

SEMINÁRIO SOBRE O
REGULAMENTO DE SEGURANÇA E
ACÇÕES PARA ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS
E PONTES

BRAGA

1983

QUANTIFICAÇÃO DAS ACCÕES - ACCÃO DA NEVE - ELEMENTOS PARA A SUA QUANTIFICAÇÃO

por José Luís Barroso de Aguiar *

RESUMO: Descreve-se a forma como o Regulamento de Segurança e Accões para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAREP) considera a acção da neve e a quantifica. Compara-se com a forma de considerar e quantificar a referida acção pelo Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes (RSEP), agora revogado. Apresentam-se exemplos elucidativos sobre a forma de calcular o esforço actuante em coberturas de edifícios, considerando as várias acções em causa, determinadas conforme indica o RSAREP.

1. Zonamento do território

O Regulamento de Segurança e Accões para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAREP) considera a acção da neve nos mesmos distritos que o Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes (RSEP) ou seja Viana do Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Aveiro, Viseu, Guarda, Coimbra, Leiria, Castelo Branco e Portalegre. Só é de adoptar nos locais com altitude igual ou superior a 200m.

Nos restantes distritos do continente e nos arquipélagos dos Açores e da Madeira não há que considerar a acção da neve. Na ilha da Madeira, nas zonas elevadas, tem que se considerar uma sobrecarga devida a acumulação de granizo. Não são for-

* Engenheiro Civil (OP), Assistente Estagiário de Materiais de Construção da UFF.

precisos dados acerca da quantificação desta sobrecarga.

Há uma diferença importante do RSEP para o novo Regulamento, pois não se considera qualquer acção devida à neve se a altitude do local, onde vai ser implantada a estrutura for inferior a 200m. No RSEP, agora revogado, adoptava-se um mínimo de 30kgf/m², em todos os distritos indicados e qualquer que fosse a inclinação da cobertura a dimensionar.

2. Quantificação da acção da neve

A acção da neve deve ser considerada como uma carga distribuída cujo valor característico, por metro quadrado em plano horizontal, S_k , é dado por:

$$S_k = \mu S_{ok}$$

Sendo:

S_{ok} - Valor característico, por metro quadrado, da carga da neve ao nível do solo.

μ - É um coeficiente que depende da forma da superfície sobre a qual se deposita a neve.

O valor característico S_{ok} calcula-se usando a seguinte fórmula:

$$S_{ok} = \frac{1}{400} (h - 50)$$

(KN/m²) (m)

em que:

h - altitude do local, em metros, arredondada às centenas.

A fórmula considerada no RSEP é:

$$P_n = \frac{H}{5} - 10$$

P_n - acção da neve em kgf/m² (de projecção horizontal)

H - altitude do local, em metros, aproximada às centenas

Adiante apresenta-se um exemplo em que se mostra a diferença entre a acção que se obtém quando se utiliza o RSAEFP e quando se usa o RSEP.

5- determinação do coeficiente μ

O coeficiente μ é calculado conforme se indica no anexo II do RSAEFP e depende da forma da superfície em estudo.

ANEXO II

Elementos para a quantificação da acção da neve

Quadro II-I
Coeficientes μ para coberturas isoladas

Forma da cobertura	β (graus)	Distribuição da carga	Valores de μ
	$0 \leq \beta \leq 30$		$\mu = 0,8$
	$30 < \beta < 60$		$\mu = 0,8 \frac{60 - \beta}{30}$
	$\beta \geq 60$		$\mu = 0$
	$0 \leq \beta \leq 15$		$\mu_1 = \mu_2 = 0,8$
	$15 < \beta \leq 30$		$\mu_1 = 0,8 \frac{15 - \beta}{30}$ $\mu_2 = 0,8$
	$30 < \beta < 60$		$\mu_1 = 1,2 \frac{60 - \beta}{30}$ $\mu_2 = 0,8 \frac{60 - \beta}{30}$
	$\beta \geq 60$		$\mu_1 = \mu_2 = 0$
	$0 \leq \beta \leq 30$		$\mu_1 = 0,8 \frac{20 - \beta}{20}$ $\mu_2 = 0,8 \frac{30 - \beta}{30}$
	$\beta > 30$		$\mu_1 = 2,0$ $\mu_2 = 0$
	$0 \leq \beta \leq 15$		$\mu = 0,8$
	$\beta > 15$		$\mu_1 = 2,0$ $\mu_2 = 0,8$

(*) Para efeitos práticos a condição $\beta \leq 15$ pode ser substituída por $1/b \leq 1/15$
(**) Deve considerar-se também a distribuição uniforme com $\mu = 0,8$

Quadro II-II
Coeficientes μ para coberturas múltiplas

Forma da cobertura	β (graus)	Distribuição da carga	Valores de μ
	$0 \leq \beta \leq 30$		$\mu_1 = 0,8 \frac{20 - \beta}{20}$ $\mu_2 = 0,8 \frac{30 - \beta}{30}$
	$\beta > 30$		$\mu_1 = 2,0$ $\mu_2 = 0$
	$0 \leq \beta \leq 30$		$\mu_1 = 0,8 \frac{20 - \beta}{20}$ $\mu_2 = 0,8 \frac{30 - \beta}{30}$
	$\beta > 30$		$\mu_1 = 2,0$ $\mu_2 = 0$

Nota-se uma substancial melhoria no tratamento da acção da neve pelo RSAEFP, pois no RSEP apenas se considerava genericamente a inclinação das coberturas. Indica-se a fórmula $p'_n = p_n \cos \alpha$, sendo α a inclinação da cobertura em relação à horizontal. Esta expressão era válida para valores de compressões entre 0° e 45° , tendo como valor mínimo $p'_n = 30 \text{ kgfm}^{-2}$, o qual também se adoptava em todos os casos em que $\alpha > 45^\circ$. Só se applicava a fórmula anterior se o deslizamento da neve não estivesse impedido.

Nas coberturas de várias vertentes diz o RSEP ser de considerar a possibilidade da actuação da neve apenas em algumas vertentes, desde que tal conduza a situação mais desfavorável. Portanto, como se vê pela quantidade de casos agora apontados, no RSAEFP, o anterior regulamento era muito vago e conduzia a muitas dúvidas e indefinições.

No novo Regulamento considerou-se, para além da inclinação das vertentes da cobertura, a forma como elas se dispõem o que, como é evidente, tem muita importância na forma de actuar da neve.

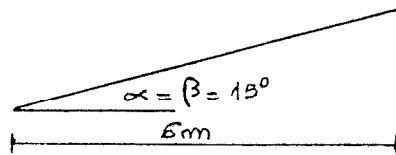
4. valores reduzidos da acção da neve

Os valores reduzidos da acção da neve são obtidos através dos seguintes coeficientes: $\gamma_0 = 0,6$, $\gamma_1 = 0,3$ e $\gamma_2 = 0$. Ou seja o valor de combinação é $0,6 \text{ Sk}$ o valor frequente é $0,3 \text{ Sk}$ e o valor quase permanente é nulo. Quer isto dizer que no caso da verificação da segurança em relação aos estados limites últimos que não envolvam perda de equilíbrio ou fadiga a acção da neve entra com 60% do seu valor característico se a acção variável de base não for a acção

sismica. Caso seja esta a acção variável de base não se considera simultaneidade com a neve. Toma-se como muito pouco provável a ocorrência de um sismo simultânea com a queda de neve.

5. Exemplos

5.1. Considerar uma cobertura, como se indica na figura, que faz parte de um edifício a implantar num local com altitude de 500m e situado no distrito de Braga. Calcular a acção da neve, a considerar, seguindo o RSAEEP e seguindo o RSEP. Comparar os resultados obtidos.



$$h=H=500m$$

Anexo II - $\mu=0,8$

$$s_k = \mu_s s_{ok} = \frac{0,8}{400} (500-50) = 0,9 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_n = p_n \cos \alpha = \left(\frac{500}{5} - 10 \right) \times \cos 15^\circ = 86,9 \text{ kgf/m}^2$$

$$1 \text{ KN} = 102 \text{ kgf}$$

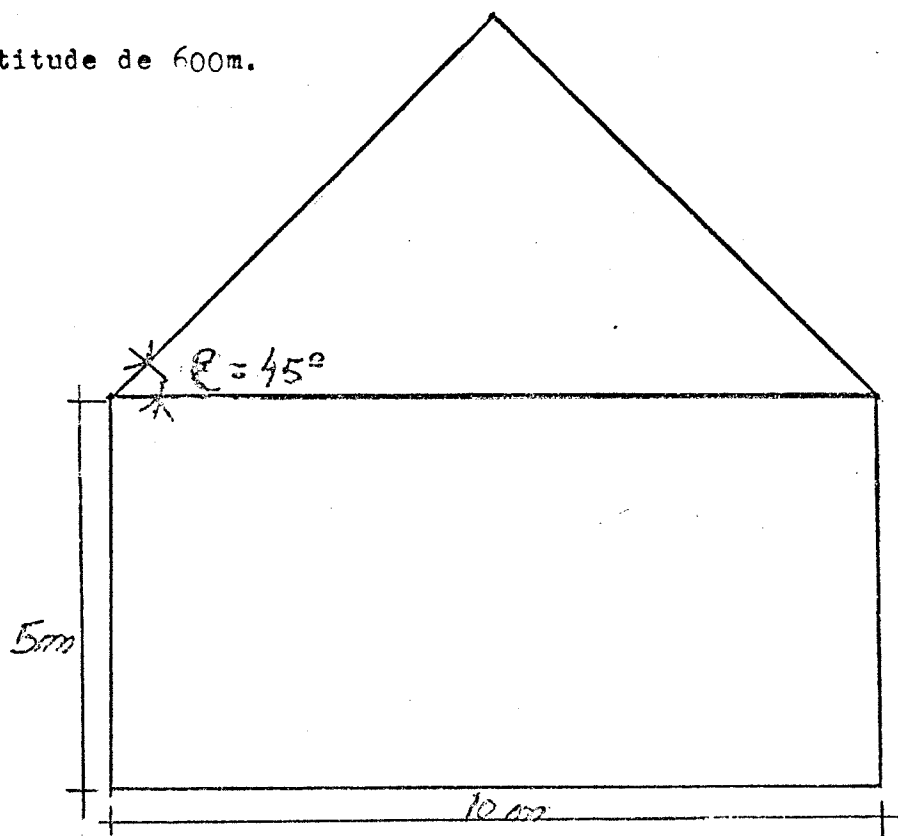
$$p'_n = 0,85 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{s_k}{p'_n} = 1,06$$

$$s_k = 1,06 p'_n$$

portanto a acção que se considera no RSAEEP, devida à neve é 6% superior à que se considerava no RSEP. É uma diferença pouco significativa. Mais importante é se, ainda para o mesmo exemplo, a inclinação fosse de 60°. Aí a nova regulamentação considera a acção característica da neve nula enquanto que o RSEP adoptava 30 kgf/m².

5.2. Considerar um edifício com a forma da figura. Determinar o valor de cálculo do esforço actuante, na cobertura, se esta for realizada por uma laje de betão armado com 0,15m de espessura. O edifício destina-se ao distrito de Castelo Branco e vai ser implantado num local com a altitude de 600m.



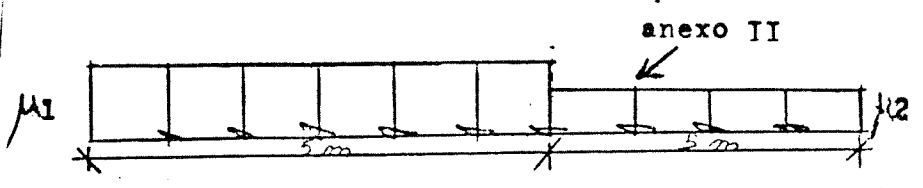
Acções permanentes:

$$\text{peso próprio} = 0,15 \times 25 / \cos 45^\circ = 5,303 \text{ kN/m}^2$$

Acção da neve:

$$S_{ok} = \frac{1}{400} (600 - 50) = 1,375 \text{ kN/m}^2$$

$$S_k = \mu S_{ok}$$



$$\mu_1 = 1.2 \frac{60 - \beta}{30} = 0.6$$

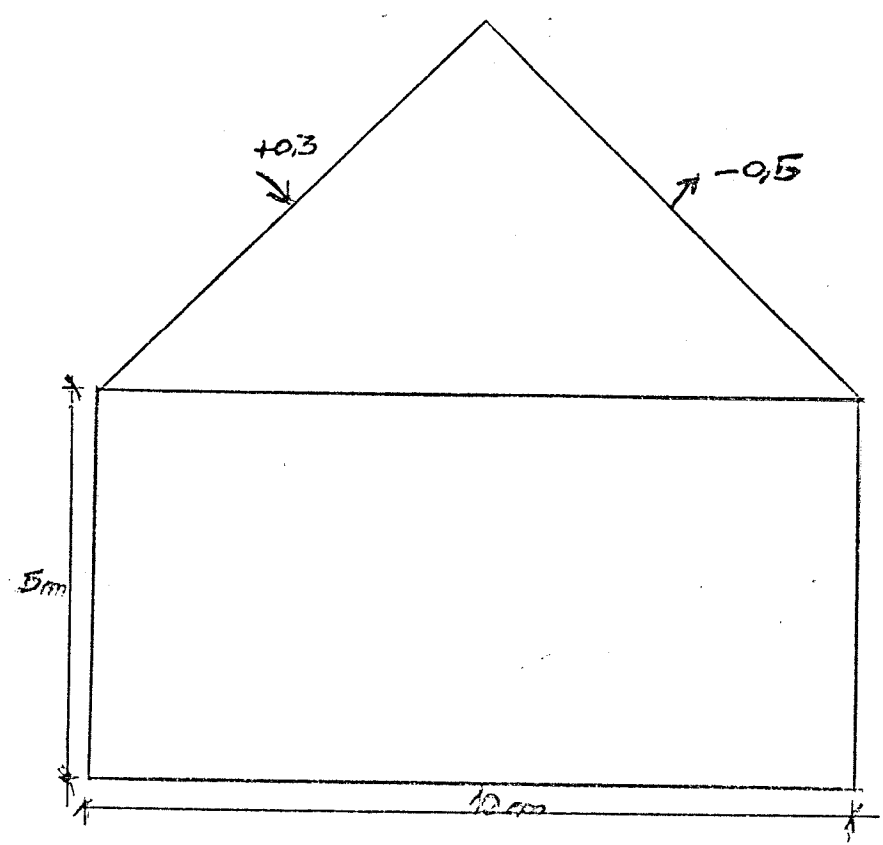
$$\mu_2 = 0.6 \times \frac{60 - \beta}{30} = 0.3$$

$$S_{K1} = 0,6 \times 1,375 = 0,825 \text{ KN/m}^2$$

$$S_{K2} = 0,3 \times 1,375 = 0,413 \text{ KN/m}^2$$

$$\psi_0 = 0,6 \quad \psi_1 = 0,3 \quad \psi_2 = 0$$

Acção do vento:



$$W_K = 0,3 \times 0,90 = 0,27 \text{ KN/m}^2$$

$$\psi_0 = 0,4 \quad ; \quad \psi_1 = 0,2 \quad ; \quad \psi_2 = 0$$

Sobrecarga:

$$Q_K = 0,3 \text{ KN/m}^2$$

$$\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0$$

Acção de base neve

$$1 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,825 + 0,4 \times 0,27) = 9,354 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,413 + 0 \times 0,27) = 8,574 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$$2 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5 \times 0,825 = 9,192 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,413 + 0,4 \times 0,27) = 8,736 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

Acção de base vento

$$3 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,27 + 0,6 \times 0,825) = 9,102 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5 \times 0,6 \times 0,413 = 8,326 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$$4 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5 \times 0,6 \times 0,825 = 8,697 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,27 + 0,6 \times 0,413) = 8,731 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

Acção de base sobrecarga

$$5 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,3 + 0,6 \times 0,825 + 0,4 \times 0,27) = 9,309 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,3 + 0,6 \times 0,413) = 8,776 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$$6 \begin{cases} S_{d1} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,3 + 0,6 \times 0,825) = 9,147 \text{ kN/m}^2 \\ S_{d2} = 1,5 \times 5,303 + 1,5(0,3 + 0,6 \times 0,413 + 0,4 \times 0,27) = 8,938 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$$(S_{d1} + S_{d2}) = 17,928 \text{ kN/m}^2$$

1 e 2

$$(S_{d1} + S_{d2}) = 17,428 \text{ kN/m}^2$$

3 e 4

$$(S_{d1} + S_{d2}) = 18,085 \text{ kN/m}^2$$

5 e 6

A combinação mais desfavorável é, portanto, aquela em que se toma como acção de base a sobrecarga, ou seja, considerando a totalidade de cargas permanentes, de sobrecarga, 60% de neve e 40% de vento.