

Carga de Longa Duração nas Estruturas de Concreto ou Efeito Rüsç



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Paulo Helene

Diretor PhD Engenharia
Presidente de Honor ALCONPAT
Prof. Titular Universidade de São Paulo USP
Member fib(CEB-FIP) Service Life of Concrete Structures
Diretor e Conselheiro Permanente Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON

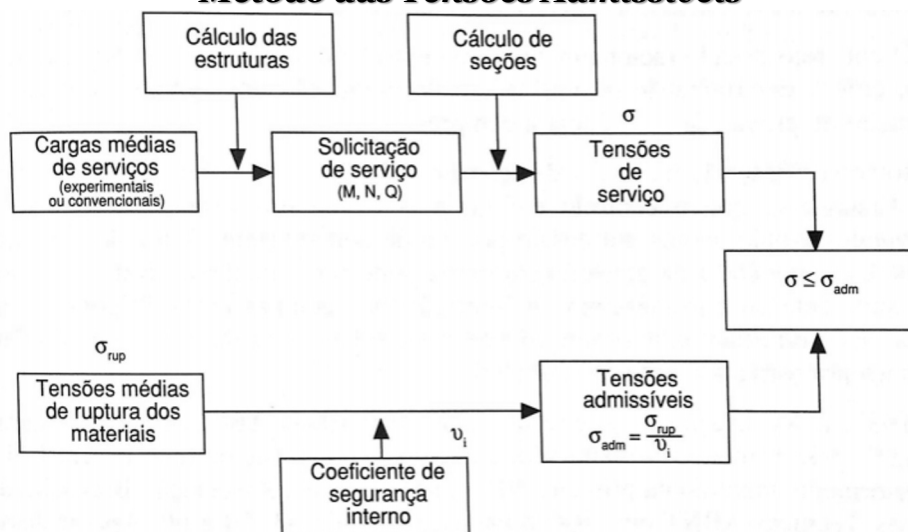
Instituto de Engenharia

11 de Setembro de 2014

São Paulo

1

Ações e segurança nas estruturas Método das Tensões Admissíveis



Critério adotado pelo Regulamento para Construções em Concreto Armado ABC (1931).
HELENE, Paulo & TERZIAN, Paulo. Manual de Dosagem e Controle do Concreto. São Paulo, PINI / SENAI, 1993. 189p.

2

Cimento armado NB-1 1931

• Resistência dos concretos – solicitações limites

Dosagem arbitrária				
Consumo de cimento (kg/m³)	Cimento normal		Super-cimento	
	Pilares com cargas axiais (kg/cm²)	Em geral	Pilares com cargas axiais	Em geral
300	40	45	50	55
350	45	50	55	60
400	50	55	60	65

Nos casos de variação de temperatura, contração, ventos, esforços dinâmicos, frenagem, empuxos, etc. e vigas em T nas zonas de momentos negativos, as solicitações poderão ser majoradas de 20%.

3

Cimento armado NB-1 1931

• Resistência dos concretos – solicitações limites

Dosagem racional					
Pilares com cargas axiais			Em geral		
cubo	cilindro	prisma	cubo	cilindro	prisma
$\sigma_c = R_{c28}/4 \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c = R_{c28}^I/3,6 \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c = R_{c28}^{II}/6,8 \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c = R_{c28}/3 \leq 65 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c = R_{c28}^I/2,7 \leq 65 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c = R_{c28}^{II}/5,1 \leq 65 \text{ kg/cm}^2$

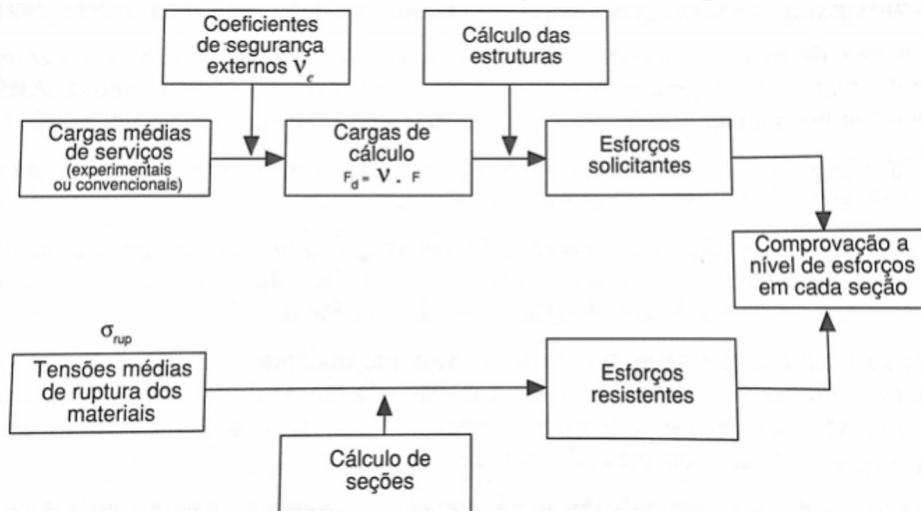
R_{c28} = resistência limite de ruptura após 28 dias.

Nos casos de variação de temperatura, contração, ventos, esforços dinâmicos, frenagem, empuxos, etc. e vigas em T nas zonas de momentos negativos, as solicitações poderão ser majoradas de 20%.

4

Ações e segurança nas estruturas

Método de Cálculo no Regime de Ruptura



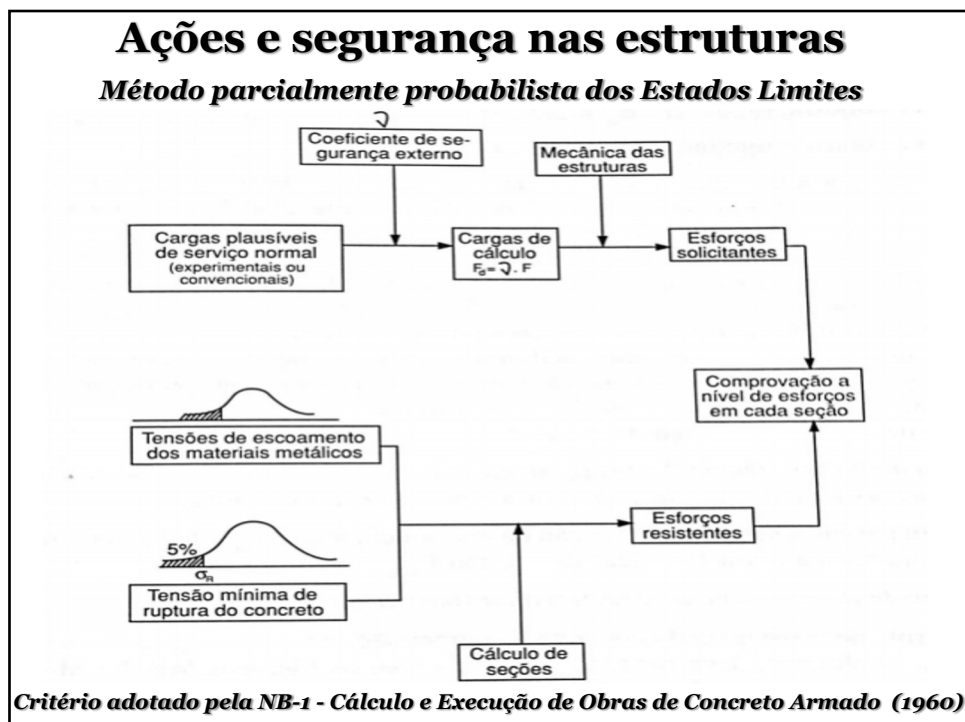
Critério adotado pela Norma para Execução e Cálculo de Concreto Armado – ABCP (1937) e mantido na NB-1 (1940 a 1950)

5

ABNT NB1:1940

Tensões admissíveis				
Concreto Resistência mínima de 125kg/cm² aos 28dias	Dosagem empírica	Compressão axial ou flexão composta	≤ 40 kg/cm²	
		Flexão simples ou composta	≤ 45 kg/cm²	
		Cisalhamento	≤ 14 kg/cm²	
	Dosagem racional	Compressão axial ou flexão composta	≤ 60 kg/cm²	
		Flexão simples ou composta	≤ 75 kg/cm²	
		Cisalhamento ($\sigma_c \geq 150\text{kg/cm}^2$)	≤ 16 kg/cm²	
Aço	37 CA	Compressão axial ou flexão composta	≤ 1200 kg/cm²	
	50 CA		≤ 1500 kg/cm²	
	37 CA	Flexão simples ou composta	≤ 1500 kg/cm²	
	50 CA		≤ 1800 kg/cm²	
	Aderência ao concreto			≤ 6 kg/cm²

6



7

ABNT NB1:1960

Coeficientes de segurança		v
Flexão simples ou composta	Cargas permanentes e para cargas acidentais definidas na NB-5, retração e temperatura	1,65
	Demais cargas acidentais	2
Compressão axial e tração axial*	Cargas permanentes e para cargas acidentais definidas na NB-5, retração e temperatura	2
	Demais cargas acidentais	2,4
Proteção adicional contra a ação de álcalis, ácidos, águas agressivas, etc.		x 1,2
*Pilares com seções compostas de retângulos e largura < 20cm		x 1,3

8

ABNT NB1:1960

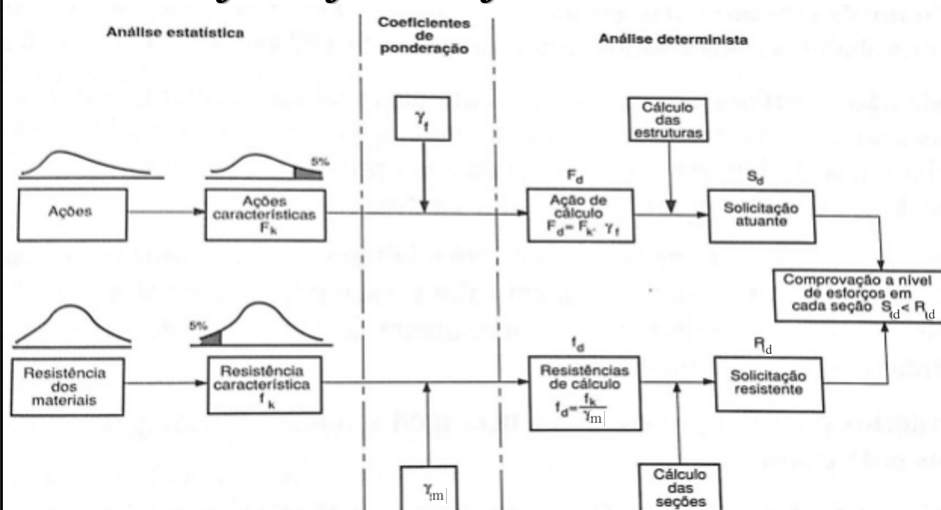
Solicitação	Material	Tensões admissíveis	
Flexão simples ou composta*	Concreto	$\sigma_c = \sigma_R/2 \leq 110\text{kg/cm}^2 \rightarrow 90\text{kg/cm}^2 < \sigma_R < 150\text{kg/cm}^2$	
	Aço	aço 37-CA	$\sigma_t = 1500\text{kg/cm}^2$
		aço 50-CA	$\sigma_t = 1800\text{kg/cm}^2$
		aço CA-T 40	$\sigma_t = 2400\text{kg/cm}^2$
		aço CA-T 50	$\sigma_t = 3000\text{kg/cm}^2$
Estados múltiplos de tensões	Aço	Armadura calculada para resistir a todos os esforços de tração	$\sigma_I \leq \begin{cases} \sigma_R/7,5 \\ 25\text{kg/cm}^2 \end{cases} \quad \sigma_{II} \leq \sigma_R/2,5 - 2\sigma_I$
		Armadura insuficiente para resistir a todos os esforços de tração	$\sigma_I \leq \begin{cases} \sigma_R/25 \\ 8\text{kg/cm}^2 \end{cases} \quad \sigma_{II} \leq \sigma_R/2,5 - 5\sigma_I$
Aderência	Concreto/aço	Barras lisas	$\sigma_R/25 \leq 8\text{kg/cm}^2$
		Barras lisas torcidas	$\sigma_R/20 \leq 10\text{kg/cm}^2$
		Barras com mossas ou saliências, torcidas ou não	$\sigma_R/16 \leq 12\text{kg/cm}^2$

* Proteção adicional contra a ação de álcalis, ácidos, águas agressivas, etc.

/1,2

9

Ações e segurança nas estruturas Método semi probabilista – ABNT NBR6118:2014 Partial factor format – fib Model Code 2010



**Sequência para dimensionamento de estruturas pelo método semi probabilista
(ABNT NBR 6118:1978)**

10

ABNT NB1:1978

$\gamma_c = 1,4$

$\gamma_c = 1,3$ (pré-moldados)

$\gamma_c = 1,5$ (execução em condições desfavoráveis – concentração de armaduras)

$\gamma_s = 1,15$

$\gamma_s = 1,25$ (quando não for realizado controle de qualidade)

x 1,2 para peça exposta à agentes externos (ácidos, álcalis, águas agressivas, óleos e gases nocivos).

χ (coef. combinação de solicitações) = 0,7 (edifícios)

$\chi = 0,5$ (demais estruturas)

11

ABNT NBR 6118:2003

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	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

12

ABNT NBR 6118:2003

Tabela 11.2 – Valores do coeficiente γ_{f2}

Ações		γ_{f2}		
		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas acidentais de edifícios	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos/elevada concentração de pessoas	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos/elevada concentração de pessoas	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Excepcionais	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

13

ABNT NBR 6118:2003

Tabela 12.1 – Valores dos coeficientes γ_c e γ_s

Combinações	Concreto γ_c	Aço γ_s
Normais	1,4	1,15
Especiais ou de construção	1,2	1,15
Excepcionais	1,2	1,0

Tabela 13.1 – Valores do coeficiente adicional γ_n (pilares)

b cm	≥ 19	18	17	16	15	14	13	12
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35

NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo nos pilares, quando de seu dimensionamento.

14

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br

11-2501-4822 / 23
11-7881-4014