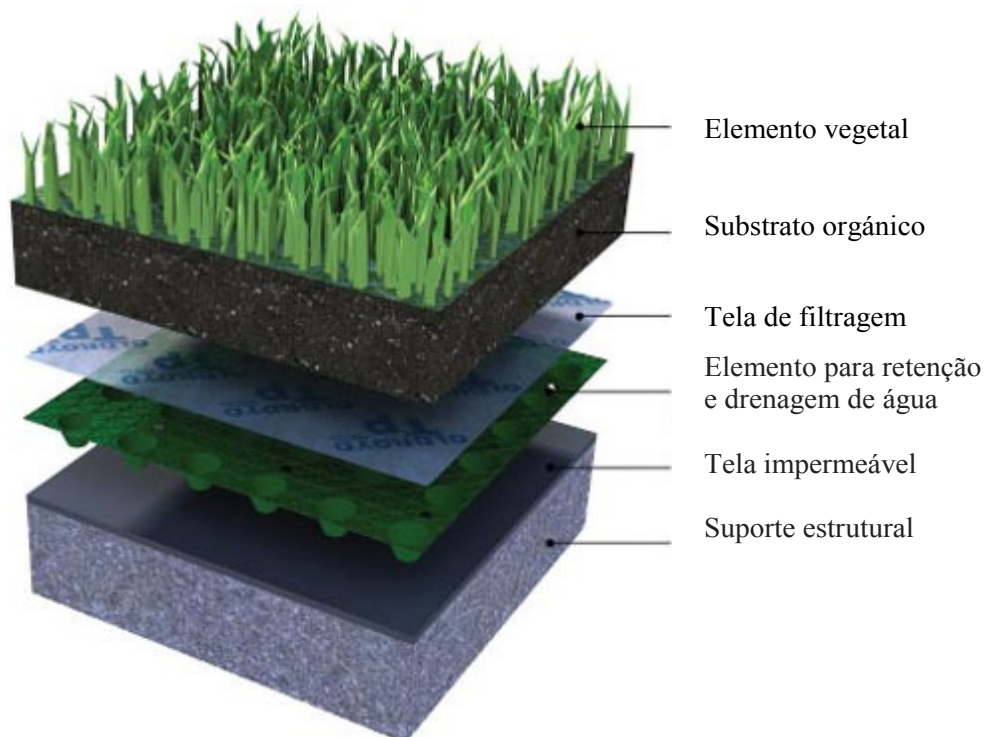


FICHA 5:

COBERTURA VERDE

1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO CONSTRUTIVA.

Na construção bioclimática, uma cobertura verde é um elemento vegetal localizado na cobertura do edifício. Inclui o elemento vegetal, com efeitos de sombreamento, transpiração e fotossíntese muito semelhantes aos da parede verde, mais o substrato orgânico que sustenta a planta e, por vezes, um suporte estrutural que também pode ter efeitos de isolamento e inércia.



2. EXEMPLOS REAIS DE APLICAÇÃO.

a) Na área de estudio:



San Felices de los Gallegos, Calle Acera del Cordero



Mogadouro, Estação de autocarros

b) No mundo:



Isla Sentosa, Cingapura

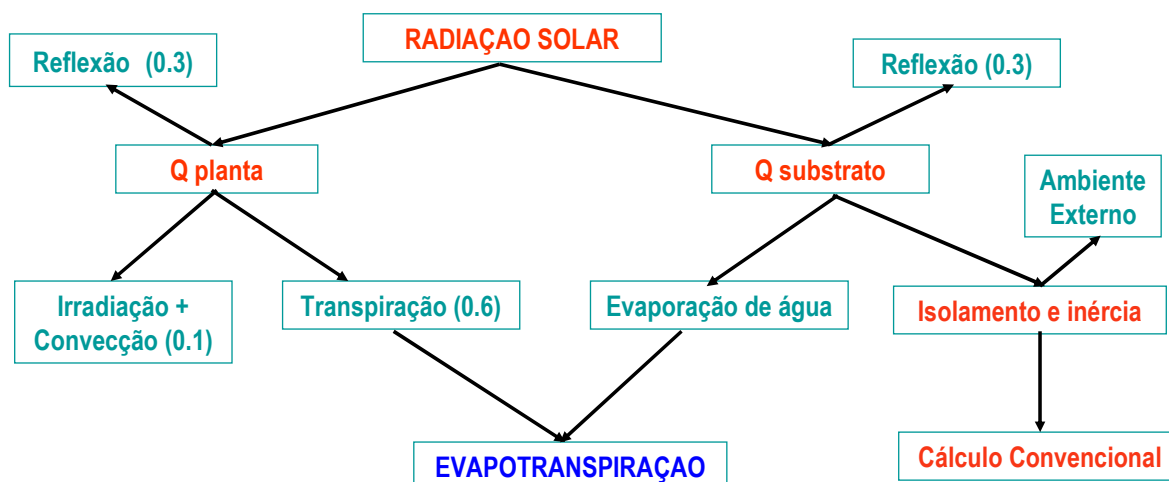


Ilhas Faroé, Noruega

3. RESTRIÇÕES IMPOSTAS AO CÁLCULO DA SOLUÇÃO.

As expressões matemáticas empiricamente desenvolvidas para estimar as poupanças de energia de uma cobertura verde aplicada a um edifício de habitação estão sujeitas às seguintes considerações:

1. O esquema seguido para o cálculo dos efeitos térmicos da cobertura verde sobre o edifício inclui os seguintes componentes:



2. Os únicos fenómenos considerados no estudo são a reflexão e a evapotranspiração da planta; este último inclui o efeito térmico combinado de transpiração das plantas e evaporação da água contida no substrato.
3. Os efeitos térmicos devidos à fotossíntese, radiação e convecção da planta tenham sido desprezados por a sua pequena dimensão. Tampouco foi tido em conta o efeito da planta sobre a acção do vento, o que poderia diminuir o coeficiente de convecção térmica entre o edifício e o lado de fora.
4. Supõe-se que o suporte da cobertura vegetal tem as mesmas características térmicas que a cobertura original. No caso de haver efeitos significativos adicionais de isolamento e inércia para além da cobertura original, devido ao substrato orgânico e/ou ao suporte estrutural, estes poderiam ser calculados separadamente pelas metodologias conhecidas.
5. Considera-se que a redução da temperatura na superfície da cobertura é proporcional à quantidade de calor evitada por evapotranspiração.
6. A evapotranspiração, relacionada com as condições climáticas eo tipo de cultivo, tem sido caracterizada pela expressão de Hargreaves:

$$ETR \text{ (kWh/m}^2\text{dia)} = 0,0135 * (t_{med} + 17,78) * R_s * K_C$$

Nesta expressão, para cada mês, t_{med} (°C) e R_s (kWh/m²dia) são a temperatura média mensal ea irradiância total (direta + difusa) sobre uma superfície horizontal e K_C é um parâmetro adimensional característico para cada tipo de cultivo, também variável mensalmente.

7. A contribuição de energia deste tipo de elementos tem um caráter positivo no período de arrefecimento (verão), sendo de caráter negativo no período de aquecimento (resto do ano).
8. As características climáticas correspondem à cidade de Zamora (zona climática D2 em Espanha).

4. PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DA SOLUÇÃO.

A seguir estão os **parâmetros característicos** utilizados:

Parâmetro:	Unidade:	Limites:	Nom:
Coefficiente mensal de redução da evapotranspiração (*)	-	0 a 1	Kc
Absorvência solar da cobertura original (**)	-	0.3 a 0.9	AS ₀
Transmitância térmica da cobertura original (***)	W/m ² K	0.2 a 0.5	UC

*- Dependendo do tipo de cultivo.

** - Taxa media de radiação solar absorvida pela cobertura original em exposição solar direta.

*** - As expressões obtidas são válidas para edifícios com coeficientes de transmissão térmica media inferiores aos exigido pelo Código Técnico da Edificação em Espanha (CTE) na opção simplificada (0.66 W/m²K na zona climática D2).

5. EXPRESSÕES PARA O CÁLCULO DAS POUPANÇAS DE ENERGIA.

As poupanças de energia calculadas durante o período de aquecimento, expressas por m² de cobertura verde, são dadas pela expressão:

$$P_{AR} \text{ (kWh/m}^2\text{ano)} = UC/20 * [\sum_V IH_i * (AS_0 - 0.6 + 0.0092 * K_{ci} * (t_{mi} + 17.78)) * C_i]$$

Onde \sum_V refere-se aos meses de junho, julho, agosto e setembro (verão).

O maior consumo de energia estimado durante o período de aquecimento, é dado pela expressão:

$$C_{AQ} \text{ (kWh/m}^2\text{ano)} = UC/20 * [\sum_I IH_i * (AS_0 - 0.6 + 0.0092 * K_{ci} * (t_{mi} + 17.78)) * C_i]$$

Onde \sum_I refere-se, neste caso, aos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Outubro, Novembro e Dezembro (inverno).

Os **fatores climáticos** que aparecem nas fórmulas (C₀, IS_M y C_M), específicos para a zona climática espanhola D2 (Zamora) são listados abaixo:

MÊS:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
t _m (°C):	4.30	6.30	8.26	10.45	14.00	18.45	21.75	21.30	18.66	13.41	8.06	4.85
IH (kWh/m ² mes):	52.3	76.1	121.4	153.4	190.4	208.5	231.4	206.1	146.7	102.6	63.0	45.3

Os **coeficientes mensais de redução** (C_i), específicos para edifícios residenciais na zona climática espanhola D2 (Zamora), estão a seguir:

Catálogo de soluções bioclimáticas de construção para minimizar o consumo de energia em edifícios

MÊS:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Fator:	1.10	1.05	1.00	0.80	0.40	0.15	0.40	0.35	0.20	0.40	1.05	1.20

6. VALORES TÍPICOS DOS PARÂMETROS E DOS SEUS EFEITOS.

A fim de dar uma idéia do efeito dos parâmetros na poupança de energia, a seguir é mostrado um exemplo com os parâmetros típicos, analisando as variações no consumo de energia quando cada uma das variáveis assume os seus valores extremos.

Valores a considerar:

Variável:	V. típico:	Extr. Inf.:	Extr. Sup.:	C. ótima*:
Absorvência solar cobertura	0.7	0.3	0.9	0.9
Transmitância térmica cobertura	0.38	0.2	0.5	0.5
Coef. redução evapotranspiração	0.95	0	1	1

* - A combinação ótima é obtida a partir das extremidades superior ou inferior, em função dos valores de poupanças globais mais favoráveis.

* - Foi considerado um fator idêntico para todos os meses do ano.

Poupança de energia para os **valores típicos** supostos:

COBERTURA VERDE:	
Poupança de energia para refrigeração (kWh/m ² ano):	1.87
Maior consumo de energia para aquecimento (kwh/m ² ano):	3.91

Efeitos dos parâmetros:

A seguir é mostrada uma tabela comparativa com os valores de poupança de energia fornecidos pela cobertura verde nas extremidades superior e inferior de cada uma das variáveis (com os restantes parâmetros no valor típico anteriormente definido).

Variável:	POUPANÇA ARREF.			MAIOR CONSUMO AQUEC.		
	V. típico:	Extr. Inf.:	Extr. Sup.:	V. típico:	Extr. Inf.:	Extr. Sup.:
Absorvência solar cobertura	1.87	0.59	2.73	3.91	0.38	6.26
Transmitância térmica cobertura	1.87	0.98	2.46	3.91	2.06	5.14
Coeficiente redução evapotranspiração	1.87	0.43	1.95	3.91	1.18	4.05

Poupança de energia pela **combinação ótima** (com todos os parâmetros na extremidade mais favorável):

COBERTURA VERDE:	
Poupança de energia para refrigeração (kWh/m ² ano):	3.69
Maior consumo de energia para aquecimento (kwh/m ² ano):	8.43

Deve notar-se que, no caso de plantas sazonais com uma elevada percentagem de sombreamento no verão e pequeno no inverno, os valores de consumo de energia de aquecimento podem ser consideravelmente reduzidos.