A high-angle photograph of a construction site. The ground is covered with a grid of steel reinforcement bars (rebar) and concrete. Several workers in blue uniforms and hard hats are visible, some standing and some working. In the background, there are concrete walls and a red crane arm. The image is partially obscured by a large blue diagonal graphic on the left side.

RECOMENDAÇÃO

ABECE 003:2015

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO ESTRUTURAL (DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM CONCRETO ARMADO)

Este documento é uma sugestão
para a elaboração de Memorial Descritivo
do Projeto Estrutural de cada escritório

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura em concreto armado do edifício:

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos pelo contratante e constante no projeto arquitetônico:

Caracterização da Obra:

2. DIREITOS AUTORAIS

Este projeto é propriedade da *Empresa de Engenharia*, filiada à Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural – ABECE, sob o N° XXX, não sendo permitida sua utilização para qualquer finalidade que não se relacione com a execução específica desta obra, sendo terminantemente vedada sua disponibilização a terceiros sem o consentimento expresso do autor.

No caso de o contratante submeter este projeto à Avaliação Técnica do Projeto, este deverá comunicar à *Empresa de Engenharia*. A Avaliação Técnica do Projeto deverá se pautar nas recomendações da ABECE para esta atividade.

Este documento está baseado na Recomendação ABECE 003:2015 | Memorial Descritivo do Projeto Estrutural.

COMENTÁRIOS

Recomenda-se que seja cobrada uma leitura por parte da engenharia do contratante, podendo ser solicitada uma assinatura de conhecimento. Preencher com nome e endereço completos (situado na Rua, número, Bairro, Cidade e Estado).

Caracterizar o projeto arquitetônico e seus detalhes, fornecendo número do projeto e das folhas.

As características da obra ficam a critério de cada projetista, sendo recomendado referenciar ao maior número de pranchas, a fim de justificar qualquer alteração.

É importante mencionar a filiação à ABECE para que o documento e a associação ganhem força com o uso por todos os associados. Texto aprovado pela consultoria jurídica da ABECE.

Também é importante indicar que o documento particular de cada escritório foi baseado nesta recomendação.

3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

3.1. Normas Essenciais:

ABNT NBR 05674:2012	Manutenção de edificações
ABNT NBR 06118:2014	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 06120:1980	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 06123:1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 08681:2003	Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
ABNT NBR 14432:2001	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento
ABNT NBR 15200:2012	Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
ABNT NBR 15421:2006	Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos – Procedimento
ABNT NBR 15575:2013	Coletânea de Normas Técnicas - Edificações Habitacionais – Desempenho
ITo8:2011	Segurança Estrutural nas Edificações – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

As normas essenciais são aquelas que devem ser seguidas em todos os projetos e, portanto, constar em todos os memoriais.

3.2. Normas Complementares

ABNT NBR 7680:2015	Concreto – Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655:2015	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - procedimento
ABNT NBR 14037:2011 Versão Corrigida:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931:2004	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 15696:2009	Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280:2015	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos

As normas complementares são normas importantes para o processo de execução da estrutura, mas não definem parâmetros ou conceitos de projeto. Também devem constar em todos os memoriais.

3.3. Normas Específicas

ABNT NBR 6136:2007	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos
ABNT NBR 7187:2003	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento
ABNT NBR 7188:2013	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8800:2008	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
ABNT NBR 9062:2006	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9452:2012	Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procedimento
ABNT NBR 9607:2012	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido – Procedimento
ABNT NBR 9783:1987	Aparelhos de apoio de elastômero fretado
ABNT NBR 14323:2013	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio
ABNT NBR 14861:2011	Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido – Requisitos e procedimentos
ABNT NBR 15961:2011	Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1 e 2
ABNT NBR 15812:2010	Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1 e 2
ABNT NBR 16055:2012	Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações
ABNT NBR 16239:2013	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares
ABNT NBR 16280:2014	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos
ITo6:2011	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

As normas específicas são aquelas que dependem do tipo de estrutura que está sendo projetada. Deve-se verificar se a estrutura projetada deve seguir alguma das normas específicas e, neste caso, as mesmas devem ser relacionadas neste documento. As demais não devem ser relacionadas.

3.4. Recomendações

ABECE - Recomendação	001:2015	Análise de Casos de Não Conformidade do Concreto
ABECE - Recomendação	002:2015	Avaliação Técnica do Projeto

Devem-se mencionar as recomendações técnicas da ABECE.

4. EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE

4.1. Vida Útil de 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.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

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.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

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.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório, indicado no item 2 deste documento, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme itens 11 e 12 deste documento.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

Texto elaborado com consultoria jurídica do advogado Dr. Carlos Del Mar.

4.2. Classes de Agressividade:

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

a) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

b) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

c) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

ABNT NBR 6118:2014

Justificativa:

Tabela 7.1 Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe do concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

a) O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

b) CA corresponde e elementos estruturais de concreto armado.

c) CP corresponde e elementos estruturais de concreto protendido.

ABNT NBR 6118:2014

Deve ser assinalada com destaque na tabela 6.1 da NBR 6118:2014 a classe de agressividade definida em função do ambiente de entorno.

A indicação ao lado é apenas um exemplo.

É importante justificar a Classe de Agressividade adotada, bem como o uso de possíveis itens de amenização de agressividade.

Devem ser assinaladas com destaque na tabela 7.1 da NBR 6118:2014 as características do concreto em função da classe de agressividade.

A indicação ao lado é apenas um exemplo.

Tabela 7.2 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal Mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/Pilar	30	35	45	55

a) Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

b) Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal $\geq 15\text{mm}$.

c) Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

d) No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45\text{mm}$.

ABNT NBR 6118:2014

Justificativa:

Observação Importante quanto à Durabilidade:

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.

Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

5. OUTROS REQUISITOS DA NORMA DE DESEMPENHO

Embora conste na parte 2 da NBR 15575:2013 (Desempenho Estrutural) que as alvenarias de vedação devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro, esse dimensionamento não é escopo do projeto estrutural. O dimensionamento para o atendimento destes ensaios deverá ser desenvolvido em projeto específico por profissionais especializados em projetos de alvenarias.

Nos projetos das alvenarias de vedação e de compartimentação deverão ser previsto o encunhamento junto às lajes e vigas de maneira a permitir as deformações diferidas destas peças, conforme os valores que constam nos desenhos das curvas de isovalores de deslocamentos.

Devem ser assinaladas com destaque na tabela 7.2 da NBR 6118:2014 as características dos cobrimentos em função da classe de agressividade.

A indicação ao lado é apenas um exemplo.

Comentário 1:

Deve-se tomar cuidado especial com as tampas de reservatórios não impermeabilizadas, que devem ser classificadas como categoria IV.

Comentário 2:

O trecho do pilar junto ao bloco (trecho enterrado) pode ter seu cobrimento maior garantido pelo uso de grautes ou argamassa polimérica, desde que justificado.

Comentário 3:

Conforme item 7.4.7.6 da norma, pode-se reduzir cobrimentos em até 5 mm quando utilizado concreto de classe de resistência superior ao mínimo exigido. As especificações devem ser justificadas.

Devem ser mencionados aqui todos os itens da norma de desempenho que não são de responsabilidade do projeto estrutural, mas que, de alguma forma, tenham alguma interação com a Estrutura.

Os projetos de alvenaria de vedação devem contemplar ainda as movimentações decorrentes da fluência e retração do concreto, assim como decorrentes de carregamentos adicionais e da variabilidade de suas características mecânicas que introduzem deformações impostas nas vedações, conforme Anexo E – Interação Estrutura x Vedações.

As considerações de incêndio, acústica e térmica também não são escopo do projetista de estrutura.

As espessuras das lajes definidas neste projeto atendem aos estados limites últimos, bem como aos estados limites de serviço, assim como a espessura mínima para a compartimentação em caso de incêndio. O desempenho acústico e térmico das lajes deverá ser objeto de análise por profissionais especializados nestas áreas.

6. RESISTÊNCIA DA ESTRUTURA DE CONCRETO NA SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Conforme a NBR 15200:2012, a ação de incêndio pode ser representada por um intervalo de tempo de exposição ao incêndio padrão. Esse intervalo é o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), definido a partir das características da construção e do seu uso, conforme IT08:2011.

Conforme laudo do consultor de incêndio, permite-se a redução de 30 min. no valor da TRRF.

Para os parâmetros deste projeto e considerações acima, o valor final da TRRF é de:

TRRF projeto:	Min.
----------------------	-------------

7. CARREGAMENTOS ADOTADOS

7.1. Tabela de Cargas de Cada Pavimento da(s) Torre(s)

CARREGAMENTOS

Pavimento	Acidentais (Utilização)		Permanentes
Cobertura	kg/m ²	kg/m ²	Impermeabilização + proteção mecânica
Casa de Máquinas	kg/m ²	kg/m ²	Geral (máquinas) Mesa elevadores (equipamentos)
Barrilete	kg/m ²	kg/m ²	Geral (impermeabilização + prot mecânica) Barrilete (equipamentos) Reservatórios
Pavimento Tipo	kg/m ²	kg/m ² kg/m	Geral (regularização + revestimento) Varandas (regularização + revestimento + impermeabilização) Carga linear na ponta da varanda

Nota: Ver representação gráfica dos carregamentos no anexo A

Estão relacionados ao lado os essenciais, podendo ser acrescentados outros, se identificados.

Onde a IT08 não for adotada deve ser referenciado à NBR 14432:2001.

Caso a edificação necessite de uma TRRF menor que a especificada pela IT08 ou NBR 14432, recomenda-se que seja contratado um consultor de incêndio para apresentar o laudo de justificativa para a redução de 30 min. no TRRF, pelo uso do método do tempo equivalente.

É fundamental que sejam especificadas todos os carregamentos existentes no projeto, inclusive carregamentos temporários (no caso de carregamento especial durante a fase de execução), a fim de ficar registrada a capacidade de carga para a estrutura projetada.

Qualquer carregamento especial deverá ser acordado com o contratante e definido no início do projeto.

Recomenda-se o uso de um questionário de premissas de projeto para auxiliar a elaboração desse memorial.

Obs.: Atenção para carregamentos especiais, tais como placas solares, reservatórios etc.

7.2. Arquivos de Referência Torre

Os arquivos de arquitetura tomados como referência para determinação das cargas do 1º pavimento à cobertura foram:

Pavimento	Arquivo
Cobertura	
Casa de Máquinas	
Barrilete	
Pavimento Tipo	

7.3. Tabela de Cargas de Cada Pavimento do Embasamento (Fundação ao Térreo)

CARREGAMENTOS

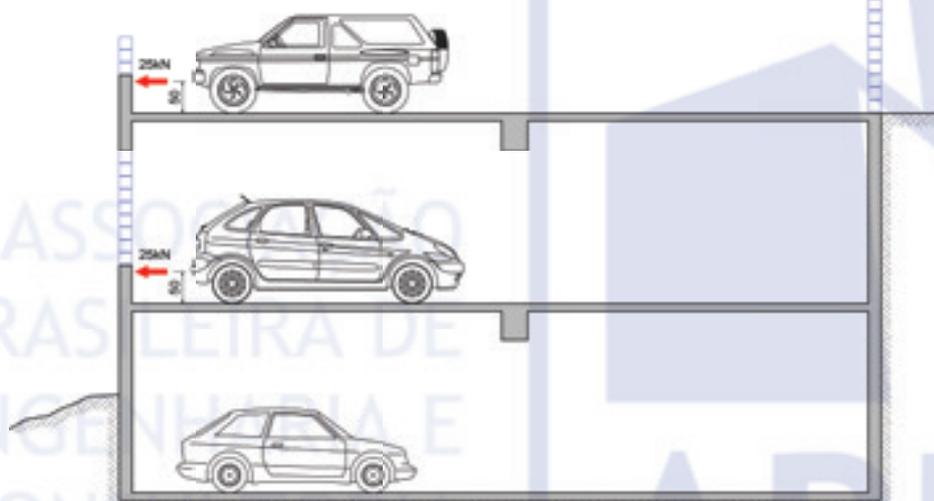
Pavimento	Variáveis (Utilização)	Permanentes	
Térreo Interno	kg/m ²	kg/m ²	Regularização + revestimento
Térreo Externo	kg/m ²	kg/m ²	Impermeabilização + proteção mecânica + revestimento
Subsolos	kg/m ²	kg/m ²	Contrapiso/regularização
Reservatório Inferior	kg/m ²	kg/m ²	Impermeabilização + proteção mecânica

Notas:

- Ver representação gráfica dos carregamentos no anexo A
- Ver recomendação para sinalização da entrada de garagens no Anexo B

Observações para as cargas de Térreo Externo:

- Nas lajes que servirem como garagens elevadas onde seja possível que os veículos colidam com as vedações de periferias, está prevista a carga horizontal concentrada com intensidade de 25kN, aplicada a 50 cm a partir do piso, a ser resistida por estrutura de concreto no embasamento das elevações.



- Morrotos e árvores conforme planta de paisagismo;
- Piscinas conforme planta de arquitetura / paisagismo;
- Está prevista a carga de caminhão de bombeiro, conforme IT06, nas regiões indicadas nos projetos específicos.

É muito importante que sejam referenciados os arquivos de arquitetura que serviram de base para os carregamentos adotados e que, ao longo do projeto, os mesmos sejam atualizados.

As cargas do embasamento devem ser indicadas da forma mais detalhada possível fixando limites para as sobrecargas e referenciando aos projetos de arquitetura, paisagismo e bombeiro (quando pertinentes).

Devem ser verificadas ainda possíveis cargas de obra que devam ser consideradas, tais como:

- Grua
- Mini-grua
- Elevador Cremalheira
- Tráfego de veículo de carga sobre laje
- Etc.

Importantíssima a sinalização da entrada da garagem para impedir a entrada de veículos com cargas não suportadas.

Possíveis observações devem ser incorporadas ou retiradas neste item em função da necessidade de cada projeto.

7.4. Arquivos de Referência Embasamento

Os arquivos de arquitetura tomados como referência para determinação das cargas do embasamento foram:

Pavimento	Arquivo
Térreo	
Subsolo	
Paisagismo	

7.5. Alvenarias Adotadas Neste Projeto

Foram colocadas na posição indicada nas plantas de arquitetura, sendo que as cargas devem respeitar o quadro abaixo:

VEDAÇÕES: ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO

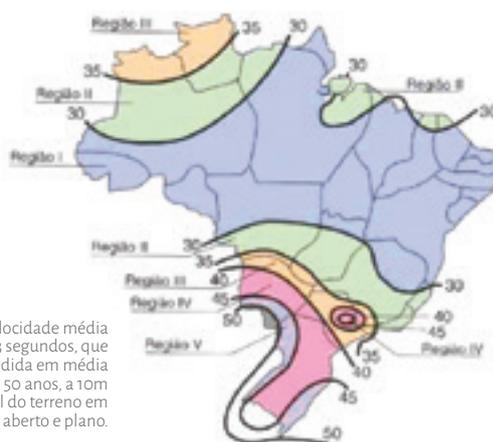
DESCRIÇÃO	REVESTIMENTO (cm)	CARGAS (kg/m ²)
Parede 9 cm – seca/seca	2,0	
Parede 9 cm – úmida/úmida	5,0	
Parede 9 cm – seca/úmida	3,5	
Parede 14 cm – seca/seca	2,0	
Parede 14 cm – úmida/úmida	5,0	
Parede 14 cm – externa/externa	8,0	
Parede 14 cm – seca/úmida	3,5	
Parede 14 cm – seca/externa	5,0	
Parede 14 cm – úmida/externa	6,5	
Parede 19 cm – seca/seca	2,0	
Parede 19 cm – úmida/úmida	5,0	
Parede 19 cm – externa/externa	8,0	
Parede 19 cm – seca/úmida	3,5	
Parede 19 cm – seca/externa	5,0	
Parede 19 cm – úmida/externa	6,5	

Observações para as Vedações:

- Em comum acordo com o contratante, foram consideradas em todos os pavimentos **alvenarias de bloco cerâmico**;

7.6. Vento

O valor da Velocidade Básica do Vento, V_0 , foi adotado pela figura que se segue, reproduzida da NBR 6123:1988.



V_0 - máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano.

No caso do embasamento, além dos arquivos de arquitetura, devem ser citados os arquivos de paisagismo.

A forma de mostrar o carregamento das vedações pode variar de projeto para projeto, de projetista para projetista, mas não pode deixar de existir neste memorial. As espessuras de revestimentos indicadas são sugestões que precisam ser acordadas com o responsável pela execução no início do desenvolvimento do projeto.

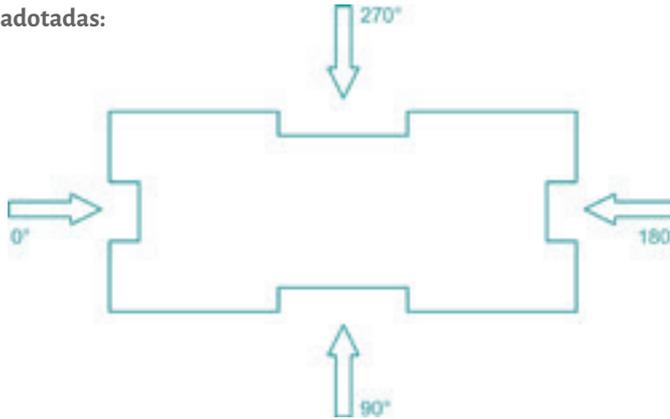
Deve ser determinada em conjunto com o contratante e demais sistemas envolvidos a tipologia de vedação e registrada

A tipologia identificada ao lado é um mero exemplo.

Anotar aqui outro tipo de alvenaria a ser utilizado (blocos de concreto, dry wall etc.).

Sugerimos identificar no mapa das isopletas de velocidades básicas o valor da velocidade V_0 adotada.

Direções do vento adotadas:



No caso de serem necessárias mais direções de vento, devem ser indicadas as que foram consideradas.

No caso de serem adotados dados de túnel de vento, também devem ser indicados neste item relativo às cargas.

Parâmetros de vento adotados neste projeto:

PARÂMETROS DE VENTO	
V ₀ – Velocidade Básica (m/s)	
S ₁ – Fator do Terreno	
S ₂ – Classe de Rugosidade	
S ₂ – Classe da Edificação	
S ₃ – Fator Estatístico	
Coeficiente de Arrasto C.A.	Ângulo 90°
	Ângulo 270°
	Ângulo 0°
	Ângulo 180°

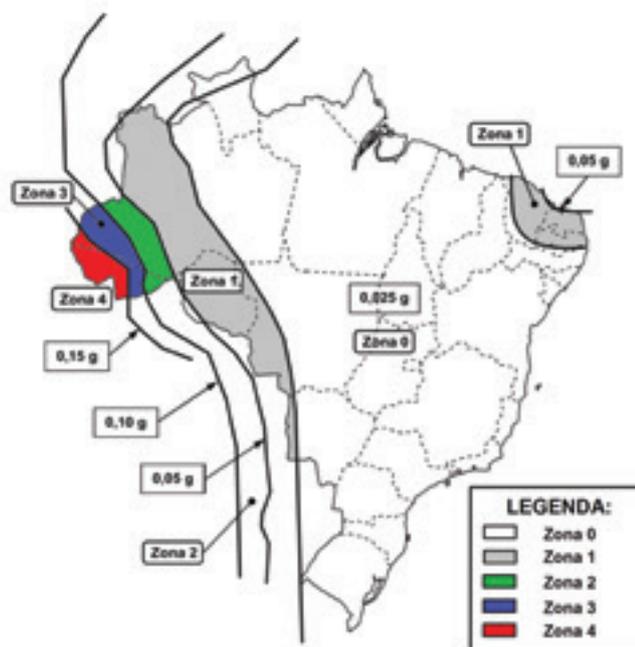
Nos parâmetros de vento adotados, devem ser justificadas as escolhas logo após a tabela com parâmetros.

Justificativas:

Classe de Terreno:	
Classe de Rugosidade:	
Classe de Edificação:	
Fator Estatístico:	

7.7. Sismos

Mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil para terrenos da classe B (“rocha”).



Mesmo em zonas onde não existe sismo, deve-se indicar a zona de sismos e justificar a dispensa de qualquer requisito de sismo.

Considera-se que para a zona 0, mesmo os prédios baixos onde o esforço horizontal não é o principal, a excentricidade acidental da NBR 6118 cobre o esforço de 0,025 g.

Para as estruturas localizadas na Zona sísmica 0, nenhum requisito de resistência sísmica é exigido, conforme indicado no ABNT NBR 15421:2006.

8. MATERIAIS

8.1. Concreto Armado

Tabela 8.1 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	420,2	43	45	47
E_{cs} (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

ABNT NBR 6118:2014

Concreto adotado neste projeto:

ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM GERAL

PROPRIEDADE	Todos os Pavimentos
Resistência característica (f_{ck})	MPa
Resistência f_{ckj} para etapas construtivas	MPa
Módulo de deformação tangente inicial mínimo	GPa
Fator água-cimento máximo	

Observação Importante:

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2014, devendo ser definido antes do início do projeto.

Recomendação Importante:

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e também redução de custo da mesma, recomenda-se a contratação de tecnólogo do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

8.2. Aço

Aço CA-50 / CA-60

9. COBRIMENTOS

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.4, quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução, pode ser adotado o valor $\Delta c = 5$ mm (cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução), mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, a redução dos cobrimentos nominais prescritos na tabela 7.2 em 5 mm.

Conforme escrito na NBR 6118:2014 item 7.4.7.6, para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 podem ser reduzidos em 5 mm.

A definição do concreto deve ser feita com base na tabela 8.1 da NBR 6118, destacando a opção escolhida.

Conforme item 8.2.8 da NBR 6118 deve-se especificar o módulo de deformação tangente inicial E_{ci} . O módulo de deformação secante E_{cs} pode ser adotado na avaliação do comportamento de um elemento estrutural. Conforme item 4.2 da NBR 12655 deve-se especificar f_{ckj} para etapas construtivas, como retirada de escoramento, aplicação de protensão e desmoldo de pré-moldado. Recomenda-se definir a condição de agregado junto com o contratante em função da condição de agregado graúdo disponível para a concretora a ser utilizada, no início do projeto.

Devem ser justificados os cobrimentos definidos em projeto em função da classe de agressividade e das reduções permitidas pela NBR 6118:2014.

Cobrimentos adotados neste projeto:

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL:	CAA II
COBRIMENTOS	TODOS OS PAVIMENTOS
Lajes (Positiva/Negativa)	
Vigas	
Pilares	
Blocos sobre estacas / Sapatas	
Reservatórios (sem contato com o solo)	
Reservatórios (em contato com o solo)	
Tampa de Reservatório	

Justificativa e condições necessárias para a adoção destes cobrimentos:

Devem ser indicadas todas as estruturas em que o cobrimento deve ter valor diferente em função de situações especiais, como no caso da tampa do reservatório, conforme tabela 7.2 item c.

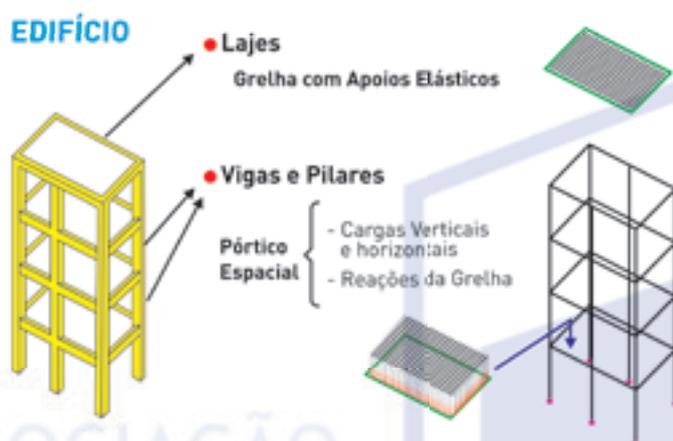
No caso de uso de controle rigoroso, este controle deve estar explícito nas pranchas e deve ser acordado com o contratante.

A ABECE recomenda que esta redução de 5 mm por controle rigoroso só seja adotada em obras com pré-moldados.

10. CRITÉRIOS DE MODELO ESTRUTURAL

10.1 Parâmetros de estabilidade global

Neste projeto foram adotados dois tipos de modelos estruturais, modelo de grelha para pavimentos e modelo de pórtico espacial para a análise global, sendo as cargas de grelha transferidas para o pórtico espacial.



No modelo de grelha para os pavimentos, as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares, para a análise das deformações, obtenção dos carregamentos verticais que atuarão no pórtico espacial e dimensionamento das armaduras das lajes.

Durante a verificação das deformações, também são realizadas análises através da grelha não-linear, onde por meio de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I ou II.

O pórtico espacial é um modelo composto por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado. Através deste modelo é possível analisar os efeitos das ações horizontais e das redistribuições de esforços na estrutura provenientes dos carregamentos verticais.

As ligações entre pilares e vigas no modelo de pórtico foram flexibilizadas considerando, principalmente no caso de pilares-parede, as vigas associadas aos trechos localizados dos pilares em que se apoiam, e não aos pilares com a sua inércia total, resultando em esforços e deslocamentos mais próximos da realidade.

Devem ser indicados neste item os critérios de modelo que permitam um Avaliador Técnico do Projeto desenvolver sua análise com os mesmos critérios adotados pelo projetista ou que discuta antes de iniciar os seus trabalhos.

O texto ao lado se refere à recomendação de modelo para os edifícios residenciais usuais.

Para a análise de ELU, conforme item 15.7.3 da ABNT NBR 6118:2014, a não-linearidade física pode ser considerada de forma aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores abaixo, definida por meio da redução da rigidez bruta $E_c I_c$ de acordo com o tipo de elemento estrutural:

- lajes: $(EI)_{sec} = 0,3 E_c I_c$;
- vigas: $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$ para $A_s' \neq A_s$ e $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$ para $A_s' = A_s$;
- pilares: $(EI)_{sec} = 0,8 E_c I_c$.

10.2. Deslocamentos admissíveis

Foram atendidos os limites para deslocamentos estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2014.

Tabela 13.3 – Limites para deslocamentos

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$l/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$l/350 + \text{contraflecha}^b$
			Ocorrido após a construção do piso	$l/600$
Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após o nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento	
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^c$ e 10 mm e $\varnothing=0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrida após a instalação da divisória	$l/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($\Psi=0,30$)	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos f
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^g$ e 15 mm
	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H_i/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	$l/350$
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Revestimentos pendurados ou com junta	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	$l/175$
	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenação	$H/400$
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.		

Não há a necessidade de indicar todos os deslocamentos obtidos, ficando a critério de cada projetista apresentar ou não algum valor obtido ou ainda os gráficos de isovalores de deslocamentos.

^a As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.

^b Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $\ell/350$.

^c O vão ℓ deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.

^d Rotação nos elementos que suportam paredes.

^e H é a altura total do edifício e H_i o desnível entre dois pavimentos vizinhos.

^f Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não devem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica para o deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H_i representa o comprimento do lintel.

^g O valor ℓ refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

NOTAS

1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão ℓ suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.

2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor ℓ é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.

3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.

4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

11. ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

11.1. Formas (moldes para a estrutura de concreto)

O projeto e o dimensionamento de formas (moldes para a estrutura de concreto) não fazem parte do escopo de nossos serviços.

11.2. Escoramentos

O projeto e o dimensionamento do escoramento não fazem parte do escopo de nossos serviços.

A sugestão do Plano de Cimbramento abaixo visa a proteção das várias lajes contra carregamentos excessivos durante a fase de crescimento de sua resistência.

As orientações para a construção são muito importantes e devem conter todas as informações necessárias para o construtor.

Devem ser registrados, de forma muito clara, os limites das responsabilidades do projetista e a necessidade de contratação de outros profissionais.

Com relação ao Plano de Cimbramento, recomenda-se a especificação inicial da situação mais conservadora permitindo ajustes e planejamento em função de critérios, ciclos de concretagens e recomendações acordadas entre projetista e construtor.

Esta sugestão considera o plano de execução de uma laje por semana e desenvolvimento da resistência do concreto atendendo as expectativas de valores a 7, 14, 21 e 28 dias:

TEMPO CORRIDO APÓS A CONCRETAGEM (DIAS)	EXPECTATIVA % f_{ck}	% ESCORAMENTO A SER MANTIDO
0	0	>100%
7	70%	100%
14	90%	100%
21	98%	100%
28	100%	SEM ESCORAMENTO

Observações:

1. Deve ser previsto o espaçamento máximo entre escoras de 2,0 m.
2. Deve ser garantida a verticalidade e o prumo das escoras.
3. No caso do ciclo de concretagem não ser o especificado no esquema e/ou existirem outras condições poderá ser estabelecido outro plano de cimbramento a ser definido pela Engenharia da Obra e o Projetista de Estruturas.
4. A retirada do escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto (E_{ci}) no momento da desforma. Há uma maior probabilidade de grande deformação quando o concreto é exigido com pouca idade.
5. A retirada do escoramento deverá ser feita:
 - Nos vãos; do meio para os apoios
 - Nos balanços; do extremo para o apoio

No caso de ter sido adotado controle rigoroso, deve ser mencionado neste item.

11.3. Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

11.4. Tecnologia de Concreto

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.

O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

11.5. Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

11.6. Controle do Concreto

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680:2015 – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

11.7. Proteção das Armaduras

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escorrimento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;
- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118:2014 para evitar processos corrosivos.

12. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis a ser fornecido pela incorporadora e/ou construtora deverá ser elaborado de acordo com a NBR 14037:2011 corrigida 2014 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos, apresentando os conteúdos e informações sobre o desempenho assegurado pelo projeto e construção e as instruções sobre as ações do usuário que poderão alterar este desempenho.

Além disso, deverá seguir as recomendações do anexo C - Itens de Estrutura do Manual do Usuário.

13. ORIENTAÇÃO QUANTO À MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis deverá apresentar as atividades de manutenção necessárias para que seja assegurada a vida útil de projeto, alertando-se para as consequências da falta de realização destas atividades para o desempenho do edifício.

As recomendações de uso e manutenção para preservar o desempenho neste projeto são:

- O usuário deverá ser orientado no Manual quanto às suas responsabilidades previstas na NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;
- O usuário deverá seguir as recomendações do anexo D – Prescrições a serem anexadas ao Item de Estrutura quanto à Manutenção e Inspeção.

ANEXO A – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CARGAS POR PAVIMENTO

BARRILETE



LEGENDA:

■ Cobertura sem telhado:	200/50 kg/m ²
■ Região do reservatório:	3050 kg/m ²
■ Vazio com laje:	100/50 kg/m ²
■ Barrilete:	350/50 kg/m ²

A forma como será feita a representação gráfica de cada pavimento depende de cada projetista e do tipo de projeto, mas deverá ser suficientemente clara para o usuário final.

EMBASAMENTO - TÉRREO GERAL



LEGENDA:

■ Carga geral nas lajes:	400/300 kg/m ²
■ Térreo interno às torres:	(Detalhamento separado)
■ Jardim:	+370 kg/m ²
■ Região com árvores de grande porte:	+1878 kg/m ²
■ Região com 70 cm de terra + árvore:	+540 kg/m ²
■ Região piscina:	+750 kg/m ²
■ Térreo interno:	350/150 kg/m ²
■ VP piscina adulto:	550 kg/m
■ VP piscina adulto + deck molhado:	1510 kg/m
■ VP piscina infantil:	1370 kg/m

ANEXO B – PLACAS DE ENTRADA NOS ESTACIONAMENTOS

Na entrada do estacionamento devem ser posicionadas duas placas, com limite de velocidade e carga



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ANEXO C – ITENS DE ESTRUTURA NO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS IMÓVEIS

O Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, conforme ABNT NBR 14037 a ser entregue ao Usuário, Síndico/Administradora, deve conter as informações necessárias para que a estrutura do edifício mantenha o desempenho desejado durante a sua vida útil.

1. Caracterização da Estrutura

Deve ser informado o tipo da estrutura e suas características, tais como componentes estruturais e número de pavimentos.

Deverá ser anexado ao manual do usuário a forma da estrutura do pavimento onde ele possua a sua unidade.

Também deverá ser entregue um jogo completo de cópias das formas do edifício para o arquivo do condomínio/administradora.

2. Carregamentos

Devem ser informadas todas as sobrecargas adotadas nas áreas comuns e nas áreas privativas conforme indicado no Anexo A deste documento.

Deve-se ter um cuidado especial com as cargas nas varandas/terraços, devendo ser especificados as medidas e pesos de vasos, uso de ofurô nas varandas, envidraçamento das fachadas, colocação de cofres, aquários, arquivos deslizantes, piscinas de vinil nas lajes de cobertura etc.

Deve ser indicada a obrigatoriedade de identificação das cargas máximas nas garagens e de velocidade máxima de tráfego na porta de entrada da garagem, conforme anexo B.

3. Manutenção

Deve ser indicado o descrito no anexo D deste documento.

4. 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 conforme item 7 e anexo A deste documento.

Qualquer reforma que implique em interferência com a estrutura deve ser, sempre que possível, evitada pelo construtor/incorporador.

Caso, no entanto, seja verificada uma interferência inevitável, o profissional habilitado, responsável pela obra, deve comunicar a construtora e/ou incorporadora que deverá contratar o autor do projeto, através de um aditivo contratual, para que seja verificado o impacto na estrutura, sobretudo quando for identificada uma das modificações a seguir:

- a) Execução de furos e aberturas em elementos estruturais para instalações de ar condicionado, elétrica e automação;
- b) Qualquer alteração de seção de elementos estruturais;
- c) Qualquer alteração das paredes de alvenaria, como localização, abertura de portas, janelas ou qualquer outra abertura;
- d) Alteração no tipo de uso do ambiente, mudando a sobrecarga de utilização;
- e) Alterações dos enchimentos de pisos, bem como a troca de suas especificações;

Visa impedir que seja incluído pavimento no futuro e alertar para sistemas que exigem cuidados especiais como por exemplo Alvenaria Estrutural.

Este alerta é importante, pois aí reside muitos dos problemas de excesso de carregamento.

O contato direto entre o proprietário e/ou seu representante com o projetista autor de projeto deve ser evitado a todo o custo, uma vez que o cliente do autor do projeto estrutural não é o proprietário. Isto evitará situações que podem gerar conflitos de interesses no atendimento de cada questão.

- f) Alteração de piscinas;
- g) Alteração de lagos e jardins;
- h) Fechamentos de varandas (caso não tenha sido contemplada nas cargas);
- i) Furação de vigas existentes;
- j) Abertura em lajes – escadas, shafts etc.;
- k) Acesso de caminhões de mudança e ou entregas fora dos locais marcados no item 7 e Anexo A deste documento;
- l) Qualquer outra alteração de carga ou alteração de uso em relação ao projeto original.

Este comunicado deve ser feito através de documentação (vide ABNT NBR 16280:2014 - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos) ao responsável legal da edificação, antes do seu início, e este encaminhará à construtora e/ou incorporadora, não permitindo o início da reforma sem uma liberação por parte desta.

Caso haja impossibilidade do projetista autor do projeto em analisar a interferência estrutural, deverá ser contratado um profissional habilitado em estruturas para emissão de laudo com recolhimento de ART específica.

Em hipótese alguma poderá ser realizada demolição total ou parcial de elementos estruturais sem a anuência do projetista estrutural e do responsável pela construtora e/ou incorporadora.

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ANEXO D – PRESCRIÇÕES A SEREM ANEXADAS AO ITEM DE ESTRUTURA QUANTO À MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO

Uma edificação começa a deteriorar-se a partir do momento em que está concluída. Isso se deve 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 e evitar custos de recuperação que podem se tornar cada vez mais significativos, quanto mais tempo se demorar a fazer a prevenção e a recuperação.

A norma de desempenho, ABNT NBR 15575:2013, Parte 1, seção 5.4.2, prevê que ao Construtor ou Incorporador cabe elaborar o Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, conforme ABNT NBR 14037. Ao projetista (seção 5.3) cabe estabelecer a vida útil de projeto (VUP) mínima de 50 anos (seção 14.2.1), ou, a critério da construtora e/ou incorporadora, níveis de desempenho superiores, como Intermediário (63 anos) e Superior (75 anos).

Para o bom desempenho da estrutura durante sua vida útil é dever do usuário cumprir as seguintes orientações quanto à **Manutenção**, 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:

- Manutenção periódica da impermeabilização nos trechos em que a estrutura está sujeita a intempéries;
- Manutenção de elementos de fachada de modo que os elementos estruturais não fiquem expostos;
- Evitar o acúmulo de água em locais onde não houve proteção adequada à estrutura.
 - o Exemplos: Vazamentos, acúmulo de água em fachadas e marquises;
- Manutenção periódica dos lugares com pouca ventilação e submetidos à umidade excessiva e constante, como decks de piscinas, forro de saunas, pisos sobre terrenos;
- 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.

A Inspeção periódica das estruturas deve ser uma das recomendações do Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis para se detectar precocemente sinais patológicos nos elementos estruturais, como:

- deformações excessivas;
- recalques;
- lixiviação;
- expansões;
- desagregações;
- fissuras, trincas e rachaduras;
- lascamentos;
- ferros aparentes;
- corrosão de armaduras;
- manchas de umidade;
- perda de elasticidade de juntas de dilatação.

Os principais locais a serem inspecionados são:

- garagens;
- paredes de subsolo;
- reservatórios;
- telhados;

- lajes da cobertura e lajes de tampa de caixas d'água superior;
- varandas;
- fachadas;
- decks.

Devem ser inspecionados todos os elementos estruturais, em especial:

- consolos;
- dente gerber;
- aparelhos de apoio;
- marquises.

Recomenda-se que os manuais de uso, operação e manutenção dos imóveis, visando atender a VUP, estabeleçam inspeções quinquenais visuais para detectar tais sintomas e inspeções decenais (ou antes, caso indicado na inspeção quinquenal) por meio de instrumentação adequada para prospecção de aspectos mais específicos, como profundidades de frentes de cloretos, carbonatação, resistividade elétrica e potencial de corrosão eletroquímica.

Estas inspeções devem ser realizadas por profissional habilitado com experiência em patologias de estruturas de concreto. Ao final da inspeção, deverá ser elaborado um relatório descrevendo as principais patologias detectadas, classificando-as segundo o seu grau de gravidade.

Caso o profissional que realizou a inspeção tenha experiência em reabilitação, este apresentará as soluções para sanar as patologias. Para estruturas situadas em regiões de Classe de Agressividade Ambiental IV (CA-IV), conforme ABNT NBR 6118:2014, a periodicidade poderia ser até de dois a três anos.

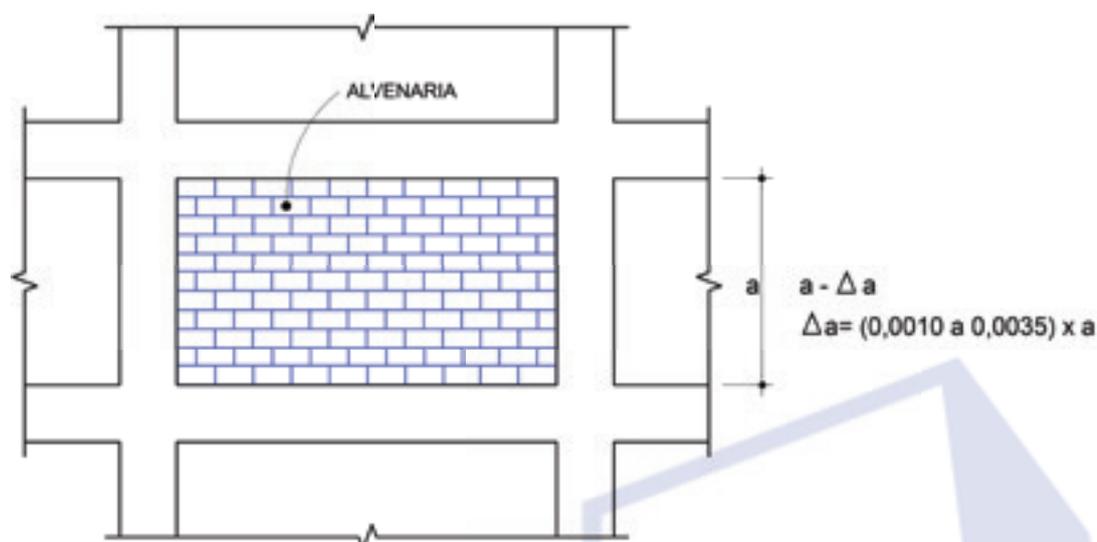
ANEXO E – INTERAÇÃO ESTRUTURA X VEDAÇÃO

As estruturas de concreto armado têm movimentações decorrentes da fluência e retração do concreto, assim como decorrentes de carregamentos adicionais e da variabilidade de suas características mecânicas que introduzem deformações impostas nas vedações.

No projeto das estruturas consideram-se as alvenarias como não portantes. Isto significa que elas não são contabilizadas como partes integrantes da estrutura responsável pela sustentação e estabilidade do edifício. Porém, em decorrência das movimentações estruturais citadas no primeiro parágrafo, elas ficam submetidas a tensões que são tanto maiores quanto mais rígidas forem as vedações e seus revestimentos. As vedações devem ser projetadas para ter capacidade resistente necessária a resistir a esta interação.

A primeira forma de interação é a decorrente do encurtamento dos lances de pilares em decorrência da retração e fluência do concreto e do acréscimo de carga (decorrentes do uso da edificação) nos andares superiores.

O vão onde a alvenaria e seu revestimento se inserem diminui (encurta) na vertical com uma deformação da ordem de 0,0010 a 0,0035. Ver figura abaixo.



O deslocamento Δa é decorrente do encurtamento do pilar e resulta em uma aproximação entre os andares. A tensão que resulta na alvenaria e no revestimento é de:

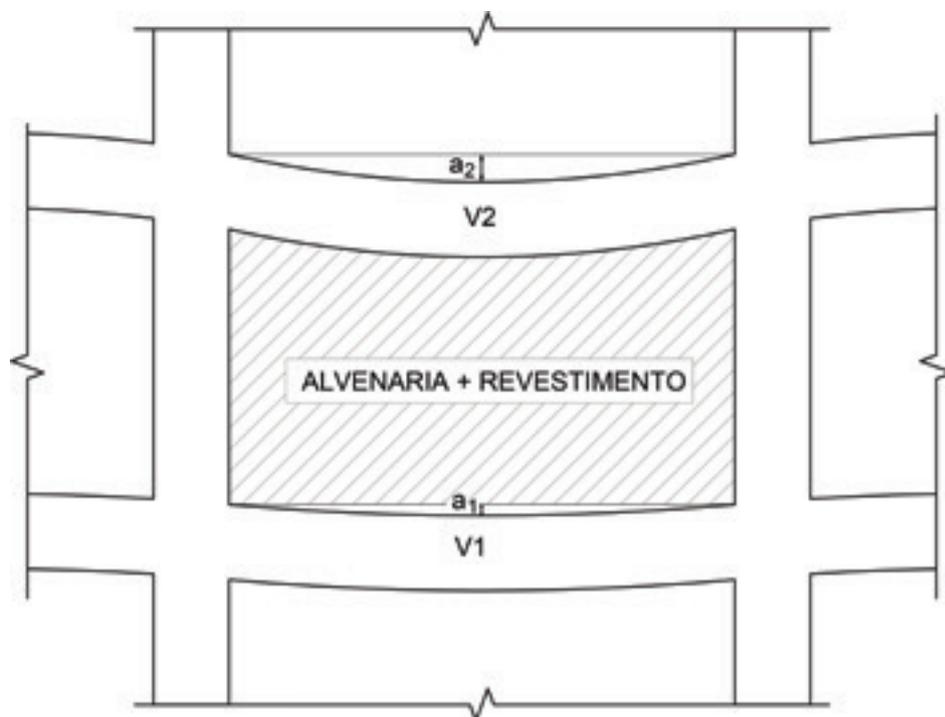
$$\sigma_{alv} = E_{alv} \times 0,0010 \text{ a } 0,0035$$

$$\sigma_{revest} = E_{revest} \times 0,0010 \text{ a } 0,0035$$

Daí decorre que quanto mais rígida for a alvenaria ou revestimento, maiores as tensões decorrentes e, portanto, maior capacidade resistente é exigida.

É importante observar que estes encurtamentos de pilares sempre existiram (pois dependem das características do concreto) e as alvenarias e revestimentos eram competentes para esta interação. Não existem ações eficientes que possam ser levadas em conta no projeto estrutural para minorar estes valores.

A segunda forma de interação é a que decorre de flechas diferentes (a_1 e a_2) das lajes ou vigas na parte inferior e superior da vedação. Ver figura abaixo.



Se a flecha real a_1 for menor que a_2 , mesmo que as duas respeitem os limites de deslocamentos prescritos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2014, a alvenaria entra no sistema estrutural e transfere cargas da Viga V2 para a Viga V1.

Esta transferência de carga depende do sistema real e as alvenarias e revestimentos devem ter capacidade resistente adequada. Nota-se que se a alvenaria não fosse encunhada, ela não receberia este carregamento.



Av. Brig. Faria Lima, 1993
6º and. Conj. 61
CEP 01452-001 - São Paulo - SP
Tel.: (11) 3938-9400
Fax: (11) 3938-9407
http://twitter.com/abece_abece
abece@abece.com.br
www.abece.com.br



AUTORES DO PRESENTE DOCUMENTO:

Coordenação:

Cláudio Adler
Augusto G. Pedreira de Freitas

Colaboradores:

Eduardo B. Millen
Ênio Canavello Barbosa
Guilherme de Angelis Covas
Jefferson Dias de Souza Junior.
João Alberto de Abreu Vendramini
José Luiz V.C. Varela
José Martins Laginha Neto
Luis Aurélio Fortes da Silva
Ricardo L.S. França
Roberto Dias Leme
Valdir da Silva Cruz

Equipe de Desenvolvimento:

Fabício da Cruz Tomo
Melina Baruki e Haack
Rafael da Silva Lourenço

