

# **CARACTERIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DE PLACAS DE PORCELANATO NAS FACHADAS DE EDIFÍCIOS**

**LEHMKUHL, Fábio. A. (1) & BARTH, Fernando (2)**

(1) Eng.civil, mestrando no Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil-UFSC

(2) Professor doutor, Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFSC

e-mail: ferbarth @arq.ufsc.br - CEP 88.040-900 - Florianópolis – Brasil

## **RESUMO**

Este trabalho busca caracterizar três tipos de aplicação de placas de porcelanato nas fachadas de edifícios e determinar algumas das características físicas destes tipos de vedações. Os tipos de aplicação analisados são: o direto, fixado com argamassa colante de maneira similar aos revestimentos cerâmicos; o semi-direto, que utiliza ancoragens metálicas ou parafusos de fixação; e o sistema auto-portante, onde as placas são fixadas por meio de guias verticais de retenção pré-fixadas na estrutura do edifício. São realizadas análises do comportamento das juntas e da câmara de ar, que pode existir no interior das vedações autoportantes e semi-diretas. Os resultados mostram o desempenho térmico em função das transmitâncias e capacidades térmicas dos tipos analisados.

## **ABSTRACT**

This paper aims to characterise the porcelain stoneware application on building's facade and to determinate its thermal behaviour. The claddings analysed are: the direct system, where the porcelain stoneware sheets are fixed with cementitious mixtures, similar to the ceramic tiles; the anchoring systems, where the porcelain stoneware are fixed with metallic anchor pins or drilled bolts; and the supporting channels system, where the porcelain stoneware tiles are fixed by means of toothed channels onto the wall in vertical axis. The analysis consider the behaviour of the joist and the air chamber of the internal cavity of the last two systems. The results show the thermal behaviour by the heat transmittance and the thermal capacity of the claddings analysed.

## **1. INTRODUÇÃO**

As vedações podem apresentar grande número de exigências projetuais com relação ao comportamento térmico e acústico, à estanquidez a chuva e vento, além dos aspectos estéticos na composição do edifício. Desta forma as fachadas podem apresentar desempenho diferenciado com relação a estas condicionantes em função dos materiais e dos sistemas construtivos utilizados.

As alvenarias com tijolos cerâmicos costumam desempenhar simultaneamente as funções estrutural, acústica e higro-térmica. De outra parte, os revestimentos cerâmicos, em sua larga trajetória, tem sido utilizados nas fachadas como solução de fácil aplicação e de grande durabilidade para resistir a ação das intempéries. Mais recentemente, iniciou-se a aplicação de placas de porcelanato nos revestimentos de pisos, embora também possam ser aplicados nas fachadas dos edifícios com boa relação custo benefício. Placas com dimensões de 40x60 cm ou 60x60 cm e juntas bastantes reduzidas devido as características físicas e mecânicas deste material podem representar inovações no aspecto e na composição das fachadas.

## **2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS PLACAS DE PORCELANATO**

As características da placa de porcelanato são apresentadas na tabela 1. O valor da absorção de água é bastante baixo, contribuindo para que a variação dimensional das placas de porcelanato por variação de umidade seja, por decorrência, também bastante reduzida. O coeficiente de dilatação térmica é extremamente baixo com relação aos coeficientes das demais cerâmicas de revestimento.

Tabela 1- Características físicas e mecânicas das placas de porcelanato<sup>7</sup>.

Características Técnicas	Padrões Exigidos	Resultados Obtidos
Absorção de água	menor ou igual a 0,5% em peso	0,01% em peso
Resistência à flexão	maior ou igual 27 N/mm <sup>2</sup>	56 N/mm <sup>2</sup>
Dureza	maior ou igual 6	8/9
Resistência à abrasão	menor ou igual à 205 mm <sup>3</sup>	110 mm <sup>3</sup>
Coeficiente de dilatação térmica	menor ou igual à $9 \times 10^{-6}$ m/mK	$6,2 \times 10^{-6}$ m/mK
Resistência ao choque térmico	nenhuma amostra deve apresentar defeitos visíveis	resistente
Resistência ao ataque químico	nenhuma amostra deve apresentar sinais visíveis ao ataque químico	não afetado
Resistência da cor á luz	não deve apresentar alteração de cor	sem alteração brilho-cor

## **3. TIPO DE APLICAÇÃO DAS PLACAS DE PORCELANATO**

A utilização de placas de porcelanato nas fachadas pode ser feita de maneira similar aos revestimentos cerâmicos convencionais, com a utilização de argamassas de assentamento. Todavia, as placas de porcelanato com grande tamanho podem determinar variações na estética e no comportamento das fachadas. Elas também podem facilitar o processo de aplicação e permitir novas modalidades de fixação. Os tipos de aplicação do produto podem ser:

### **3.1 Direto**

No método direto, o processo é o convencionalmente utilizado para elementos cerâmicos, como mostra a figura 1. A fixação das placas de porcelanato é feita através de argamassa adesiva. A argamassa para o assentamento das placas de porcelanato deve ser flexível, como a recomendada para assentamento de revestimentos com baixa absorção de água.

### **3.2 Semi-direto**

Na aplicação semi-direta, utilizam-se fixadores tipo parafuso com bucha metálica, que unem a placa à alvenaria. Os componentes metálicos podem ter a função de sustentadores e/ou de retentores. Os sustentadores recebem o peso próprio das placas e eventuais cargas verticais que possam ocorrer. Os retentores têm a função de impedir o tombamento das placas, devido à ação do vento e eventuais

forças horizontais. Geralmente os sustentadores metálicos são constituídos de três partes com funções específicas: uma parte a ser ancorada na alvenaria; outra parte intermediária constituída por cantoneira ou perfil que auxilia a regulagem e o posicionamento da placa; e a terceira, na forma de um pino ou grampo, que realiza a fixação da placa, conforme mostra a figura 2. Neste processo é formada uma câmara de ar entre a placa de porcelanato e a alvenaria, que pode ser ventilada ou selada com produtos a base de silicone.

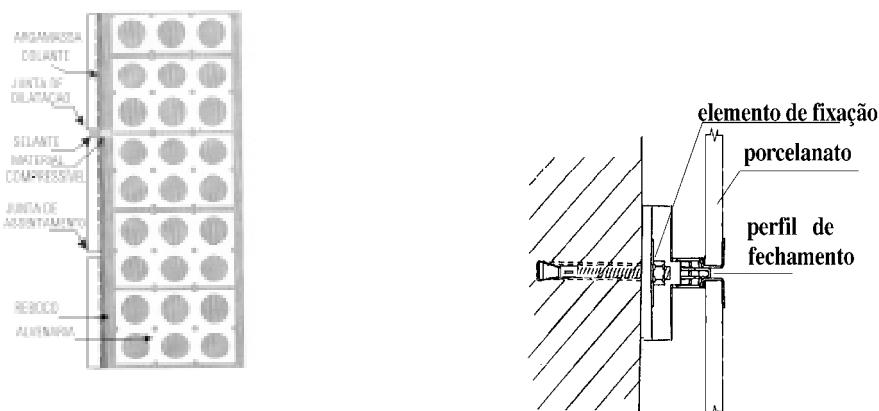


Fig. 1 - Assentamento direto com argamassa<sup>7</sup>

Fig.2- Fixação das placas com parafusos no sistema semi-direto

### 3.3 Auto-portante

O sistema auto-portante, que utiliza guias metálicas auxiliares para a fixação das placas de porcelanato, ainda não é utilizado no Brasil, embora seja aplicado em outros países (DALLERA, 1997). As guias de retenção são fixadas na estrutura do edifício através de chumbadores ou parafusos ‘parabolt’. Os grampos de fixação de alumínio possuem espessura de 5,0 mm, formando juntas entre as placas que podem ser utilizadas para a ventilação da câmara de ar ou seladas de forma semelhante ao sistema semi-direto de aplicação. As guias de retenção introduzem melhorias na construtividade do sistema, facilitando a fixação das placas e reduzindo os tempos de montagem das fachadas. Os grampos de fixação, apesar de suas dimensões reduzidas, são visíveis na fachadas, podendo ser inadequados com relação aos efeitos de cores e brilhos desejados.

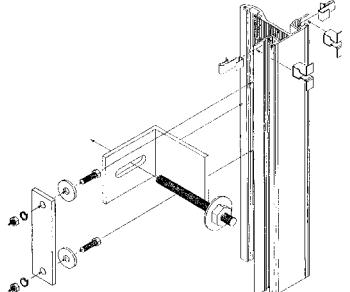


Fig.3-Ancoragens das guias de retenção

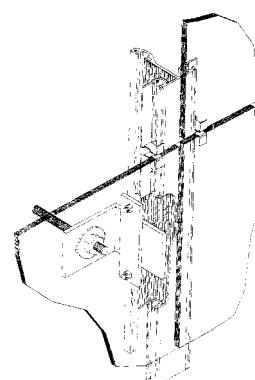


Fig.4- Fixação das placas de porcelanato no sistema auto-portante<sup>4</sup>.

## **4. CARACTERÍSTICAS DAS JUNTAS ENTRE AS PLACAS**

As juntas entre as placas de porcelanato devem ser determinadas de modo a permitir a dilatação e contração das mesmas frente às amplitudes máximas de temperaturas superficiais. O coeficiente de dilatação térmica das placas de porcelanato , conforme mostra a tabela 1 é de aproximadamente  $6 \times 10^{-6}$  m/mK, cerca de nove vezes menor que a dilatação das cerâmicas convencionais, que é de  $5 \times 10^{-5}$  m/m K (EICHLER, 1973). Isto permite colocar as juntas com espessuras mínimas de regularização. As fachadas podem alcançar variações máximas de temperatura superficial de até 60K (BARTH,1998). As placas com maiores dimensões utilizadas no Brasil são de 60x60cm, que, sob estas condições podem apresentar variações dimensionais da ordem de:

$$\Delta L = L \cdot C \cdot T = 0,6 \cdot 5 \times 10^{-6} \cdot 50 = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m}$$
$$\Delta L = 0,15 \text{ mm.}$$

Este valor é bastante inferior aos valores das tolerâncias de montagem da placa, que costumam ser de aproximadamente 1 a 2 mm, para as chamadas juntas secas. Ainda que a espessura nominal das juntas entre as placas de fachada seja bastante reduzida, faz-se necessário a utilização de rejentes flexíveis, que possam acompanhar as movimentações das juntas. Ao elevar-se a temperatura, o material do rejunte, que nesta situação apresentaria uma dilatação, sofre uma deformação induzida que comprime o material de rejunte devido às expansões das placas que conformam a junta. Também ocorre o efeito inverso, quando existe um resfriamento das placas nas fachadas.

## **5. ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DAS VEDAÇÕES COM PLACAS DE PORCELANATO**

Na análise do desempenho térmico das vedações com placas de porcelanato adota-se como referência as alvenarias com blocos cerâmicos furados, por serem estas as mais freqüentemente utilizadas nas vedações verticais não portantes dos edifícios. O desempenho térmico das fachadas com placas de porcelanato pode ser determinado segundo o Projeto de Norma Brasileiro: Desempenho Térmico de Edificações<sup>1</sup>. A transmitância térmica do componente em W/m<sup>2</sup>.K, a capacidade térmica , em kJ/(m<sup>2</sup>.K) e o atraso térmico da vedação em horas são calculados para os modelos físicos apresentados na figura 5. As fachadas com câmara de ar na posição vertical podem ser classificadas em função da relação entre as aberturas nas fachadas, no caso as juntas abertas entre as placas de porcelanato, e o comprimento da parede:

Fachadas pouco ventiladas	S/L < 500
Fachadas muito ventiladas	S/L > 500
onde: S é a área de abertura de ventilação (cm <sup>2</sup> );	
e L, o comprimento da parede em metros.	

Nas fachadas ventiladas com placas de grande tamanho, a largura das juntas é determinante no fenômeno de ventilação natural da câmara de ar. As fachadas com pé-direito de 260 cm, realizadas com placas de 60 x 60 cm e todas as juntas abertas com 6 mm de largura apresentam uma relação S/L = 560. Isto determina que a aplicação destas placas com juntas abertas superiores a 6 mm possam ser caracterizadas como fachadas com câmara de ar muito ventilada. A continuação, apresentam-se alguns tipos de vedações com placas de porcelanato, incorporando câmara de ar com diferentes graus de ventilação e uma camada de poliestireno para melhorar o isolamento térmico.

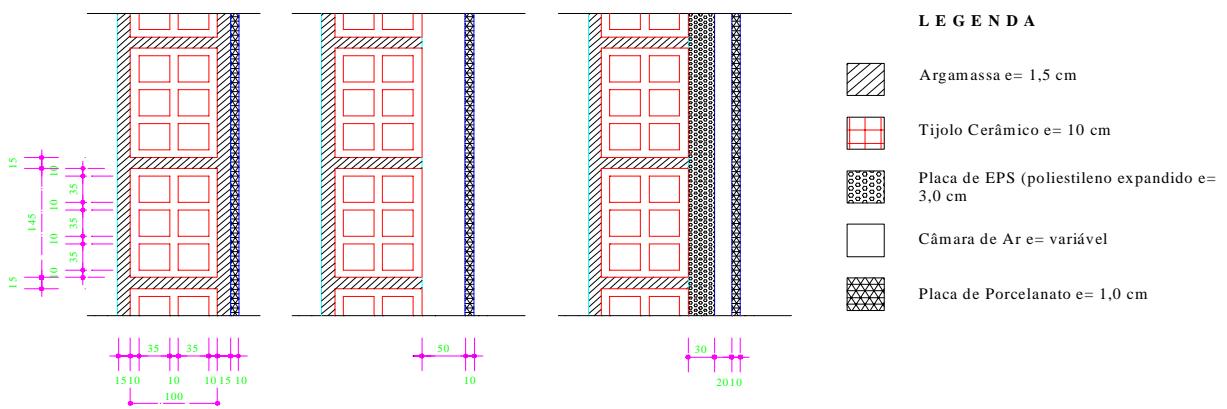


Fig. 5-Sistemas de vedações com alvenarias de tijolos cerâmicos vazados e placas de porcelanato

Onde:

**PS** – Parede simples com tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco nas duas faces ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ) e revestida com placa de porcelanato ( $e=1,0\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>1</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), câmara de ar não ventilada ( $e=5\text{ cm}$ ) e porcelanato ( $e=1\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>2</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), câmara de ar pouco ventilada ( $e=5\text{ cm}$ ) e porcelanato ( $e=1\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>3</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), câmara de ar muito ventilada ( $e=5\text{ cm}$ ) e porcelanato ( $e=1\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>4</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), camada de poliestireno ( $e=3\text{ cm}$ ) e câmara de ar não ventilada ( $e=2\text{ cm}$ ) construída com placa de porcelanato ( $e=1,0\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>5</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), camada de poliestireno ( $e=3\text{ cm}$ ) e câmara de ar pouco ventilada ( $e=2\text{ cm}$ ) construída com placa de porcelanato ( $e=1,0\text{ cm}$ ).

**PSar<sup>6</sup>** – Parede simples de tijolos furados ( $e=10\text{ cm}$ ), com reboco na face interna ( $e=1,5\text{ cm}$ ), juntas de argamassa ( $e=1,5\text{ cm}$ ), camada de poliestireno ( $e=3\text{ cm}$ ) e câmara de ar muito ventilada ( $e=2\text{ cm}$ ) construída com placa de porcelanato ( $e=1,0\text{ cm}$ ).

Os gráficos das figura 6 a 8 mostram que as vedações com câmara de ar pouco ventilada apresentam a mesma condição das câmaras não ventiladas, conforme preconiza o Projeto de Norma anteriormente referido. Os modelos PSar<sup>4</sup> e PSar<sup>5</sup>, com placas de porcelanato de cor branca e camada de poliestireno na câmara interna pouco ventilada e não ventilada são os que apresentam os menores valores de transmitância térmica. A camada de poliestireno, utilizada na câmara interna, é bastante eficiente para reduzir a transmitância térmica, porém não altera a capacidade térmica das vedações, conforme pode ser observado na figura 7.

Os atrasos térmicos dos modelos PSar<sup>4</sup> e PSar<sup>5</sup> da figura 8, na condição de inverno, são os que apresentam melhores resultados. Na condição de verão, o Projeto de Norma Desempenho Térmico de Edificações estabelece que a resistência térmica da câmara de ar ventilada deve ser igual a da câmara de ar não ventilada. Com isto desconsidera-se os efeitos benéficos correspondentes à convecção do ar na câmara interior na situação de verão.

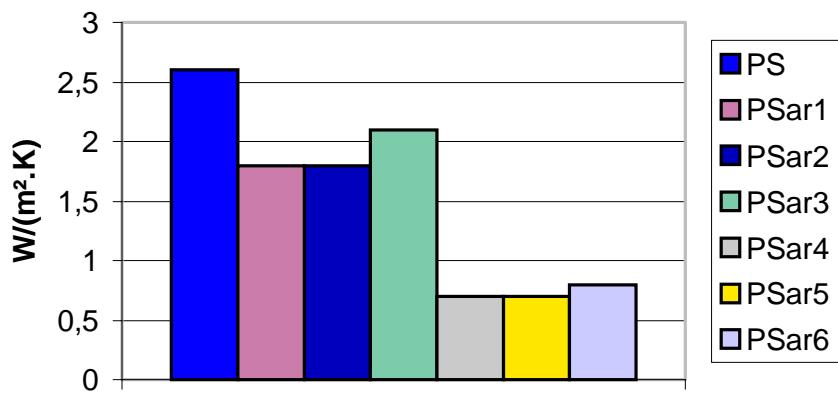


Fig. 6- Transmitância térmica das vedações com placas de porcelanato.

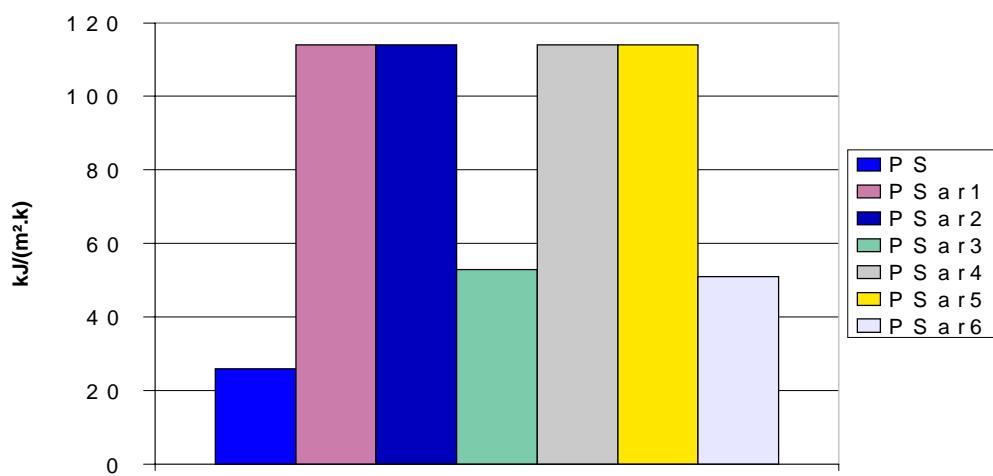


Fig. 7 - Capacidade térmica (CT) das vedações com placas de porcelanato.

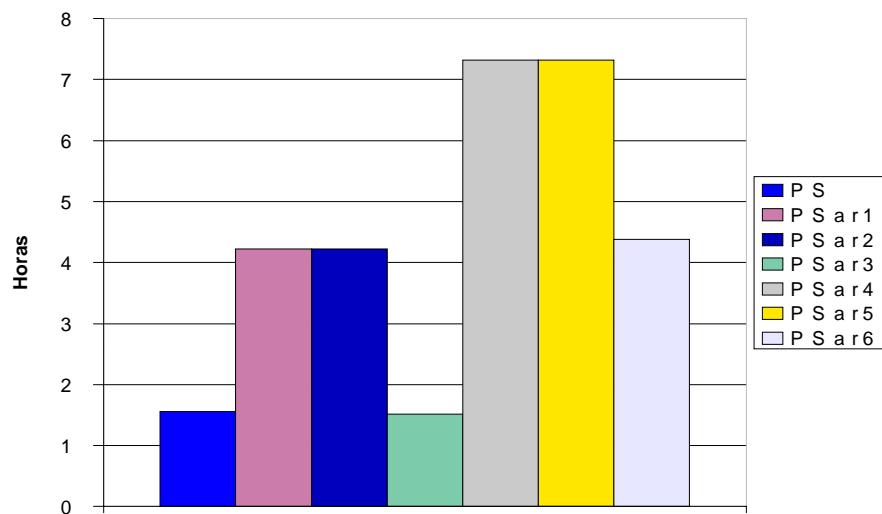


Fig. 8 - Atraso térmico ( $\phi$ ) das vedações com placas de porcelanato.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As fachadas com placas de porcelanato podem aumentar o grau de industrialização das vedações e incrementar a construtividade do sistema. A montagem a seco, realizada através de parafusos, encaixes ou selantes estruturais, pode garantir a uniformidade de aspecto e a qualidade de acabamento das fachadas. O sistema de fixação das placas de porcelanato com grampos, todavia podem comprometer a composição da fachada, na medida em que os grampos são visíveis nas superfícies das placas.

Apesar das placas do porcelanato apresentarem um bom potencial para a inserção de inovações construtivas nas fachadas, ainda prevalece o assentamento direto das placas com argamassa, pois as dimensões máximas das placas oferecidas no mercado são da ordem de 60x60cm. Placas de maior tamanho podem estimular a aplicação dos sistemas semi-diretos e auto-portantes, com a utilização de sistemas de fixação com ancoragem metálica e/ou com guias de retenção.

Quanto ao desempenho térmico, as fachadas com câmara de ar não ventiladas e pouco ventiladas apresentam diminuição da transmitância térmica quando comparada com sua equivalente sem câmara de ar interna. A fachada muito ventilada na situação de inverno, segundo o projeto de Norma, diminui a transmitância térmica quando comparada com a fachada não ventilada. O aspecto favorável da fachada muito ventilada é seu desempenho térmico em situação de verão, especialmente nas fachadas super expostas a radiação solar, onde se podem alcançar temperaturas superficiais bastante elevadas, como costumam ser as fachadas oeste e noroeste.

O projeto de Norma referido desconsidera o efeito acentuado da convecção na câmara de ar, na situação de verão, quando a fachada está submetida a grande fluxo de calor. Este fator estabelece a necessidade de ensaios e medidas experimentais para avaliar a eficiência da ventilação natural na câmara de ar interna nas fachadas super expostas à radiação solar, de modo a reduzir o rigor térmico na edificação na situação de verão.

Por fim, espera-se que a utilização de placas de porcelanato nas soluções de fachadas industrializadas, possa contribuir para introduzir melhorias de aspecto, de construtividade e de comportamento, na medida em que os requisitos ambientais e tecnológicos possam ser técnicamente dimensionados através dos sistemas multicapas.

## **7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto 02:135.07-002Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. 1998 p. 06-11
2. BARTH, F. Las fachadas de hormigón arquitectónico y GRC en Catalunya: Aplicación y comportamiento de cerramiento prefabricados. ETSAB-UPC. Barcelona. 1998
3. DALLERA, S.R.L. Catalogo Técnico: Strutture per facciate Ventilate. Graniti Fiandre. Milano. 1997
4. EICHLER, F. Patología de la construcción. Biblioteca técnica de la construcción. Editorial Blume. 1973. P. 385.

5. ELIANE. Manual técnico e de Assentamento. Fachada Gres Porcelanato. Cocal do Sul. 1998.
6. HALFEN. Channel Sub-structure for Natural Stone Facade. Halfen GmbH & Co.KG. Langenfeld. 1997
7. PORTOBELLO. Procedimento e Especificações para Assentamento de Porcelanato Cerâmica Portobello S.A.- Divisão de Serviço ao Consumidor.1999