENHEIRO CIVIL

CREA RS 241280

Caxias do Sul, maio de 2022.