



APLICAÇÃO E DESEMPENHO TÉRMICO DOS PAINÉIS METÁLICOS SANDWICH NAS VEDAÇÕES DO FÓRUM DA UFSC

G. J. Ventura & F. Barth, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Dept. de Arquitetura e Urbanismo

88.040-900 – Florianópolis/SC – Brasil

e-mail: ventura@mdi.com.br - ferbarth@arq.ufsc.br

RESUMO. Este trabalho busca caracterizar a aplicação e o desempenho térmico dos painéis metálicos sandwich com núcleo de poliestireno nas vedações do edifício de quatro pavimentos do Fórum Distrital da UFSC em Florianópolis. O sistema construtivo é formado por painéis sandwich com chapas de aço com 0,05 cm de espessura e núcleo central com 10 cm de poliestireno. Os painéis com 1,15 m de largura e 11 m de comprimento são fixados através de tirantes aparafusados na estrutura metálica do edifício, permitindo facilidade e rapidez na montagem. As faces dos painéis são pintadas com tinta epóxi na fábrica de modo a dispensar os acabamentos externos e internos na obra. A análise do desempenho térmico, realizada através de modelos teóricos de acordo com o Projeto de Norma Brasileira - Desempenho Térmico de Edificações, compara este tipo de vedação com as alvenarias tradicionais.

ABSTRACT. This paper aims to characterise the application and thermal behaviour of the metallic sandwich panels onto the cladding of the 'Forum Distrital da UFSC' at Florianópolis. The sandwich panels are made of two 0,5 mm steel sheet with a core of 10 cm polystyrene. The panels which size are 1.15 by 11 meters can be easily and quickly assembled and fixed on the structure by metallic restraint bolts. The panels are painted with epoxy paint, avoiding 'in situ' finishing. The thermal behaviour is assessed by analytical models, according with the project of the Brazilian Standard: Building's Thermal Behaviour, comparing this cladding with the traditional masonry.

1. Introdução.

A construção do Fórum Distrital da UFSC, localizado em Florianópolis, em atendimento às solicitações do Tribunal de Justiça Santa Catarina, permitiu introduzir algumas inovações no sistemas de vedações, propiciando características estéticas e construtivas próprias. O edifício, projetado pelo arquiteto Aldo Luis Eickhoff e concluído

em setembro de 1998, é constituído por quatro pavimentos: térreo sobre pilotis de concreto onde estão localizados o auditório e o estacionamento; e mais três andares construídos com estrutura metálica e lajes *steel deck*. As vedações verticais são formadas por painéis sandwich de revestimento de chapa metálica e núcleo de poliestireno, pintados na fábrica.

A estrutura metálica de sustentação e os painéis de vedação sandwich conferiram leveza e rapidez no fechamento do edifício, de forma similar aos sistemas pré-fabricados de fachadas². A cobertura composta com telha de aço galvanizada trapezoidal com 0,6 mm de espessura foi pintada na fábrica com tinta verde escuro.



Fig.1 Fachada Sul e Sudeste.

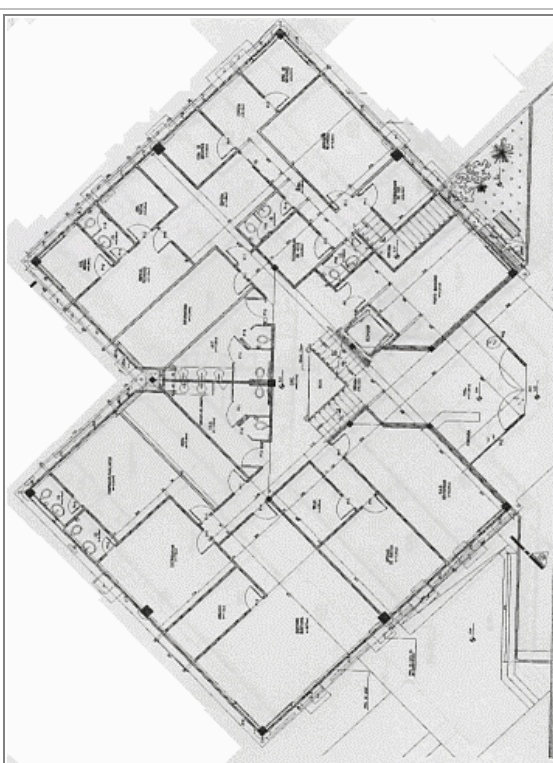


Fig. 2 Planta baixa do edifício

2. Características Construtivas

Os painéis sandwich de vedação são formados por chapas de aço com 0,5mm de espessura e núcleo com 10 cm de poliestireno cujas características físicas são apresentadas na figura 3. O painel é fixado nas terças metálicas de cada pavimento com parafusos galvanizados com arruela de borracha e recebe um perfil de acabamento na base e na extremidade superior. Nas extremidades inferiores e superiores dos painéis o acabamento é feito por um perfil de acabamento fixado com rebites e que serve de arremate do forro de gesso do pilotis, conforme mostra a figura 4.

Tab. 1 - Características físicas dos painéis sandwich

Espessura (cm)	Largura (cm)	Peso (Kg/m ²)	Transmitância Térmica (W/m ² K)	Vão Máximo (cm)
10	115	10,26	0,37	4428,4

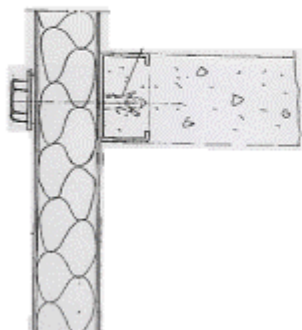


Fig. 3 - Fixação do painel na laje Fig. 4 - Arremate inferior do painel no pilotis

As juntas entre os painéis são realizadas através do sistema macho-fêmea, com aplicação de selante elástico a base de silicone. As aberturas das fachadas oeste e noroeste apresentam brise-soleil com lâminas metálicas pintadas de preto. As lâminas estão orientadas na diagonal das aberturas, atuando como elementos de proteção da radiação solar. Apesar do isolamento térmico propiciado pelos painéis sandwich, quase a totalidade das salas apresentam aparelhos de ar condicionado, produzindo irregularidades nas fachadas, como podem ser observadas na figura 7.

A facilidade de corte dos painéis sandwich permitiu executar aberturas com formas trapezoidais e circulares. A estanqueidade das juntas entre as aberturas e os painéis é garantida através de selantes a base de silicone. Os painéis sandwich também foram utilizados na platibanda, onde estão fixados à estrutura do edifício por meio de perfis metálicos. Este dispositivo de projeto destaca a platibanda do plano da fachada, ocultando a calha pluvial e arrematando o encontro da fachada com a cobertura, conforme mostra a seção transversal da figura 8.

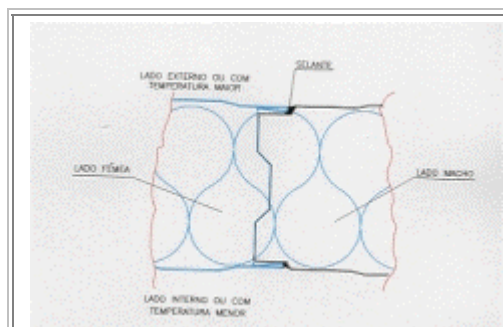


Fig. 5 Seção da junta entre painéis.

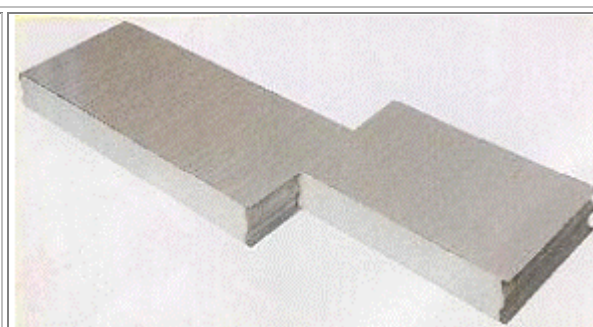


Fig.6 Juntas entre painéis no sistema macho-fêmea



Fig. 7 Aberturas da fachada oeste com brisesoleil metálico

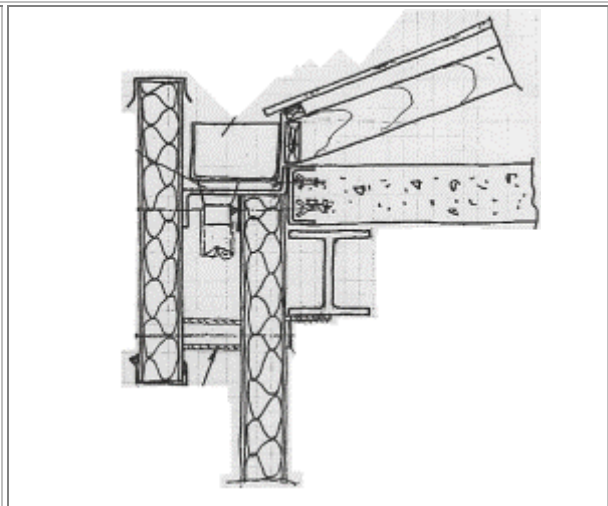


Fig.8 Secção transversal da platibanda

3 Análise do Desempenho Térmico das Vedações

A transmitância térmica das vedações ($W/m^2.K$) e o atraso térmico em horas, foram calculados conforme o projeto de norma brasileira- Desempenho Térmico de Edificações¹. As propriedades dos materiais considerados neste estudo são a condutibilidade térmica ($W/m.K$), a densidade de massa aparente do material (kg/m^3), o calor específico c ($kJ/kg.K$) e a espessura de cada camada em metros. O fabricante dos painéis também produz o mesmo tipo de painel com chapas de alumínio. A análise do desempenho térmico destes painéis de vedação é realizado comparativamente com o desempenho das alvenarias com elementos cerâmicos de espessura equivalente. As vedações analisadas são descritas a seguir:

T. Maciço - Parede de tijolo maciço com 9cm de espessura, assentados com argamassa de 1 cm de espessura e rebocados em ambas as faces com 1,5cm.

T. Furado - Parede de tijolo cerâmico de seis furos com 10cm de espessura, assentados com argamassa de 1 cm de espessura e rebocados em ambas as faces com 1,5cm.

Aço-EPS - Painel sandwich com chapa de aço de 0,05cm e núcleo central com poliestireno de 10cm de espessura.

Alu-EPS - Painel sandwich com chapa de alumínio de 0,05cm e núcleo central com poliestireno de 10cm de espessura.

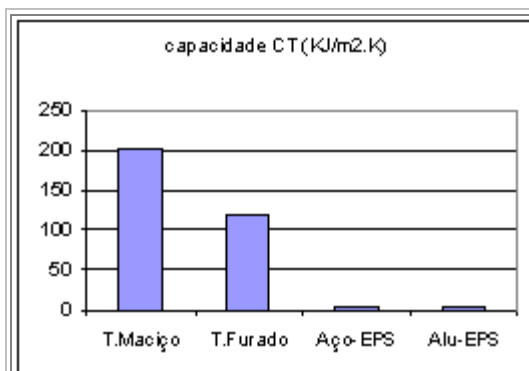


Fig.9-Capacidade térmica das vedações verticais

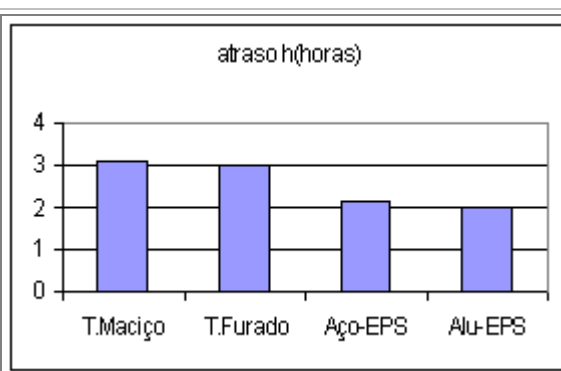


Fig.10- Atraso térmico das vedações verticais

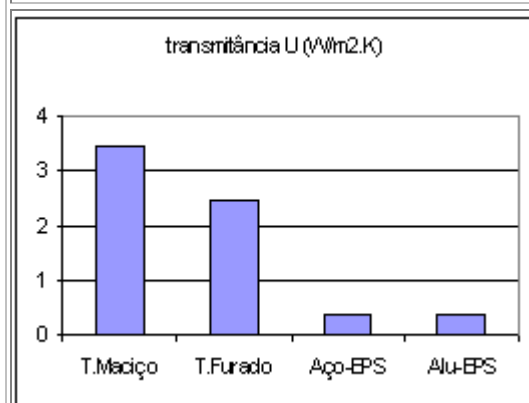


Fig.11-Transmitância térm. das vedações verticais

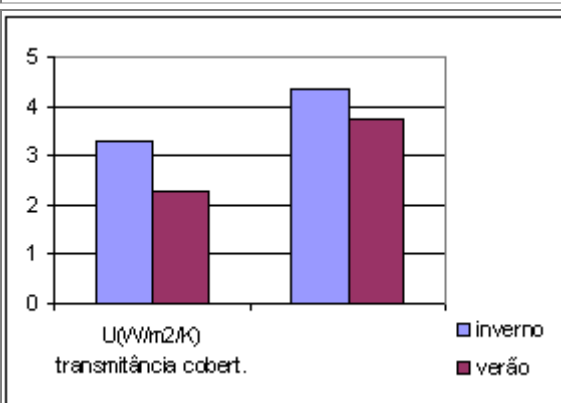


Fig.12-Transmitância e atraso térm. da cobertura

Tab. 2 - Parâmetros térmicos das vedações verticais e da cobertura

Vedações	capacidade (KJ/m ² .K)	Transmit. (W/ m ² .K)	atraso h(horas)	Cobertura	capacidade CT (KJ/ m ² K)	transmitância U(W/ m ² /K)	atraso h(horas)
T.Maciço	200,7	3,44	3,1				
T.Furado	118,9	2,45	3	inverno	268,6	3,29	4,36
Aço-EPS	5,7	0,37	2,1				
Alu-EPS	5	0,37	2	verão	268,6	2,26	3,76

O desempenho térmico das vedações verticais analisadas é igual para a condição de inverno e verão. Pode-se observar que apesar dos painéis serem muito leves, pouca massa térmica, o atraso térmico é da mesma grandeza das alvenarias de tijolos cerâmicos, devido a baixa transmitância térmica que produz o núcleo de poliestireno.

Tab. 3 – Comparação do desempenho térmico das vedações e coberturas com os limites admissíveis do projeto de norma¹.

(W/m ² .K) (h) %Limite admissível p/ vedações verticais U ≤ 3,60 φ ≤ 4,3 FS≤ 5,5
Valores das vedações vert. existentes U= 0,37 φ = 2,1 FS= 0,4
Limite admissível p/ cobertura U ≤ 1,80 φ ≤ 3,3 FS≤ 6,0
Valores da cobertura existente no verão U =3,29 φ =4,3 FS= 16,1
Valores da cobertura existente no inverno U =2,26 φ =3,7 FS= 6,3

Os valores da tabela 3 indicam um bom desempenho térmico das vedações quando comparados com os limites admissíveis do projeto de norma. A cobertura, no entanto, apresenta valores muito superiores aos limites propostos. A tabela 3 mostra uma diminuição da transmitância térmica da cobertura na situação de verão, fazendo com que, teoricamente, o edifício melhore seu desempenho térmico nesta situação. No entanto o atraso térmico da cobertura na situação de verão é aproximadamente 15 % inferior ao atraso na situação de inverno.

Como indicativo pode-se fazer a comparação do desempenho térmico das vedações verticais e da cobertura , calculados segundo as orientações e radiação solar incidente. O fluxo de calor q (W/m²) pode ser avaliado, de maneira simplificada, para condições de verão, através da temperatura sol-ar⁵ (T_{sol ar}). Neste cálculo considera-se a temperatura interna igual a externa. Desta forma o fluxo de calor obtido é devido exclusivamente à radiação solar, á absorvância e à transmitância térmica dos elementos opacos das vedações e da cobertura.

$$T_{\text{sol ar}} = T_{\text{ext}} + \alpha \cdot I_g \cdot R_{\text{se}} - \epsilon_{\text{ioc}}$$

sendo: T_{ext} é a temperatura externa; α é o coeficiente de absorção da superfície; I_g é a radiação solar incidente; R_{se} é a resistência superficial externa; ε_{ioc} é quanto de radiação a superfície perde para o céu, tomado igual a 4 para coberturas e igual a 0 para superfícies verticais.

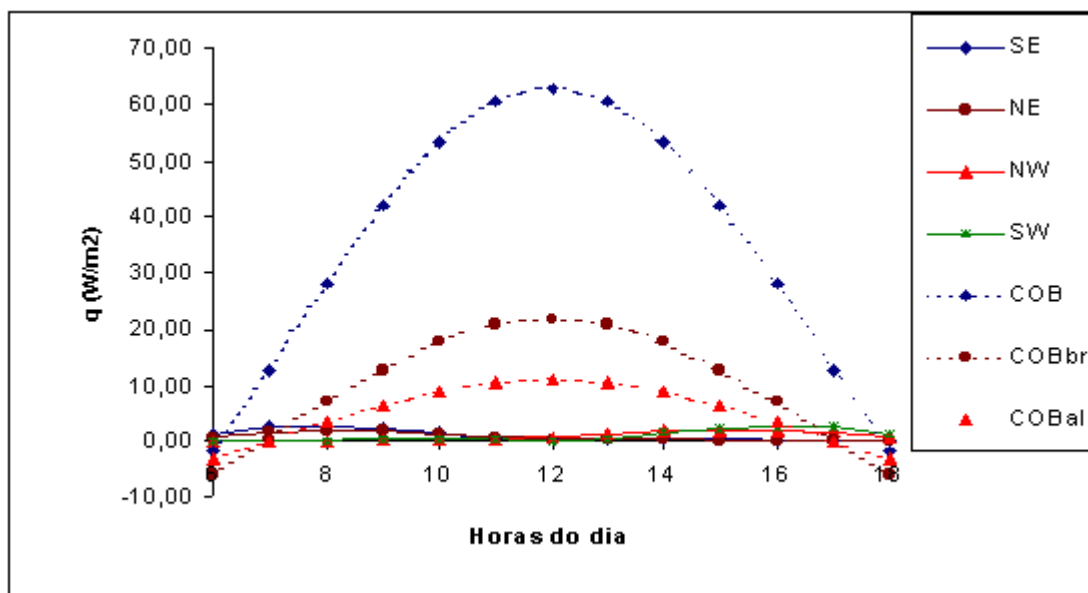


Fig. 13 . Fluxo de calor devido à insolação nas vedações verticais e cobertura no solstício de verão⁴.

A figura 13 apresenta o fluxo de calor devido à insolação nas vedações verticais, segundo as respectivas orientações solares, e da cobertura. A cobertura do edifício é a parte da envolvente que apresenta maior fluxo de calor, por receber maior quantidade de radiação solar e por apresentar transmitância térmica elevada ($U=2,26 \text{ W/ m}^2.\text{K}$) e grande absorvância à radiação solar ($\alpha =0,7$). Contraditoriamente, o tipo de telha utilizada na cobertura apresenta valores de transmitância térmica e absorvância bastante superiores aos das vedações verticais. Como a cobertura existente apresenta fluxo de calor muito elevado quando comparado com os fluxos de calor das vedações verticais, calculou-se o fluxo de calor para as duas propostas de intervenção: pintura da cobertura na cor branca (COBbr) e pintura branca com a colocação interna de membrana de alumínio como superfície refletora paralela ao plano do telhado (COBal). Nas curvas dos três tipos de coberturas analisadas, as ordenadas negativas correspondem a uma inversão do fluxo de calor na primeira e última hora do dia devido aos valores baixos de radiação solar incidente e à parcela de radiação que a superfície perde para o céu considerada constante (ϵ_{ioc}).

4. Conclusões

O tamanho dos painéis facilita e agiliza os procedimentos de montagem das vedações. No entanto, o sistema utilizado na fixação provocou, em algumas zonas próximas aos parafusos, deformações perceptíveis nas chapas metálicas dos painéis. Os painéis apresentam transmitância térmica muito reduzida quando comparado com a resistência das alvenarias analisadas, contribuindo de maneira eficaz para reduzir o fluxo de calor através das vedações. O atraso térmico dos painéis de vedação, apesar da reduzida massa térmica, é apenas 30% inferior aos valores correspondentes às alvenarias com tijolos cerâmicos devido a contribuição da elevada resistência térmica dos painéis ($Rt=2,7\text{m}^2.\text{K/ W}$).

O fluxo de calor através das vedações verticais não apresenta grandes variações em função da orientação solar, devido à elevada resistência térmica dos painéis. No entanto,

a cobertura é a parte da envolvente do edifício que recebe maior incidência da radiação solar, apresenta grande fluxo de calor, pois a telha de chapa galvanizada com 0,6 mm pintada na cor verde escura tem elevada absorvância e transmitância térmica.

Esta deficiência poderia ser minimizada na fase de projeto, pois o fabricante dos painéis de vedação³ dispõe de alguns tipos de telhas com isolamento térmico. Como proposta de intervenção econômica aponta-se a pintura branca das telhas e a colocação de membrana de alumínio como superfície refletora na câmara de ar existente na cobertura.

Esta intervenção pode ser implementada sem comprometer o funcionamento do edifício, permitindo melhoria das suas condições de uso e reduzindo o consumo de energético. Medições de temperatura e umidade dos ambientes internos e externos do edifício deverão ser realizadas antes e após esta intervenção para fornecer dados conclusivos sobre as melhorias obtidas.

5 Referências bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1998) – *Desempenho térmico de edificações*. Projeto 02:135.07-002 e Projeto 03

BARTH, F. (1998). *Las fachadas de hormigón arquitectónico y GRC en Catalunya: Aplicación y comportamiento de cerramiento prefabricados*. ETSAB-UPC. Barcelona.

DANICA TUPINIQUIM. (1998). *Catálogo e informações técnicas*. Joinville.

FROTA, A.B. & SHIFFER, R.S.(1995). *Manual do Conforto Térmico*. Nobel. 2 ed. São Paulo.

RIVERO, Roberto. (1986) *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. Luzzato editores. Porto Alegre.