

CONSIDERAÇÕES PROJETUAIS SOBRE A RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE SANTA MARIA-RS

**Lizandra Garcia Lupi Vergara (1); Angélica Saccol Berleze (2); Clarissa Tonial (3);
Juliane Aime Timm (4);**

(1) (2) (3) (4) Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário - UFSM, Camobi,
97105-900, Santa Maria-RS. Fone: 55-3220-8146, fax: 55-3220-8243.

e-mail:lizandra@smail.ufsm.br

RESUMO

A pesquisa demonstra a importância de se considerar, desde a concepção dos projetos arquitetônicos, a distribuição espacial e temporal da radiação solar incidente sobre as superfícies dos ambientes construídos, principal condicionante de conforto térmico em regiões de clima tropical. Através do levantamento de variáveis de influência, tais como: orientação de fachadas, tamanho das aberturas, uso de proteção solar, realizado em 17 edificações residenciais da cidade de Santa Maria-RS, pretende-se comparar as soluções arquitetônicas adotadas, com as estratégias da arquitetura bioclimática utilizadas. Os resultados evidenciam a pouca preocupação dos projetos arquitetônicos analisados com a adaptação ao clima local, e interação da edificação com o entorno. Por se tratar de uma região com verões demasiadamente quentes e invernos extremamente frios, pode-se observar um alto consumo de energia convencional, devido principalmente ao uso de aparelhos de condicionamento de ar quente e frio, durante as respectivas estações do ano. Busca-se maior conscientização, para que se possa desenvolver uma arquitetura integrada ao meio ambiente, através de projetos que contemplem a melhor solução a ser adotada, considerando os condicionantes de conforto ambiental, além dos aspectos ergonômicos pertinentes, garantindo melhorias na qualidade de vida do ser humano.

ABSTRACT

The research shows the importance to consider from the conception of the architectural projects, the environment and temporary distribution of the incident solar radiation on the surfaces of the built, main condition of thermal comfort of tropical climate. The evaluation of influence variables such as: orientation of facades, size of the openings, use of solar protection, was applied for the 17 residential buildings located in Santa Maria city – RS to compare the adopted architectural solutions with the strategies of the bioclimatic architecture used. The results show the low involvement of the architectural projects analyzed with the adaptation to the local climate, and interaction of the construction. Considering summers too hot and winters extremely colds, a high consumption of conventional energy can be observed, mainly to the use of equipments of conditioning of hot and cold air, during the respective seasons. Larger understanding is looked for, so that can develop an architecture integrated to environment, through projects that contemplate the best solution to be adopted, considering the conditions of environmental comfort and the ergonomic aspects to improving the quality of the human being life.

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura bioclimática tem como objetivo prover um ambiente construído com conforto físico, adaptado ao clima local e minimizando o consumo de energia, para uma habitação centrada sobre o conforto ambiental do homem. A análise do clima busca identificar o contexto da edificação a ser projetada combinando clima, programa e forma, já que, conforme cita Brown e Dekay (2004), é através das estratégias de projeto que são geradas formas que revelam a relação entre a forma arquitetônica, o espaço e o consumo de energia.

As expressões “Desenho Arquitetônico”, “Composição Arquitetônica”, “Projetos”, designam um conjunto de matérias de prática projetual consideradas como essenciais para a formação do arquiteto. Este aprendizado é acompanhado paralelamente por disciplinas teóricas e técnicas que tem variado ao longo do tempo, conforme a evolução das tecnologias aplicadas às edificações. Porém, segundo Martinez (2000), em nosso século o que se representa como arquitetura parece ser incapaz de mostrar a evolução no tempo do objeto com suas relações. O desenvolvimento de mecanismos que fornecem luz, som, calor, frio, ar, aparecem nos projetos como equipamentos que ocupam espaço, mas cujos efeitos não podem ser representados graficamente. Há uma dissociação entre as áreas conceitual, de desenvolvimento do projeto arquitetônico, e técnica, imprescindível à adequação da edificação ao conforto e segurança do usuário.

Para Frota (2004), praticamente o ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto, seja de edifício ou espaço urbano, é onde?, ou seja, como é o clima do lugar?, o que torna essencial o conhecimento da geometria da insolação, para o aproveitamento do calor solar para aquecer e a proteção das construções ou espaços externos quando o clima for quente. Portanto, para a autora a primeira atitude de projeto se refere à implantação, na busca da maior ou menor exposição à radiação solar.

Num clima tropical, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos, sendo a proteção da radiação solar considerada por Corbella e Yannas (2003), como o primeiro objetivo do projeto arquitetônico. São consideradas estratégias para combater o ganho de calor devido à radiação solar e à conseqüente elevação de temperatura do ar interior, e as superfícies internas que rodeiam as pessoas:

- Posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devida à energia solar - Durante o verão as paredes a Leste e Oeste recebem mais energia solar do que as voltadas para o Norte e Sul, conforme latitude local (latitude: 29° 43'S);
- Proteger as aberturas contra a entrada do sol - Usar obstáculos tais como: brise-soleis, paredes de cobogós, planos externos, vegetação, toldos, marquises, etc..;
- Dificultar a chegada do sol às superfícies do envelope do edifício;
- Minimizar a absorção da energia solar pelas superfícies externas - Colocar obstáculos no caminho da radiação direta, pintar as paredes de cores claras;
- Determinar a orientação e o tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural.

Esta pesquisa pretende, através do levantamento de variáveis de influência sobre o ganho de calor devido à radiação solar, tais como: orientação de fachadas, materiais empregados, tamanho das aberturas, uso de proteção solar, realizado em 17 edificações residenciais da cidade de Santa

Maria-RS, comparar as soluções adotadas pelos projetos arquitetônicos, desde a forma das edificações e distribuição espacial, com as estratégias da arquitetura bioclimática utilizadas para combater o ganho de calor devido à radiação solar. Também são levantados os parâmetros ambientais - temperatura interna e externa das residências analisadas, para relacioná-los com as avaliações das variáveis de projeto, coletadas através da aplicação de questionários aplicados entre os moradores.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição das edificações

O estudo realizado na cidade de Santa Maria –RS contou com 17 edificações residenciais, sendo 50% localizadas na Região Central/Sul, e as restantes distribuídas entre as zonas Leste, Oeste e Norte da cidade. Entre a amostra considerada, 72% são apartamentos, de 40 a 200 m², e 28% são casas, variando de 80 a 400 m² aproximadamente, construídas em sua maioria a partir da década de 80, sendo todas em alvenaria. Quanto à orientação do prédio, 55% apresentam o eixo longitudinal voltados à orientação Norte/Sul, sendo que 77% não apresentam nenhum tipo de proteção solar nas fachadas. A Tabela 1 demonstra a distribuição das residências pela orientação solar, enumeradas e agrupadas por regiões para melhor exposição dos dados das medições.

Tabela 1: Distribuição das residências (casas) pela orientação solar, em Regiões de Santa Maria.

Região Orientação Solar	Residências (casas)
Central/ Sul	1, 2, 6, 9, 12, 13, 15, 16
Norte	4, 8, 17
Leste	3,5,7
Oeste	10, 11, 14

2.2 Medições

Conforme princípios da arquitetura bioclimática, a metodologia aplicada consistiu na identificação das variáveis de influência sobre o ganho de calor devido à radiação solar nas 17 residências analisadas, através das seguintes etapas:

- Medição das variáveis ambientais das edificações (temperatura interna e externa);

Para a medição da temperatura interna e externa foram utilizados aparelhos registradores (data loggers) do tipo HOBO. Os 17 registradores foram instalados em um dos dormitórios de cada edificação, com intervalos de leitura na medição de 1,5 minutos por um período pré-fixado em quatro dias, entre os dias 1 e 5 de fevereiro, considerando-se apenas o período de verão. Os dados foram obtidos através de um programa específico – BoxCar 3.0, e analisados para comparação com os resultados da análise das variáveis de projeto, para melhor avaliação das condições de conforto nas edificações em estudo, conforme estratégias bioclimáticas adotadas pelo projeto arquitetônico. Para a medição de temperatura externa foram utilizados aparelhos HOBOS com sensores de temperatura interna e externa, instalados no ambiente interno com extensão ao espaço externo, protegidos do efeito da radiação solar direta, cujos valores foram comparados com os registros da Estação Climatológica da Universidade Federal de Santa Maria.

- Análise das variáveis de projeto das edificações, considerando:
 - Orientações solares e ventilação;
 - Materiais empregados – apenas residências em alvenaria;
 - Dimensionamento das aberturas;
 - Presença de proteção solar;
 - Iluminação natural e artificial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O que se pode observar desde a implantação das residências em análise, é que somente a metade praticamente está voltada para a melhor orientação, ou seja, com o eixo longitudinal a Leste/Oeste para menor incidência da radiação solar. O que dificulta ainda mais é o fato de a maioria (77%) não apresentar proteção solar nas aberturas voltadas para as fachadas mais prejudicadas quanto à incidência da radiação solar direta. A iluminação artificial predominante - em 55% das residências - é composta por lâmpadas incandescentes, o que juntamente com o uso excessivo de ar condicionado e equipamentos aumenta ainda mais o consumo de energia.

Os gráficos resultantes das medições de temperaturas interna e externa são apresentados a seguir, por região analisada, relacionando-as com a análise das variáveis de projeto, seguido das discussões dos resultados. As temperaturas externas das 17 residências correspondentes às regiões Centro/Sul, Norte, Leste e Oeste, apresentaram uma variação de 17 °C a 39 °C, enquanto que as temperaturas internas variaram de 22 °C a 35 °C . Pode-se perceber através da Figura 1 que a região Oeste obteve as maiores temperaturas, principalmente entre o segundo e terceiro dias. Já a região Leste apresentou os menores índices, chegando à temperatura mínima (17 °C) no quarto dia de medição, característica que evidencia a predominância de gabaritos baixos e médios das construções desta região assim como a presença de boa ventilação.

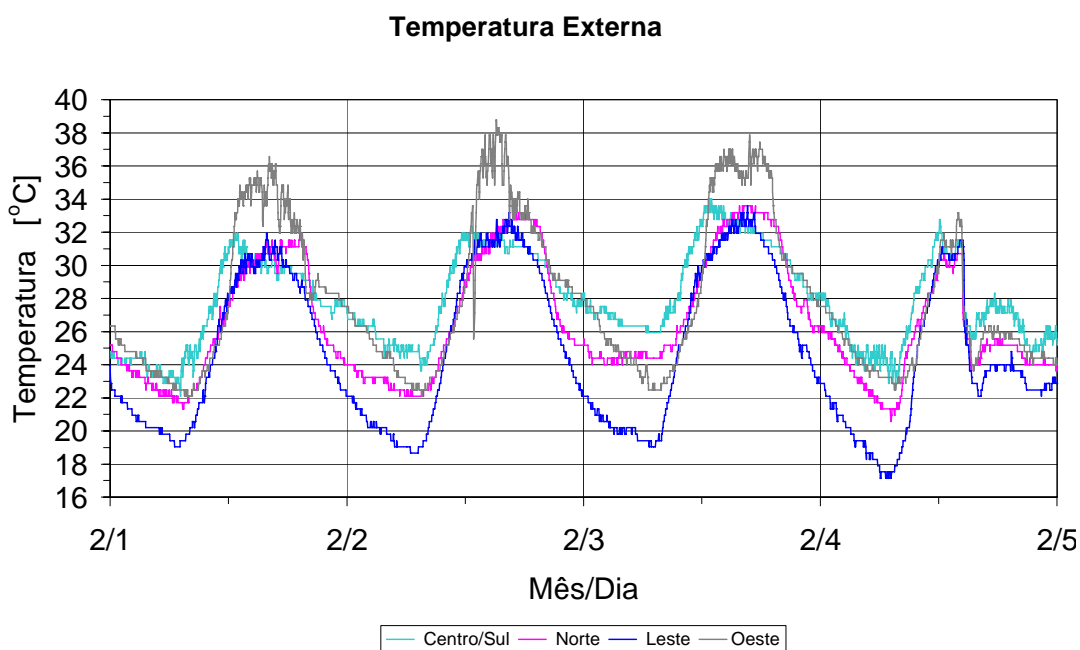


Figura 1 – Temperatura externa nas quatro regiões analisadas, por dia de medição.

A seguir foram comparadas as temperaturas externa e interna de cada região classificada, durante os quatro dias de medição, a fim de verificar as diferenças entre as residências analisadas. Para a região Norte, conforme Figura 2, observa-se que a casa 17 apresentou o menor isolamento térmico, com temperatura máxima de 31 °C e mínima de 22 °C, em relação às demais residências. Segundo moradores, é necessário o uso de ventiladores nos dormitórios e na sala durante todo o verão, que estão orientados para o Norte, com aberturas de variam de 2,10m² a 3,50 m².

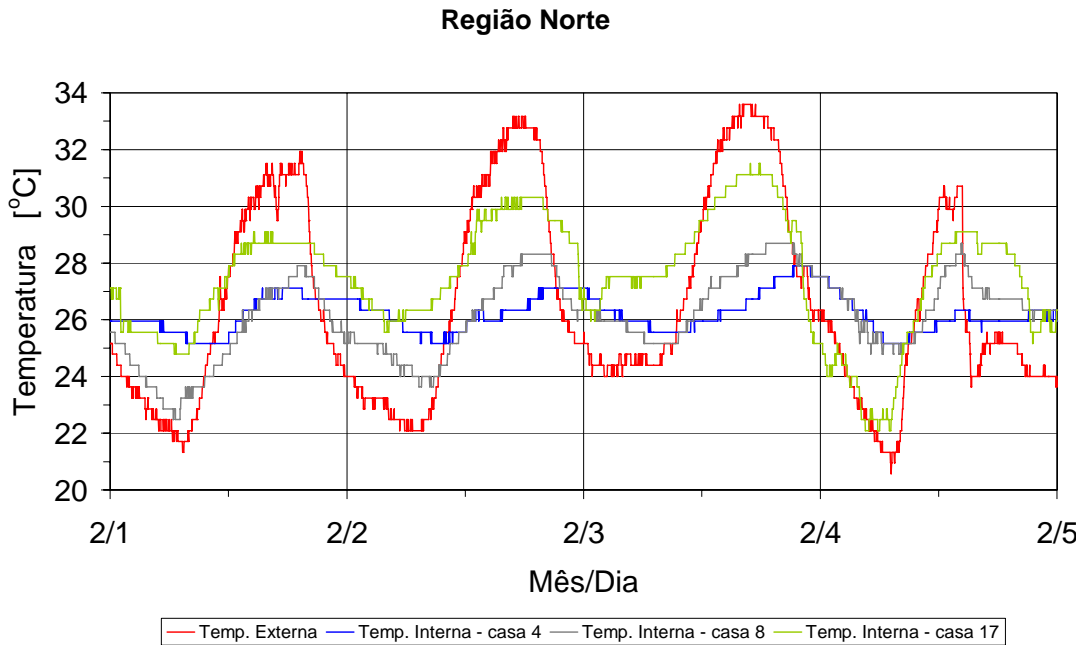


Figura 2 – Comparação entre temperaturas interna e externa na região norte, por dia de medição.

Quanto à região Leste, apresentada pela Figura 3, pode-se dizer que foi a que apresentou maior diferença entre as temperaturas externas e internas mínimas, o que significa que nesta região a radiação solar incidente nas residências durante o dia mantêm as temperaturas durante as noites, com diferença de aproximadamente 8 °C entre as temperaturas. Este resultado é confirmado através dos questionários aplicados entre os moradores que reclamam da insolação no final da tarde.

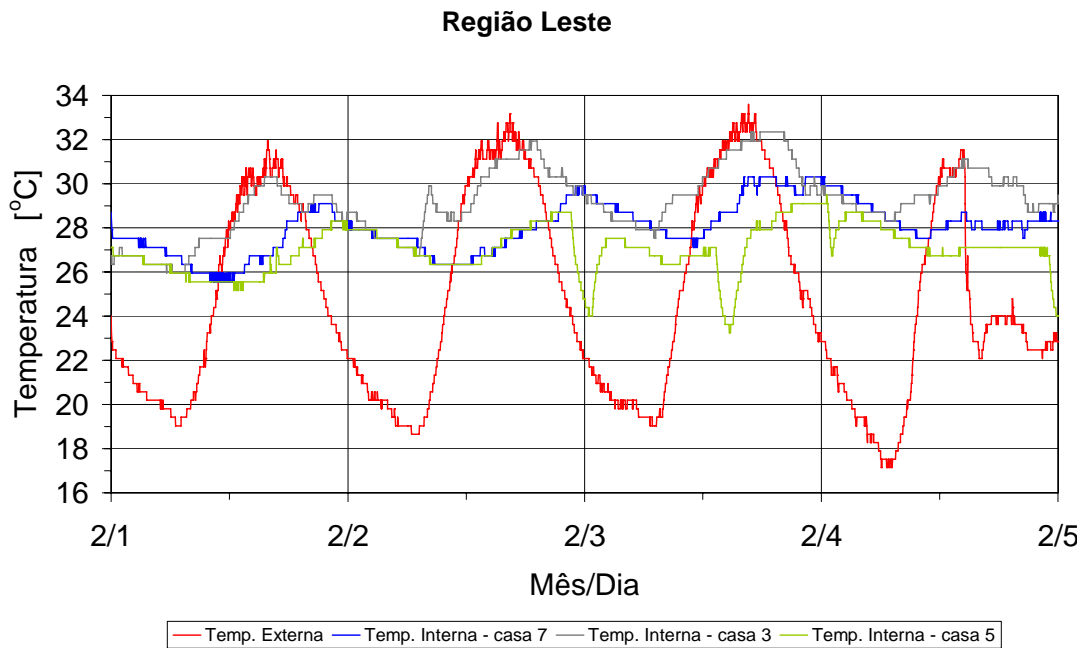


Figura 3 – Comparação entre temperaturas interna e externa na região leste, por dia de medição.

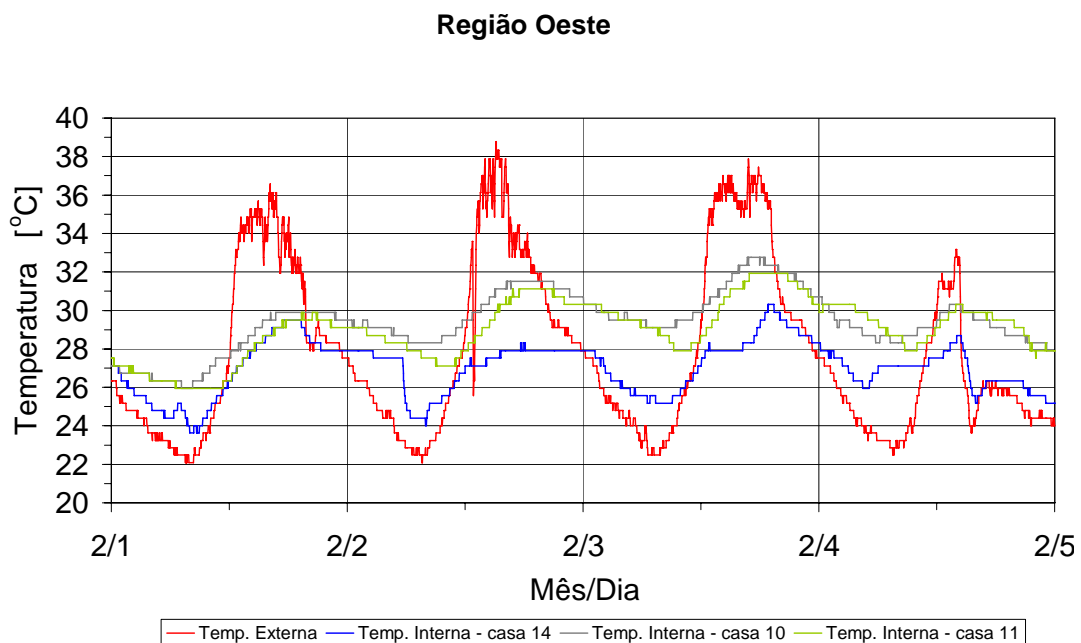


Figura 4 – Comparação entre temperaturas interna e externa na região oeste, por dia de medição.

Entre as residências da região Oeste, pode-se observar que as casas 10 e 11 apresentaram praticamente a mesma variação de temperatura, com mínima de 23 °C e máxima de 30 °C. Já a casa 14 apresentou uma baixa de temperatura durante as noites com valores de temperaturas próximos aos apresentados pela temperatura externa, cuja mínima foi de 22 °C, durante o primeiro dia de medição.

A temperatura externa da região Centro/Sul, demonstrada através da Figura 5, apresentou uma variação de 22 °C a 34 °C, podendo-se observar grandes diferenças de comportamento entre as residências.

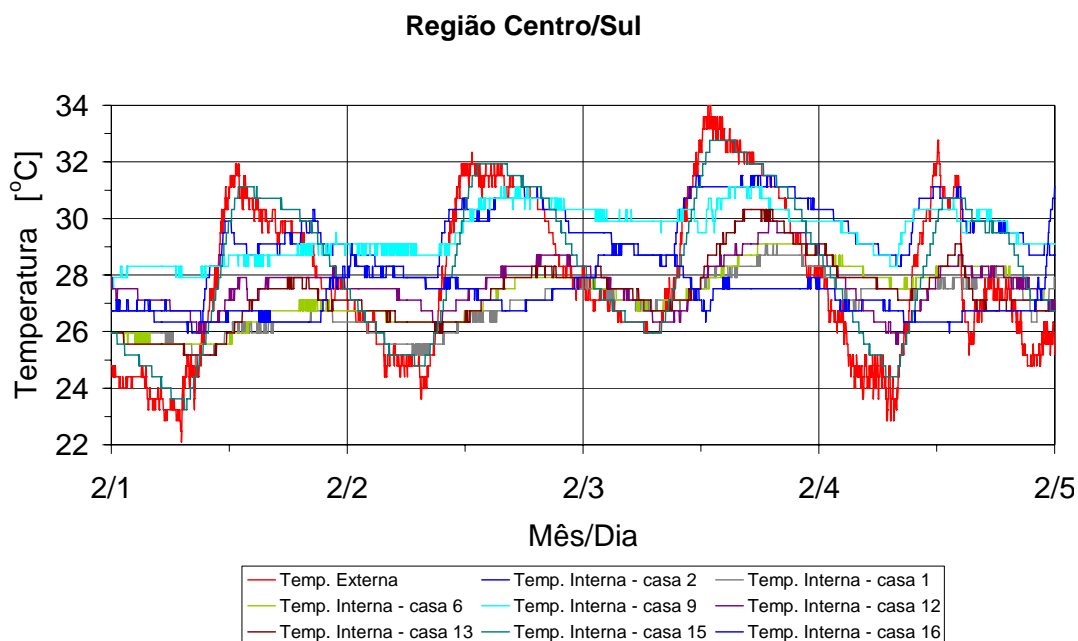


Figura 5 – Comparação entre temperaturas interna e externa na região centro/sul, por dia de medição.

Por exemplo, as casas 2, 9 e 15 apresentaram temperaturas máximas aproximadas às temperaturas externas, enquanto que as casas 1, 6 e 16 mantiveram uma variação de temperatura média para os quatro dias de medição, com temperaturas internas mínimas próximas à temperatura externa registrada. Nestas casas o uso de ar condicionado é mais reduzido que nas demais, considerando apenas o uso de ventilação natural e artificial (ventiladores).

Como forma de comparar o comportamento das residências durante os quatro dias de medição, a Figura 6 apresenta os valores de temperatura interna média, com temperaturas mínimas e máximas apresentadas pelas casas de cada região classificada. Verifica-se que as casas pertencentes à região norte de Santa Maria apresentaram médias de temperaturas internas mais amenas para os quatro dias de medição, com valores que oscilam entre 25 °C e 28 °C, seguidas das casas da região Leste, com média de temperaturas entre 26 °C e 30 °C.

A região Centro/Sul apresentou maior diferença de temperatura entre as casas, o que evidencia um comportamento térmico bastante distinto, resultante das estratégias bioclimáticas adotadas pelos profissionais desde a concepção dos projetos arquitetônicos, já que não existem grandes alterações quanto aos materiais empregados, por se tratarem de residências com características semelhantes, em alvenaria e estrutura independente. Assim, a ausência de proteção solar nas fachadas verificadas na maioria das residências, o dimensionamento e orientação das aberturas, assim como a ação dos ventos predominantes, são variáveis de possível influência sobre os resultados obtidos.

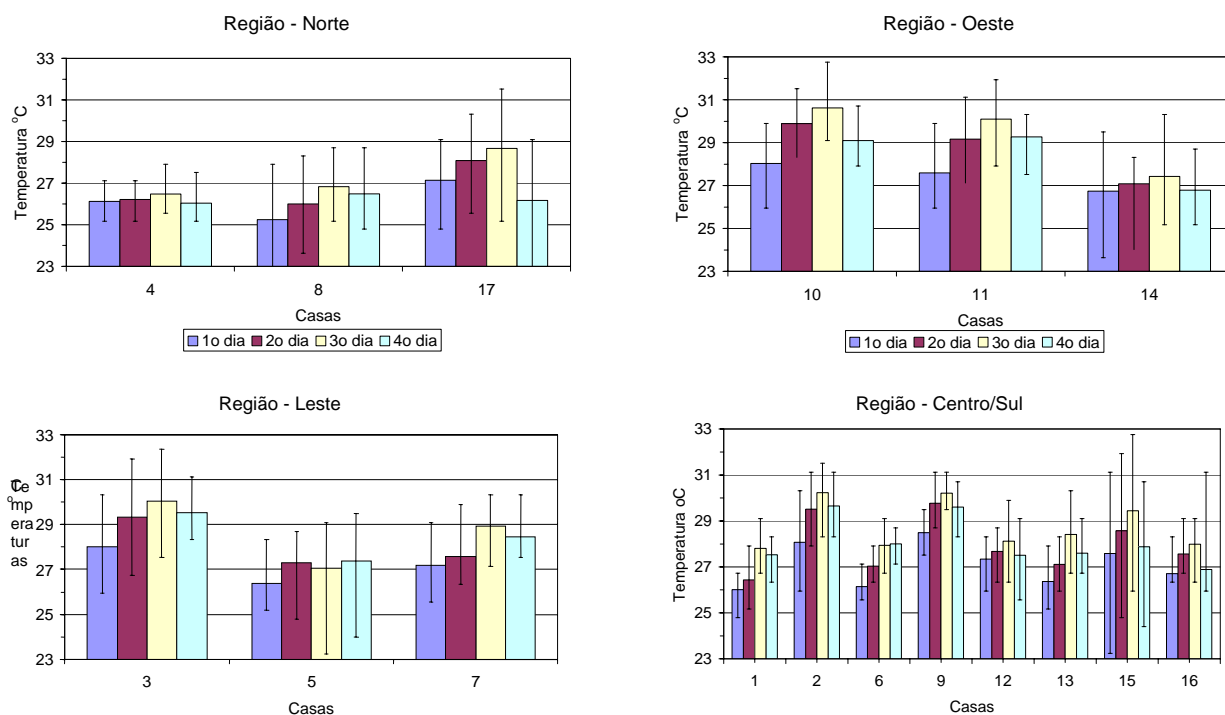


Figura 6: Temperatura interna média, com mínima e máxima temperatura para cada região.

De maneira geral, pode-se constatar o uso excessivo de aparelhos de ar condicionado e ventiladores como forma de amenizar o calor durante quase todo o período de verão. Quanto à iluminação, a maioria dos moradores relata a necessidade de uso da iluminação artificial associada à natural durante o dia. Conforme orientação solar apresentada pelas residências, e dependendo da disposição e distribuição interna dos ambientes, pode-se constatar a melhoria na sensação térmica dos moradores, quando aproveitados a ação da ventilação cruzada, predominante em Santa Maria, ao sul no período de verão.

4. CONSIDERAÇÕES PROJETUAIS

De acordo com os resultados de medição de temperaturas interna e externa das residências em estudo, pretende-se apresentar, de forma geral, recomendações sobre as estratégias bioclimáticas a serem adotadas pelos projetos arquitetônicos para garantia de melhor conforto das residências, considerando a aplicação dos conceitos desde a concepção projetual.

A partir do conhecimento dos princípios bioclimáticos, o projeto de um ambiente construído pode ser otimizado aplicando-se medidas para assegurar o controle natural dos efeitos do vento, tais como:

1. Considerar a localização e a relação com o entorno do projeto, procurando favorecer ou dificultar, segundo cada caso, a passagem do vento. Para tanto, é necessário conhecer as direções predominantes dos ventos segundo a época do ano, que para a região são do quadrante leste (NE, E e SE), com velocidades médias mais elevadas nos meses de primavera e as menores velocidades médias nos meses de outono. Recomenda-se buscar uma situação mais ventilada ou proteger a edificação com barreiras vegetais

ou construídas com paredes, construções auxiliares ou com o próprio edifício projetado;

2. Eleger a forma mais adequada para o edifício, estudando cada caso em planta e em corte. As formas alargadas devem situar-se transversalmente à direção dos ventos agradáveis (como as brisas de verão) e paralelas aos ventos inconvenientes, combinando a ação positiva dos ventos com uma orientação solar adequada;
3. Considerar a disposição das aberturas em relação à orientação solar e à circulação de ar através do edifício e por sua vez, a distribuição dos espaços interiores;
4. Escolher dispositivos adequados de fluxo de ar. As janelas fixas não são indicadas, especialmente para climas variáveis como a região em estudo, sendo necessário sistemas que permitam diferentes regulagens de fluxo, desde a abertura total até o fechamento.

A partir de técnicas de controle ambiental podem ser aplicados sistemas de ventilação e tratamento de ar, tais como: ventilação cruzada - onde as aberturas devem situar-se em fachadas opostas que se comuniquem com o espaço exterior; o efeito chaminé - produzido ao criar-se uma saída de ar na parte superior do ambiente, entre outros. Como sistemas de tratamento de ar pode-se citar a ventilação subterrânea, que consiste em favorecer a entrada do ar proveniente de condutores enterrados, sistema adequado a climas com grande oscilação térmica, e a utilização de pátio, que consiste em criar um espaço aberto dentro do volume do edifício, gerando um microclima de controle das condições exteriores e interiores.

5. CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa evidenciam uma grande variação entre as temperaturas interna e externa, dentre as residências analisadas. Não foi possível estabelecer uma padronização entre os comportamentos das residências pertencentes à mesma região, o que demonstra a pouca preocupação, desde a concepção dos projetos arquitetônicos analisados com a adaptação ao clima local, e interação da edificação com o entorno. Por se tratar de uma região de clima com verões demasiadamente quentes e invernos extremamente frios, pode-se observar um alto consumo de energia convencional, devido principalmente ao uso de aparelhos de condicionamento de ar quente e frio, durante as respectivas estações do ano.

A caracterização dos projetos arquitetônicos das edificações residenciais apresentadas neste estudo evidenciam a necessidade cada vez mais eminente de se desenvolver uma arquitetura integrada ao meio ambiente, para que o projeto arquitetônico não se limite à análise qualitativa de conceitos relacionados ao conforto no ambiente construído, e sim se estenda à aplicação e definição da melhor solução a ser adotada, considerando os condicionantes de conforto ambiental, além dos aspectos ergonômicos pertinentes ao projeto do ambiente, conforme preceitos da arquitetura bioclimática, garantindo assim, uma melhor qualidade de vida ao ser humano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, G. Z. e Dekay, M. (2004) “Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura”. Porto Alegre: Bookman, 415p.

- CORBELLA, O E YANNAS, S. (2003) “Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental”. Rio de Janeiro: Revan, 288p.
- FROTA, A.B. (2004) “Geometria da insolação”. São Paulo: Geros, 289p.
- KOWALTOWSKI, Doris; LABAKI, Lucila. (1993). O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia. In: Encontro Nacional DE TECNOLOGIA no Ambiente Construído, 5. São Paulo. p.785-794.
- LEITE, L. C. R. (2006). “Avaliação de projetos habitacionais determinando a funcionalidade da moradia social”. São Paulo: Ensino Profissional, 161p.
- MARTINEZ, A.C. (2000) “Ensaio sobre o projeto”. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 198p.
- MIGUEL, J.M.C. (2003) “A casa”. Londrina: Eduel, São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 253p.
- RIVERO, Roberto (1985). “Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.” Porto Alegre: D. C. Luzzatto, 240p.
- OLGYAY, Victor. (1998). Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Gustavo Gilli. Barcelona.
- SILVA, Elvan. (1991). A habitabilidade como critério de excelência na arquitetura. PROPAR. ARQ 06 - Padrões de Habitabilidade. (Monografia) UFRGS. Porto Alegre.