



DESEMPENHO TÉRMICO DE PELICULAS POLIMÉRICAS EM FACHADAS ENVIDRAÇADAS

**Adriana P. A. S. Castro (1); Grace C. R. Gutierrez (1); Lucila C. Labaki (1);
Victor J. S. Baldan (1); Rosana M. Caram (2).**

(1) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Caixa Postal 6021, CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil, Fone +55 (19) 3521-2384.

E-mail: dripasc@uol.com.br, gcgutier@terra.com.br, lucila@fec.com.br, victor.baldan@gmail.com

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, USP São Carlos, SP, Brasil, Fone +55 (16) 3373-9308.

E-mail: rcaram@sc.usp.br

RESUMO

Para assegurar o conforto interno, o projetista deve considerar as condições climáticas do local, de modo que o ambiente construído atue como mecanismo de controle das variáveis do clima, através de sua envoltória (paredes, piso, cobertura e aberturas) e do entorno (presença de massas de água, vegetação, edificações ao redor, tipo de solo, materiais de pavimentação). No presente trabalho analisou-se in loco o comportamento térmico de películas poliméricas instaladas em vidros, comercialmente disponíveis no mercado, cuja caracterização através de técnica espectrofotométrica já conhecida. Foram selecionados sete tipos de películas: uma peça verde natural, uma peça verde refletivo, uma peça bronze natural, uma peça bronze refletivo, uma peça prata, uma peça G20 e uma peça incolor, que foram instaladas em vidros incolores comuns. Analisou-se o desempenho térmico dos diferentes tipos de películas instaladas nos vidros, e estes por sua vez, instalados em duas orientações (norte e oeste, separadamente), nas células-teste. O método consistiu na aquisição de dados mensuráveis de parâmetros ambientais, através de ensaios de campo. Os resultados mostram o alto ganho de calor solar através da película bronze refletivo. Além disso, podemos apontar que as películas instaladas nos vidros voltados para a face oeste, obtiveram ganho de calor solar maior que os as películas instaladas nos vidros voltados para a face norte.

Palavras-chave: películas poliméricas, comportamento térmico, fachadas envidraçadas.

ABSTRACT

Thermal comfort in the indoor environment is achieved if the designer considers the climatic conditions of the area, and the thermal properties of building materials and components. The behavior is defined by walls, floor, roofing and openings, and by the elements of the outdoor environment, such as the presence of water masses, vegetation, type of ground, pavement materials. In this work the thermal behavior of polymeric films is analyzed in real climatic conditions. Selected window films are those commercially available, whose characterization through spectrophotometric technique is already known. Seven types of films were selected: natural green, reflective green, natural bronze, reflective bronze, silver, G20 and colorless, that were installed in common colorless glasses, separately at North and West façades of cell-tests. The method consisted of measurement of indoor temperature of the cells and internal surface temperature of the windows. The results show the highest solar heat gain through reflective bronze film. Moreover, films installed in glasses in West oriented façades have stronger solar heat gain than those in North oriented façades.

Keywords: polimerical films, thermal behavior, glass façades.

1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, a redução dimensional dos elementos estruturais e sua separação dos elementos de vedação permitiram a utilização do vidro em superfícies cada vez maiores, até chegar às fachadas totalmente transparentes. Sua utilização proporcionava transparência e integração visual dos espaços internos e externos, além de um efeito plástico adequado aos princípios da arquitetura moderna. Porém, essas vantagens eram acompanhadas da perda de qualidades anteriormente oferecidas pelas paredes maciças, como a inércia térmica e a proteção solar. Ao mesmo tempo, técnicas naturais e estruturais de controle ambiental foram esquecidas e substituídas pelas possibilidades de incorporação de outras técnicas de calefação e climatização (ASHRAE, 1997).

As áreas envidraçadas são, possivelmente, os elementos mais complexos e interessantes na concepção de projetos, em geral. As janelas oferecem iluminação e ar puro, além de permitir a integração do ambiente interno com o externo. Porém, também representam a maior fonte de perda de calor, no inverno, bem como de ganho indesejável, no verão. Hoje em dia, novas tecnologias são responsáveis por alterar significativamente o desempenho energético das janelas.

Atualmente, há no mercado uma variedade muito grande de tipos de vidros, que permitem vários tratamentos, aplicados sobre diferentes tipos e espessuras, resultando elementos de características muito variadas, que possam ainda ser combinados, em produtos laminados ou em caixilhos múltiplos.

Segundo Caram (2002), as películas de controle solar normalmente visam outro mercado consumidor, que é o das vidraças já instaladas e que precisam de uma modificação ótica, quer para minimizar o ganho de calor, quer para evitar os danos causados pela ação do ultravioleta, que para obter privacidade ou mesmo minimizar a luz natural e diminuir o ofuscamento.

Caram (2002) cita a AIMCAL (Association of Industrial Metalizers Coaters And Laminators), uma associação internacional dos fabricantes de películas, que afirma que estas podem reduzir a transmissão de luz entre 95% e 2%, e absorvem a radiação ultravioleta de 95% a 99%. Além disso, alguns benefícios obtidos com o uso destes filmes são: redução/controle do ganho de calor solar, redução da perda de calor radiante nos períodos frios, resistência à fragmentação, redução de ofuscamento e de desbotamento.

Ao contrário do que acontece com a transferência térmica pelas paredes, a entrada da radiação solar pelos vidros das janelas, e sua consequente transformação em calor dentro do ambiente, é de efeito imediato. O aquecimento excessivo devido às superfícies transparentes é causado por um efeito térmico conhecido como efeito estufa. Os vidros possuem uma característica específica responsável por tal efeito, pois são transparentes à radiação de onda curta; em contrapartida, são opacos à radiação de onda longa. A maior parte da radiação solar incidente, que é transmitida diretamente por esses materiais, é absorvida pelas superfícies internas e objetos, aquecendo-os. Devido a esse aquecimento, a emissão de radiação térmica ocorre com maior intensidade (RIVERO, 1996).

Hoje em dia, a energia consumida para controle ambiental em edifícios representa um importante setor do consumo de energia total, especialmente em países desenvolvidos. Portanto, os potenciais de economia de energia através de melhores projetos são muito promissores. Métodos passivos de economia de energia devem ser considerados desde o início do projeto, para melhores resultados, sendo o principal conceito de técnica passiva o que considera os elementos construtivos agindo como um filtro passivo seletivo, permitindo ou impedindo o fluxo de calor, e estimulando o resfriamento natural (MACEDO FILHO, 1999).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo visa estudar o comportamento de películas poliméricas com relação ao ganho de calor solar, através de medições em células-teste. As películas estão instaladas em fachadas envidraçadas voltadas para as orientações Norte e Oeste.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização das células-teste

As células-teste estão dispostas na orientação norte – sul, com implantação a distância suficiente para que não haja sombreamento das paredes ou sombras de vento, a fim de garantir as mesmas condições de insolação e ventilação para todos (figura 1).

Foram construídas em condições idênticas, com piso interno em concreto com revestimento em argamassa de cimento desempenado, alvenaria de tijolo maciço de barro cozido, de 0,10 m de espessura, pintura externa e interna das paredes na cor branca, cobertura de telha de fibra vegetal. Todas possuem laje pré-fabricada em concreto armado com isolante térmico. As dimensões são de 2,20 m por 2,70 m, apresentando uma área útil de 5,00 m², com pé-direito de 2,60 m na fachada leste e 3,00 m na fachada oeste. Cada célula-teste possui esquadrias de madeira, uma porta na face leste e duas aberturas de 1,00 m por 1,00 m nas faces norte e oeste.

Durante as medições, as aberturas são analisadas alternadamente. Quando se analisa a fachada oeste, a fachada norte é vedada com material de resistência térmica equivalente à das paredes. Neste trabalho, são apresentados os resultados das películas instaladas nos vidros incolores de 4 mm colocados nas fachadas norte e oeste.



Figura 1 – Vista geral das células-teste

3.2. Caracterização experimental

Próximo às células-teste foi instalada uma mini-estação meteorológica automática de aquisição de dados, CR10X Campbell Scientific Inc. (figura 2), cujos registros são feitos a cada 30 segundos, definindo-se as médias a cada 10 minutos. A estação monitora os seguintes elementos atmosféricos externos: temperatura do ar, umidade do ar, direção dos ventos predominantes, velocidade do vento, radiação solar incidente, índice pluviométrico.

A estação meteorológica, composta por equipamento de aquisição e armazenamento dos dados, com canais para conexão dos termopares tipo T, possibilita o monitoramento no interior dos ambientes, dos seguintes parâmetros: temperatura superficial interna e externa do vidro (figura 3), temperatura superficial interna e externa da parede oeste e temperatura de bulbo seco no interior das células-teste.

3.3. Especificações das películas utilizadas nos ensaios

As películas podem ser divididas em dois grupos, um de superfícies com tratamento refletivo e outro sem esse tratamento. Neste trabalho, foram analisadas algumas películas refletivas e outras naturais, especificadas a seguir:

Tabela 1: Especificações das películas utilizadas nos ensaios

PELÍCULA	ABSORÇÃO DE CALOR (%)	REFLEXÃO DE LUZ VISÍVEL (%)
VERDE NATURAL	35	5
VERDE REFLETIVO	48	32
BRONZE NATURAL	46	5
BRONZE REFLETIVO	61	13
INCOLOR	7	9
PRATA REFLETIVA	34	44
G20 (prata)	59	15

3.4. Posicionamento das películas nas células-teste

Neste trabalho, são apresentados resultados para as seguintes películas:

Célula-teste A: Película verde refletivo.

Célula-teste B: Película bronze natural.

Célula-teste C: Película verde natural.

Célula-teste D: sem película.

Célula-teste E: Película bronze refletivo.

Célula-teste F: Película prata refletiva.

Célula-teste G: Película G20, de coloração prata.

Célula-teste H: Película incolor.

Célula-teste I: Sem película.

A célula-teste D, com vidro incolor comum de 4 mm, é usado como referência para todas as medições.



Figura 2 – Estação meteorológica



Figura 3 – Detalhe do termopar fixado no vidro

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As medições nas células-teste foram realizadas entre os dias 25 de junho e 06 de julho de 2007.

Neste trabalho, são apresentados gráficos da temperatura do ar externo, da temperatura do ar no interior da célula-teste e da temperatura interna dos vidros.

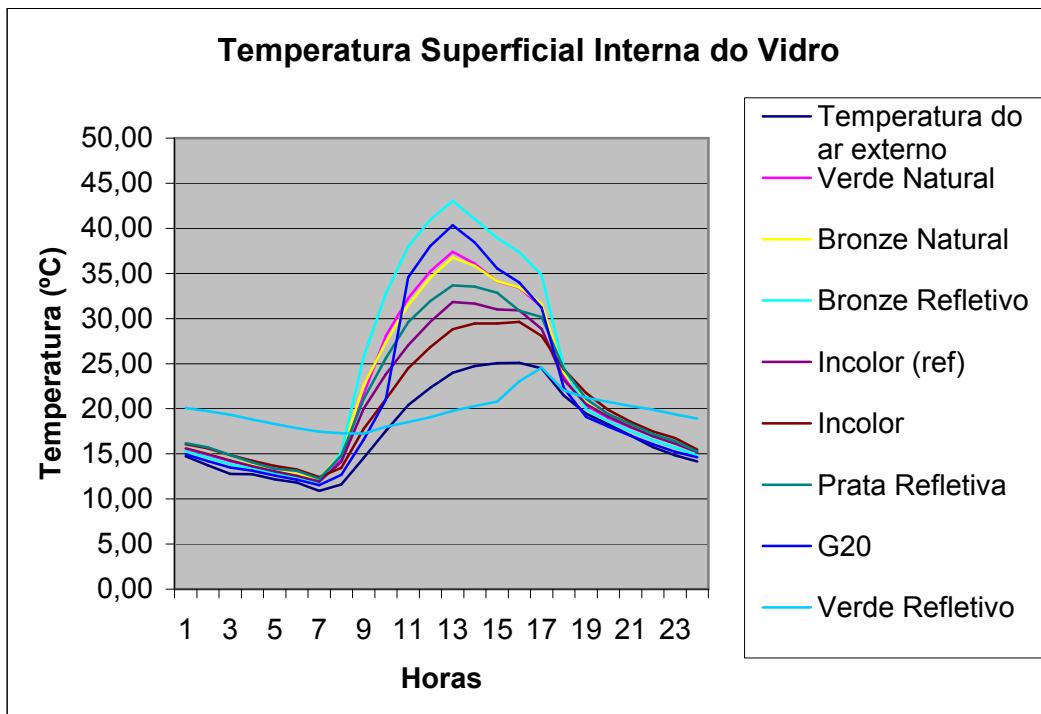


Gráfico 01 – Temperatura Superficial Interna do Vidro – Face Norte

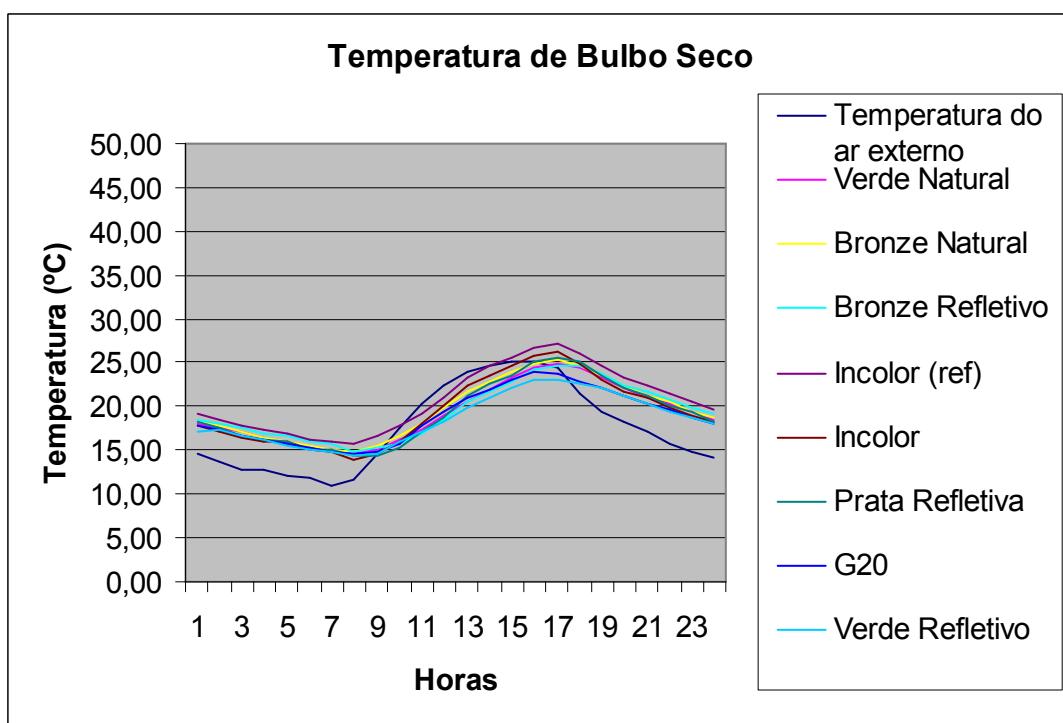


Gráfico 02 – Temperatura de Bulbo Seco – Face Norte

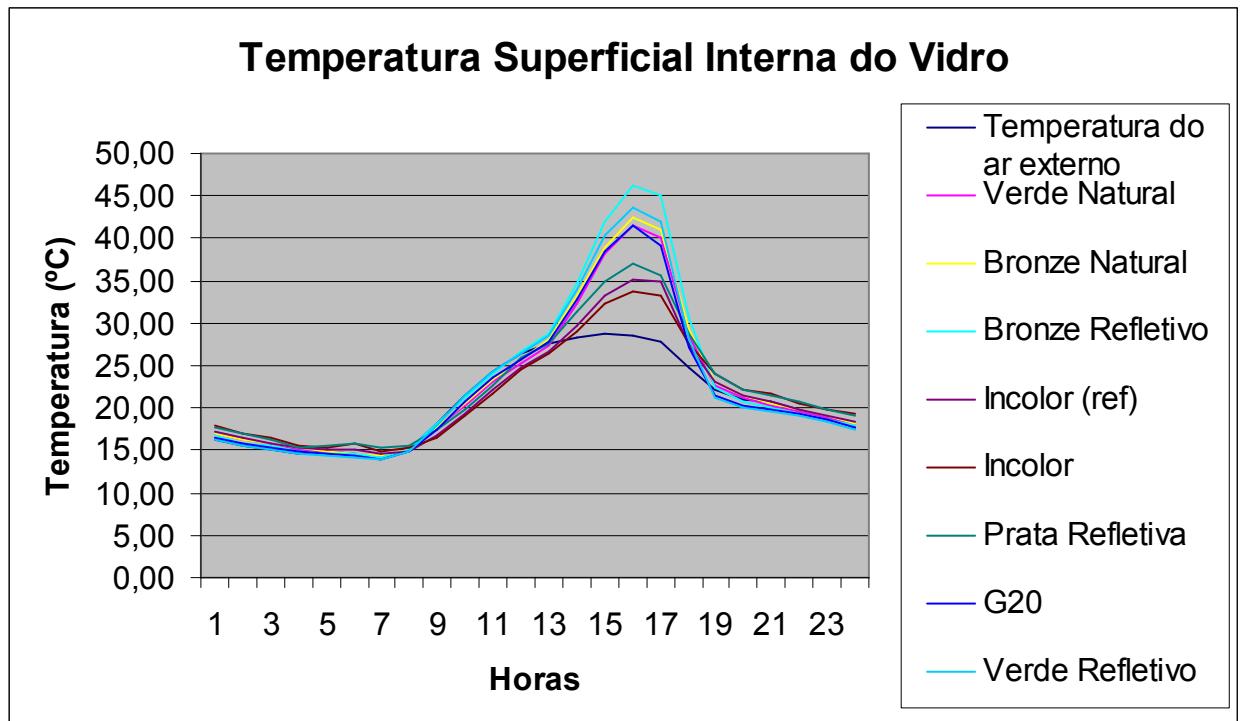


Gráfico 03 – Temperatura Superficial Interna do Vidro – Face Oeste

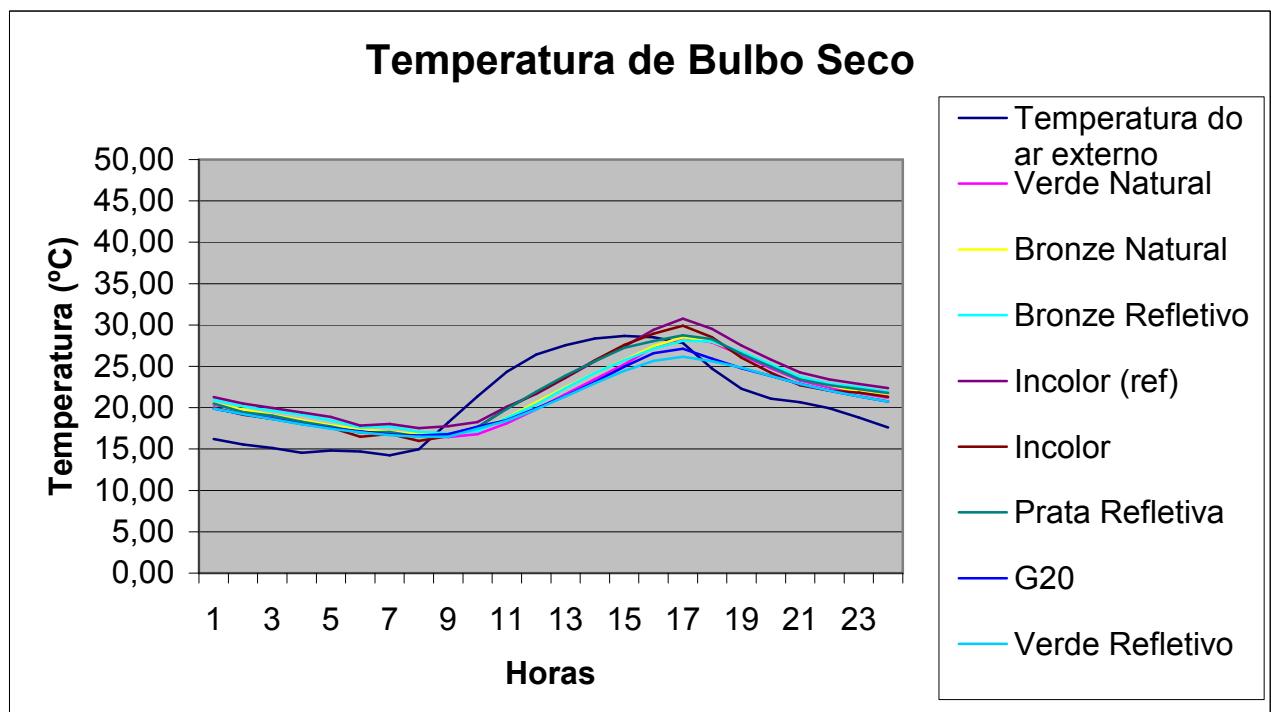


Gráfico 04 – Temperatura de Bulbo Seco – Face Oeste

Em relação à análise do desempenho térmico dos materiais ensaiados, a película bronze refletiva foi a que apresentou maior temperatura superficial interna, tanto na face norte quanto na face oeste, no período analisado, chegando a 43°C na face norte e 47°C na oeste.

A película verde refletiva foi a que obteve a menor temperatura superficial interna na face norte, inclusive menor que a temperatura do ar. Este resultado não era esperado, pois, em se tratando de vidros, com ou sem películas, o incolor deveria apresentar a menor temperatura superficial, pois é mais transparente à radiação solar que os vidros coloridos. Em contrapartida, na face oeste este fato ocorreu: o vidro incolor sem película (utilizado como referência) e a película incolor apresentaram os menores valores de temperatura superficial interna. Os vidros com películas verde, cinza e bronze são menos transparentes à radiação solar que o incolor (ou com película incolor), pois a absorvem significativamente, fazendo com que tenham suas temperaturas superficiais aumentadas, funcionando como uma espécie de “radiador”, re-emitindo calor para o interior do ambiente. O resultado apresentado pela película verde refletiva na face norte será verificado em pesquisas posteriores, quando se pretende analisar o comportamento dessas películas em relação à influência das características óticas no ganho de calor.

Pode-se observar que a película prata refletiva apresentou valores de temperaturas superficiais muito próximos tanto do vidro incolor como da película incolor, indicando um comportamento semelhante a esses materiais, isto é, uma alta transparência à radiação solar, ao se comparar com os outros materiais analisados.

Quanto à análise da temperatura de bulbo seco, o vidro incolor sem película e a película incolor foram os que mais contribuíram para o aumento das temperaturas internas, tanto na face norte quanto na oeste, pois o material incolor transmite mais calor para o ambiente do que as películas coloridas.

Ainda em relação à temperatura de bulbo seco, as películas verde refletivo e G20 foram responsáveis pelos menores índices apresentados, com maior contribuição para a atenuação das temperaturas internas.

As películas refletivas e as naturais apresentam comportamento diferenciado em relação à temperatura superficial interna e à temperatura de bulbo seco. Observa-se que as películas refletivas verde e bronze têm maior temperatura superficial que as naturais, de mesma coloração. E ainda, as refletivas foram as que menos contribuíram para o aumento das temperaturas internas nas células-teste. Pode-se dizer que as películas sem tratamento refletivo têm maior transparência ao infravermelho, fonte de calor.

Dessa forma, há que se considerar vários parâmetros na especificação de vidros e películas em projetos arquitetônicos, avaliando desde a espessura, as características óticas, até o ganho de calor solar, evitando deixar-se influenciar por “modismos”. Além disso, deve-se agir com cautela na especificação de vidros e películas, levando-se em consideração todos os aspectos relacionados ao usuário e também ao entorno, de forma a alcançar o melhor custo-benefício.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIMCAL, **Energy Management Program Window Film Training Guide**, s/d.

ASHRAE, **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**. ASHRAE Fundamentals Handbook, 1997. Atlanta, 1997. Cap. 29.

CARAM, R.M. **Estudo e caracterização de fachadas transparentes para uso na Arquitetura: ênfase na eficiência energética**. 2002. 189f. Texto (Livre-docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

MACEDO FILHO, A. **Vidro, eficiência energética e conforto ambiental nas edificações**. Finestra Brasil, nº. 19, p.121-125, 1999.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2^a ed. Porto Alegre: DC Luzzato/UFRGS, 1996.