

CONFORTO TÉRMICO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE SIG, NÍVEIS DE SATISFAÇÃO E USO DOS ESPAÇOS ABERTOS

Antônio Tarcísio Reis (1); Sandra Becker (2); Maria Cristina D. Lay(3)

(1) Faculdade de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil – Praça Carlos Simão Arnt 21, apto. 202, Bela Vista, CEP. 90450-110, Porto Alegre, + 55 3308 3152, + 55 3308 3145, e-mail: tarcisio@orion.ufrgs.br

(2) Faculdade de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil – e-mail: sandrahb@via-rs.net

(3) Faculdade de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil – e-mail: cristina.lay@ufrgs.br

RESUMO

Este artigo trata do conforto térmico em conjuntos habitacionais, especificamente, da relação entre as áreas ensolaradas e o uso dos espaços abertos, e da relação entre a incidência solar nas unidades habitacionais e os níveis de satisfação dos moradores quanto ao conforto térmico, através do programa IDRISI. As análises foram realizadas, inicialmente, em 12 conjuntos habitacionais na região metropolitana Porto Alegre, e mais tarde, em quatro destes conjuntos caracterizados por blocos de apartamentos de quatro pavimentos: Sapucaia, Guajuviras, Loureiro e Angico. Na relação entre as áreas ensolaradas e o uso dos espaços abertos, foi considerada a incidência solar no horário de execução dos mapas comportamentais, onde foram registrados os comportamentos dos usuários dos espaços abertos de acordo com a faixa etária e atividade desenvolvida. Foram geradas imagens representando os espaços abertos ensolarados e sombreados, conforme as posições das barreiras físicas nos conjuntos e a orientação do sol determinada pela calota solar. Também, foram identificadas as peças dos apartamentos térreos ensolaradas nos solstícios de verão e inverno. Os resultados obtidos permitem, por exemplo, a identificação dos espaços abertos e das peças ensolaradas das unidades habitacionais, assim como a verificação da adequação do método de análise utilizado através de programa do tipo SIG.

ABSTRACT

This article deals with thermal comfort in housing estates, specifically, with the relationship between the sunny areas and the use of open spaces, and with the relationship between sun incidence in the housing units and degree of satisfaction of residents with thermal comfort, through IDRISI software. The analysis was initially carried out in 12 housing estates in the metropolitan region of Porto Alegre, and, later on, in four of these estates characterized by four storey blocks of flats: Sapucaia, Guajuviras, Loureiro and Angico. In the relationship between the sunny areas and the use of open spaces, it was considered the sunny incidence at the time of realization of behavior maps, where were registered the behaviors of users of open spaces according to the age groups and activity carried on. Images representing the sunny and shadowed open spaces were generated, according to the position of physical barriers in the estates and the sunny orientation determined by the simulation of sun movement. Also, were identified the sunny spaces in the ground floor flats in summer and winter solstices. Results allow, for example, the identification of the sunny open spaces and spaces in the

housing units, as well as the verification of the adequacy of the method of analysis used by means of GIS software.

1. INTRODUÇÃO

Conforto térmico diz sobre uma atitude de neutralidade em relação à temperatura de um determinado ambiente, indicando que uma pessoa não se sente desconfortável (p.ex. CORBELLA; YANNAS, 2003). Aspectos relacionados ao conforto térmico em espaços urbanos e em edificações têm uma grande importância para o uso satisfatório de tais espaços por parte de seus diversos usuários. Contudo, o uso de tais espaços, revela, em muitos casos, principalmente na realidade brasileira, que os aspectos relacionados ao conforto térmico têm sido desconsiderados ou considerados inadequadamente. No prefácio do livro de Corbella e Yannas (2003), intitulado 'Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental', Luiz Paulo Conde ressalta '... no caso brasileiro em particular, a inexistência de planejamento das cidades que leve em conta as questões ambientais'.

A importância do conforto térmico nos espaços abertos tem aumentado na medida em que o crescimento das extensões e densidades urbanas tem substituído os elementos naturais pelos construídos, com consequências negativas para o conforto térmico em tais espaços, conforme tem sido salientado (p.ex. ANAOKAR; CHALFOUN, 2005; DUARTE; SERRA, 2003). O conforto térmico dos espaços abertos é fortemente dependente do projeto urbano que deve considerar a importância das pessoas não serem obrigadas a se exporem à radiação solar por tempos prolongados em zonas tropicais, com possível redução ou falta de uso de espaços desprovidos de sombreamento (p.ex. CORBELLA; YANNAS, 2003).

A orientação solar das peças de uma moradia é fundamental para se conseguir um nível de conforto térmico em clima tropical úmido no verão, considerando-se que o controle dos ganhos de calor, um dos princípios de uma arquitetura bioclimática, se dá através da minimização da energia solar que entra pelas aberturas, além da minimização da energia solar absorvida pelas paredes externas (p.ex. CORBELLA; YANNAS, 2003). Neste sentido, a sensação de calor intenso em dormitórios voltados para o oeste tem sido mencionada (p.ex. GRANJA; LABAKI, 2004)

O interesse sobre o conforto térmico nos espaços abertos urbanos e no interior das edificações tem sido crescente e tem se traduzido em pesquisas e congressos em diversos países, incluindo o Brasil (p.ex. FARIA; MENDES, 2004). Embora os problemas de conforto térmico atinjam espaços urbanos e edificações de uso mais intenso ou destinados às classes econômicas com poder aquisitivo mais alto, aquelas com poder aquisitivo mais baixo tendem a ter tais problemas agravados. Particularmente, os projetos de muitos conjuntos habitacionais não parecem ter considerado o conforto térmico de seus usuários nos espaços abertos e no interior das unidades habitacionais, como um importante aspecto de projeto.

Contudo, existe a necessidade de se identificar, de uma maneira sistematizada, as atitudes e comportamentos dos usuários dos conjuntos com relação ao conforto térmico dos mesmos. Parece existir também, a necessidade de se investigar a quantidade de espaços abertos ensolarados e sombreados e de peças nos apartamentos sujeitas à incidência solar em conjuntos habitacionais. Desta forma, podemos comparar as atitudes e comportamentos com as características de tais conjuntos em relação à incidência solar.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é abordar o conforto térmico em conjuntos habitacionais, especificamente, a relação entre as áreas ensolaradas e o uso dos espaços abertos, e a relação entre a incidência solar nas unidades habitacionais e os níveis de satisfação dos moradores quanto ao conforto térmico, através do programa IDRISI.

3. METODOLOGIA

3.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo é caracterizado por 12 conjuntos habitacionais na região metropolitana Porto Alegre caracterizados por casas, sobrados e blocos de apartamentos de quatro pavimentos. Em quatro conjuntos com blocos, nomeadamente, Sapucaia, Guajuviras, Loureiro e Angico foram realizadas análises mais detalhadas através do programa do tipo SIG, IDRISI.

3.2 Coleta e análise de dados

A coleta de dados acerca das atitudes dos moradores sobre o conforto térmico das unidades habitacionais no inverno e no verão foi realizada através de questionários aplicados a 374 moradores dos 12 conjuntos com perguntas do tipo: Você acha que sua moradia no inverno é: BQ – Q – NN – F – MF (bem quentinha; quentinha; nem quentinha nem fria; fria; muito fria); Você acha que sua moradia no verão é: MF – F – NN – Q – MQ (muito fresca; fresca; nem fresca nem quente; quente; muito quente).

As informações provenientes dos levantamentos físicos e observações de comportamento (registradas em mapas comportamentais) foram digitalizadas, inicialmente, em programa de computação gráfica (AUTOCAD), através de elementos geométricos que pudessem ser reconhecidos pelo programa do tipo SIG – Sistemas de Informação Geográfica (IDRISI), conforme segue: as barreiras físicas (edificações) foram representadas por polígonos e os usuários dos espaços abertos (registrados nos mapas comportamentais) e as aberturas das edificações foram representados por pontos, de maneira que cada abertura fosse identificada de acordo com a peça a que pertencesse (sala de estar, dormitório 1, dormitório 2, banheiro e área de serviço) através da 'layer' ou nível do ponto no AUTOCAD.

As peças ensolaradas dos apartamentos térreos foram identificadas através do programa IDRISI, considerando a posição do sol nos dias de solstício de inverno e verão (p.ex. Figuras 1 e 2) que representasse adequadamente a incidência solar nos turnos da manhã e da tarde em ambos os solstícios, nomeadamente, a incidência solar as 10 e 15 horas. Foram produzidas no IDRISI imagens representando as regiões visíveis (ensolaradas) e não-visíveis (sombreadas), conforme as posições das barreiras físicas nos conjuntos habitacionais e os horários de incidência solar nos turnos da manhã e da tarde acima mencionados. Tais imagens foram sobrepostas àquelas com os pontos correspondentes às aberturas de cada apartamento térreo, produzindo as imagens com as aberturas das peças em áreas ensolaradas e sombreadas (Figuras 1 e 2), e possibilitando a identificação das peças com e sem incidência solar.

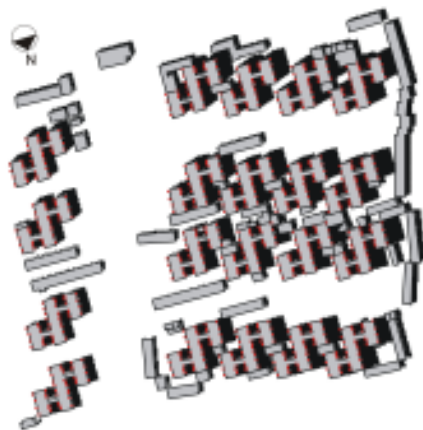


Figura 1 – Peças ensolaradas pela manhã (10h) no verão no conjunto Sapucaia 1

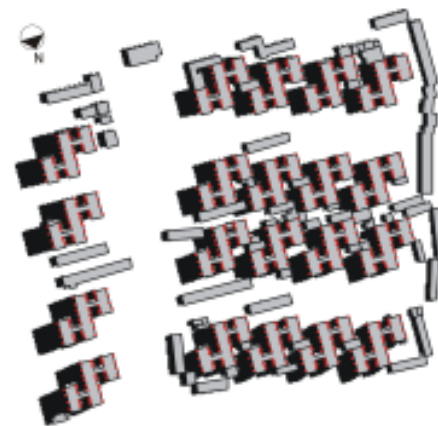


Figura 2 – Peças ensolaradas pela tarde (15h) no verão no conjunto Sapucaia 1

As áreas ensolaradas dos espaços abertos dos conjuntos, com blocos de apartamentos, foram determinadas através do programa IDRISI, considerando a posição do sol nos horários de realização dos mapas comportamentais (11 e 17 horas nos meses de verão, final de novembro a março) assim como as alturas das edificações dos conjuntos (p.ex. Figuras 3 e 4). Os mapas comportamentais registram o uso dos espaços abertos em cada conjunto durante os períodos de maior movimento de pessoas nos turnos da manhã e da tarde, conforme categorias relacionadas à faixa etária (crianças até 6 anos, crianças de 7 a 12 anos, adolescentes, adultos e idosos) e tipo de atividade desenvolvida (funcional/manutenção, recreação, social e individual). As imagens geradas no IDRISI representando as regiões ensolaradas e sombreadas, conforme as posições das barreiras físicas nos conjuntos e a incidência solar as 11 e 17 horas, foram sobrepostas àquelas com os pontos correspondentes aos usuários dos espaços abertos registrados nos mapas comportamentais. Desta forma foram obtidas imagens com os usuários dos espaços abertos ensolarados e sombreados (Figuras 3 e 4).

A análise dos dados obtidos através dos questionários foi realizada através de testes estatísticos não paramétricos Kruskal Wallis e Spearman (LAY; REIS, 2005).

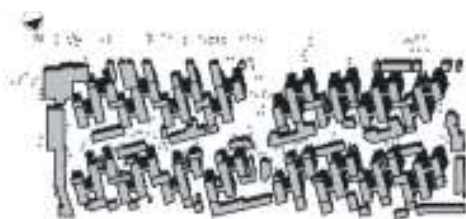


Figura 3 – Áreas ensolaradas pela manhã (11h) no conjunto Sapucaia 2 e atividades sociais



Figura 4 – Áreas ensolaradas pela tarde (17h) no conjunto Sapucaia 2 e atividades sociais

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Níveis de satisfação com o conforto térmico nos conjuntos e incidência solar nas unidades habitacionais

Em geral, 53,2% dos moradores estão satisfeitos com o conforto térmico das moradias no inverno, enquanto 27,1% estão insatisfeitos (Tabela 1). Porém, a opinião dos moradores sobre o conforto térmico no inverno nas unidades dos 12 conjuntos, varia significativamente em termos estatísticos (K-W, $\chi^2=21,8567$, sig.=.0255). Os mais satisfeitos são os moradores dos sobrados no São Jorge, seguidos daqueles nos blocos no Guajuviras, onde mais de 70% dos moradores acham a sua moradia `quentinha` ou `bem quentinha` no inverno. Os mais insatisfeitos são aqueles nos blocos do Cavalhada, onde mais de 50% acham os seus apartamentos frios ou muito frios. Estes resultados sugerem que os tipos arquitetônicos per si não garantem um conforto térmico adequado no inverno, embora os sobrado em fita pudessem sugerir um melhor desempenho térmico. Os níveis de conforto térmico no inverno variam significativamente (K-W, $\chi^2=18,8551$, sig.=.0157) de acordo com a orientação solar das salas; aquelas orientadas para noroeste (média dos valores ordinais = 215,28), norte (média dos valores ordinais = 214,47) e nordeste (média dos valores ordinais = 213,17) são as que mais satisfazem os seus usuários, enquanto que aquelas que não possuem aberturas (média dos valores ordinais = 150,33), seguidas por aquelas orientadas para sudeste (média dos valores ordinais = 156,92), são as que menos satisfazem. Embora não tenham sido encontradas relações estatisticamente significativas em muitos conjuntos examinados individualmente, com exceção do Santo Alfredo (K-W, $\chi^2=4,3968$, sig.=.0360), onde as salas orientadas para norte produzem um impacto bem mais positivo do que as orientadas para sul, a importância das orientações norte, nordeste ou noroeste da sala para o conforto térmico da moradia no inverno, fica evidenciada pelo seu impacto positivo sobre o conforto térmico dos residentes no inverno, normalmente, superior às demais orientações.

Tabela 1 Conforto térmico da moradia no inverno conforme os moradores

Conjuntos	Muito fria	Fria	Nem quente nem fria	Quentinha	Muito quentinha	Média dos valores ordinais	Total
São Jorge sobrados	1 (5%)	2 (10%)	2 (10%)	11 (55%)	4 (20%)	229.45	20
Guajuviras blocos	4 (12,5%)	1 (3,1%)	4 (22,5%)	16 (50%)	7 (21,9%)	223.53	32
Santo Alfredo sobrados	1 (4,2%)	2 (8,3%)	6 (25%)	13 (54,2%)	2 (8,3%)	206.00	24
Guajuviras casas	1 (3,1%)	6 (18,8%)	8 (25%)	11 (34,4%)	6 (18,8%)	199.31	32
João Vedana sobrados	1 (3,3%)	6 (20%)	3 (10%)	20 (66,7%)	0	194.77	30
Sapucaia blocos	1 (3,3%)	8 (26,7%)	6 (20%)	9 (30%)	6 (20%)	190.87	30
Loureiro da Silva blocos	7 (15,6%)	8 (17,8%)	6 (13,3%)	15 (33,3%)	9 (20%)	185.98	45
C. e Silva casas	2 (6,3%)	8 (25%)	2 (6,3%)	19 (59,4%)	1 (3,1%)	185.80	32
Angico blocos	0	8 (26,7%)	7 (23,3%)	12 (40%)	3 (10%)	185.08	30
Restinga casas	0	8 (22,2%)	12 (33,3%)	12 (33,3%)	4 (11,1%)	183.22	36
Vale Verde sobrados	3 (10%)	5 (16,7%)	12 (40%)	7 (23,3%)	3 (10%)	161.20	30
Cavallhada blocos	5 (15,2%)	13 (39,4%)	6 (18,2%)	7 (21,2%)	2 (6,1%)	127.06	33
Total	26 (7%)	75 (20,1%)	74 (19,8%)	152 (40,6%)	47 (12,6%)		374 (100%)

Nota: média dos valores ordinais: obtida através do teste estatístico não-paramétrico Kruskal-Wallis e indica a média dos valores ordinais atribuídos pelos respondentes dos questionários; os conjuntos estão ordenados dos residentes mais satisfeitos para os menos satisfeitos com o conforto térmico da moradia no inverno.

O fato do conjunto Cavallhada não possuir apartamentos com salas orientadas para nenhuma destas três orientações (somado ao fato de suas paredes serem em concreto armado, logo, com baixa inércia térmica), na amostra selecionada para investigação, ajuda a explicar porque os seus moradores são os mais insatisfeitos com o conforto térmico de suas habitações no inverno e evidencia a necessidade de se considerar a orientação solar das salas como um importante aspecto do projeto arquitetônico das unidades habitacionais com relação ao conforto térmico no inverno. Por outro lado, não foi encontrada uma variação estatisticamente significativa, entre os níveis de conforto térmico no inverno de acordo com a orientação solar dos dormitórios. Esta falta de relação significativa, também foi encontrada em cada conjunto separadamente. Isto sugere que a orientação solar do estar predomina sobre a orientação solar dos dormitórios em relação ao impacto causado sobre o conforto térmico das moradias no inverno.

Tabela 2 Quantidade de salas de estar, dormitórios, banheiros e áreas de serviço ensolarados no inverno em cada conjunto com blocos

		Estar	Dormitório (1)	Dormitório (2)	Banheiro	Serviço
Guajuviras – Blocos	Manhã	34,0 (49 de 144)	68,8 (99 de 144)	68,5 (74 de 108)	81,3 (118 de 144)	76,4 (110 de 144)
	Tarde	7,6 (11 de 144)	13,9 (20 de 144)	21,3 (23 de 108)	22,9 (33 de 144)	20,8 (30 de 144)
Loureiro da Silva	Manhã	0,0 (0 de 104)	45,2 (47 de 104)	19,2 (20 de 104)	*	13,5 (14 de 104)
	Tarde	26,6 (34 de 104)	55,8 (58 de 104)	47,1 (49 de 104)	*	0,0 (0 de 104)
Angico	Manhã	16,7 (4 de 24)	33,3 (8 de 24)	29,2 (7 de 24)	16,7 (4 de 24)	16,7 (4 de 24)
	Tarde	0,0 (0 de 24)	12,5 (3 de 24)	12,5 (3 de 24)	0,0 (0 de 24)	4,2 (1 de 24)
Sapucaia	Manhã	10,4 (30 de 288)	18,1 (52 de 288)	18,3 (46 de 252)	10,1 (29 de 288)	12,2 (35 de 288)
	Tarde	9,4 (27 de 288)	14,9 (43 de 288)	20,6 (52 de 252)	16,0 (46 de 288)	6,9 (20 de 288)

Nota: Em todos os conjuntos habitacionais, a cozinha não possui incidência solar direta, sendo iluminada através da área de serviço; *as aberturas dos banheiros, do conjunto Loureiro da Silva, encontram-se na área de serviço, não havendo assim, incidência solar direta; cada peça analisada (estar, dormitório, banheiro e área de serviço) possui uma única abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10 e 15 horas.

Um exame mais detalhado da incidência solar no inverno nas unidades habitacionais constituintes de quatro conjuntos com blocos de apartamentos (Tabela 2), nos turnos da manhã (10 horas) e da tarde (15 horas) revela que o maior percentual de salas de estar ensolaradas pela manhã está no Guajuviras (34% - 49 de 144), onde os moradores, dentre os quatro conjuntos, são os mais satisfeitos com o conforto térmico no inverno (71,9% satisfeitos e 15,5% insatisfeitos; Tabela 1). Neste conjunto também estão os maiores percentuais de dormitórios 1 (68,75%) e 2 (68,52%), banheiros (81,34%) e áreas de serviço (76,39%) ensolaradas pela manhã e de banheiros (22,92%) e serviços (20,83%) ensolarados pelas tardes. Os maiores percentuais de salas de estar (26,56%) e dormitórios 1 (55,77%) e 2 (47,12%) ensolarados pela tarde estão no Loureiro, onde os níveis de satisfação com o conforto térmico no inverno são similares àqueles no Sapucaia e Angico. Estes resultados sugerem que a incidência solar durante o turno da manhã, não somente na sala, mas também em outras peças

incluindo os dormitórios, tende a explicar os níveis de satisfação com o conforto térmico no inverno. Tal tendência também pode ser observada na Tabela 3, onde os maiores percentuais de peças ensolaradas no turno da manhã, no inverno, estão no conjunto Guajuviras, assim como na Tabela 4, onde os maiores percentuais de salas de estar e dormitórios ensolarados pela manhã também estão no Guajuviras.

Tabela 3 Quantidade de peças ensolaradas no inverno nas unidades dos conjuntos com blocos.

		0	1	2	3	4	5
Guajuviras – Blocos 1 dormitório	Manhã	5,6(2 de 36)	8,3(3 de 36)	50,0(18 de 36)	13,9(5 de 36)	22,2(8 de 36)	*
	Tarde	86,1(31 de 36)	8,3(3 de 36)	5,6(2 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
Guajuviras – Blocos 2 dormitório	Manhã	1,9(2 de 108)	5,6(6 de 108)	17,6(19 de 108)	20,4(22 de 108)	38,0(41 de 108)	16,7(18 de 108)
	Tarde	54,6(59 de 108)	8,3(9 de 108)	24,1(26 de 108)	7,4(8 de 108)	4,6(5 de 108)	0,9(1 de 108)
Loureiro da Silva	Manhã	51,0(53 de 104)	30,8(32 de 104)	7,7(8 de 104)	10,6(11 de 104)	0,0(0 de 104)	**
	Tarde	35,6(37 de 104)	9,6(10 de 104)	38,5(40 de 104)	16,3(17 de 104)	0,0(0 de 104)	**
Angico	Manhã	50,0(12 de 24)	4,2(1 de 24)	29,2(7 de 24)	16,7(4 de 24)	0,0(0 de 24)	0,0(0 de 24)
	Tarde	83,3(20 de 24)	4,2(1 de 24)	12,50(3 de 24)	0,0(0 de 24)	0,0(0 de 24)	0,0(0 de 24)
Sapucaia 1 dormitório	Manhã	100,0(36 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
	Tarde	69,4(25 de 36)	8,3(3 de 36)	22,2(8 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
Sapucaia 2 dormitórios	Manhã	63,5(160de252)	7,1(18 de 252)	19,1(48 de 252)	10,3(26 de 252)	0,0(0 de 252)	0,0(0 de 252)
	Tarde	68,7(173de252)	7,1(18 de 252)	12,7(32 de 252)	11,5(29 de 252)	0,0(0 de 252)	0,0(0 de 252)

Nota: Todos os conjuntos habitacionais possuem, no máximo, cinco peças ensolaradas [estar, dormitório(1), dormitório(2), banheiro e área de serviço]; * os conjuntos Guajuviras e Sapucaia possuem algumas unidades com apenas um dormitório totalizando, então, somente quatro peças; ** o conjunto Loureiro da Silva possui quatro peças ensolaradas, pois as aberturas dos banheiros não sofrem incidência solar direta; em cada peça analisada existe apenas uma abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10 e 15 horas.

Tabela 4 Quantidade de salas de estar e dormitórios ensolarados no inverno nas unidades dos conjuntos com blocos.

		0	1	2	3
Guajuviras – Blocos 1 dormitório	Manhã	13,9 (5 de 36)	55,6 (20 de 36)	30,6 (11 de 36)	*
	Tarde	91,7 (33 de 36)	8,3 (3 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
Guajuviras – Blocos 2 dormitório	Manhã	15,7 (17 de 108)	21,3 (23 de 108)	43,5 (47 de 108)	19,4 (21 de 108)
	Tarde	70,4 (76 de 108)	14,8 (16 de 108)	12,0 (13 de 108)	2,8 (3 de 108)
Loureiro da Silva	Manhã	51,0 (53 de 104)	33,7 (35 de 104)	15,4 (16 de 104)	0,0 (0 de 104)
	Tarde	35,6 (37 de 104)	9,6 (10 de 104)	38,5 (40 de 104)	16,4 (17 de 104)
Angico	Manhã	50,0 (12 de 24)	20,8 (5 de 24)	29,2 (7 de 24)	0,0 (0 de 24)
	Tarde	87,5 (21 de 24)	0,0 (0 de 24)	12,5 (3 de 24)	0,0 (0 de 24)
Sapucaia 1 dormitório	Manhã	100,0 (36 de 36)	0,0 (0 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
	Tarde	77,8 (28 de 36)	22,2 (8 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
Sapucaia 2 dormitórios	Manhã	67,1 (169 de 252)	15,1 (38 de 252)	17,9 (45 de 252)	0,0 (0 de 252)
	Tarde	70,6 (178 de 252)	13,5 (34 de 252)	15,9 (40 de 252)	0,0 (0 de 252)

Nota: A análise corresponde as seguintes peças: estar, dormitório(1) e dormitório(2); * os conjuntos Guajuviras e Sapucaia possuem algumas unidades com apenas um dormitório totalizando, então, somente duas peças para análise; cada peça analisada (estar e dormitórios) possui uma única abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10 e 15 horas.

Em geral, apenas 19% dos respondentes estão satisfeitos com o conforto térmico das moradias no verão, enquanto 61,2% estão insatisfeitos (Tabela 5), revelando um desconforto bem maior no verão do que no inverno. Embora em nenhum conjunto o percentual de moradores insatisfeitos seja menor do que 40%, a opinião dos moradores sobre o conforto térmico no verão nas unidades dos 12 conjuntos, varia significativamente em termos estatísticos (K-W, $\chi^2=49,9575$, sig.=.0000). Os menos insatisfeitos são os moradores dos blocos no Angico, seguidos daqueles nos blocos no Guajuviras e no Loureiro, onde as percentagens de moradores que acham a sua moradia 'fresca' ou 'muito fresca' no verão, não ultrapassam os 33% (Tabela 5). Por outro lado, os mais insatisfeitos são aqueles nos sobrados do Vale Verde, seguidos por aqueles nas casas do Guajuviras, onde mais de 87% acham as suas moradias quentes ou muito quentes no verão. Estes dados revelam a inadequação de muitas moradias em responderem satisfatoriamente aos requisitos de conforto térmico no verão.

Não foi encontrada uma variação estatisticamente significativa quanto à percepção de conforto térmico na unidade durante o verão, conforme as diferentes orientações solares das salas das unidades consideradas na amostra. O mesmo acontece em cada conjunto examinado isoladamente, exceptuando-se o Sapucaia (K-W, $\chi^2=4,4410$, sig.=.0351), onde os moradores com salas orientadas

para oeste estão mais satisfeitos com o conforto da moradia no verão do que aqueles com salas orientadas para leste. Embora este resultado possa parecer contraditório, examinando-se a planta do bloco do Sapucaia, observa-se que a sala, quando orientada para oeste, está protegida da incidência solar direta por parte do próprio bloco, ficando os dormitórios orientados para leste. Por outro lado, quando a sala está orientada para leste, os dormitórios ficam orientados para oeste e sem proteção da incidência solar direta, provocando um maior aquecimento do apartamento do que quando as salas estão orientadas para oeste.

Tabela 5 Conforto térmico da moradia no verão conforme os moradores

Conjuntos	Muito quente	Quente	Nem quente nem fresca	Fresca	Muito Fresca	Média dos valores ordinais	Total
Angico blocos	4 (13,3%)	8 (26,7%)	11 (36,7%)	7 (23,3%)	0	229,90	30
Guajuviras blocos	7 (21,9%)	7 (21,9%)	8 (25%)	9 (28,1%)	1 (3,1%)	223,13	32
Restinga casas	4 (11,1%)	15 (41,7%)	8 (22,2%)	9 (25%)	0	221,69	36
Loureiro da Silva blocos	9 (20%)	15 (33,3%)	6 (13,3%)	11 (24,4%)	4 (8,9%)	219,82	45
C. e Silva casas	8 (25%)	10 (31,3%)	6 (18,8%)	8 (25%)	0	202,56	32
Santo Alfredo sobrados	6 (25%)	5 (20,8%)	12 (50%)	0	1 (4,2%)	199,56	24
Cavallhada blocos	9 (27,3%)	13 (39,4%)	4 (12,1%)	5 (15,2%)	2 (6,1%)	189,85	33
João Vedana sobrados	11 (36,7%)	7 (23,3%)	7 (23,3%)	4 (13,3%)	1 (3,3%)	181,23	30
Sapucaia blocos	13 (43,3%)	7 (23,3%)	4 (13,3%)	6 (20%)	0	168,48	30
São Jorge sobrados	10 (50%)	5 (25%)	5 (25%)	0	0	139,50	20
Guajuviras casas	18 (56,3%)	10 (31,3%)	2 (6,3%)	2 (6,3%)	0	124,97	32
Vale Verde sobrados	18 (60%)	10 (33,3%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	0	113,27	30
Total	117 (31,3%)	112 (29,9%)	74 (19,8%)	62 (16,6%)	9 (2,4%)		374 (100%)

Nota: média dos valores ordinais: obtida através do teste estatístico não-paramétrico Kruskal-Wallis e indica a média dos valores ordinais atribuídos pelos respondentes dos questionários; os conjuntos estão ordenados dos residentes mais satisfeitos para os menos satisfeitos com o conforto térmico da moradia no verão.

Estes resultados sugerem que a orientação solar da sala tem um potencial maior em aumentar o conforto ou minimizar o desconforto térmico da moradia no inverno do que no verão. Os dados obtidos também sugerem que a percepção de desconforto térmico na unidade durante o verão, não é, necessariamente, minimizada pela orientação da sala. Também, não foi encontrada uma variação estatisticamente significativa quanto à percepção de conforto térmico na unidade durante o verão, conforme as diferentes orientações solares dos dormitórios, com exceção das percepções dos moradores dos apartamentos no Guajuviras (K-W, $\chi^2=15.8592$, sig.=.0264), onde aqueles com dormitórios orientados para nordeste e nordeste-sudoeste são os mais satisfeitos e os orientados para sudoeste e noroeste os mais insatisfeitos, e no Sapucaia (K-W, $\chi^2=4.4410$, sig.=.0351), onde aqueles com dormitórios voltados para leste estão bem mais satisfeitos com o conforto térmico da moradia no verão do que aqueles com dormitórios voltados para oeste. Portanto, quando existe uma relação significativa entre a percepção de conforto térmico na unidade durante o verão e as orientações solares dos dormitórios, a tendência é para aqueles dormitórios orientados parcial ou totalmente para oeste a produzirem um desconforto térmico maior na unidade. Logo, a relação entre a percepção de conforto térmico na unidade durante o verão e as diferentes orientações solares dos dormitórios, fica evidenciada nos apartamentos destes conjuntos, confirmando-se a tendência daqueles dormitórios orientados, parcial ou totalmente, para oeste produzirem um desconforto térmico maior na unidade.

O exame da incidência solar no verão nos apartamentos constituintes dos quatro conjuntos com blocos de apartamentos (Tabela 6), nos turnos da manhã (10 horas) e da tarde (15 horas) revela percentuais de dormitórios ensolarados pela tarde (logo, orientados total ou parcialmente para oeste) similares entre os quatro conjuntos, sustentando a inexistência de diferença estatística significativa quanto à percepção de conforto térmico no verão (Tabela 5). Contudo, parece que o fato das paredes dos blocos no Sapucaia serem em concreto armado, explica o percentual de 43,3% dos respondentes acharem os seus apartamentos muito quentes no verão, contra 13,3% no Angico, onde os moradores são os menos insatisfeitos com o conforto térmico no verão, 20% no Loureiro, 21,9% no Guajuviras e 27,3% no Cavallhada (Tabela 5). Embora no Cavallhada as paredes também sejam em concreto (ao contrário do Angico e Loureiro, onde são de tijolos, e do Guajuviras, onde são de blocos de concreto) elas tendem a estar parcialmente sombreadas pelas marquises e passarelas externas existentes. Ainda, como pode ser

observados nas tabelas 7 e 8, a falta de diferenças expressivas quanto à orientação solar das aberturas dos apartamentos nos quatro conjuntos com blocos, suporta a tendência generalizada dos moradores de tais conjuntos de estarem insatisfeitos com o conforto térmico das unidades no verão.

Tabela 6 Quantidade de salas de estar, dormitórios, banheiros e áreas de serviço ensolarados no inverno em cada conjunto com blocos.

		Estar	Dormitório (1)	Dormitório (2)	Banheiro	Serviço
Guajuviras – Blocos	Manhã	12,5 (18 de 144)	36,8 (53 de 144)	38,0 (41 de 108)	42,4 (61 de 144)	42,4 (61 de 144)
	Tarde	8,3 (12 de 144)	33,3 (48 de 144)	33,3 (36 de 108)	40,3 (58 de 144)	36,1 (52 de 144)
Loureiro da Silva	Manhã	30,8 (32 de 104)	30,8 (32 de 104)	44,2 (46 de 104)	*	16,4 (17 de 104)
	Tarde	25,0 (26 de 104)	59,6 (62 de 104)	38,5 (40 de 104)	*	14,4 (15 de 104)
Angico	Manhã	25,0 (6 de 24)	50,0 (12 de 24)	50,0 (12 de 24)	33,3 (8 de 24)	50,0 (12 de 24)
	Tarde	16,7 (4 de 24)	25,0 (6 de 24)	25,0 (6 de 24)	16,7 (4 de 24)	12,5 (3 de 24)
Sapucaia	Manhã	6,6 (19 de 288)	41,0 (118 de 288)	40,5 (102 de 252)	7,3 (21 de 288)	23,6 (68 de 288)
	Tarde	0,0 (0 de 288)	38,9 (112 de 288)	27,8 (70 de 252)	6,6 (19 de 288)	1,0 (3 de 288)

Nota: Em todos os conjuntos habitacionais, a cozinha não possui incidência solar direta, sendo iluminada através da área de serviço; *as aberturas dos banheiros, do conjunto Loureiro da Silva, encontram-se na área de serviço, não havendo assim, incidência solar direta; cada peça analisada (estar, dormitório, banheiro e área de serviço) possui uma única abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10 e 15 horas.

Tabela 7 Quantidade de peças ensolaradas no verão nas unidades dos conjuntos com blocos.

		0	1	2	3	4	5
Guajuviras – Blocos 1 dormitório	Manhã	22,2(8 de 36)	16,7(6 de 36)	55,6(20 de 36)	2,8(1 de 36)	2,8(1 de 36)	*
	Tarde	41,7(15 de 36)	16,7(6 de 36)	41,7(15 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
Guajuviras – Blocos 2 dormitório	Manhã	25,9(28 de 108)	15,7(17 de 108)	36,1(39 de 108)	9,3(10 de 108)	13,0(14 de 108)	0,0(0 de 108)
	Tarde	37,0(40 de 108)	9,3(10 de 108)	27,8(30 de 108)	11,1(12 de 108)	14,8(16 de 108)	0,0(0 de 108)
Loureiro da Silva	Manhã	26,9(28 de 104)	32,1(34 de 104)	31,7(33 de 104)	8,7(9 de 104)	0,0(0 de 104)	**
	Tarde	28,9(30 de 104)	11,5(12 de 104)	52,9(55 de 104)	6,7(7 de 104)	0,0(0 de 104)	**
Angico	Manhã	0,0(0 de 24)	16,7(4 de 24)	58,3(14 de 24)	25,0(6 de 24)	0,0(0 de 24)	0,0(0 de 24)
	Tarde	54,2(13 de 24)	8,3(2 de 24)	25,0(6 de 24)	12,5(3 de 24)	0,0(0 de 24)	0,0(0 de 24)
Sapucaia 1 dormitório	Manhã	13,9(5 de 36)	44,4(16 de 36)	41,7(15 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
	Tarde	100,0(36 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	0,0(0 de 36)	*
Sapucaia 2 dormitórios	Manhã	44,0(111de252)	6,8(17 de 252)	42,5(107de252)	6,8(17 de 252)	0,0(0 de 252)	0,0(0 de 252)
	Tarde	53,2(134de252)	12,7(32 de 252)	34,1(86 de 252)	0,0(0 de 252)	0,0(0 de 252)	0,0(0 de 252)

Nota: Todos os conjuntos habitacionais possuem, no máximo, cinco peças ensolaradas [estar, dormitório(1), dormitório(2), banheiro e área de serviço]; * os conjuntos Guajuviras e Sapucaia possuem algumas unidades com apenas um dormitório totalizando, então, somente quatro peças; ** o conjunto Loureiro da Silva possui quatro peças ensolaradas, pois as aberturas dos banheiros não sofrem incidência solar direta; em cada peça analisada existe apenas uma abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10 e 15 horas.

Embora só tenham sido encontradas correlações nas amostras dos conjuntos João Vedana (Spearman, $c=.5680$, sig.=. 001) e 4^a. U.V. da Restinga (Spearman, $c=.3544$, sig.=.034) entre conforto térmico no inverno e níveis de satisfação com a moradia, a importância da existência de conforto térmico no inverno e no verão fica sustentada pela existência de correlações, considerando todos os conjuntos como uma única amostra, entre conforto térmico no inverno e satisfação com a moradia (Spearman, $c=.1562$, sig.=.002) e entre conforto térmico no verão e satisfação com a moradia (Spearman, $c=.1458$, sig.=.005).

Tabela 8 Número de salas e dormitórios ensolarados no verão nas unidades dos conjuntos com blocos.

		0	1	2	3
Guajuviras – Blocos 1 dormitório	Manhã	27,8 (10 de 36)	69,4 (25 de 36)	2,8 (1 de 36)	*
	Tarde	50,0 (18 de 36)	50,0 (18 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
Guajuviras – Blocos 2 dormitório	Manhã	50,9 (55 de 108)	21,3 (23 de 108)	25,9 (28 de 108)	1,9 (2 de 108)
	Tarde	57,4 (62 de 108)	16,7 (18 de 108)	22,2 (24 de 108)	3,7 (4 de 108)
Loureiro da Silva	Manhã	30,8 (32 de 104)	38,5 (40 de 104)	25,0 (26 de 104)	5,8 (6 de 104)
	Tarde	31,7 (33 de 104)	13,5 (14 de 104)	54,8 (57 de 104)	0,0 (0 de 104)
Angico	Manhã	25,0 (6 de 24)	25,0 (6 de 24)	50,0 (12 de 24)	0,0 (0 de 24)
	Tarde	54,2 (13 de 24)	25,0 (6 de 24)	20,8 (5 de 24)	0,0 (0 de 24)
Sapucaia 1 dormitório	Manhã	58,3 (21 de 36)	41,7 (15 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
	Tarde	100,0 (36 de 36)	0,0 (0 de 36)	0,0 (0 de 36)	*
Sapucaia 2 dormitórios	Manhã	51,2 (129 de 252)	8,7 (22 de 252)	40,1 (101 de 252)	0,0 (0 de 252)
	Tarde	54,4 (137 de 252)	19,1 (48 de 252)	26,6 (67 de 252)	0,0 (0 de 252)

Nota: A análise corresponde as seguintes peças: estar, dormitório(1) e dormitório(2); * os conjuntos Guajuviras e Sapucaia possuem algumas unidades com apenas um dormitório totalizando, então, somente duas peças para análise; cada peça analisada (estar e dormitórios) possui uma única abertura; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais; os horários correspondentes à manhã e à tarde são, respectivamente, 10h e 15h.

4.2 Áreas ensolaradas e uso dos espaços abertos

A análise realizada nos quatro conjuntos com blocos de apartamentos de quatro pavimentos, quanto à quantidade de usuários, por faixa etária, nas áreas ensolaradas (Tabela 9) revela: 1) uma quantidade de usuários nas áreas ensolaradas pela manhã bem superior à tarde, durante o verão, independentemente da faixa etária, excetuando-se os adultos no Sapucaia que utilizam mais o turno da tarde; 2) que a clara maioria dos usuários está em áreas ensolaradas pela manhã (exceto no caso dos adultos no Sapucaia, onde uma minoria está em área ensolarada), enquanto a maioria tende a estar em áreas sombreadas à tarde.

Tabela 9 Quantidade de usuários, por faixa etária, nas áreas ensolaradas dos conjuntos com blocos

Conjuntos Habitacionais	Guajuviras – Blocos		Angico e Loureiro da Silva		Sapucaia	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Crianças (0 – 6)	90,0 (63 de 70)	46,0 (34 de 74)	86,2 (56 de 65)	61,5 (32 de 52)	58,4 (66 de 113)	36,4 (67 de 184)
Crianças (7 – 12)	88,5(169 de 191)	43,4(72 de 166)	87,0(180 de 207)	43,9(90 de 205)	75,5(148 de 196)	50,7(182 de 359)
Adolescentes	90,3(131 de 145)	40,0(56 de 140)	87,8(195 de 222)	37,2(109 de 293)	93,1(121 de 130)	50,5(154 de 305)
Adultos	88,9(320 de 360)	34,5(77 de 223)	91,5(343 de 375)	48,7(150 de 308)	15,4(62 de 403)	48,1(308 de 640)
Idosos	80,4(41 de 51)	33,9(19 de 56)	80,6(29 de 36)	46,4(26 de 56)	81,8(54 de 66)	51,6(63 de 122)
Total	89,1(728 de 817)	39,2(258 de 658)	88,7(803 de 905)	44,5(407 de 914)	80,4(730 de 908)	48,1(774de1610)

Nota: Os horários de insolação, considerados para análise no turno da manhã e tarde, são os mesmos dos mapas comportamentais, 11 e 17 horas nos meses de verão, respectivamente; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais.

Considerando-se a quantidade de usuários por tipo de atividade realizada (funcional/manutenção; recreação; social e individual; Tabela 10) os resultados novamente revelam: 1) uma quantidade de usuários nas áreas ensolaradas pela manhã bem superior à tarde, durante o verão, independentemente da atividade realizada; 2) que, novamente, a clara maioria dos usuários está em áreas ensolaradas pela manhã, enquanto a maioria tende a estar em áreas sombreadas à tarde.

Tabela 10 Quantidade de usuários, por tipo de atividade desenvolvida, nas áreas ensolaradas dos conjuntos com blocos

Conjuntos Habitacionais	Guajuviras – Blocos		Angico e Loureiro da Silva		Sapucaia	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Funcional	79,1 (34 de 43)	36,0 (9 de 25)	74,2 (49 de 66)	40,6 (13 de 32)	80,8 (21 de 26)	56,8 (21 de 37)
Recreação	86,6(110 de 127)	39,5 (58 de 147)	86,9(139 de 160)	45,1 (87 de 193)	64,9(113 de 174)	48,7(172 de 353)
Social	89,0(333 de 374)	43,8(149 de 340)	88,8(371 de 418)	45,8(204 de 445)	82,2(305 de 371)	44,3(317 de 715)
Individual	91,9(251 de 273)	28,8(42 de 146)	93,5(244 de 261)	42,2(103 de 244)	86,4(291 de 337)	52,3(264 de 505)
Total	89,1(728 de 817)	39,2(258 de 658)	88,7(803 de 905)	44,5(407 de 914)	80,4(730 de 908)	48,1(774de1610)

Nota: Os horários de insolação, considerados para análise no turno da manhã e tarde, são os mesmos dos mapas comportamentais, 11 e 17 horas nos meses de verão, respectivamente; os valores encontrados fora dos parênteses representam percentuais.

Logo, não existem diferenças expressivas entre faixas etárias e tipos de atividades realizadas em cada conjunto no tocante a privilegiar o uso de áreas sombreadas ou ensolaradas nos turnos da manhã e da tarde. Já, a diferença entre os turnos é explicada, pelo menos parcialmente, pelo fato do percentual de área sombreada em cada conjunto tender a ser maior à tarde, já que o sol está mais baixo às 17:00 do que às 11:00 horas, horários considerados para o cálculo das áreas ensolaradas e sombreadas. Por exemplo, apenas 26% da área de espaços abertos no Guajuviras e no Angico/Loureiro e 34% no Sapucaia estão sombreadas no horário da manhã, o que sugere uma necessidade de mais áreas sombreadas.

5. CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que o nível de satisfação em relação ao conforto térmico da moradia no inverno: não depende diretamente do tipo arquitetônico; depende mais da orientação solar das salas de estar do que dos dormitórios, orientação esta que se torna um aspecto importante a ser considerado no projeto arquitetônico das unidades habitacionais; tende a ser afetado pela incidência solar durante o turno da manhã, não somente na sala, mas também de outras peças, incluindo os dormitórios; ainda, é afetado pelo tipo de material utilizado para as paredes externas, com paredes em concreto tendendo a produzir resultados negativos em razão da baixa inércia térmica, principalmente, se combinadas com

uma orientação solar inadequada.

Em geral, os problemas de conforto térmico são bem maiores no verão do que no inverno, com muitas moradias deixando de responder satisfatoriamente aos requisitos de conforto térmico no verão. A orientação solar da sala tem um potencial maior em aumentar o conforto ou minimizar o desconforto térmico da moradia no inverno do que no verão, quando dormitórios orientados, parcialmente ou totalmente, para oeste produzem um maior desconforto térmico na unidade habitacional. Ainda, os materiais utilizados nas paredes exteriores, mesmo aqueles com baixa inércia térmica, podem produzir diferentes efeitos estando ou não sombreados.

Não existem diferenças expressivas entre faixas etárias e tipos de atividades realizadas em cada conjunto no tocante a privilegiar o uso de áreas sombreadas ou ensolaradas nos turnos da manhã e da tarde. Já, a diferença entre os turnos é explicada, pelo menos parcialmente, pelo fato do percentual de área sombreada em cada conjunto tender a ser maior à tarde, já que o sol está mais baixo às 17:00 do que às 11:00 horas, horários considerados nos cálculos das áreas ensolaradas e sombreadas. Estes resultados reforçam a importância de se prever áreas sombreadas através de elementos naturais e/ou construídos, principalmente para aqueles horários com reduzida quantidade de sombra produzida pelas edificações nos espaços abertos.

A utilização do programa do tipo SIG, IDRISI, mostrou-se adequada para identificar as peças das unidades habitacionais e os espaços abertos ensolarados, possibilitando a relação destes dados com aqueles obtidos através dos questionários e das observações de comportamento.

Novos estudos são necessários para investigar, por exemplo, até que ponto, o uso predominante das áreas ensolaradas pela manhã ocorre por opção ou porque a quantidade de áreas sombreadas é muito reduzida em cada conjunto. Ainda devem ser incluídas as áreas sombreadas por vegetação. Também, poderia ser verificado o efeito dos sombreamentos e insolação dos espaços abertos para o uso dos espaços no inverno e para as atitudes dos residentes no inverno e no verão com relação ao conforto térmico em tais espaços. A consideração efetiva dos aspectos relacionados ao conforto térmico parece ser fundamental na busca por uma arquitetura sustentável.

7. REFERÊNCIAS

- ANAOKAR, P.; CHALFOUN, N. (2005) "Achieving Outdoor Thermal Comfort Innovatively: A Case Study For The New Alumni Plaza". In: Annual Conference of the Environmental Design Research Association - Design for Diversity, 36., Vancouver, Canadá, p.93-99.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. (2003) "Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental". Revan, Rio de Janeiro.
- DUARTE, D.; SERRA, G. (2003) Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. "Revista Ambiente Construído", Porto Alegre, v.3, n.2, p.7-20, Abr./Jun.
- FARIA, J.R.; MENDES, J.F. (2004) Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar. "Revista Ambiente Construído", Porto Alegre, v.4, n.3, p.7-17, Jul./Set.
- GRANJA, A.; LABAKI, L. (2004) Paredes orientadas a leste e a oeste: uma abordagem crítica em relação ao conforto e à eficiência energética. "Revista Ambiente Construído", Porto Alegre, v.4, n.4, p.65-75, Out./Dez.
- LAY, M.C.; REIS, A. (2005) Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. "Revista Ambiente Construído", Porto Alegre, v.5, n.2, p.21-36, Abr./Jun.

6. AGRADECIMENTOS

Esta investigação foi realizada com apoio do CNPq e da CEF-Caixa Econômica Federal, e teve a participação dos seguintes bolsistas de iniciação científica UFRGS/CNPq: Graciela Mélega, Paulo Gustavo Barreto, Selma Rubina e Vitor Ambrosini.