



DESEMPENHO TÉRMICO DE 3 EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS EM FLORIANÓPOLIS - SC

A.L. Papst, e R. Lamberts

Campus Universitário UFSC

CTC – Dept. de Engenharia Civil

CEP 88-040-900, Florianópolis, SC, BRASIL

Fone: (048) 331-9598 r. 26, Fax: (048) 331-9770, E-mail: analigia@labeee.ufsc.br

RESUMO As temperaturas internas horárias de Bulbo Seco de três edificações residenciais localizadas na cidade de Florianópolis – SC foram monitoradas durante o período de um ano. As edificações diferem em suas características construtivas, de utilização e orientação. Este artigo mostra a frequência de ocorrência das temperaturas e analisa os resultados com as características construtivas das edificações.

ABSTRACT The hourly internal Dry Bulb Temperature of three residential buildings located in the city of Florianópolis - SC were monitored during one year. The buildings differ in their constructive characteristics, use and orientation. This paper presents the frequency of internal temperatures, and analyses the results with the constructive characteristics of the buildings.

1 Introdução

O objetivo deste artigo é mostrar o desempenho térmico de três edificações residenciais em uso com diferentes características térmicas, projetuais e de uso. As temperaturas horárias internas de Bulbo Seco foram medidas durante o período de 1 ano nas três residências, e sem interferência na sua utilização. O período de um ano das temperaturas horárias internas, fornece dados que garantem que não ocorra um mascaramento na análise do desempenho térmico das edificações. Neste trabalho não foram isoladas as diversas variáveis que influenciam na temperatura interna de um ambiente, ao contrário, procurou-se caracterizar o desempenho das edificações em uso através da temperatura interna.

A Carta Bioclimática de Givoni com os dados do ano climático de referência (TRY) de Florianópolis, apresentado por *Goulart/1997*, fornece as principais recomendações bioclimáticas. A tabela 1 mostra os resultados apresentados pela Carta Bioclimática de Givoni através do uso do programa Analysis Bio, desenvolvido no Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da UFSC.

Tabela 1 Percentagem das estratégias indicadas para o clima de Florianópolis segundo a Carta Bioclimática de Givoni.

Sensação	Estratégia	% horas
Conforto	-	21.0%
Desconforto por Calor	Ventilação	36.5%
	Resfriamento Evaporativo	0.89%
	Massa Térmica para Resfriamento	0.94%
	Ar Condicionado	1.68%
Desconforto por Frio	Massa Térmica +Aquecimento Solar	35.4%
	Aquecimento Solar	3.84%
	Aquecimento Artificial	1.53%

Os relatórios de saída do programa Analysis Bio indicam que 21% do ano há condições de conforto, 40.8% do ano há desconforto por frio, restando 38.2% do ano de desconforto por calor. Os resultados indicam o uso da ventilação para alcançar o conforto térmico devido a sensação de calor, e para evitar o desconforto por frio, usar massa térmica com aquecimento solar passivo. A indicação do uso de massa térmica para resfriamento não chega a 1%. Estes resultados, com relação ao uso ou não de massa térmica, podem deixar dúvidas no projetista quanto a solução bioclimática ideal a ser considerada para um local que apresente duas estações climáticas bastante distintas, como é o caso de Florianópolis.

2 As edificações

As edificações serão descritas a seguir como: Residência A, Residência B e Residência C.

As três edificações situam-se no bairro Lagoa da Conceição em Florianópolis – SC. As residências são de bom padrão construtivo, e seus projetos foram desenvolvidos por arquitetos, que procuraram valorizar aspectos de insolação, visuais, e conforto. Estas edificações diferem entre si em diversos aspectos, mas fazem uso do tijolo cerâmico para fechamento laterais, e possuem na cobertura telhas cerâmicas. O projeto arquitetônico da Residência A é de autoria da arq. Simone Antunes da Silva, o da Residência B é da arq. Alice T. Cybis Pereira, e do Residência C é da arq. Márcia Barbieri.

As residências foram construídas em alvenaria, mas divergem tanto na sua localização, partido arquitetônico, aberturas e ocupação. A tabela 2 mostra as diferenças das propriedades térmicas e taxas da envoltória das edificações monitoradas.

Tabela 2 Propriedades térmicas e taxas da envoltória das edificações monitoradas.

	Resid. A	Resid. B	Resid. C
Taxa área uso (fechada) / volume (fechado) m ² /m ³	0.34	0.35	0.36
Taxa área cobertura / área da envoltória (+cobertura)	0.30	0.33	0.41
Taxa área esquadrias / área paredes	19.29	26.67	31.56
"U" transmitância térmica da parede (W/m ² .K)	2.01	1.59	2.76
Ct capacidade térmica da parede (kJ/m ² .K)	257.00	288.00	153.00
Atraso Térmico da parede (horas)	6.30	6.80	3.20
"U" transmitância térmica da cobertura (W/m ² .K)	1.92	1.11	1.11
Ct capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² .K)	113.00	32.00	32.00
Atraso Térmico da cobertura (horas)	3.60	2.00	2.00

As três residências apresentam o mesmo índice de compactidade (taxa área uso / volume), mas as Residências A e B possuem a menor taxa de área de cobertura pela área da envoltória. Isto indica que a Residência C possui mais área abaixo da cobertura, sendo mais influenciada pelo ganho térmico da radiação solar. A Residência C apresentou maior área de aberturas na envoltória, permitindo um ganho ou perda de calor pelas aberturas. As Residências A e B apresentam a maior capacidade térmica e atraso térmico nas paredes por terem paredes duplas de alvenaria, sendo que a Residência B possui uma câmara de ar entre as duas paredes. A Residência C por não ter parede dupla apresenta menor capacidade térmica e atraso térmico. A cobertura da Residência A tem maior capacidade térmica devido a laje abaixo do telhado. As Residências B e C apesar da baixa capacidade térmica da cobertura, possuem barreira radiante entre o telhado e o forro interno.

A ocupação das residências também é diferenciada, a Residência A tem sua ocupação principalmente à noite e fins de semana, as Residências B e C permanecem ocupadas durante todo o dia. O dormitório da Residência A é usado periodicamente, servindo como dormitório de visitas. A Residência C possui lareira no dormitório, e nas noites mais frias ela é acionada

As Residências A e B têm o ganho de calor advindo da radiação solar do fim de tarde amenizado por um morro. Neste artigo compara-se as temperaturas internas do ambiente dormitório nas três edificações. Estes ambientes foram escolhidos por ficarem logo abaixo da cobertura e terem janelas com venezianas, que permitem a ventilação sem o ganho direto de calor solar. As orientações da principal face dos dormitórios são, Residência A: noroeste, Residência B: norte, Residência C: oeste.

3 Aquisição de temperaturas

As três residências tiveram suas temperaturas horárias internas monitoradas no período de 01/04/98 a 31/03/99. O sensor usado para a aquisição de dados de

temperatura foi um pequeno equipamento eletrônico de aquisição de sinais, HOBO® "Temperature Data Logger", da Onset Computer Corporation.

Os dados de temperatura de Bulbo Seco externos foram fornecidos pelo Laboratório de Energia Solar – LabSolar, da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, que se encontra a aproximadamente 7 km da Lagoa da Conceição.

4 O Clima Externo

O clima externo de Florianópolis, segundo *Lamberts/1997*, caracteriza-se como sendo Subtropical. Neste tipo de clima, as temperaturas médias se situam, normalmente, abaixo de 20°C, a amplitude anual entre 9°C e 13°C, e com chuvas fartas e bem distribuídas. O sul do Brasil é marcado durante todo o ano com entradas de frentes frias. A figura 1 mostra as temperaturas médias diárias de Florianópolis durante o período de 01/04/98 a 31/03/99, e pela figura é perceptível as constantes quedas nas temperaturas médias diárias, seja período quente ou frio. A descontinuidade na linha da distribuição das temperaturas médias diárias da Figura 1 é devido a falta de aquisição de dados nestes dias. A máxima das médias diárias de temperatura de bulbo seco foi de 29.0°C no dia 31/01/99, e a mínima foi de 13.2°C no dia 19/06/98.

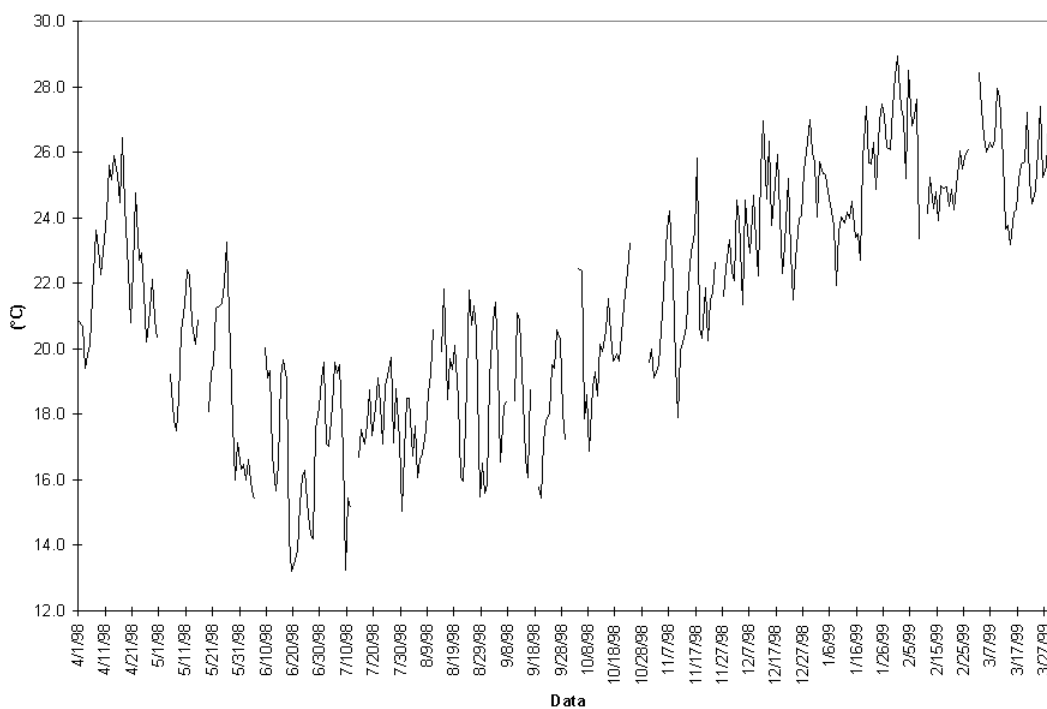


Figura 1 Distribuição temperaturas médias diárias no período de 01/04/98 a 31/03/99. Fonte: LABSOLAR – UFSC.

A figura 2 mostra a freqüência da distribuição diária da temperatura externa de Bulbo Seco no período de 01/04/98 a 31/03/99. Neste período, a temperatura máxima absoluta foi de 35.5°C, e a mínima de 8.7°C. Em 23% do tempo as temperaturas externas estiveram abaixo dos 18°C, em 72.8% do ano as temperaturas variaram dentro da faixa de 18°C a 29°C, e em 4.2% do ano as temperaturas apresentaram valores superiores a 29°C.

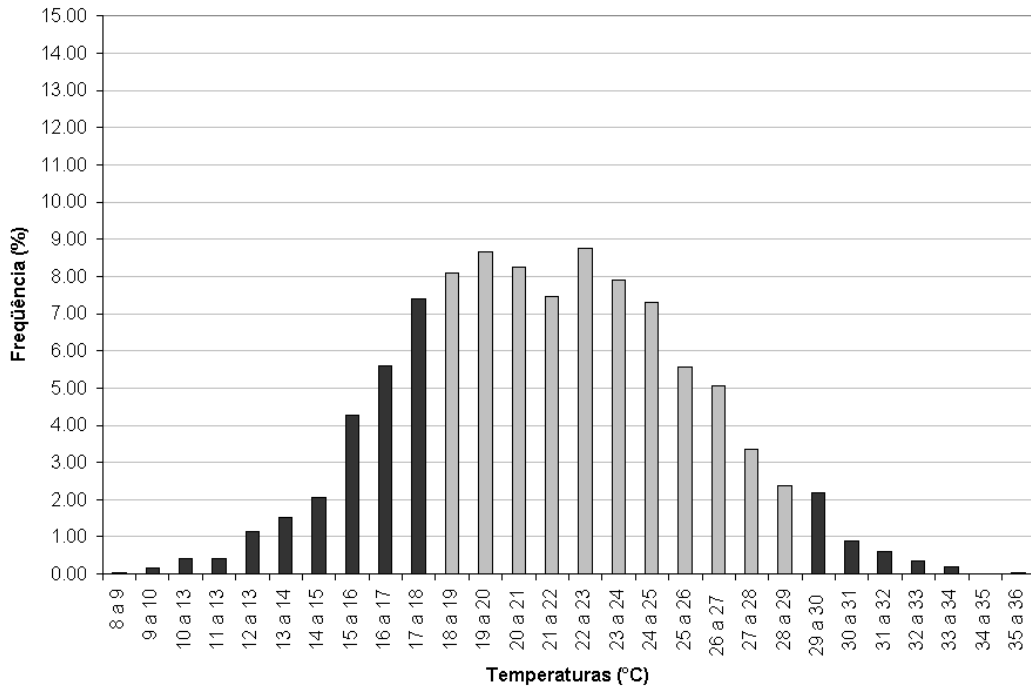


Figura 2 Frequência das temperaturas externas de 01/04/98 a 31/03/99.

5 As temperaturas internas

A Figura 3 mostra o gráfico de frequências das temperaturas de bulbo seco da Residência A. Esta residência apresenta suas temperaturas internas variando entre 14°C e 31°C. A Residência A apresentou 11.2% das horas do ano temperaturas abaixo de 18°C, 86.9% temperaturas entre 18°C e 29°C, e 1.9% das horas temperaturas acima de 29°C.

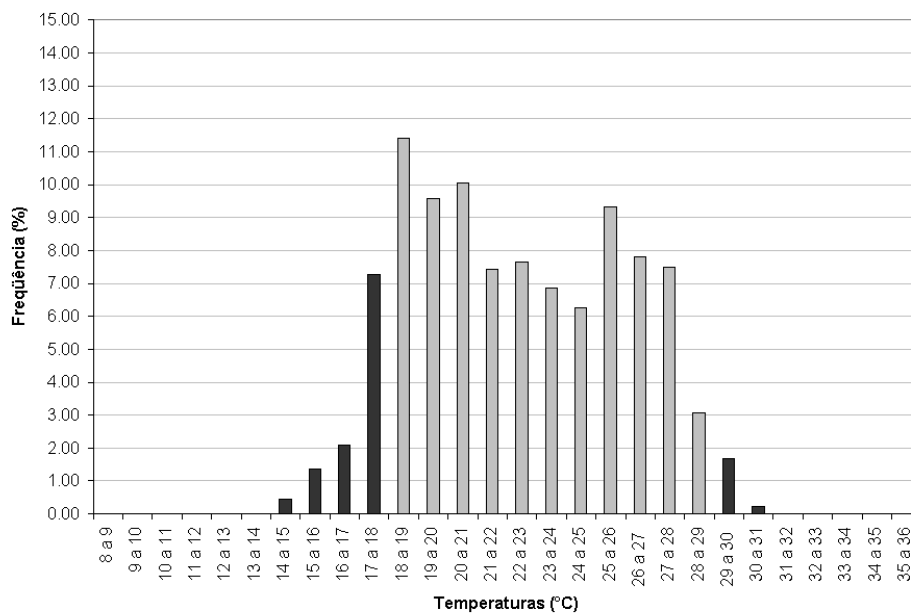


Figura 3 – Frequências Temperaturas internas Residência A.

A figura 4 mostra as freqüências de temperatura da Residência B. Suas temperaturas internas variaram de 17°C a 30°C. Na Residência B em 2.9% do ano apareceram temperaturas abaixo de 18°C, em 96.2% do ano as temperaturas estiveram entre 18°C e 29°C, e em 0.9% do ano as temperaturas apresentaram valores superiores a 29°C.

A figura 5 mostra as freqüências de temperatura da Residência C. Suas temperaturas internas variaram de 15°C a 34°C. Nesta residência, em 5.1% das horas do ano foram registradas temperaturas internas abaixo de 18°C, em 90.1% do tempo as temperaturas ficaram entre 18°C e 29°C, e 3.9% do tempo apresentaram temperaturas acima de 29°C.

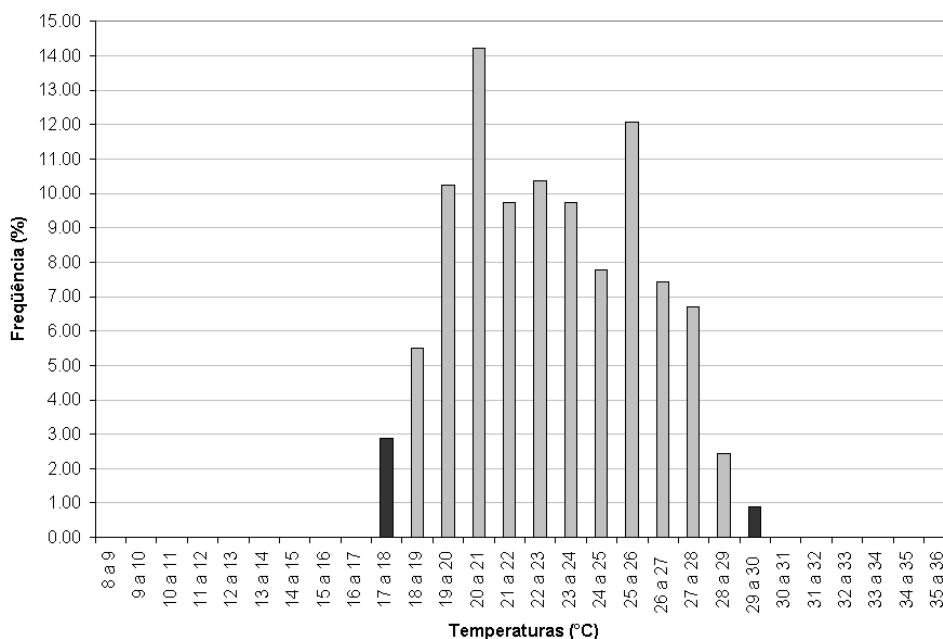


Figura 4 – Freqüências Temperaturas internas Residência B.

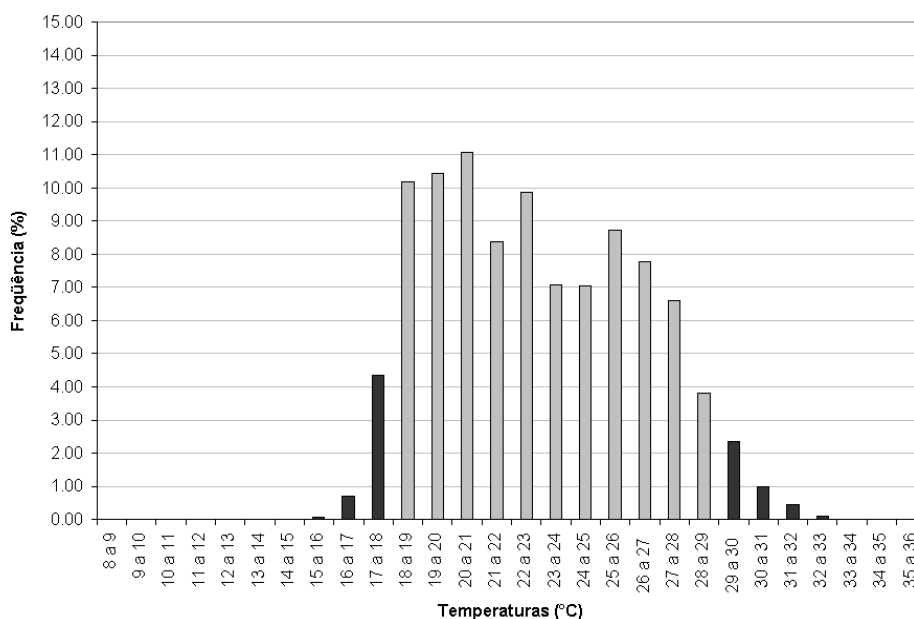


Figura 5 – Freqüências Temperaturas internas Residência C

6 Discussão e Considerações Finais

Os dormitórios das três edificações residenciais tiveram suas temperaturas horárias medidas durante o período de 1 ano. As residências diferem em aspectos construtivos, partido arquitetônico e usos. O objetivo deste trabalho era verificar residências reais em seu uso normal, e caracterizar seu desempenho térmico em função das suas características construtivas e uso.

Pela frequência das temperaturas é possível perceber que as três residências diminuíram a dispersão das temperaturas externas. Mas as Residências A e C tem uma dispersão maior nas suas temperaturas internas do que a Residência B. Na tabela 3 mostra-se a porcentagem das temperaturas horárias externa e internas das edificações dentro das três faixas de temperaturas.

Tabela 3 Porcentagem de horas com temperaturas dentro de três faixas de temperaturas.

Faixas de TBS	Externo	Residência A	Residência B	Residência C
abaixo de 18°C	23.0%	11.2%	2.9%	5.1%
de 18°C a 29°C	72.8%	86.9%	96.2%	90.1%
acima de 29°C	4.2%	1.9%	0.9%	3.9%

Os dormitórios das três residências apresentaram menor porcentagem de horas abaixo de 18°C e acima de 29°C quando comparados as porcentagens que foram observados no exterior. Conseqüentemente, dentro da faixa de temperaturas de 18°C a 29°C, os ambientes internos das residências apresentaram porcentagem de horas com temperaturas superiores ao apresentado externamente. A Residência B apresentou a maior porcentagem de horas com temperaturas dentro da faixa de 18°C a 29°C, e apresentou as menores porcentagens nas faixas de temperaturas extremas. A Residência A apresentou a maior porcentagem de horas com temperaturas abaixo de 18°C, isto devido ao fato deste dormitório não ter ganhos de calor internos constantes durante o ano, e isto provavelmente fez com que não apresentasse uma grande porcentagem de horas com temperaturas acima de 29°C. A Residência C, apresentou uma porcentagem de horas com temperaturas dentro da faixa de 18°C a 29°C superior ao da Residência A, mas suas porcentagem de horas com temperaturas acima de 29°C foi superior a dos outros dormitórios das outras edificações.

As Residências A e B, possuem maior capacidade térmica e atraso térmico em suas paredes, mas a Residência A por não ter constante ganho de calor interno (ocupação periódica) não minimiza, como a Residência B, as temperaturas mais baixas. A Residência B por ter barreira radiante na cobertura, minimiza o ganho térmico advindo da radiação solar. A Residência C tem a menor capacidade térmica em suas paredes (comparada as outras duas residências), e barreira radiante na cobertura, mas foi a residência que mais se aproximou da porcentagem de horas externas com temperaturas acima de 29°C, aparentemente devido a grande quantidade de aberturas

na envoltória e ser orientada a oeste. As outras duas edificações são protegidas do sol do fim da tarde por um morro.

Em Florianópolis, onde o clima é subtropical, recomenda-se para as edificações: ventilação para o verão, e massa térmica com aquecimento solar no inverno. O uso de massa térmica para o período quente é pouco recomendado (tabela 1). Mas os resultados da pesquisa mostraram que a Residência B, que têm maior inércia térmica mas com boa orientação solar, apresentou os melhores resultados durante todo o período analisado. Por isto, não se pode afirmar que o uso de inércia térmica não é recomendado para os períodos quentes em Florianópolis, pois o clima do verão não é constantemente quente devido as entradas de frentes frias. O uso na edificação de inércia térmica nas paredes e barreira radiante na cobertura, na cidade de Florianópolis, garante bons resultados desde que se leve em consideração aspectos como: orientação solar, ganhos de calor interno nos período frio, e ventilação cruzada no período quente e úmido. O gerenciamento da edificação também é importante quando se usa inércia térmica, ou seja, no verão permitir a ventilação somente quando a temperatura externa for inferior a interna, e no inverno, quando a temperatura externa for superior a interna. Edificações com pouca inércia térmica tem de ter um ganho de calor interno para evitar que as mínimas temperaturas externas ocasionem desconforto por frio.

7 Referências Bibliográficas

Ghisi, E. (1998): Desempenho térmico de edificações- Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Proposta de Norma, Florianópolis.

Goulart, S.V.G. (1997): *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Núcleo em Pesquisa em Construção/UFSC, Florianópolis/SC.

LABSOLAR (1999): Dados horários de TBS de Florianópolis de 1998 à 1999. Comunicação Pessoal.

Lamberts, R. (1997): *Eficiência Energética na Arquitetura*, PW, São Paulo.

Papst, A. L.(1999): *Uso de Inércia Térmica no Clima Subtropical Estudo de Caso Florianópolis – SC*. Dissertação de Mestrado no Departamento de Engenharia/UFSC, Florianópolis.