



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

**Relatório: Ambientes de permanência prolongada
com piscina sobre cobertura**

Equipe Núcleo de Edificações Residenciais | CB3E

Florianópolis, setembro de 2012





AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA COM PISCINA SOBRE COBERTURA

Introdução:

Piscinas sobre coberturas são elementos arquitetônicos que, apesar de pouco frequente, aparecem em algumas edificações residenciais uni e multifamiliares. A avaliação de desempenho térmico e eficiência energética de ambientes que se encontram abaixo destas piscinas podem apresentar dificuldades e desafios. Os programas de simulação de desempenho térmico de edificações normalmente não consideram os efeitos de evaporação e convecção da água. A etiquetagem de edificações, em seu método prescritivo, apresenta ainda mais limitações para representar diversos efeitos térmicos provenientes de elementos arquitetônicos menos frequentes. Este trabalho busca esclarecer como diferentes formas de modelagem para ambientes com piscinas sobre suas coberturas podem influenciar seu desempenho térmico e energético. E a partir desta avaliação definir o procedimento para ser adotado pelo RTQ-R quando ocorrer esta situação.

Objetivo:

Esclarecer as considerações adotadas para definição do procedimento de avaliação de ambiente de permanência prolongada com cobertura com piscina para o método prescritivo do RTQ-R.

Método:

Para fim de melhor entendimento de como as equações do método prescritivo do RTQ-R respondem a situação levantada para este trabalho foi realizado um estudo através das equações para Zona Bioclimática 3. Foi adotado um ambiente de dormitório fictício como caso base para as avaliações. Foi considerado que este dormitório faz parte de uma unidade habitacional situada na cobertura de um edifício multifamiliar, portanto, não possui contato com o solo. Este dormitório foi avaliado com diferentes tipos de modelagem da cobertura com piscina.

O dormitório base foi modelado com 17 m² de área útil, pé direito de 2,7m, paredes Norte e Oeste voltadas para o exterior. Foi modelada uma janela na fachada norte de 1,5m², com 50% de fator de abertura e sombreada por veneziana. A Figura 1 ilustra o dormitório analisado com suas características geométricas.



Figura 1 – Modelo geométrico do dormitório analisado

Como paredes internas e externas foram adotadas a construção de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos com argamassa externa e interna e pintada na cor clara. Este elemento possui transmitância de $1,89 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, capacidade térmica de $122 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$ e absorvância solar de 0,4.

Os parâmetros fixos adotados neste estudo estão listados na Tabela 1, sendo os parâmetros que variam para avaliação identificados por um *hashtag*.

Tabela 1 – Parâmetros adotados nas avaliações do método prescritivo

Zona Bioclimática	ZB		ZB3
Ambiente	Nome do Ambiente		Dormitório Fictício
	Identificação		Apto Cobertura
	AUamb	m ²	17.00
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	#
	CTcob	kJ/m ² .K	#
	αcob	adimensional	#
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	1.89
	CTpar	kJ/m ² .K	122.00
	αpar	adimensional	0.40
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0
	CTalta	binário	#
Situação do piso e cobertura	cob	adimensional	#
	solo	binário	0
	pil	binário	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	APambN	m ²	10.00
	APambS	m ²	-
	APambL	m ²	-
	APambO	m ²	6.00
Áreas de Aberturas Externas	AAbN	m ²	1.50
	AAbS	m ²	-
	AAbL	m ²	-
	AAbO	m ²	-
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0.50
	Somb	adimensional	1.00
Características Gerais	AparInt	m ²	22
	PD	m	2.7
	Caltura	adimensional	0.159

Estes parâmetros foram fixados para buscar a análise de influência apenas da cobertura.

Variação da cobertura:

Como possibilidades de modelagem da cobertura com piscina foram consideradas quatro configurações possíveis:

1. Cobertura comum;
2. Cobertura comum com variável binária CT_{alta} ;
3. Sem cobertura para o exterior;
4. Cobertura com água.

No caso Cobertura comum foi considerada uma cobertura voltada para o exterior composta por telhas cerâmicas, ático e laje pré-moldada de 12 cm (Figura 2). Este conjunto apresenta transmitância térmica de $1,79\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, capacidade térmica de $185\text{kJ/m}^2\cdot\text{K}$ e absorvância solar de 0,40.

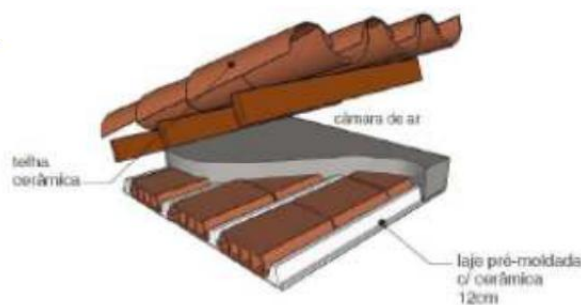


Figura 2 – Cobertura comum

No caso Cobertura comum com variável binária CT_{alta} foi considerada a mesma cobertura do caso anterior porém considerando a variável CT_{alta} , que define se os fechamentos dos ambientes possuem capacidade térmica alta. Esta definição tenta reproduzir a condição de massa térmica no ambiente.

No caso Sem cobertura para o exterior foi considerado o ambiente sem cobertura, ou seja, a variável binária cob foi considerada como zero, quando não entram as informações de propriedades térmicas da cobertura.

No caso da Cobertura com água foi considerada a piscina como uma camada construtiva da cobertura, sendo composta por uma laje de concreto e 1,5m de água (Figura 3). A cobertura desta forma modelada apresenta transmitância térmica de $0,37\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, capacidade térmica de $6252948\text{kJ/m}^2\cdot\text{K}$ e absorvância solar de 0,40.

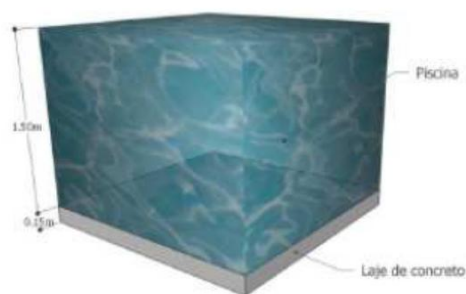


Figura 3 – Cobertura com piscina

Estes casos foram calculados através da planilha de cálculo do desempenho da envoltória para o método prescritivo do RTQ-R. Como resultados foram calculados o indicador de Graus-hora para resfriamento e consumo relativo para aquecimento e refrigeração para cada caso.

Resultados:

Os resultados para os quatro casos de dormitórios com diferentes tipos de coberturas são apresentados na Tabela 2, onde estão apresentados os Graus-hora de resfriamento (GHR), consumo relativo para aquecimento (CA) e consumo relativo para refrigeração (CR) calculados para Zona Bioclimática 3.

Tabela 2 – Resumo dos resultados

	cob d'água	semcob	cob comum CTalta	cob comum
	A	B	B	B
GHR	-1894878	843	1304	1505
	A	A	B	B
CA	-7670.909	4.808	8.285	9.869
	E	C	B	B
CR	11390.273	12.982	11.855	11.855

Por se tratar de resultados de equações de regressão, as respostas são extrapoladas quando há variáveis independentes que saem dos limites dos dados de entrada da modelagem da regressão. Considerando também que os valores de graus hora e consumo não podem ser menores que zero, define-se que estes valores apresentados pelo caso com cobertura com água devem ser considerados com zero.

O efeito da piscina considerada como elemento construtivo aproxima a temperatura da laje da cobertura a uma condição de contorno à temperatura de bulbo úmido (T_{búmido}), pois a água da piscina esta sempre evaporando. Entretanto, os modelos de simulações de desempenho térmico considerados pelo método prescritivo não possuem a capacidade de reproduzir este efeito. Este motivo inviabiliza a adoção da modelagem da piscina como elemento construtivo da cobertura.

Considerar uma cobertura comum, alterando completamente a presença da piscina, porém pode representar uma condição contrária a situação dependendo das propriedades térmicas adotadas. A inclusão da variável CT_{alta} não apresentou muito efeito, pois está relacionada aos valores de capacidade térmica dos elementos parede e cobertura, que foram considerados os mesmos.

Por outro lado, considerar o dormitório como não tendo cobertura voltada para o exterior equivale a avaliar o ambiente em uma condição adiabática (quando não há trocas de calor pela cobertura). Esta opção desconsidera a presença da piscina, anulando seus efeitos para avaliação. Como seu efeito não é possível de ser simulado, esta condição foi considerada a melhor opção para representar tal situação, pois, conforme os resultados do método prescritivo, é a que menos piora a eficiência da avaliação.

Conclusões:

Como conclusão define-se que quando houver piscina sobre cobertura deve-se adotar o mesmo procedimento de um ambiente sem cobertura voltada para o exterior. Ou seja, não é preciso utilizar as propriedades térmicas da cobertura e deve-se adotar que não há cobertura através da variável binária $cob = 0$, conforme tabela 3.

Tabela 3. Propriedades e situação para cobertura quando houver piscina sobre o ambiente

Cobertura	U_{cob}	W/m ² .K	-
	CT_{cob}	kJ/m ² .K	-
	α_{cob}	adimensional	-
Situação da cobertura	cob	adimensional	0

Quando a piscina sobrepuser a cobertura do ambiente parcialmente e houver a outra parte da cobertura voltada para o exterior a variável “cob” será:

- Cob = 0,0 quando houver cobertura voltada para o exterior menor ou igual que 25% da área total da cobertura;
- Cob = 0,5 quando houver cobertura voltada para o exterior com área de 26 a 75% da área total da cobertura;
- Cob = 1 quando houver cobertura voltada para o exterior com área maior que 76%.

Para estes casos, a área da piscina não faz parte da ponderação para o cálculo da absorvância, transmitância e capacidade térmica, devendo-se utilizar como propriedades térmicas (U_{cob}, CT_{cob} e α_{cob}) os valores encontrados para a parte da cobertura voltada para o exterior.