



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS ARQUITETÔNICAS DE CONTROLE SOLAR EM EDIFÍCIOS VERTICais DE USO COMERCIAL/SERVIÇOS E RESIDENCIAIS: PARTE 2 ESTUDO DE CASO PARA O CENTRO DE BLUMENAU SC

ULIANO, Giane (1); BOGO, Amilcar José (2)

(1) Estudante de Arquitetura e Urbanismo, bolsista de pesquisa PIPE-170, e-mail: gianeuliano@gmail.com; (2) Arquiteto e Urbanista, Dr., Professor, e-mail: amilcarbogo@gmail.com
Universidade Regional de Blumenau - FURB, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental - LACONFA, Rua Antônio da Veiga, 140, 3321-0200

RESUMO

Neste artigo são apresentados os resultados de uma pesquisa sobre análise das estratégias arquitetônicas de controle solar em aberturas de edifícios verticais de uso comercial/serviços e residenciais em Blumenau SC. Foi realizado inicialmente um levantamento de dados de um conjunto de edificações representativas da tipologia edilícia de análise, numa amostra de edificações para a região central da cidade, com grande verticalização. No total, foram levantados, analisados e avaliados quarenta e quatro (44) edifícios com mais de três pavimentos, em análises realizadas por pavimento tipo de cada edifício, para os ambientes de permanência de cada apartamento e no conjunto de todos os edifícios identificados. Ao final, observou-se um percentual baixo de soluções adequadas de controle solar, assim como baixo número de apartamentos com todas as soluções adequadas, revelando falhas do projeto de arquitetura.

Palavras-chave: Controle solar, Estratégias arquitetônicas, Conforto térmico, Arquitetura.

ABSTRACT

This paper presents the results of a research on the analysis of architectural solar control strategies in vertical buildings in Blumenau SC. We conducted an initial survey data from a representative set of buildings types, a sample of buildings for the downtown area, with large vertical. In total, we collected, analyzed and evaluated forty-four buildings, in analyzes for each type of deck building, stay for the environments of each apartment and the set of all buildings identified. At the end, there was a percentage of appropriate solutions for solar control low, and few apartments with all the appropriate solutions, revealing the architecture design flaws.

Keywords: Solar control, Architectural strategies, Thermal comfort, Architecture.

1 INTRODUÇÃO

As estratégias bioclimáticas proporcionam a adequação da arquitetura ao clima, aliando entre outras, elementos de proteção solar a componentes que permitam a ventilação natural adequada aos ambientes. Para Gutierrez e Labaki (2005) “A adequação das edificações ao clima é uma condicionante de projeto”.

O uso de estratégias de conforto para barrar a insolação direta excessiva é essencial. A luz, certamente é o mais importante meio de comunicação do homem com o seu entorno, e para o conforto ambiental é necessário a penetração dessa radiação em certa quantidade nos espaços em que vivemos, para o aproveitamento da luz natural, economizando energia elétrica e para suprir as necessidades humanas.

Para se proteger do excesso da radiação solar incidente, existem três estratégias básicas: dispositivo de proteção interna à janela, materiais transparentes com características especiais e dispositivo externo ao edifício. Os dispositivos externos de proteção têm a capacidade de interceptar os raios solares antes que atinjam as superfícies envidraçadas. (MARAGNO, 2001)

As diversas vantagens no uso dos brises são: proteger da radiação solar direta, captar a ventilação, refletir e distribuir a luz natural no interior dos ambientes, diminuindo o contraste provocado pelo excesso de iluminação natural próximo às janelas. Bloquear a radiação solar e aproveitar a iluminação e ventilação natural é uma das formas de proporcionar uma adequação essencial ao projeto, buscando evitar o desconforto visual, que pode ser causado por ofuscamento ou contraste, e proporcionando a integração eficiente com os sistemas artificiais de condicionamento térmico e iluminação artificial (LIMA et al., 2011).

Após a década de 60 a utilização do brise-soleil tornou-se cada vez mais escassa, por seu custo, dificuldade de manutenção, desconhecimento técnico, a popularização dos sistemas de condicionamento de ar, no qual as questões de conforto ambiental não eram mais fatores primordiais de concepção, dentre outros, resultando em uma grande quantidade de edifícios com aberturas envidraçadas de várias dimensões sem nenhuma proteção para diminuir os ganhos térmicos ocasionados pela incidência direta do sol (FONTENELLE; CLARO; ARAÚJO, 2011).

O estudo realizado por Didoné (2009), comprovou por meio de simulações que os ângulos de sombreamento interferem de forma significativa no aproveitamento da luz natural. Quanto maior o ângulo de sombreamento, maior será também o consumo de energia elétrica com iluminação artificial e menor o consumo com condicionamento de ar. Isso ocorre em virtude da diminuição das cargas térmicas devido à redução do ganho de calor, proporcionada pela proteção solar.

No entanto, muitas vezes percebe-se entre os arquitetos uma resistência ao uso dos dispositivos de sombreamento nos projetos atuais, considerados muitas vezes como uma solução “limitante ou inibidora da criatividade”, de difícil entendimento, de tempo e custo elevado, com abordagens de projeto de arquitetura excessivamente morfológico-volumétricas e funcionais, em detrimento da qualidade ambiental interna.

Segundo Piccoli Junior et al. (2013) “As proteções solares são mecanismos importantes, pois além de atuarem como prateleiras de luz, ajudam no conforto térmico regulando a quantidade de radiação que entra no ambiente conforme a hora do dia”.

Maragno (2001) aborda “os fatores que levaram ao desenvolvimento dos *brises* por Le Corbusier, sua incorporação e difusão no repertório da arquitetura moderna brasileira”. O estudo aponta o brise-soleil como um dispositivo de alto desempenho para oferecer conforto térmico e lumínico ao mesmo tempo racionalizando o consumo de energia. Por outro lado, os brises ao se constituírem em um elemento dos envoltórios assumem papel significativo na determinação da forma final das edificações.

Lukiantchuki e Caram (2011) avaliaram “as estratégias de insolação e iluminação natural propostas pelo arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, nos hospitais de Salvador e do Rio de Janeiro, enfatizando a eficiência das diferentes soluções projetuais”. Os resultados mostram a preocupação do arquiteto com o uso da luz natural e a importância desse recurso para o bem-estar dos pacientes.

Neste trabalho de pesquisa foram avaliados edifícios verticais numa região central da cidade de clima subtropical ou mesotérmico úmido com verões quentes, em continuidade

ao trabalho similar já realizado para o bairro Victor Konder na cidade (ULIANO e BOGO, 2013), identificando a presença e eficiência das soluções de controle solar existentes, sejam elas fixas ou móveis.

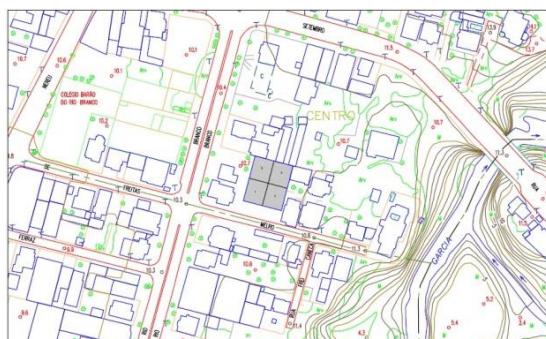
2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização das análises das estratégias arquitetônicas de controle solar nos edifícios selecionados, a pesquisa foi dividida em quatro etapas: 1) Levantamento dos dados preliminares sobre a temática de estudo: a partir de uma revisão bibliográfica em anais de eventos, periódicos, foi obtido um embasamento sobre o assunto, auxiliando na pesquisa de campo; 2) Levantamento de dados específicos: Foram selecionadas edificações do bairro Centro, nas principais ruas próximas à Alameda Rio Branco, Rua XV de Novembro e Avenida Presidente Castelo Branco, no qual foram escolhidas edificações com mais de três pavimentos, que possuísem qualquer tipo de elemento de controle solar. Na pesquisa de campo foram feitas coletas de dados sobre cada edificação, como fotos e anotações sobre: elementos de controle solar, quantidade de pavimentos tipo e quantidade de apartamentos por pavimento tipo; 3) Fichas de catalogação: foram criadas fichas com os dados obtidos na pesquisa de campo; 4) Avaliação: depois da coleta das informações necessárias, foi realizada a avaliação cada edificação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações realizadas a partir das análises das edificações foram agrupados a partir de fichas de catalogação. A seguir, é apresentado o conteúdo de uma ficha de catalogação a título de exemplo para uma das edificações analisadas, face ao limite de tamanho deste documento.

Figura 1- Planta de localização da edificação 1 (escala ~ 1:2000).



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau (2013).

Figura 2- Planta de implantação da edificação 1 no terreno (escala ~ 1:500).



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau (2013).

Figura 3- Imagem aérea da edificação 1.



Fonte: Google Earth.

Figura 4- Foto geral: fachadas sudoeste (SO) e noroeste (NO) - edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 5- Fachada frontal sudoeste (SO) - edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 6- Fachadas noroeste (NO) – edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 7- Fachada lateral sudeste (SE) - edificação 1.



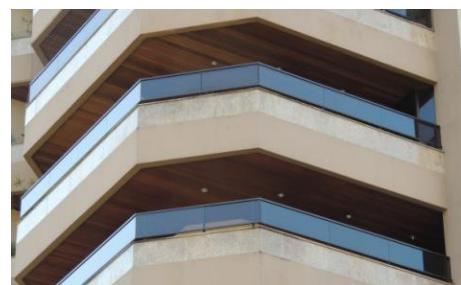
Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 8- Fachadas nordeste (NE) e noroeste (NO) – edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 9- Detalhe da sacada como elemento de controle solar ECS - edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Figura 10- Detalhe da veneziana como ECS - edificação 1.



Fonte: GianeUliano (2013)

Quadro 1- Estratégias Arquitetônicas de Controle Solar da edificação 1.

ESTRATÉGIAS ARQUITETÔNICAS DE CONTROLE SOLAR					
APTO.	AMBIENTES	ORIENTAÇÃO	TIPO ECS	MATERIAL/PROF.	AVALIAÇÃO
APTO. 1	Dormitório 1	NO	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Sala de Estar	SO	Sacada	Alvenaria / P= 1,50m	INADEQUADO
APTO. 2	Dormitório 1	SE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Sala de Estar	SO	Sacada	Alvenaria / P= 1,50m	INADEQUADO
APTO. 3	Dormitório 1	NE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Dormitório 2	NE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Dormitório 3	SE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Sala de Estar	SE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
APTO. 4	Dormitório 1	NE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Dormitório 2	NE	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Dormitório 3	NO	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO
	Sala de Estar	NO	Veneziana	Alumínio	ADEQUADO

Os resultados para a edificação 1 antes apresentados no Quadro 1, analisados por pavimento tipo, identificaram 10 situações de adequação do controle solar, num total de 12 existentes, ou seja, num percentual de 83% de adequação. Foram catalogadas no total quarenta e quatro (44) edificações no bairro Centro, de três (3) até dezesseis (16) pavimentos, todas com elementos de controle solar como: veneziana, sacada, marquise, beiral e nichos.

Foi realizado registro fotográfico de todas as fachadas, uma em perspectiva e detalhes de elementos de controle solar de cada edificação, assim como a identificação da quantidade de pavimentos tipo, quantidade de apartamentos por pavimento e os tipos de elementos de controle solar existentes nos ambientes de permanência de cada apartamento.

As informações obtidas na pesquisa de campo foram agrupadas em fichas de catalogação para cada edificação. Cada ficha possui: plantas de localização aproximadamente em escala 1:2000 e 1:500, imagem aérea (*Google Earth*), fotos de todas as fachadas, de uma perspectiva e dos detalhes de elementos de controle solar, e um quadro com as estratégias arquitetônicas de controle solar que as edificações possuem, como: quantidade de apartamentos por pavimento, ambientes de permanência com aberturas, orientação solar, tipo de elemento de controle solar, material utilizado e no caso de sacadas e beirais, sua profundidade, e uma avaliação, informando se tal ambiente é adequado ou não.

A avaliação dos ECS fixos do tipo marquise, sacada, varanda, foi realizada a partir do cálculo da profundidade “P” mínima que um elemento de controle solar precisa ter para bloqueio da insolação excessiva, segundo várias orientações solares, conforme nos mostra a Equação 1,

$$P = h/\operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Onde, P =Profundidade do elemento de controle solar;

h = Altura da abertura;

$\operatorname{tg} \alpha$ = Ângulo vertical frontal.

Este ângulo α foi definido como o seguinte para as orientações solares de análise:

Norte: 60°; Nordeste: 50°; Leste: 40°; Noroeste: 50°; Oeste: 30°; Sudoeste: 30°; Sul: 30°; e Sudeste: 30°.

A partir disto, foi realizada a avaliação com identificação do resultado: ADEQUADO ou INADEQUADO.

Finalizando as fichas de catalogação, avaliaram-se as soluções majoritárias dos elementos de controle solar de cada edificação e em qual ambiente de permanência estava localizada, conforme mostra o Quadro 2:

Quadro 2- Resumo da edificação 1 quanto aos elementos de controle solar

CARACTERÍSTICAS DE ECS NA EDIFICAÇÃO	
Número de pavimentos tipo	9
Número de apartamentos por pavimento	4
Ambientes de permanência por apartamento no pavimento tipo	3 Dormitórios 1 Sala de Estar
Solução majoritária / ambiente do ECS	Sacada / Sala de Estar Veneziana / Dorm. e Sala
Percentual de ambientes de permanência com soluções de ECS	100%
Percentual total ambientes permanência com soluções ADEQUADAS de ECS	83%
Percentual de apartamentos com soluções de ECS no edifício	100%
Percentual de apartamentos com todos os ambientes ADEQUADOS	50%

O Quadro 3 adiante apresentará as características de cada elemento de controle solar:

Quadro 3- Análise das características de elemento de controle solar da edificação 1

	Incorporação do ECS ao conjunto arquitetônico	
	Integrado ao todo	X
Sacada		
Adicionado ao todo		
Abrangência espacial do ECS		
Individual (única abertura)		
Coletiva (grupo de aberturas)		X
Importância arquitetônica		
Sem participação destacada		
Detalhe discreto sem grande participação		
Valorizam e compõem a fachada		X
Definem plasticamente a fachada		
	Incorporação do ECS ao conjunto arquitetônico	
	Integrado ao todo	X
Veneziana		
Individual (única abertura)		X
Importância arquitetônica		
Sem participação destacada		X

O Quadro 3 se refere às características dos elementos de controle solar da edificação 1. Analisando esta edificação pode-se perceber que a sacada é integrada à fachada, protege várias aberturas e acaba valorizando-as. As venezianas externas também estão integradas à fachada, mas protegem apenas uma abertura respectivamente, e não destaca grande importância nas fachadas.

O Quadro 4 adiante apresenta a quantidade de elementos de controle solar existente entre as quarenta e quatro (44) edificações, segundo o método de análise.

Quadro 4- Soluções majoritárias de ECS

ECS MAJORITÁRIOS
1º) 115 Venezianas
2º) 106 Sacadas
3º) 6 Proteções de Madeira
4º) 5 Marquises
5º) 4 Beirais

Para os elementos de controle solar móveis, foi realizada uma avaliação para cada abertura, com os respectivos pesos: Ótimo = 4; bom = 3; regular = 2; ruim = 1, envolvendo os seguintes critérios de análise: a) controle de excesso de insolação e de luminosidade, b) ventilação, c) visualização externa. O somatório geral dos critérios “a”, “b” e “c” não pode ser inferior a 8 para uma parcial adequação; acima disto é adequação.

O Quadro 5 adiante informa os valores parciais e totais para avaliação:

Quadro 5- Ponderação da avaliação de aberturas com ECS móvel

Mínimo	a	b	c	Total
Adequado	3 ou 4	3	3 ou 4	9 ou 11
Parcialmente adequado	3	2	3	8
Parcialmente inadequado	2	1	2	5
Inadequado	1	1	1	3

O Quadro 6 adiante apresenta a avaliação ambiental de desempenho de aberturas, considerando caixilho, vidro e elemento de proteção solar móvel. Das quarenta e quatro (44) edificações analisadas, somente dezoito (18) possuem elementos de controle solar móveis, ou seja, 40,90%.

Quadro 6- Avaliação ambiental de desempenho de aberturas com ECS móvel

Desempenho de aberturas	SEQUÊNCIA DE EDIFICAÇÕES ANALISADAS																	
	2	3.1	3.2	3.3	10	13	16	20	23	25	27	29	30	32	33	35	36	42
A) Controle de excesso de insolação e de luminosidade	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
B) Ventilação	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C) Visualização externa	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Somatório	11	11	10	11	11	9	11	11	11	11	11	11	11	11	9	11	11	11

Considerando os parâmetros antes citados no Quadro 5, identificou-se um valor médio de 10,72 (próximo da adequação) apresentado pelas 18 edificações que apresentam ECS móveis, com mínimo de 9, moda e máximo de 11, ou seja, dentro da categoria Adequado.

O Quadro 7 adiante apresenta a porcentagem de situações de controle solar existente nas quarenta e quatro (44) edificações analisadas, segundo 4 categorias:

- 1) Percentual de ambientes de permanência com soluções de ECS;
- 2) Percentual total ambientes permanência com soluções ADEQUADAS;
- 3) Percentual de apartamentos com soluções de ECS no edifício;
- 4) Percentual de apartamentos com todos os ambientes ADEQUADOS.

Quadro 7- Avaliação geral da existência de ECS e sua adequação nos ambientes com elementos de controle solar - quarenta e quatro (44) edificações analisadas.

Situações de avaliação										1	2	3	4	5
1) Percentual de ambientes de permanência com soluções de ECS										38%	100%	100%	100%	100%
2) Percentual total ambientes permanência com soluções ADEQUADAS										0%	80%	85%	66%	88%
3) Percentual de apartamentos com soluções de ECS no edifício										100%	100%	100%	100%	100%
4) Percentual de apartamentos com todos os ambientes ADEQUADOS										0%	50%	50%	0%	50%

...Continuação do Quadro 7

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1) ...	25%	25%	100%	66%	50%	33%	60%	80%	33%	100%	33%	30%	100%	16%	12%
2) ...	50%	50%	80%	0%	0%	0%	60%	0%	0%	75%	0%	0%	75%	0%	0%
3) ...	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%
4) ...	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

...Continuação do Quadro 7

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1) ...	20%	100%	50%	27%	100%	75%	100%	66%	50%	50%	100%	100%	75%	77%	
2) ...	0%	73%	0%	0%	66%	0%	75%	0%	100%	0%	100%	100%	0%	66%	80%
3) ...	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%
4) ...	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	25%

...Continuação do Quadro 7

	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1) ...	100%	100%	100%	33%	50%	50%	66%	50%	100%
2) ...	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	66%
3) ...	100%	100%	100%	33%	50%	50%	66%	100%	100%
4) ...	0%	1000%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

O Quadro 8 apresenta a porcentagem média de diferentes situações de controle solar em todas as edificações analisadas:

Quadro 8- Média geral da existência de ECS e sua adequação nos ambientes com elementos de controle solar - quarenta e quatro (44) edificações analisadas.

Situações de avaliação		MÉDIA
1) Percentual de ambientes de permanência com soluções de ECS		67%
2) Percentual total ambientes permanência com soluções ADEQUADAS de ECS		37%
3) Percentual de apartamentos com soluções de ECS no edifício		93%
4) Percentual de apartamentos com todos os ambientes ADEQUADOS		14%

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme pôde-se observar nos quadros anteriores, as venezianas e sacadas são as soluções arquitetônicas de controle solar mais utilizadas, para ambientes de permanência como dormitórios e salas nos apartamentos dos pavimentos tipo analisados. No entanto, em somente 67% dos ambientes de permanência dos apartamentos avaliados existem elementos de controle solar - ECS; ou seja, 33% dos ambientes de permanência não possuem ECS.

Já deste percentual de ambientes citados, somente 37% possuem soluções adequadas, revelando problemas de projeto de arquitetura. De todos apartamentos analisados, somente 14% possuem todas as soluções arquitetônicas de controle solar como adequadas, ou seja, novamente caracterizando falhas de projeto de arquitetura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao povo do Estado de Santa Catarina, por meio dos recursos financeiros da Bolsa de Pesquisa IC PIPe-170 ano 2013, que financiaram o desenvolvimento da pesquisa aqui relatada.

REFERÊNCIAS

- DIDONÉ, E. L. **A influência da luz natural na avaliação da eficiência energética de edifícios contemporâneos de escritórios em Florianópolis/SC.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis, 2009.
- FONTENELLE, M.R, CLARO, A, ARAÚJO, B.C.D. **Influência de elementos de proteção solar no conforto lumínico de um edifício residencial multifamiliar em Fortaleza-Ce.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Búzios, RJ, 2011.
- GUTIERREZ, G.C.R, LABAKI, L.C. **Considerações sobre o brise-soleil na arquitetura moderna brasileira.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Maceió, AL, 2005.
- PICCOLI JUNIOR, L.A., LETTI, A.A, HAUSSEN, A.P, BEYER, P.O. **Casa protegida pela terra com energia líquida zero.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Brasília, 2013.
- LIMA, K.M, NOGUEIRA, F.H.S, PASSOS, I.C.S, MAIA, S.S, BITTENCOURT, L.S. **A influência de protetores solares na iluminação natural no edifício sede da Compesa.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Búzios, RJ, 2011.
- LUKIANTCHUKI, M.A, CARAM, R.M. **Estratégias de insolação e iluminação natural na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: hospitais Sarah de Salvador e Rio de Janeiro.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Búzios, RJ, 2011.
- MARAGNO, G.V. **Eficiência e forma do brise-soleil na arquitetura de Campo Grande - MS.** In.: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, São Pedro, SP, 2001.
- ULIANO, Giane, BOGO, Amilcar José. **Análise das estratégias arquitetônicas de controle solar em aberturas de edifícios verticais em Blumenau SC.** In.: XII ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VIII ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Brasília, DF, 2013.