



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Civil



NICOLAS POLVORE DE OLIVEIRA GUIMARÃES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ATUALIZAÇÕES DA ABNT NBR 6118:2014 COM

A PUBLICAÇÃO DA ABNT NBR 6118:2023

Uberlândia, junho de 2023.



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Civil



NICOLAS POLVORE DE OLIVEIRA GUIMARÃES

**ATUALIZAÇÕES DA ABNT NBR 6118:2014 COM
A PUBLICAÇÃO DA ABNT NBR 6118:2023**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a conclusão da Graduação em Engenharia Civil sob orientação do Professor Doutor Arquimedes Diógenes Ciloni.

Uberlândia, junho de 2023.

NICOLAS POLVORE DE OLIVEIRA GUIMARÃES

ATUALIZAÇÕES DA ABNT NBR 6118:2014 COM

A PUBLICAÇÃO DA ABNT NBR 6118 2023

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a conclusão da Graduação em Engenharia Civil sob orientação do professor Arquimedes Diógenes Ciloni.

Aprovado em: 23/06/2023

Conceito: **APROVADO**

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Arquimedes Diógenes Ciloni – Orientador
Universidade Federal de Uberlândia

Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos
Universidade Federal de Uberlândia

Professor Doutor Rodrigo Gustavo Delalibera
Universidade Federal de Uberlândia

Agradecimentos

Agradeço a meus pais por me apoiarem na realização da minha graduação em engenharia civil na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Agradeço também a todos os meus professores que me ajudaram a adquirir os conhecimentos que utilizarei na minha vida profissional, em especial ao Professor Doutor Arquimedes Diógenes Ciloni que me orientou na realização deste trabalho e confiou em meu potencial.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo sintetizar as alterações que ocorreram na ABNT NBR 6118 com a atualização da norma publicada em 2014 neste ano de 2023. A redação do trabalho consistiu em sintetizar as alterações publicadas por especialistas e membros do comitê de atualização da norma no decorrer do processo de revisão e publicação e sintetizar as alterações e interpretações dos itens modificados. A ABNT NBR 6118:2023 trouxe muitas melhorias em seu texto, mas manteve a maioria dos conceitos, facilitando apenas a interpretação dos mesmos com a inserção de figuras e textos explicitando melhor o que cada item busca informar ou definir.

Palavras-chave: Atualização, complementação, modificação.

ABSTRACT

This work aims to synthesize the changes that occurred in ABNT NBR 6118 with the update of the standard published in 2014 in this year of 2023. The essay of this work consisted in synthesizing the presented changes by experts and members of the standard update committee during the review and publication process and synthesize changes and interpretations of modified items. The ABNT NBR 6118:2023 brought many improvements to your text, but kept most of the concepts, only facilitating their interpretation with the insertion of figures and texts, better explaining what each item seeks to inform or define.

Keywords: Updating, complementing, modifying.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo	11
1.2. Justificativa	11
1.3. Metodologia	13
2. ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DA ABNT NBR 6118 COM A PUBLICAÇÃO DA ATUALIZAÇÃO DA NORMA EM 2023	13
2.1. Alteração do título da norma	13
2.2. Acréscimo de estruturas especiais que necessitam de complemento com normas específicas no item 1.5	14
2.3. Alteração do texto do item 6.3.3.1	14
2.4. Acréscimo no item 7.4.2	15
2.5. Especificação da aplicação do item 7.4.7.4	16
2.6. Remoção da tabela 8.1	17
2.7. Acréscimo do parâmetro η_c na figura 8.2 da norma	17
2.8. Complemento do item 8.2.10.1	19
2.9. Atualização das referências para determinação do valor do coeficiente η_1	20
2.10. Modificação do item 9.4.6.1	20
2.11. Atualização do item 9.6.1.2.1 da norma	21
2.12. Complementação do item 11.2.2	23
2.13. Complementação do item 11.3.3.4	23
2.14. Complementação do item 11.3.3.4.1	23
2.15. Modificação da observação da tabela 11.1	24
2.16. Reestruturação da tabela 13.4	25
2.17. Complementação do item 15.7.3	26
2.18. Complementação do item 15.8.1	27
2.19. Alteração no item 15.8.2	28
2.20. Complementação do item 15.9.2	28
2.21. Alteração item 17.2.2 letra “e”	29
2.22. Alteração da equação do item 17.2.4.3.2 para diferentes classes de concreto	30
2.23. Acréscimo do item 17.2.4.4 – Estado Limite de Serviço	31
2.24. Adição de figura para análise da rigidez equivalente para vãos de vigas contínuas no item 17.3.2.1.1	32
2.25. Modificação do item 17.4.2.2 letra “b”	33

2.26.	Modificação item 17.4.2.2 letra “c”	34
2.27.	Modificação do item 17.4.2.3 letra “c”	35
2.28.	Complementação do item 18.2.3.....	36
2.29.	Complementação do item 18.2.4.....	36
2.30.	Complementação do item 18.3.2.4.....	37
2.31.	Complementação do item 18.3.6.....	38
2.32.	Limitação do τR_d no item 19.4.1	38
2.33.	Complementação do item 19.5.3.2.....	39
2.34.	Complementação figura 19.10.....	40
2.35.	Ajuste de valores na figura 20.1.....	40
2.36.	Complementação do item 20.3.2.2.....	41
2.37.	Alteração do texto do item 20.3.2.6	42
2.38.	Complementação do item 20.4.....	42
2.39.	Complementação do item 22.2.....	43
2.40.	Complementação do item 22.7.4.1.2.....	44
2.41.	Ajuste no item 22.7.4.1.3	44
2.42.	Complementação do item 23.3.....	45
2.43.	Modificação do texto do item 23.5.3.....	45
2.44.	Alteração da tabela 23.2	46
2.45.	Modificações de nomenclatura no anexo A.2.2.3.....	47
2.46.	Atualizações futuras.....	48
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

Lista de Figuras

Figura 1 – Modificações do título da Norma 2014.....	13
Figura 2 – Complementação do item 1.5 da norma 2014.....	14
Figura 3 – Alteração do texto do item 6.3.3.1 da norma 2014	14
Figura 4 – Complementação do item 7.4.2 da norma 2014.....	15
Figura 5 – Complementação do item 7.4.7.4 da norma 2014.....	16
Figura 6 - Tabela 8.1 da norma 2014 a ser removida na versão de 2023	17
Figura 7 – Modificações da figura 8.2 da norma 2014.....	17
Figura 8 - Diagramas apresentados no <i>Model Code</i>	19
Figura 9 - Novo Diagrama do item 8.2.10.1 da NBR 6118:2023	19
Figura 10 - Tabela 8.3 da norma 2014	20
Figura 11 - Trecho removido no item 9.4.6.1.....	20
Figura 12 - Imagem adicionada no item 9.4.6.1	21
Figura 13 - Item 9.6.1.2.1 da NBR 6118:2014.....	22
Figura 14 - Atualizações do item 9.6.1.2.1 na NBR 6118:2023	22
Figura 15 - Complementação do item 11.2.2 da NBR 6118:2023	23
Figura 16 - Complementação do item 11.3.3.4 na NBR 6118:2023	23
Figura 17 – Modificações na figura 11.1 da norma 2014.....	24
Figura 18 - Complementação da observação da tabela 11.1 da NBR 6118:2014	25
Figura 19 - Modificações na tabela 13.4 da norma 2014	25
Figura 20 - Complementação do texto da NBR 6118:2014	27
Figura 21 - Modificações no texto e na equação do item 15.8.1 da NBR 6118:2014....	27
Figura 22 - Letra C do item 15.8.2 da NBR 6118:2014.....	28
Figura 23 - Complementação do desenho do item 15.9.2 da NBR 6118:2014.....	29
Figura 24 - Complementação do item 17.2.1 com o coeficiente de fragilidade.....	30
Figura 25 - Atualização do item 17.2.4.3.2 da NBR 6118:2014	31
Figura 26 - Item 17.2.4.4 da NBR 6118 – adicionado na edição de 2023	32
Figura 27 - Complemento do item 17.3.2.1.1 da NBR 6118:2014.....	33
Figura 28 - Equação e textos adicionados no item 17.4.2.2 letra "b"	34
Figura 29 - Cálculo da Força de Tração no Modelo 1 da Norma de 2014	34
Figura 30 - Cálculo do Comprimento <i>al</i> no Modelo 2 da Norma de 2014.....	35
Figura 31 – Complementação do item 18.2.3 na NBR 6118:2023	36

Figura 32 – Complementação do item 18.2.4 da NBR 6118:2014	37
Figura 33 – Atualização do texto do item 18.3.2.4	37
Figura 34 – Texto do item 18.3.6 da Norma 6118:2014	38
Figura 35 – Texto do item 18.3.6 da Norma 6118:2023	38
Figura 36 – Adição do limite a tensão resistente de cálculo no item 19.4.1	39
Figura 37 – Verificação adicional do item 19.5.3.2 na versão de 2023	39
Figura 38 – Melhorias na figura 19.10 na norma de 2023	40
Figura 39 – Figura 20.1 da NBR 6118:2023	41
Figura 40 – Complementação do item 20.3.2.2.....	42
Figura 41 – Texto atualizado do item 20.3.2.6 na NBR 6118:2023.....	42
Figura 42 - Modificações no item 20.4 da norma	43
Figura 43 - Complementação do texto do item 22.2 na NBR 6118:2023	43
Figura 44 - Melhoria no texto do item 22.7.4.1.2.....	44
Figura 45 - Correção no texto do item 22.7.4.1.3.....	44
Figura 46 - Modificações no texto do item 23.3	45
Figura 47 - Correção do texto do item 23.5.3.....	46
Figura 48 - Tabela 23.2 atualizada na versão de 2023 da norma	47
Figura 49 - Itens modificados no anexo A.2.2.3	48

1. INTRODUÇÃO

1.1.Objetivo

Este trabalho consiste em apresentar uma síntese das alterações que irão ocorrer na norma ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, que passará por uma atualização neste ano de 2023.

1.2.Justificativa

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) surgiu em 28 de setembro de 1940 e é uma entidade privada sem fins lucrativos, responsável pela elaboração de normas brasileiras (ABNT NBR).

As normas redigidas pela organização abrangem diversas áreas do conhecimento e regem grande parte dos procedimentos, requisitos e regulamentações no âmbito nacional. Na engenharia civil, essas normas são essenciais para geração de parâmetros que garantem a qualidade das edificações, sejam elas quais forem, e assim assegurar aos consumidores finais do setor um produto de excelência.

A ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, é uma norma criada em 1940, tendo desde então regido o processo de cálculo e execução das estruturas de concreto.

Inicialmente esta norma regia apenas as estruturas de concreto armado, mas com as modernizações da construção e a chegada de novas técnicas ao Brasil a norma vem sendo atualizada para contemplar todas as estruturas de concreto que podem ser executadas no país. Quando isso não ocorre, a própria norma cita os casos especiais em que é exigida a complementação para dimensionamento e execução com normas específicas para os casos citados.

A primeira identificação dada a esta norma foi “NB-1” com o título “Cálculo e execução de obras de concreto armado”; sendo atualizada em 1960, já em 1978 o título

passou a ser “Projeto e execução de obras de concreto armado” e somente em 1980 sua identificação passou a ser NBR 6118.

Em 1991 a ABNT conseguiu que esta norma adquirisse caráter de lei e assim todos os engenheiros que executassem projetos e empreendimentos a partir desse ano tiveram que se adequar para atender as proposições da norma e se resguardar em casos que houvesse alguma patologia ou desastre devido à má execução ou dimensionamento das estruturas.

Em 2003 o título da norma foi alterado para “Projeto de estruturas de concreto – Procedimento”, nome esse que permanece até a norma publicada em 2014. Isso se deve ao fato da norma passar a regulamentar estruturas que utilizam o concreto simples, armado e protendido. Com a implementação de estruturas executadas com concreto protendido na NBR 6118 a ABNT revogou a “NBR 7197: Projeto de estruturas de concreto protendido”, pois com a publicação da atualização da NBR 6118, caso não fosse revogada, ambas as normas trariam conteúdos semelhantes quando se tratasse do concreto protendido.

Pensando nessas modificações que ocorrem a cada atualização foi desenvolvido este trabalho para sintetizar as alterações que irão acontecer com a publicação da nova edição da norma e os impactos que cada uma delas trará para a construção civil.

Espera-se no desenvolvimento desta análise sanar possíveis dúvidas a respeito das modificações a serem realizadas e assim auxiliar discentes, docentes e profissionais da área na utilização da norma.

Além das atualizações apresentadas neste trabalho a ABNT NBR: 6118:2023 passará por atualizações após sua publicação por meio de emendas, visto que foram feitas sugestões de alteração após a aprovação do novo texto e estas poderão ser incluídas futuramente caso sejam pertinentes.

1.3. Metodologia

Este trabalho será desenvolvido com base nas publicações de revisores da norma com informações a respeito das modificações e de documentos de empresas credenciadas que tratam sobre as alterações que irão ocorrer.

O conteúdo aqui apresentado consistirá em uma releitura de informações fornecidas por outros autores a respeito da norma, dando os devidos créditos a cada um deles e analisando cada um dos pontos citados a fim de garantir o correto entendimento das mudanças.

2. ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DA ABNT NBR 6118 COM A PUBLICAÇÃO DA ATUALIZAÇÃO DA NORMA EM 2023

As alterações aqui apresentadas foram obtidas a partir de três fontes que são Kimura (2023), Alto Qi (2023) e Carvalho (2023).

2.1. Alteração do título da norma

Figura 1 – Modificações do título da Norma 2014



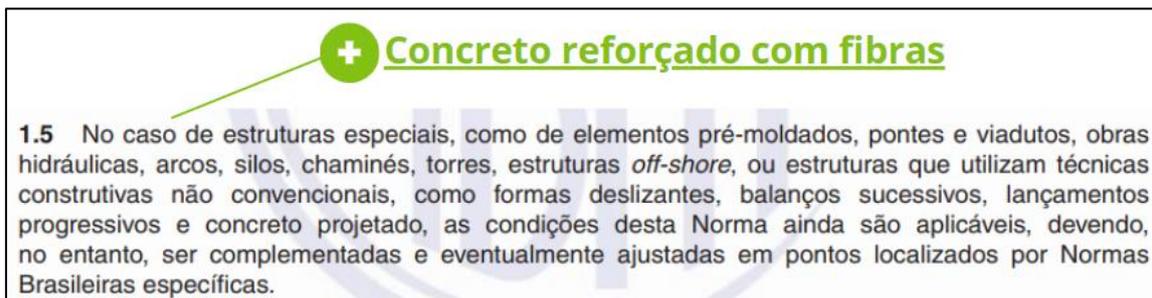
Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

A edição de 2014 trazia em seu título a palavra “procedimento”, Figura 1, o que na versão a ser publicada em 2023 não existirá mais. Isso se deve ao fato de que a norma em questão não traz apenas o procedimento dos projetos de estruturas de concreto, mas também os requisitos para execução das mesmas.

Com essa alteração espera-se que o título contemple melhor todo o escopo contido na norma e assim não contemple apenas uma parte das informações.

2.2. Acréscimo de estruturas especiais que necessitam de complemento com normas específicas no item 1.5

Figura 2 – Complementação do item 1.5 da norma 2014



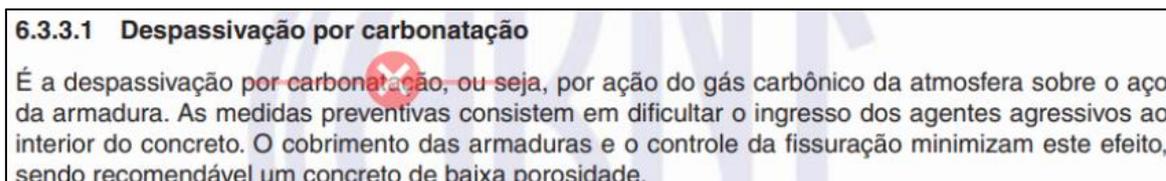
Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

No item 1.5 da NBR 6118:2014, Figura 2, são caracterizadas as estruturas consideradas especiais e, em sua nova edição, será acrescentado o “concreto reforçado com fibras”, que possui agora uma norma específica sobre sua utilização (ABNT NBR 16935: Projeto de Estruturas de Concreto Reforçado com Fibras).

Sendo assim, a NBR 6118 continua sendo a norma principal para o dimensionamento de estruturas em concreto estrutural, contudo devem ser observadas as especificidades contidas na norma específica, a fim de garantir uma melhor performance na aplicação desse tipo de estrutura.

2.3. Alteração do texto do item 6.3.3.1

Figura 3 – Alteração do texto do item 6.3.3.1 da norma 2014



Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

O item 6.3.3.1 trata sobre a despassivação da armadura por agentes agressivos devido à carbonatação do concreto. Na versão de 2014 o texto se iniciava com: “É a despassivação por carbonatação, ou seja, por ação do gás carbônico da atmosfera sobre o aço da armadura.”, como mostrado na Figura 3.

Já na versão a ser publicada em 2023 o trecho “por carbonatação, ou seja,” será removido, resultando no seguinte texto: “É a despassivação por ação do gás carbônico da atmosfera sobre o aço da armadura.”. Contudo, é importante ressaltar que o gás carbônico age sobre o concreto e por decorrência, sobre a armadura, informação essa que não fica clara no texto.

2.4.Acréscimo no item 7.4.2

O item 7.4 da norma trata sobre as características do concreto como um revestimento e no item 7.4.2 é apresentada uma tabela com a relação água/cimento em massa e a classe do concreto de acordo com a classe de agressividade do ambiente.

Figura 4 – Complementação do item 7.4.2 da norma 2014

7.4.2 Ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e classe de agressividade prevista em projeto devem estabelecer os parâmetros mínimos a serem atendidos. Na falta destes e devido à existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, permite-se que sejam adotados os requisitos mínimos expressos na Tabela 7.1.

+ Simultaneamente

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a 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 de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

No texto da versão de 2014 não era claro se devia se seguir às duas imposições ou se atender apenas uma delas era suficiente, para validação dos requisitos contidos em

norma. Sendo assim, na edição de 2023 será acrescentado ao texto a obrigatoriedade, quando utilizada a tabela, de se atender a ambos os critérios.

O novo texto trará em sua redação o termo “simultaneamente”, Figura 4, para garantir o atendimento desses requisitos em conjunto e não independente um do outro.

2.5. Especificação da aplicação do item 7.4.7.4

De acordo com a norma publicada em 2014, o item 7.4.7.4 poderia ser aplicado em qualquer estrutura de concreto contemplada pela norma, desde que garantido um controle rígido da execução e, assim, era possível se reduzir os cobrimentos nominais.

Contudo, essa deliberação fez com que essa redução fosse aplicada em casos onde não era correta sua utilização. Sendo assim, a versão de 2023 especificará que este item só poderá ser utilizado para projetos de estruturas de concreto pré-moldado contemplados pela ABNT NBR 9062, Figura 5, a fim de garantir o controle rígido no momento de execução das estruturas.

Figura 5 – Complementação do item 7.4.7.4 da norma 2014



Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.6. Remoção da tabela 8.1

Figura 6 - Tabela 8.1 da norma 2014 a ser removida na versão de 2023

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
E_{ci} (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	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	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

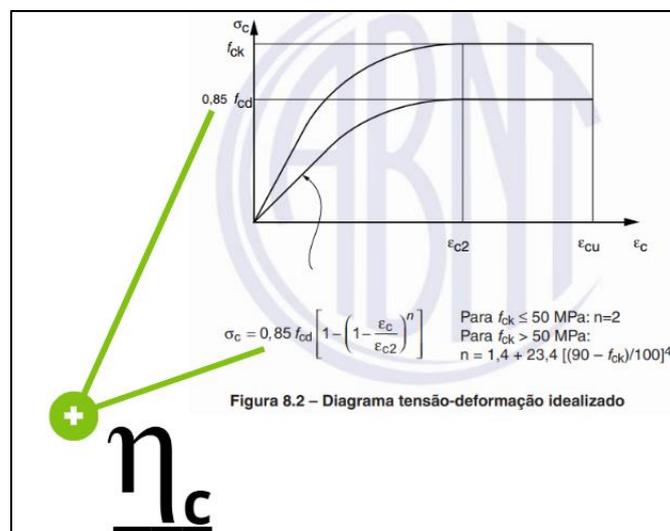
Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

A tabela 8.1 da norma se encontra no item 8.2.8 que trata sobre o módulo de elasticidade do concreto. A tabela trazia a aplicação das equações básicas para o cálculo do módulo de elasticidade e o módulo de deformação secante, contudo a mesma gerava uma duplicidade de informações, uma vez que as equações permaneceram na norma e contemplavam um número maior de casos, quando comparada a tabela.

Pensando nisso, os revisores da norma optaram por remover a tabela, Figura 6, para garantir que sejam utilizados os valores corretos de acordo com os parâmetros determinados para cada tipo de agregado graúdo utilizado.

2.7. Acréscimo do parâmetro η_c na figura 8.2 da norma

Figura 7 – Modificações da figura 8.2 da norma 2014



Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

O termo η_c , coeficiente de fragilidade, será acrescentado como multiplicador na equação, Figura 7, para o cálculo da tensão, e impactará os concretos de resistência maior que 40 MPa com um a valor a ser calculado de acordo com a resistência do concreto utilizado.

A equação para a tensão do concreto na norma de 2023 será:

$$\sigma_c = 0,85 * \eta_c * \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c2}} \right)^n \right]$$

Sendo:

ε_c → A deformação específica do concreto;

ε_{c2} → A deformação específica de encurtamento do concreto no início do patamar plástico;

n → $1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$

f_{ck} → A resistência característica do concreto;

Para concretos com resistência de até 40 MPa o fator η_c será igual a 1 e para resistências maiores que 40 MPa seguirá a seguinte equação:

$$\eta_c = \left(\frac{40}{f_{ck}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

O termo foi determinado com base no que apresenta o *FIB Model Code, 2010* a respeito da fragilidade do concreto na tensão de pico, pois quanto maior a resistência do concreto mais frágil ele é, devendo-se utilizar um fator de redução da resistência e consequentemente aumentando à porcentagem de aço utilizada ou mudando a seção da peça a ser dimensionada.

Na norma europeia essa redução é apresentada no item 7.2.3.1.4 através de dois diagramas, com a apresentação das variações de tensão e deformação, de acordo com a classe do concreto utilizada, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Diagramas apresentados no *Model Code*

Para concretos com classe de resistência > C50/60 a relação entre a tensão e a deformação é caracterizada pela redução do comprimento do platô horizontal veja figura 7.2-7 e figura 7.2-8.

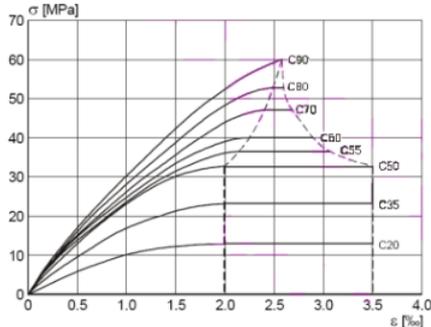


Figura 7.2-7: Relação entre a tensão e deformação para várias classes de resistência do concreto (Parábola-retângulo)

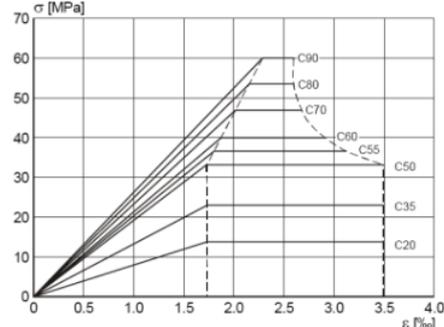


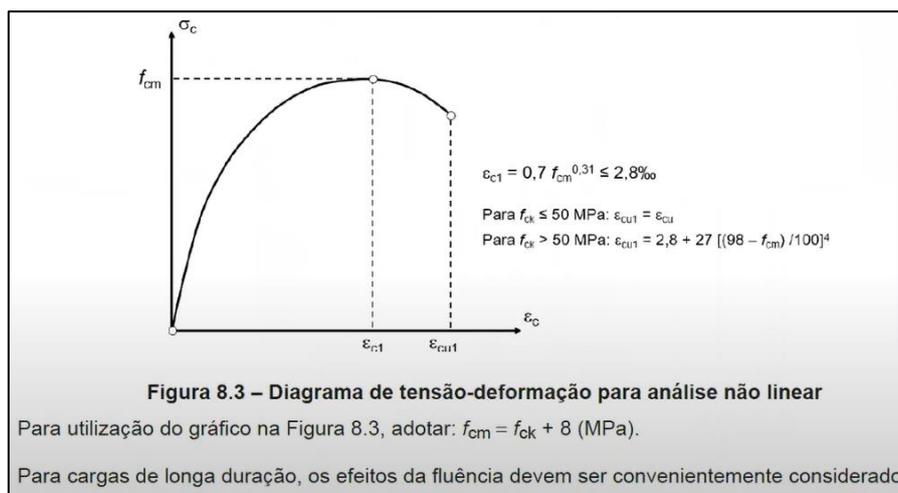
Figura 7.2-8: Relação entre a tensão e deformação para várias classes de resistência do concreto (Relação bilinear)

Fonte: FIB International, 2010. - Adaptado

2.8. Complemento do item 8.2.10.1

No item 8.2.10.1 será previsto além do diagrama tensão-deformação idealizado, Figura 9, um diagrama de tensão deformação para análise estrutural não linear, já presente no *FIB Model Code, 2010*, como apresentado na Figura 8, que trará definitivamente um diagrama para tratar a respeito da análise não linear na norma.

Figura 9 - Novo Diagrama do item 8.2.10.1 da NBR 6118:2023



Fonte: Kimura, 2023.

2.9. Atualização das referências para determinação do valor do coeficiente η_1

No item 8.3.2 da norma de 2014 é tratado sobre o tipo de superfície aderente do aço com o concreto e são apresentados valores tabelados do coeficiente η_1 de acordo com a rugosidade do aço utilizado (liso, entalhado ou nervurado), Figura 10.

Figura 10 - Tabela 8.3 da norma 2014

Tipo de superfície	η_1
Lisa	1,0
Entalhada	1,4
Nervurada	2,25

Fonte: ABNT NBR 6118:2014

Na norma de 2023 a tabela que determina o valor do coeficiente η_1 passará a ser a 8.2, devido à remoção da tabela 8.1, e os valores serão obtidos com base no aço utilizado e não mais no tipo de superfície. Os valores de η_1 serão:

- Para aço CA-25: $\eta_1 = 1$;
- Para aço CA-50: $\eta_1 = 2,25$;
- Para aço CA-60: $\eta_1 = 1$;

2.10. Modificação do item 9.4.6.1

No item 9.4.6.1 alínea “a” era especificado que o ângulo do gancho interno dos estribos deveria ser de 45° no lado interno, Figura 11.

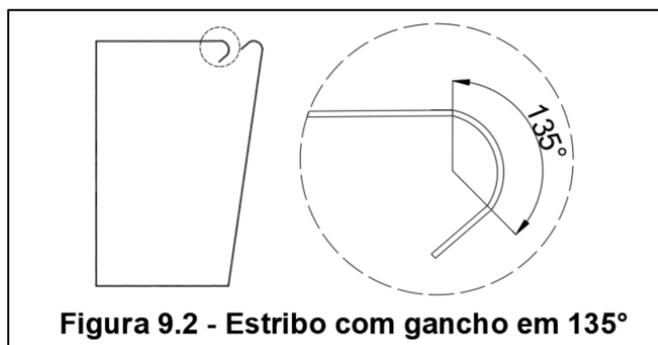
Figura 11 - Trecho removido no item 9.4.6.1

9.4.6.1 Ganchos dos estribos			
Os ganchos dos estribos podem ser:			
a) semicirculares ou em ângulo de 45° (interno), com ponta reta de comprimento igual a $5 \phi_t$, porém não inferior a 5 cm;			
b) em ângulo reto, com ponta reta de comprimento maior ou igual a $10 \phi_t$, porém não inferior a 7 cm (este tipo de gancho não pode ser utilizado para barras e fios lisos).			
O diâmetro interno da curvatura dos estribos deve ser no mínimo igual ao valor dado na Tabela 9.2.			
Tabela 9.2 – Diâmetro dos pinos de dobramento para estribos			
Bitola mm	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
≤ 10	$3 \phi_t$	$3 \phi_t$	$3 \phi_t$
$10 < \phi < 20$	$4 \phi_t$	$5 \phi_t$	–
≥ 20	$5 \phi_t$	$8 \phi_t$	–

Fonte: ABNT NBR 6118:2014

Na nova versão da norma foi especificado que o ângulo deve ser de 135° com orientação para o interior do elemento estrutural, com a inserção de uma imagem para ilustrar a forma correta de execução do gancho, Figura 12. Nota-se que a alteração do texto manteve o mesmo conceito, contudo, foi alterado o referencial da dobra.

Figura 12 - Imagem adicionada no item 9.4.6.1



Fonte: Alto QI, 2023 - Adaptado.

2.11. Atualização do item 9.6.1.2.1 da norma

No item 9.6.1.2.1 da NBR 6118:2014 são dados os valores da tensão na armadura ativa imediatamente após a aplicação da protensão (σ_{pi}), Figura 13, de acordo com a classe do aço utilizada e o momento de aplicação da força de tração, sendo que:

f_{ptk} → Valor característico da resistência à tração;

f_{pyk} → Valor característico da resistência ao escoamento convencional;

Figura 13 - Item 9.6.1.2.1 da NBR 6118:2014

9.6.1.2.1 Valores-limites por ocasião da operação de protensão	
Para efeito desta Norma pode ser considerado o seguinte:	
a)	armadura pré-tracionada:
—	por ocasião da aplicação da força P_i , a tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar os limites $0,77 f_{ptk}$ e $0,90 f_{pyk}$ para aços da classe de relaxação normal, e $0,77 f_{ptk}$ e $0,85 f_{pyk}$ para aços da classe de relaxação baixa;
b)	armadura pós-tracionada:
—	por ocasião da aplicação da força P_i , a tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar os limites $0,74 f_{ptk}$ e $0,87 f_{pyk}$ para aços da classe de relaxação normal, e $0,74 f_{ptk}$ e $0,82 f_{pyk}$ para aços da classe de relaxação baixa;
—	para as cordoalhas engraxadas, com aços da classe de relaxação baixa, os valores-limites da tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração podem ser elevados para $0,80 f_{ptk}$ e $0,88 f_{pyk}$;
—	nos aços CP-85/105, fornecidos em barras, os limites passam a ser $0,72 f_{ptk}$ e $0,88 f_{pyk}$, respectivamente.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

Na edição de 2023 o item em questão será apresentado em um novo formato, não levando em consideração mais a classe do aço utilizada na armadura de protensão, mas o momento de aplicação da tensão e a aderência ou não da armadura ao concreto, Figura 14, sendo que:

σ_{pi} → Tensão na armadura ativa imediatamente após a aplicação da protensão;

Além disso, é importante ressaltar que a norma prevê que estes valores só serão válidos para aços que atenderem a ABNT NBR 7482 e a ABNT NBR 7483

Figura 14 - Atualizações do item 9.6.1.2.1 na NBR 6118:2023

9.6.1.2.1 Valores-limites por ocasião da operação de protensão	
Por ocasião da aplicação da força P_i , a tensão σ_{pi} da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar os seguintes limites:	
a)	armadura pré-tracionada: $\sigma_{pi} = 0,74 f_{ptk}$
b)	armadura pós-tracionada aderente: $\sigma_{pi} = 0,77 f_{ptk}$
c)	armadura pós-tracionada não aderente: $\sigma_{pi} = 0,80 f_{ptk}$
d)	barras de aço CP-85/105: $\sigma_{pi} = 0,72 f_{ptk}$
Esses valores são válidos para aços que atendam aos requisitos das ABNT NBR 7482 e ABNT NBR 7483.	

Fonte: Kimura, 2023.

2.12. Complementação do item 11.2.2

O item 11.2.2 trata sobre a classificação das ações em permanente, variável ou excepcionais. Na norma de 2023 foi adicionado ao texto que a ação da água pode se encaixar nas três classificações, a depender da situação a que a estrutura a ser dimensionada é submetida, como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Complementação do item 11.2.2 da NBR 6118:2023

<p>11.2.2 Classificação das ações</p> <p>As ações a considerar classificam-se, de acordo com a ABNT NBR 8681, em permanentes, variáveis e excepcionais.</p> <p>Para cada tipo de construção, as ações a considerar devem respeitar suas peculiaridades e as normas a ela aplicáveis.</p> <p>+ <u>A ação da água pode ser considerada como permanente, variável ou especial, dependendo da situação, conforme ABNT NBR 6120 e ABNT NBR 8681.</u></p>

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.13. Complementação do item 11.3.3.4

O item 11.3.3.4 trata sobre as imperfeições geométricas e na sua introdução foi adicionado um texto especificando que, mesmo que as imperfeições geométricas sejam permanentes, as solicitações causadas por elas tem a mesma natureza da ação que os causou, como mostrado na Figura 16, isto é, as solicitações provenientes das imperfeições geométricas, para estruturas reticuladas, terão a mesma natureza da ação causadora da imperfeição, seja ela qual for (Desaprumo, ação do vento, recalque, etc.).

Figura 16 - Complementação do item 11.3.3.4 na NBR 6118:2023

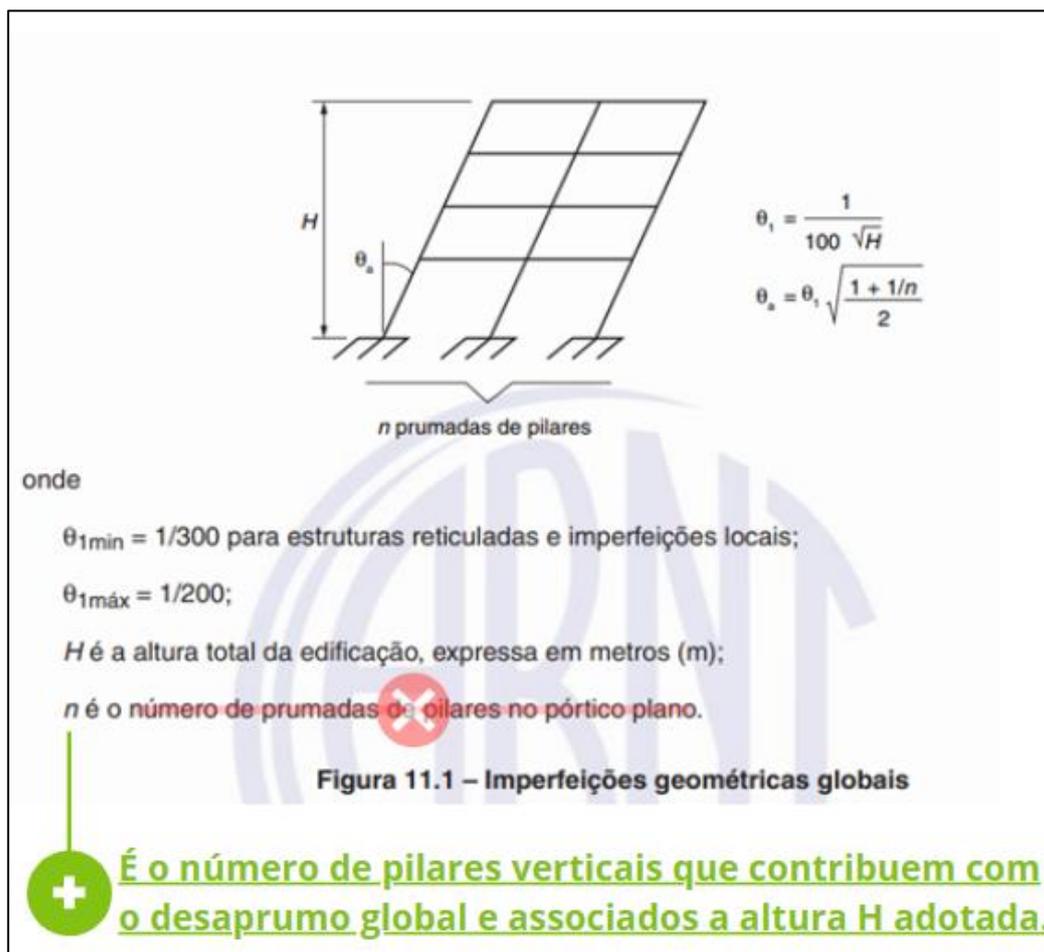
<p>11.3.3.4 Imperfeições geométricas</p> <p>Na verificação do estado-limite último das estruturas reticuladas, devem ser consideradas as imperfeições geométricas do eixo dos elementos estruturais da estrutura descarregada. Essas imperfeições podem ser divididas em dois grupos: imperfeições globais e imperfeições locais.</p> <p>+ <u>Embora as imperfeições geométricas sejam permanentes, as solicitações por elas produzidas têm a mesma natureza da ação que as provocam.</u></p>

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.14. Complementação do item 11.3.3.4.1

O valor de “n” na norma de 2014 era considerado como o número de prumadas de pilares no pórtico plano. Agora, na versão de 2023 o valor de “n” será o número de pilares verticais que contribuem com o desaprumo global e associados a altura adotada, como mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Modificações na figura 11.1 da norma 2014



Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

Com esta modificação a norma deixa mais claro qual deve ser o valor real de “n”, que a partir do momento que a nova edição da norma entrar em vigor deverá ser o número de pilares que influenciarem no desaprumo global na direção analisada.

2.15. Modificação da observação da tabela 11.1

A tabela 11.1 da ABNT NBR 6118:2014 traz os valores do coeficiente de ponderação das ações no estado limite último (ELU), e na observação da tabela foi acrescentado uma menção a ABNT NBR 8681:2003 Versão Corrigida 2004, Figura 18, para referência dos coeficientes de ponderação das demais ações permanentes.

Figura 18 - Complementação da observação da tabela 11.1 da NBR 6118:2014

Tabela 11.1 – Coeficiente $\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3}$								
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 ^a	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde
D é desfavorável, *F* é favorável, *G* representa as cargas variáveis em geral e *T* é a temperatura.

^a Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3. 

Neste caso, as demais ações permanentes devem ser ponderadas conforme a ABNT NBR 8681:2003 Versão Corrigida 2004, Tabela 1.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.16. Reestruturação da tabela 13.4

Figura 19 - Modificações na tabela 13.4 da norma 2014

Tabela 13.4 – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental			
Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	Combinação frequente
		ELS-F	
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	Combinação quase permanente
		ELS-D ^a	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D ^a	Combinação frequente

Separação da classe de agressividade ambiental e do tipo de protensão

^a A critério de

NOTAS

- As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.
- Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.
- No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

A tabela 13.4 da NBR 6118: 2014 foi reescrita para um novo formato na edição de 2023. Em sua nova versão o tipo de protensão passa a ser especificado em uma coluna exclusiva e não com a classe de agressividade ambiental, como mostra a Figura 19.

Além disso, nas observações inseridas abaixo da tabela foi adicionado que no caso de pré-tração, para estruturas de concreto pré-fabricado, deverão ser atendidos os requisitos expressos na ABNT NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Esta necessidade já estava implícita na norma, uma vez que no item 1.5 é expresso que estruturas pré-moldadas podem utilizar o que é apresentado na NBR 6118 desde que complementados os cálculos e requisitos com a norma específica no material ou técnica utilizada. Contudo, a norma optou por ressaltar este requisito para garantir que sejam cumpridas todas as especificações.

2.17. Complementação do item 15.7.3

O item 15.7.3 da NBR 6118:2014 generalizava o cálculo da rigidez dos elementos para estruturas com no mínimo quatro andares, mas não tratava de estruturas que tivessem menos andares, quando a taxa de compressão tende a ser menor.

Pensando nisso, na versão de 2023 será adicionado ao texto que “em estruturas com menos de quatro andares em que as forças verticais nos pilares sejam pequenas ($N_{Sd} < 0,1 * A_c * f_{cd}$), como em alguns galpões, a redução de rigidez dos elementos estruturais deve ser avaliada de forma específica.”, como mostra a Figura 20, sendo que N_{Sd} é a força normal solicitante de cálculo, A_c a área da seção transversal do concreto e f_{cd} a resistência de cálculo à compressão do concreto.

Figura 20 - Complementação do texto da NBR 6118:2014

15.7.3 Consideração aproximada da não linearidade física

Para a análise dos esforços globais de 2ª ordem, em estruturas reticuladas com no mínimo quatro andares, pode ser considerada a não linearidade física de maneira aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores seguintes:

- lajes: $(E)_{sec} = 0,3 E_c I_c$
- vigas: $(E)_{sec} = 0,4 E_c I_c$, para $A_s' \neq A_s$ e
 $(E)_{sec} = 0,5 E_c I_c$, para $A_s' = A_s$
- pilares: $(E)_{sec} = 0,8 E_c I_c$

onde

I_c é o momento de inércia da seção bruta de concreto, incluindo, quando for o caso, as mesas colaborantes.

E_c é o valor representativo do módulo de deformação do concreto conforme 15.5.1.

Os valores de rigidez adotados nesta subseção são aproximados e não podem ser usados para avaliar esforços locais de 2ª ordem, mesmo com uma discretização maior da modelagem.

+

"em estruturas com menos de quatro andares em que as forças verticais nos pilares sejam pequenas ($N_{st} < 0,1 \cdot A_c \cdot f_{cd}$), como em alguns galpões, a redução de rigidez dos elementos estruturais deve ser avaliada de forma específica."

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.18. Complementação do item 15.8.1

No item 15.8.1 da NBR 6118 foi melhorado o texto e apresentação da equação do " γ_{n1} ", que é o coeficiente de majoração dos efeitos de segunda ordem para pilares com índice de esbeltez maiores que 140, Figura 21.

Figura 21 - Modificações no texto e na equação do item 15.8.1 da NBR 6118:2014

15.8.1 Generalidades

O descrito em 15.8.2, 15.8.3.2. e 15.8.4 é aplicável apenas a elementos isolados de seção constante e armadura constante ao longo de seu eixo, submetidos à flexo-compressão.

Os pilares devem ter índice de esbeltez menor ou igual a 200 ($\lambda \leq 200$). Apenas no caso de elementos pouco comprimidos com força normal menor que $0,10 f_{cd} A_c$, o índice de esbeltez pode ser maior que 200.

Para pilares com índice de esbeltez superior a 140, deve-se majorar os efeitos locais de 2ª ordem por um coeficiente adicional calculado conforme a seguir:

$$\gamma_{n1} = 1 + \frac{\lambda - 140}{140} \geq 1$$

Fonte: Kimura, 2023.

Importante ressaltar que o resultado numérico da equação permanece o mesmo, a única diferença entre a nova equação e a anterior é que o termo $\left(\frac{\lambda - 140}{140}\right)$ era multiplicado por 0,01 na versão de 2014 o que mudava a escrita da equação.

2.19. Alteração no item 15.8.2

Figura 22 - Letra C do item 15.8.2 da NBR 6118:2014



c) para pilares em balanço;

$$\alpha_b = 0,80 + 0,20 \frac{M_C}{M_A} \geq 0,85$$

sendo

$$1,0 \geq \alpha_b \geq 0,85$$

onde

M_A é o momento de 1ª ordem no engaste e M_C é o momento de 1ª ordem no meio do pilar e balanço.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

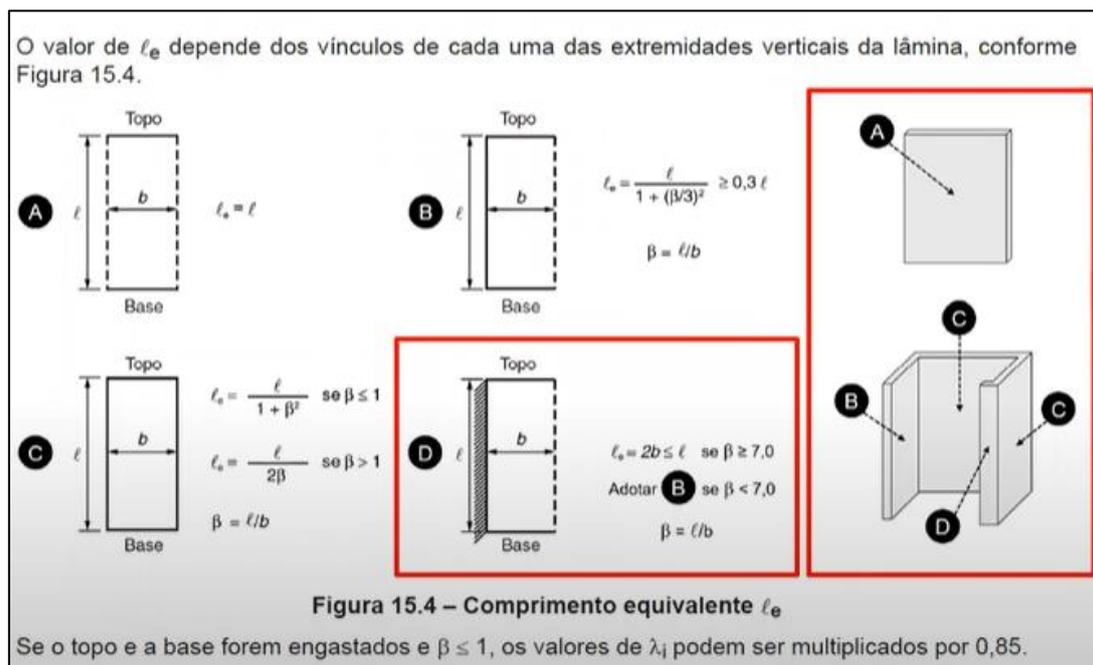
A letra c do item 15.8.2 da NBR 6118:2014 trazia uma equação para o cálculo do " α_b ", Figura 22, contudo os valores calculados sempre eram próximos de um e para ir a favor da segurança e facilitar os cálculos a norma determinou que para pilares em balanço o valor de " α_b " será sempre um.

O " α_b " é um coeficiente utilizado para o cálculo do valor limite do índice de esbeltez (λ_1), que quando é atendido dispensa o cálculo dos esforços locais de 2º ordem em elementos isolados.

2.20. Complementação do item 15.9.2

Para o cálculo de pilares-parede o valor de " l_e " leva em consideração o tipo de vinculação de cada uma das extremidades da parede. A partir desta premissa, no item 19.9.2 foi melhorada a figura 15.4 da norma, como mostrado na Figura 23. Na edição de 2014 não havia uma ilustração para exemplificar os tipos de vinculação de cada parede apresentada, o que foi adicionado na versão de 2023 para facilitar a interpretação das possibilidades de vinculação e evitar equívocos na adoção dos valores.

Figura 23 - Complementação do desenho do item 15.9.2 da NBR 6118:2014



Fonte: Kimura, 2023.

2.21. Alteração item 17.2.2 letra “e”

No item 17.2.2 a mudança ocorrida foi devida a alteração da equação na figura 8.2 que levou em consideração o coeficiente de fragilidade “ η_c ” nos cálculos da tensão de pico, o que também foi feito neste item, como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Complementação do item 17.2.1 com o coeficiente de fragilidade

d) as tensões de tração no concreto, normais à seção transversal, devem ser desprezadas no ELU;

e) a distribuição de tensões no concreto é feita de acordo com o diagrama idealizado curvo e retangular, especificado em 8.2.10.1, com tensão de pico igual a $0,85 \eta_c f_{cd}$, com f_{cd} definido em 12.3.3. Esse diagrama pode ser substituído pelo retângulo de profundidade $y = \lambda x$, onde o valor do parâmetro λ pode ser tomado igual a:

- $\lambda = 0,8$, para $f_{ck} \leq 50$ MPa; ou
- $\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50)/400$, para $f_{ck} > 50$ MPa.

e onde a tensão constante atuante até a profundidade y pode ser tomada igual a:

- $\alpha_c \eta_c f_{cd}$, no caso da largura da seção, medida paralelamente à linha neutra, não diminuir a partir desta para a borda comprimida;
- $0,9 \alpha_c \eta_c f_{cd}$, no caso contrário.

sendo α_c definido como:

- para concretos de classes até C50, $\alpha_c = 0,85$
- para concretos de classes de C50 até C90, $\alpha_c = 0,85 \cdot [1,0 - (f_{ck} - 50) / 200]$

As diferenças de resultados obtidos com esses dois diagramas são pequenas e aceitáveis, sem necessidade de coeficiente de correção adicional.

Fonte: Kimura, 2023.

2.22. Alteração da equação do item 17.2.4.3.2 para diferentes classes de concreto

Na versão de 2014 a norma generalizava que a tensão máxima de compressão da seção de concreto não poderia ultrapassar 70% da resistência característica prevista para idade de aplicação para qualquer classe de concreto.

Já no texto de 2023 a norma manterá essa especificação para concreto com F_{ck} de até 50 MPa e para concretos com resistência entre 50 e 90MPa será proposta uma nova equação, como mostra a Figura 25, devida a alta resistência do material.

Figura 25 - Atualização do item 17.2.4.3.2 da NBR 6118:2014

17.2.4.3.2 Verificação simplificada

Admite-se que a segurança em relação ao estado-limite último no ato de protensão seja verificada no estágio I (concreto não fissurado e comportamento elástico linear dos materiais), desde que as seguintes condições sejam satisfeitas:

a) a tensão máxima de compressão na seção de concreto, obtida através das solicitações ponderadas de $\gamma_p = 1,1$ e $\gamma_f = 1,0$ não pode ultrapassar os seguintes valores:

$0,7 f_{ckj}$ para $f_{ck} \leq 50$ MPa

$0,7 [1,0 - (f_{ckj} - 50) / 200] f_{ckj}$ para $50 < f_{ck} \leq 90$ MPa

b) a tensão máxima de tração do concreto não pode ultrapassar 1,2 vez a resistência à tração f_{ctm} correspondente ao valor f_{ckj} especificado;

c) quando nas seções transversais existirem tensões de tração, deve haver armadura de tração calculada no estágio II. Para efeitos de cálculo, nessa fase da construção, a força nessa armadura pode ser considerada igual à resultante das tensões de tração no concreto no estágio I. Essa força não pode provocar, na armadura correspondente, acréscimos de tensão superiores a 150 MPa no caso de fios ou barras lisas e a 250 MPa em barras nervuradas.

Fonte: Kimura, 2023.

2.23. Acréscimo do item 17.2.4.4 – Estado Limite de Serviço

A NBR 6118:2014 não fornecia explicitamente os limites de tensão para protensão e na versão de 2023 essa falta foi suprida com a criação do item 17.2.4.4, Figura 26, que determinará explicitamente esses limites.

Figura 26 - Item 17.2.4.4 da NBR 6118 – adicionado na edição de 2023

<p>17.2.4.4 Estado-limite de serviço</p> <p>Devem ser atendidas as verificações do ELS estabelecidas na Tabela 13.4 de acordo com o nível de protensão definido em projeto.</p> <p>17.2.4.4.1 Limites de tensão de compressão</p> <p>Tensões de compressão excessivas no concreto sob cargas em serviço podem provocar fissuras longitudinais e elevadas perdas de protensão por fluência. Para evitar esses efeitos, devem se limitar as tensões de compressão do concreto a um nível apropriado.</p> <p>Para protensão completa (Nível 3) e protensão limitada (Nível 2), as tensões no concreto em serviço (considerando a seção não fissurada e após todas as perdas de protensão) não podem exceder os seguintes limites:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) na combinação quase permanente – $0,45 f_{ck}$; b) na combinação frequente – $0,6 f_{ck}$; c) na combinação rara – $0,6 f_{ck}$ (somente para protensão completa, Nível 3). <p>17.2.4.4.2 Limites de tensão de tração</p> <p>A limitação das tensões de tração no concreto é uma medida adequada para reduzir a probabilidade de fissuração. Dependendo do estado-limite considerado, ELS-F e ELS-D, diferentes limites de tensão devem ser aplicados, tomando-se como base a seção não fissurada do concreto.</p> <p>Quando a tensão de tração máxima no concreto no ELS-F (ver a Tabela 13.4) exceder $0,7 \alpha f_{ctm}$, a seção passa a trabalhar no Estádio II (seção fissurada). No ELS-D, considera-se a tensão-limite nula de tração.</p>
--

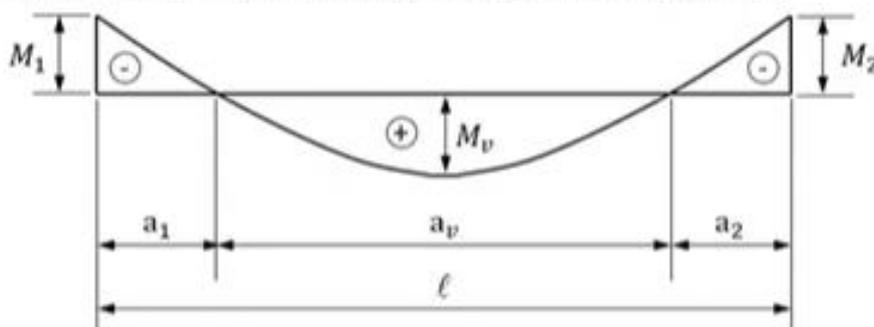
Fonte: Kimura, 2023.

2.24. Adição de figura para análise da rigidez equivalente para vãos de vigas contínuas no item 17.3.2.1.1

No item 17.3.2.1.1 é tratado sobre a flecha imediata em vigas de concreto armado. Na versão de 2014 era apresentada uma equação única para o cálculo da flecha, que permaneceu na versão de 2023, mas além dela foi adicionada uma opção para vãos de vigas contínuas para o cálculo mais preciso das flechas quando necessário, como mostra a Figura 27.

Figura 27 - Complemento do item 17.3.2.1.1 da NBR 6118:2014

Para vãos de vigas contínuas, quando for necessária maior precisão, pode-se adotar, para a rigidez equivalente, o valor ponderado com o critério estabelecido na Figura 17.3.



$$(EI)_{eq} = \frac{1}{\ell} \left[(EI)_{eq,1} \cdot a_1 + (EI)_{eq,v} \cdot a_v + (EI)_{eq,2} \cdot a_2 \right]$$

onde: $\begin{cases} (EI)_{eq,1} \text{ é a rigidez equivalente no trecho 1;} \\ (EI)_{eq,v} \text{ é a rigidez equivalente no trecho de momentos positivos;} \\ (EI)_{eq,2} \text{ é a rigidez equivalente no trecho 2.} \end{cases}$

Figura 17.3 – Rigidez equivalente para vãos de vigas contínuas

Em cada trecho, a rigidez equivalente deve ser calculada com EI_{II} considerando as armaduras existentes no trecho e com M_a igual a M_1 , M_v e M_2 respectivamente.

Fonte: Kimura, 2023.

2.25. Modificação do item 17.4.2.2 letra “b”

No item 17.4.2.2 letra “b” da NBR 6118:2014 foi adicionado um complemento ao texto para deixar mais claro o valor do momento fletor que anula a tensão normal de compressão e o momento fletor de cálculo máximo, como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Equação e textos adicionados no item 17.4.2.2 letra "b"

M_0 é o valor do momento fletor que anula a tensão normal de compressão na borda da seção tracionada por $M_{Sd,máx}$, provocada pelos esforços isostáticos de protensão e pelas forças normais de diversas origens concomitantes com V_{Sd} , sendo essa tensão calculada com valores de γ_f e γ_p iguais a 1,0 e 0,9, respectivamente; os momentos correspondentes a essas forças normais não podem ser considerados no cálculo dessa tensão pois são considerados em $M_{Sd,máx}$; devem ser considerados apenas os momentos isostáticos de protensão; devem ser consideradas todas as perdas de protensão na determinação das forças normais e dos momentos isostáticos de protensão:

$$M_0 = P_d \left(\frac{W_1}{A_c} + e_p \right) + N_{sd} \left(\frac{W_1}{A_c} \right), \text{ sendo } W_1 \text{ o módulo de resistência na fibra mais tracionada;}$$

$M_{Sd,máx}$ é o momento fletor de cálculo máximo na seção em análise; alternativamente, pode ser tomado apenas na seção com maior valor de $M_{Sd,máx}$ no semitramo em análise, nesse caso a relação $M_0/M_{Sd,máx}$ fica constante no semitramo e M_0 deve ser calculado na mesma seção que atua $M_{Sd,máx}$; os momentos isostáticos de protensão não podem ser considerados nesse cálculo, apenas os hiperestáticos.

Fonte: Alto QI, 2023 - Adaptado.

Nota-se também que no texto adicionado nesse item é explicitado a necessidade de considerar todas as perdas de protensão na determinação das forças normais e dos momentos isostáticos de protensão, o que não era determinado na versão de 2014.

2.26. Modificação item 17.4.2.2 letra "c"

A expressão para o cálculo da força de tração no modelo I, Figura 29, sofreu alterações e passou a levar em conta o valor do deslocamento do diagrama de momentos fletores, paralelo ao eixo da peça, e a altura útil da seção.

Figura 29 - Cálculo da Força de Tração no Modelo 1 da Norma de 2014

A decalagem do diagrama de força no banzo tracionado pode também ser obtida simplesmente empregando a força de tração, em cada seção, dada pela expressão:

$$F_{Sd,cor} = \left[\frac{M_{Sd}}{z} + |V_{Sd}| (\cot \theta - \cot \alpha) \frac{1}{2} \right] \leq \frac{M_{Sd,máx}}{z}$$

onde

$M_{Sd,máx}$ é o momento fletor de cálculo máximo no trecho em análise

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

Na edição de 2023 a expressão para o cálculo da força de tração no modelo I será:

$$F_{sd,cor} = \frac{M_{sd}}{z} + |V_{sd}| \frac{a_l}{d} \leq \frac{M_{sd,m\acute{a}x}}{z_{m\acute{a}x}}$$

Sendo que:

M_{sd} → momento fletor solicitante de cálculo;

z → é o braço de alavanca das forças resultantes internas;

V_{sd} → força cortante solicitante de cálculo;

a_l → deslocamento do diagrama de momentos fletores, paralelo ao eixo da peça;

d → altura útil da seção;

$M_{sd,m\acute{a}x}$ → momento fletor de cálculo máximo no trecho em análise;

$z_{m\acute{a}x}$ → Valor de Z que corresponder ao valor de $M_{sd,m\acute{a}x}$;

2.27. Modificação do item 17.4.2.3 letra “c”

A equação do deslocamento do diagrama de momentos fletores calculado pelo modelo II, Figura 30, passará a considerar na versão de 2023 o valor da cortante, trazendo uma equação mais completa.

Figura 30 - Cálculo do Comprimento a_l no Modelo 2 da Norma de 2014

c) deslocamento do diagrama de momentos fletores:

Se forem mantidas as condições estabelecidas em 17.4.2.2-c), o deslocamento do diagrama de momentos fletores, aplicando o processo descrito nesta Seção, deve ser:

$$a_l = 0,5d (\cotg\theta - \cotg\alpha)$$

onde

$a_l \geq 0,5d$, no caso geral;

$a_l \geq 0,2d$, para estribos inclinados a 45°.

Permanece válida para o modelo II a alternativa para a obtenção da força de tração dada em 17.4.2.2-c).

Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

A equação a ser apresentada na norma de 2023 será:

$$a_l = 0,5d \left[\frac{V_{sd,m\acute{a}x}}{(V_{sd,m\acute{a}x} - V_c)} (\cotg\theta + \cotg\alpha) - \cotg\alpha \right] \leq d$$

Sendo que:

$V_{sd,m\acute{a}x}$ → força cortante solicitante de cálculo máxima;

V_c → parcela de força cortante resistida por mecanismos complementares ao modelo em treliça;

θ → ângulo de inclinação das diagonais de compressão em relação ao eixo longitudinal do elemento estrutural;

α → é o ângulo de inclinação da armadura transversal em relação ao eixo longitudinal do elemento estrutural, podendo-se tomar $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$;

2.28. Complementação do item 18.2.3

O item 18.2.3 trata sobre a mudança de direção das armaduras e na versão de 2023 foi determinado com um acréscimo no texto que deve-se verificar os efeitos da mudança de direção no banzo comprimido, como mostrado na Figura 31.

Figura 31 – Complementação do item 18.2.3 na NBR 6118:2023



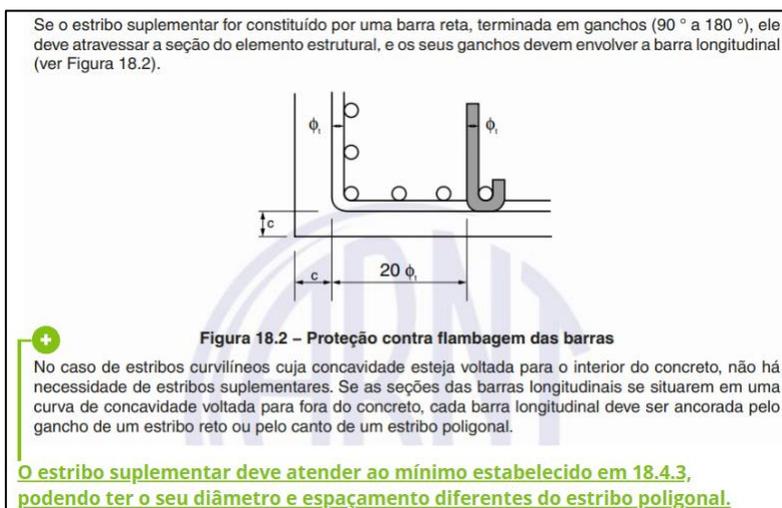
Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.29. Complementação do item 18.2.4

No item 18.2.4 da NBR 6118:2014 é tratado sobre as armaduras de proteção contra flambagem das barras de estruturas de concreto armado e é apresentado quando devem ser utilizados e as especificações para os estribos suplementares.

Na Figura 32 é apresentado o texto da norma de 2014, com o complemento que será feito ao item, a fim de deixar claro que o estribo suplementar deverá atender ao mínimo estabelecido em norma, mas não necessita possuir as mesmas especificações dos estribos poligonais para o diâmetro e espaçamento.

Figura 32 – Complementação do item 18.2.4 da NBR 6118:2014

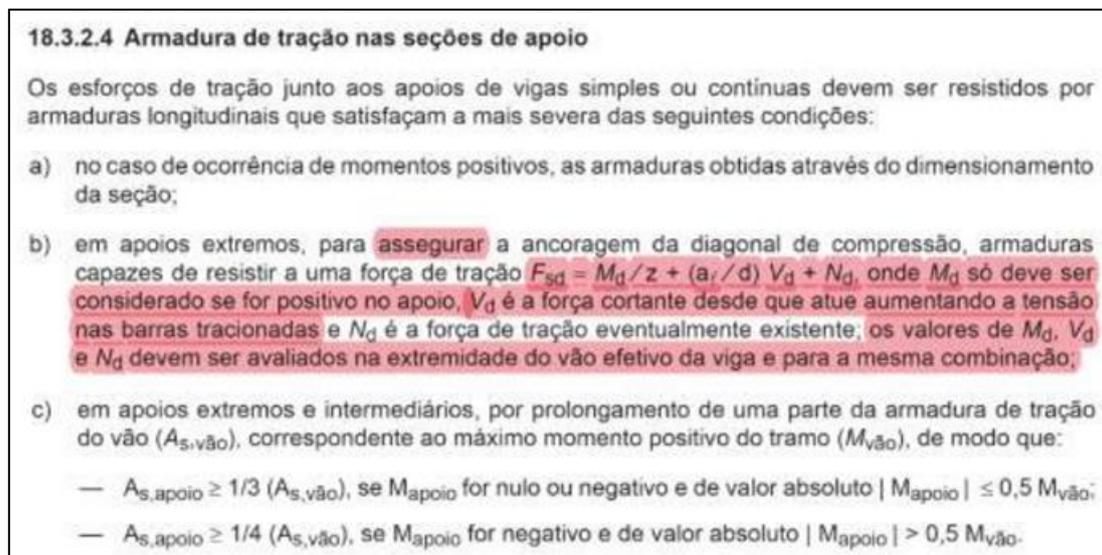


Fonte: ABNT NBR 6118:2014 – Adaptado

2.30. Complementação do item 18.3.2.4

Na atualização da norma em 2023, o item 18.3.2.4 terá uma complementação na letra “b”, como apresentado na Figura 33, a fim de que sejam considerados os efeitos devido ao momento positivo no cálculo da força de tração, além da cortante e da normal, já consideradas na versão de 2014.

Figura 33 – Atualização do texto do item 18.3.2.4



Fonte: Alto QI, 2023.

2.31. Complementação do item 18.3.6

Na edição de 2014 da norma o item 18.3.6 determinava apenas que deveria ser utilizada a armadura de suspensão em alguns casos, mas não especificava como seria essa utilização, como mostrado na Figura 34.

Figura 34 – Texto do item 18.3.6 da Norma 6118:2014

18.3.6 Armadura de suspensão

Nas proximidades de cargas concentradas transmitidas à viga por outras vigas ou elementos discretos que nela se apoiem ao longo ou em parte de sua altura, ou fiquem nela pendurados, deve ser colocada armadura de suspensão.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014

Já na edição de 2023, o item 18.3.6 trouxe o texto já existente somado a um detalhamento de como deve ser utilizada a armadura de suspensão no caso de vigas não penduradas, como apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Texto do item 18.3.6 da Norma 6118:2023

18.3.6 Armadura de suspensão

Nas proximidades de cargas concentradas transmitidas à viga por outras vigas ou elementos discretos que nela se apoiem ao longo ou em parte de sua altura, ou fiquem nela pendurados, deve ser colocada armadura de suspensão.

A armadura de suspensão deve ser somada à armadura de cisalhamento devida à força cortante e/ou ao momento torsor.

No caso de vigas não penduradas, a armadura de suspensão pode ser disposta na viga de apoio e na viga apoiada. Na viga de apoio, deve ser posto um mínimo de 75 % da armadura calculada do tirante, em uma extensão máxima equivalente a $h_{\text{viga apoio}}$, considerada a metade desta altura para cada um dos lados, a partir do ponto de cruzamento. Na viga apoiada deve ser posto um máximo de 25 % da armadura calculada do tirante, em uma extensão máxima equivalente a $h_{\text{viga apoiada}}$, considerada a metade para cada um dos lados, a partir do ponto de cruzamento. Caso a viga apoio e/ou a viga apoiada não se estender além do ponto de cruzamento, toda a armadura deve ser posta na extensão máxima correspondente a $h_{\text{viga}} / 2$.

No caso de vigas não penduradas com faces superiores coincidentes, pode ser aplicado um fator de redução da carga de suspensão dado por $(1 - h_d / h_{\text{viga apoio}})$, onde h_d é a diferença de nível medida entre as faces inferiores das vigas, e $h_{\text{viga apoio}}$ é a altura da viga de apoio.

Define-se uma situação de viga pendurada quando a face inferior da viga apoiada está abaixo da face inferior da viga de apoio.

Fonte: Kimura, 2023.

2.32. Limitação do τ_{Rd} no item 19.4.1

No item 19.4.1 foi fixado um limite para o valor da tensão resistente de cálculo do concreto ao cisalhamento (τ_{rd}) que é igual ao valor referente a um concreto com resistência característica de 60 MPa, como mostra a Figura 36.

Figura 36 – Adição do limite a tensão resistente de cálculo no item 19.4.1

Sendo a força cortante resistente de cálculo dada por:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d$$

onde

$$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd}$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,inf} / \gamma_c$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d}, \text{ não maior que } |0,02|,$$

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c$$

k é um coeficiente que tem os seguintes valores:

- para elementos onde 50 % da armadura inferior não chega até o apoio: $k = |1|$;
- para os demais casos: $k = |1,6 - d|$, não menor que $|1|$, com d em metros;

τ_{Rd} é a tensão resistente de cálculo do concreto ao cisalhamento. O seu valor deve ser limitado ao correspondente a uma resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) igual a 60 MPa.

A_{s1} é a área da armadura de tração que se estende até não menos que $d + \ell_{b,nec}$ além da seção considerada, com $\ell_{b,nec}$ definido em 9.4.2.5 e na Figura 19.1;

b_w é a largura mínima da seção ao longo da altura útil d ;

N_{Sd} é a força longitudinal na seção devida à protensão ou carregamento (a compressão)

Fonte: Kimura, 2023.

2.33. Complementação do item 19.5.3.2

No item 19.5.3.2 da NBR 6118:2023 serão adicionados limites aos valores da taxa geométrica de armadura de flexão aderente (ρ) e a altura útil da laje ao longo do contorno crítico c' da área de aplicação da força. Os limites a serem aplicados serão $\rho \leq 0,02$ e $(1 + \sqrt{20/d}) \leq 2$.

Além desses limites, será adicionado a esse item o cálculo da tensão inicial do concreto ao nível do baricentro da armadura de protensão, devido a protensão simultânea de n cabos, Figura 37.

Figura 37 – Verificação adicional do item 19.5.3.2 na versão de 2023

A tensão σ_{cp} gerada pela força axial deve ser calculada conforme a seguir:

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,x} + \sigma_{cp,y}}{2} \leq 3,5 \text{ MPa}$$

sendo

$$\sigma_{cp,x} = \frac{N_{Sd,x}}{A_c}; \sigma_{cp,y} = \frac{N_{Sd,y}}{A_c}$$

onde

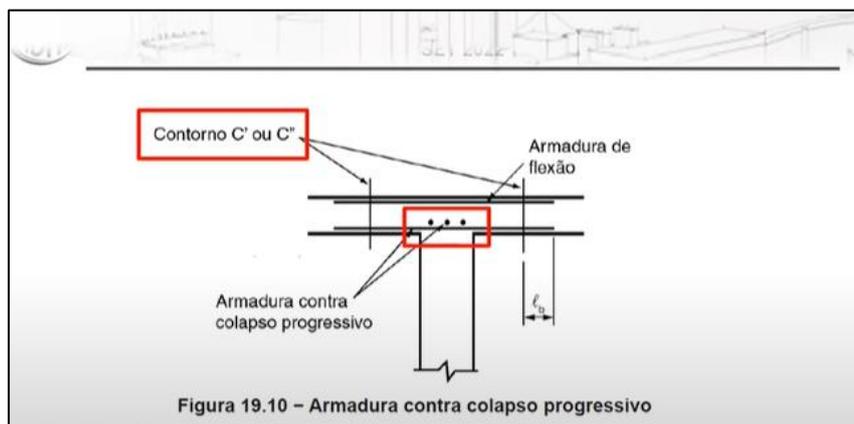
$N_{Sd,x}; N_{Sd,y}$ são as forças axiais de compressão, devidas, por exemplo, à protensão, atuantes no contorno C' . O efeito favorável da compressão deve considerar as perdas de protensão e as perdas devidas às restrições axiais. Os valores de $N_{Sd,x}$ e $N_{Sd,y}$ devem ser determinados por modelos que levem em conta a real distribuição da protensão na seção transversal considerada da laje como um todo.

Fonte: Kimura, 2023.

2.34. Complementação figura 19.10

A figura 19.10 da NBR 6118:2014 teve melhorias em sua apresentação, Figura 38, detalhando melhor que a armadura contra o colapso progressivo deve estar presente nas duas direções da laje e a ancoragem considerada a partir dos contornos C' e C''.

Figura 38 – Melhorias na figura 19.10 na norma de 2023

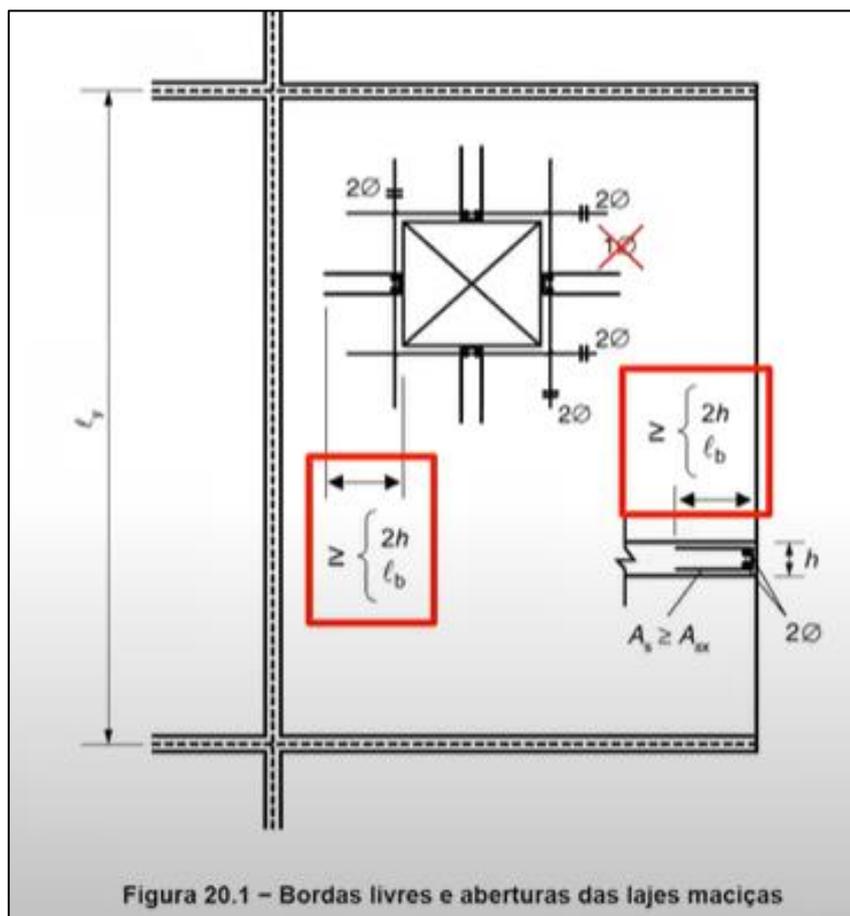


Fonte: Kimura, 2023.

2.35. Ajuste de valores na figura 20.1

Na versão de 2023 da norma os comprimentos das armaduras, próxima de furos ou bordas livres, foram ajustados, como mostra a Figura 39

Figura 39 – Figura 20.1 da NBR 6118:2023



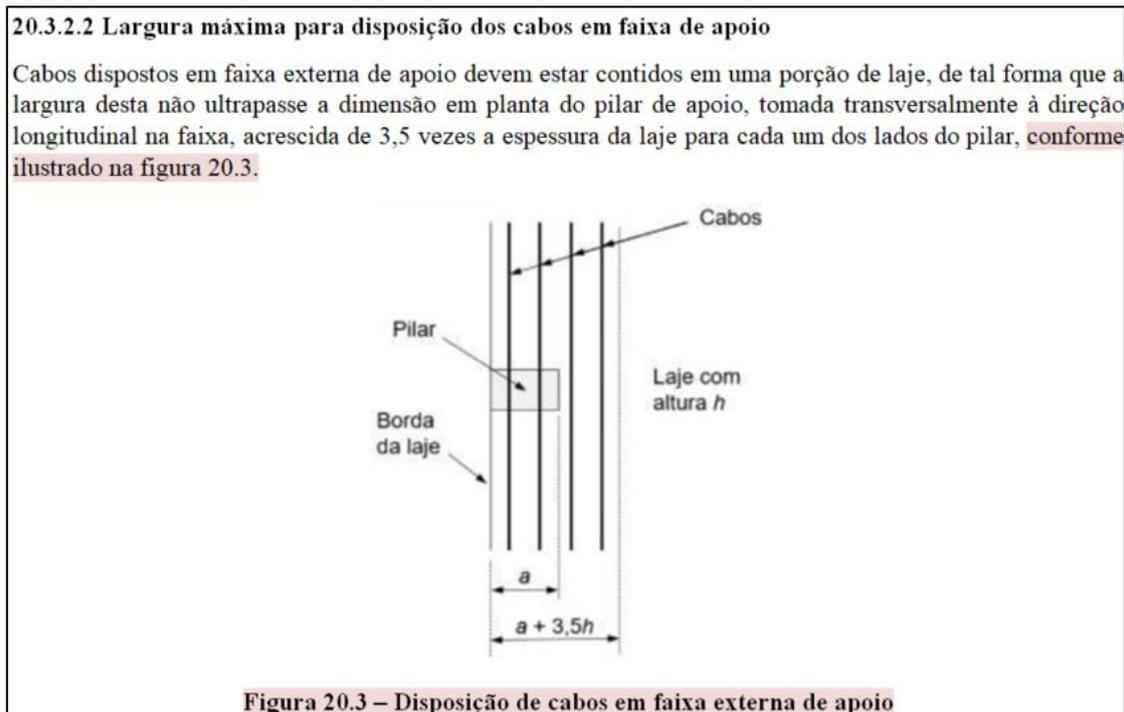
Fonte: Kimura, 2023.

Esse ajuste alterou apenas o comprimento mínimo das armaduras, que antes era um somatório de duas vezes a altura mais o comprimento de ancoragem, e agora passou a ser o maior entre duas vezes a altura e o comprimento de ancoragem.

2.36. Complementação do item 20.3.2.2

O item 20.3.2.2 foi melhorado na versão da norma de 2023 com a adição de uma imagem para ilustrar o conceito explicitado no texto, a fim de garantir a correta interpretação do que está sendo apresentado, como mostra a Figura 40.

Figura 40 – Complementação do item 20.3.2.2

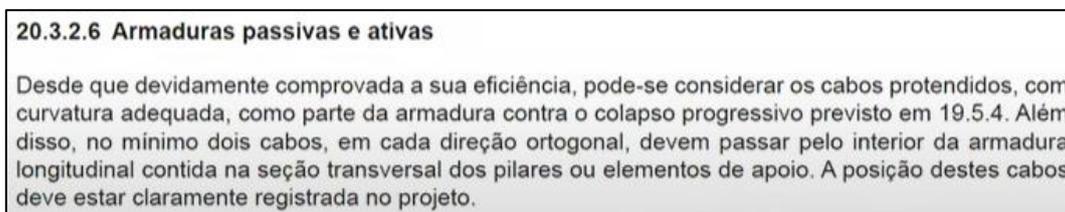


Fonte: Alto QI, 2023 - Adaptado.

2.37. Alteração do texto do item 20.3.2.6

No item 20.3.2.6 da norma é tratado sobre as armaduras passivas e ativas em lajes protendidas e, no texto apresentado na norma de 2023, foi especificado que, caso seja comprovado a eficiência, os cabos protendidos podem ser considerados como parte da armadura contra o colapso progressivo, como mostra o texto da norma expresso na Figura 41.

Figura 41 – Texto atualizado do item 20.3.2.6 na NBR 6118:2023



Fonte: Kimura, 2023.

2.38. Complementação do item 20.4

Na versão da norma de 2014, o item 20.4 trazia no próprio item as imagens que ilustravam a região a ser considerada a armadura de punção. Já na versão de 2023, o

item passou a se referir as figuras 19.8 e 19.9 da norma, que se referem as superfícies críticas, e houve uma complementação no texto especificando que na ausência de normas específicas para a resistência, dimensões e a ancoragem dos conectores deverão ser executados ensaios para comprovar o desempenho da estrutura dimensionada, como mostra a Figura 42.

Figura 42 - Modificações no item 20.4 da norma

20.4 Armaduras de punção

Quando necessárias, as armaduras para resistir à punção devem ser constituídas por estribos verticais ou conectores (*studs*), com preferência pela utilização destes últimos.

A resistência, as dimensões e a ancoragem dos conectores (*studs*), na ausência de Norma específica, devem ter desempenho comprovado por meio de ensaios que considerem todos os efeitos gerados pela punção.

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ da laje e deve haver contato mecânico das barras longitudinais com os cantos dos estribos.

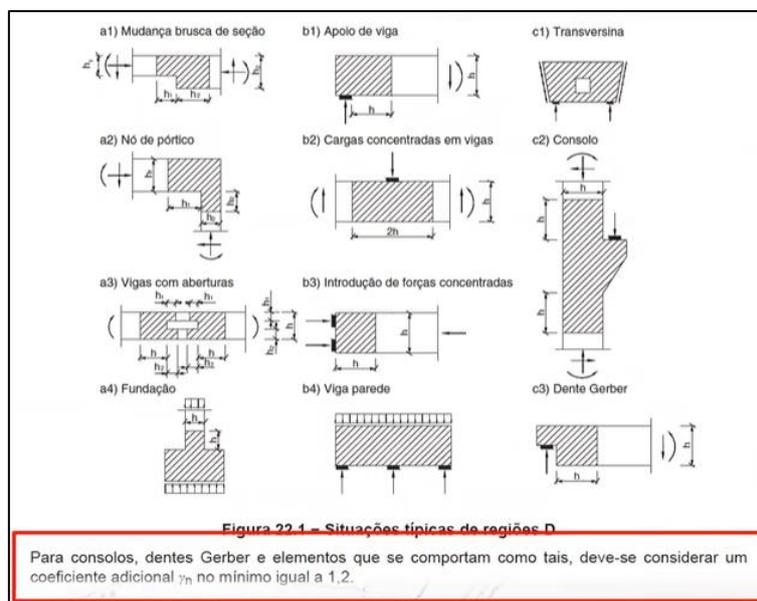
As regiões mínimas em que devem ser dispostas as armaduras de punção, bem como as distâncias regulamentares a serem cumpridas, estão nas Figuras 19.8 e 19.9.

Fonte: Alto QI, 2023.

2.39. Complementação do item 22.2

Na versão da norma de 2014 a majoração das solicitações de cálculo pelo coeficiente γ_n não era detalhada. Já na versão de 2023 foi explicitado no texto que a majoração deverá ser feita para consolos, dentes Gerber e elementos semelhantes, como mostra a Figura 43.

Figura 43 - Complementação do texto do item 22.2 na NBR 6118:2023

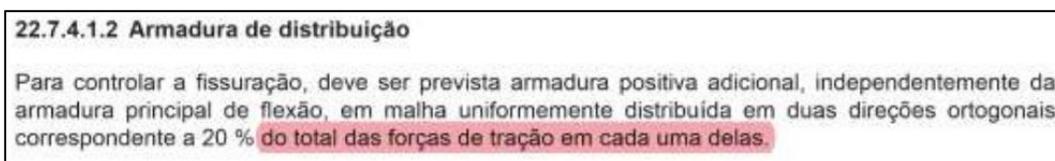


Fonte: Kimura, 2023.

2.40. Complementação do item 22.7.4.1.2

No item 22.7.4.1.2 foi realizada apenas uma melhoria no texto a fim de facilitar a interpretação e removida a nota que permitia a redução dessa armadura quando justificado o controle das fissuras entre as armaduras principais, como mostra a Figura 44.

Figura 44 - Melhoria no texto do item 22.7.4.1.2

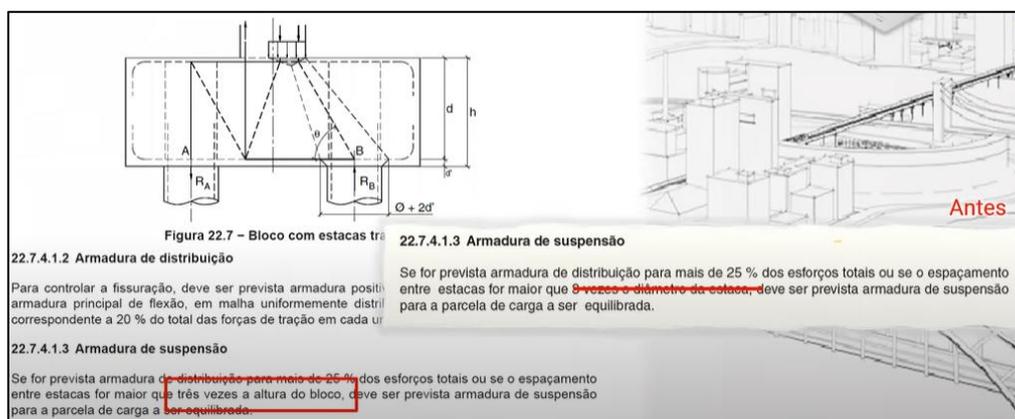


Fonte: Alto QI, 2023.

2.41. Ajuste no item 22.7.4.1.3

No item 22.7.4.1.3 era especificado que a armadura de suspensão deveria ser prevista para a parcela de carga a ser equilibrada em duas situações: se for prevista armadura de distribuição para mais de 25% dos esforços totais ou se o espaçamento entre estacas fosse maior que três vezes o diâmetro da estaca. Contudo, foi constatado pelo comitê de atualização da norma que o correto seria considerar o espaçamento entre estacas de três vezes a altura do bloco e não três vezes o diâmetro da estaca, sendo feita a correção do texto na versão de 2023, como mostra a Figura 45.

Figura 45 - Correção no texto do item 22.7.4.1.3

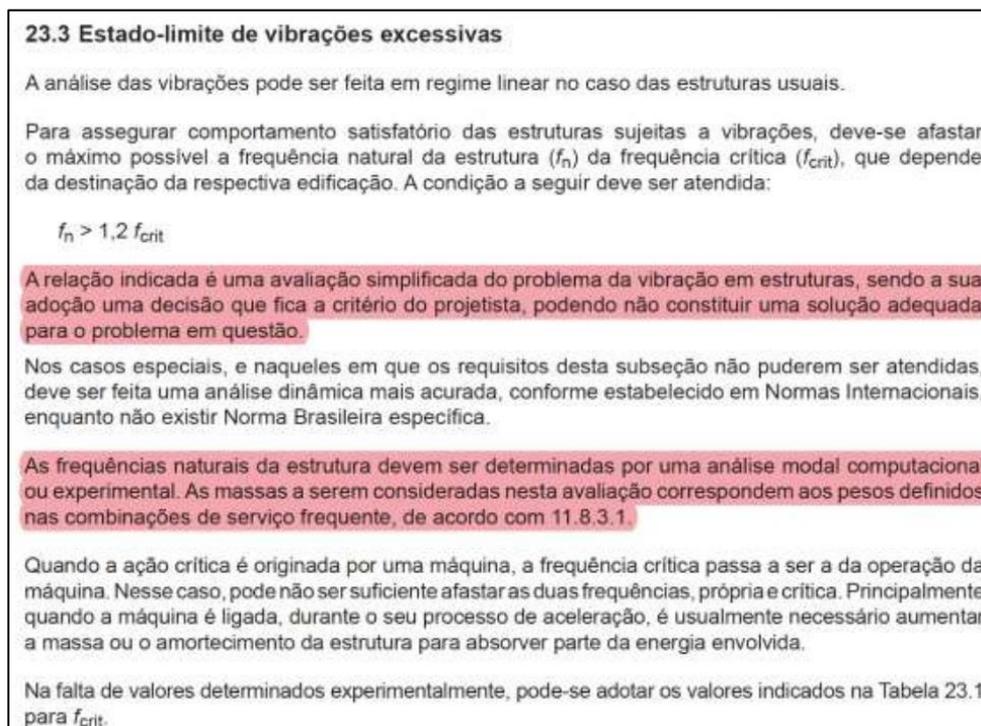


Fonte: Kimura, 2023.

2.42. Complementação do item 23.3

No item 23.3 da norma foi feita uma melhoria na redação do texto da versão de 2014 para de 2023, como mostra a Figura 46. Contudo, a metodologia e conceitos permanecem os mesmos.

Figura 46 - Modificações no texto do item 23.3



Fonte: Alto QI, 2023.

2.43. Modificação do texto do item 23.5.3

No item 23.5.3 foi constatado, por meio de estudos, que para o modelo II o valor da parcela de força cortante suportada pelo concreto (V_c) não necessita ser reduzido para metade. Sendo assim, na versão de 2023 o texto foi corrigido para manter o valor total de V_c , como mostrado na Figura 47.

Figura 47 - Correção do texto do item 23.5.3



O cálculo das tensões decorrentes de flexão composta pode ser feito no estágio II, onde é desprezada a resistência à tração do concreto.

O cálculo das tensões decorrentes da força cortante em vigas deve ser feito pela aplicação dos modelos I ou II, conforme 17.4.2.2 e 17.4.2.3, respectivamente, com redução da contribuição do concreto, como a seguir:

- no modelo I, o valor de V_c deve ser multiplicado pelo fator redutor 0,5;
- no modelo II, a inclinação das diagonais de compressão, θ , deve ser corrigida pela equação:

$$tg\theta_{cor} = \sqrt{tg\theta} \leq 1$$

devendo-se adotar:

- $\gamma_f = 1,0$
- $\gamma_c = 1,4$
- $\gamma_s = 1,0$

O cálculo das tensões decorrentes da força cortante em vigas deve ser feito pela aplicação dos modelos I ou II, conforme 17.4.2.2 e 17.4.2.3, respectivamente, com redução da contribuição do concreto, como a seguir:

- no modelo I, o valor de V_c deve ser multiplicado pelo fator redutor 0,5;
- no modelo II, o valor de V_c ~~deve ser multiplicado pelo fator redutor 0,5~~ e a inclinação das diagonais de compressão, θ , deve ser corrigida pela equação:

$$tg\theta_{cor} = \sqrt{tg\theta} \leq 1$$

Antes

Fonte: Kimura, 2023.

2.44. Alteração da tabela 23.2

Na versão de 2023 da norma a tabela 23.2 foi melhorada por especialistas, fazendo alusão a ABNT NBR 7478:2021 para justificar os valores apresentados, como mostra a Figura 48.

Figura 48 - Tabela 23.2 atualizada na versão de 2023 da norma

Tabela 23.2 – Parâmetros para as curvas S-N (Woeller) para os aços dentro do concreto ^a									
Armadura passiva, aço CA-50									
Valores de $\Delta f_{sd,fad,min}$, para 2×10^6 ciclos									
MPa									
Caso	ϕ								Tipo ^b
	mm								
	10	12,5	16	20	22	25	32	40	
Barras retas ou dobradas com $D^c \geq 25\phi$	190	190	190	185	180	175	165	150	T ₁
Barras dobradas ou estribos ^{d, e} com $D < 25\phi$									T ₁
$D_{min} = 8\phi$, para $\phi \geq 20$ mm	105	105	105	105	100	95	90	85	
$D_{min} = 5\phi$, para $\phi < 20$ mm	90	90	90	-	-	-	-	-	
$D_{min} = 8\phi$, para $\phi \leq 10$ mm	85	-	-	-	-	-	-	-	
Ambiente marinho ^e Classe IV	110	110	110	110	110	110	110	110	T ₄
Barras soldadas ^e (incluindo solda por ponto ou das extremidades) e conectores mecânicos	85	85	85	85	85	85	85	85	T ₄
Armadura ativa, para aços CP-190 RB e CP-210 RB									
Caso	Valores $\Delta f_{sd,fad,min}$, para 2×10^6 ciclos								
	MPa								
Pré-tração (com fios retos ou cordoalhas retas)	150								T ₁
Pós-tração aderente:									
- Cabos retos ou Cabos curvos em bainhas plásticas	140								T ₇
- Cabos curvos em bainhas metálicas	110								T ₆
- Dispositivos de emenda	70								T ₅
^a	Admite-se, para certificação de processos produtivos, justificar os valores desta Tabela em ensaios de barras ao ar. Esses valores devem ser calculados de acordo com a ABNT NBR 7478.								
^b	Ver tabela 23.3.								
^c	D é o diâmetro do pino de dobramento.								
^d	Valores obtidos pela multiplicação do fator redutor ξ em função do diâmetro do pino de dobramento D e do diâmetro da barra ϕ , sendo $\xi = 0,35 + 0,26 D/\phi$.								
^e	A maioria das curvas S-N intercepta a curva da barra reta correspondente. Nesses casos, a resistência á fadiga da barra reta é válida para números de ciclos menor do que o ponto de intersecção.								

Fonte: Kimura, 2023 - Adaptado.

2.45. Modificações de nomenclatura no anexo A.2.2.3

No anexo A.2.2.3 da NBR 6118 não foi feita nenhuma modificação processual nos cálculos, o que ocorreu foi um ajuste nas nomenclaturas dos termos para diferenciação das espessuras determinadas, como mostra a Figura 49.

Figura 49 - Itens modificados no anexo A.2.2.3

$\varphi_{fs} = \varphi_{1c} \cdot \varphi_{2c}$ é o valor final do coeficiente de deformação lenta irreversível para concretos de classes C20 a C45;

$\varphi_{fs} = 0,45 \cdot \varphi_{1c} \cdot \varphi_{2c}$ é o valor final do coeficiente de deformação lenta irreversível para concretos de classes C50 a C90;

φ_{1c} é o coeficiente dependente da umidade relativa do ambiente U , expressa em percentagem (%), e da consistência do concreto, dada pela Tabela A.1;

φ_{2c} é o coeficiente dependente da espessura fictícia h e da espessura fictícia ponderada h_{fic} , expressa em metros (m), sendo γ definido na Tabela A.1. Para valores de h fora do intervalo $(0,05 \leq h \leq 1,6)$, adotam-se os valores extremos correspondentes;

Define-se como espessura fictícia o seguinte valor:

$$h_{fic} = \frac{2A_c}{u_{ar}}$$

onde

h_{fic} é a espessura fictícia, expressa em centímetros (cm) (A.2.4);

$\beta_r(t)$ ou $\beta_r(t_0)$ é o coeficiente relativo à deformação lenta irreversível, função da idade do concreto (ver Figura A.2);

φ_{dc} é o valor final do coeficiente de deformação lenta reversível que é considerado igual a 0,4;

$\beta_d(t)$ é o coeficiente relativo à deformação lenta reversível função do tempo $(t - t_0)$ decorrido após o carregamento.

Fonte: Kimura, 2023

2.46. Atualizações futuras

Durante o período de consulta nacional da norma, foram enviadas aproximadamente 250 sugestões junto com os votos, estas sugestões foram pauta da reunião especial para análise dos votos e foi acordado entre todos os presentes que o texto da norma estava aprovado para publicação e que estas alterações seriam incluídas na norma caso aprovadas por meio de emendas a serem realizadas após a publicação para inserção dos itens aprovados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nova versão da NBR 6118 não trará mudanças bruscas em suas diretrizes e conceitos, mas irá esclarecer muito itens aos engenheiros e solucionar dúvidas que o texto da versão anterior deixava nos que utilizam a norma.

É importante lembrar que toda norma está em constante evolução e que para que ela atenda ao mercado é necessário que as atualizações sejam feitas periodicamente, sem permitir que a versão vigente não contemple todos os materiais, técnicas e conhecimentos que o meio acadêmico e o mercado tem a oferecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTO QI. **Guia Completo NBR 6118 2023**. Disponível em: <<https://altoqi.com.br/conteudos-gratuitos/guia-completo-nbr-6118-2023>>. Acesso em: 14 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16935**: Projeto de estruturas de concreto reforçado com fibras — Procedimento. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7197**: Projeto de estruturas de concreto protendido. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7478**: Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7483**: Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido — Especificação. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7482**: Fios de aço para estruturas de concreto protendido — Especificação. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

CARVALHO, R. C. **Palestra: Mudanças da NBR 6118 versão 2014 / versão 2023**. [S.I.], 2023.

FIB INTERNATIONAL. **Fib Model Code 2010 for Concrete Structures**. Lausanne, 2010.

KIMURA A. E. **Bate-Papo - ABNT NBR 6118:2023-Processo De Revisão, Principais Alterações E Futuros Trabalhos.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bozW89tFVmQ>>. Acesso em: 13 mai. 2023.