

ESTUDOS CLIMÁTICOS COMO CONTRIBUIÇÃO A GESTÃO URBANO – RURAL NO MUNICÍPIO DE DESCALVADO – SP - BRASIL

Adeildo Cabral da Silva (*)
Francisco Vecchia (**)

ABSTRACT - The purpose of these work was to study climatic conditions of Descalvado - SP (located in Northeast of São Paulo State), through climate's Dynamic approach as subsidy to urban administration's process - rural of Municipal district. In research's first phase, automatic monitoring was used for climate data's acquisition through automatic climatic stations (CR10, Campbell Scientific Inc.) in a habitational area formed by 22 units (Popular Group My Dream). In that group, a CR10 was installed, being collected temperature data (indoor and outdoor). Results obtained through monitoring and representative episode's analysis of climatic facts, in the first phase of research, supplied information to improve evaluation and use of potentialities of atmosphere front adversities from variations imposed by climate to human comfort and urban administration.

INTRODUÇÃO –

O presente trabalho apresenta alguns resultados preliminares da primeira fase de uma pesquisa que tem como tema central o estudo da caracterização do clima urbano – rural no Município de Descalvado- SP, com a finalidade de apresentar subsídios aos processos de gestão ambiental da região. A primeira fase consta da análise dos dados de temperatura (externos e no interior de residências) na área urbana. Sendo assim, para esse estudo, foram analisados dados meteorológicos externos e internos da temperatura do ar e umidade relativa do ar (externa), da primeira semana de aquisição de dados, quer dizer, do período 29/08 a 04/09/1999, com o objetivo de estudar as condições climáticas urbanas e o comportamento da temperatura do ar no interior das residências habitadas, por meio da abordagem Dinâmica do clima, como subsídio ao processo de gerenciamento urbano – rural de Descalvado – SP. As casas estudadas estão situadas em um conjunto habitacional (Conjunto Popular Meu Sonho) formado por 22 unidades e construídas com auxílio da prefeitura local, em regime de mutirão, no bairro Morada do Sol. Foram construídas com estruturas de pilares e vigas em concreto pré- moldado, possuem paredes em alvenaria de blocos de cimento (de cor cinza), com reboco e sem pintura. O piso com revestimento cerâmico. O teto também rebocado, sem pintura. A cobertura das casas é de telha colonial cerâmica (de cor avermelhada), com duas águas com inclinação de 30%.

A casa 01, cuja estação automática foi instalada em seu quintal, permanece com essas características. A casa 02 possui paredes e teto pintados na cor branca, com os demais elementos construtivos originais. As casas possuem 4 cômodos, a saber: sala, quarto, cozinha e banheiro, com um total de 40,60 m² de área construída, como mostra a Figura 01.

Nessa primeira fase da pesquisa, utilizou-se o monitoramento automático para aquisição de dados climatológicos por meio de estação climática automática (CR10, Campbell Scientific Inc.). No quintal da casa 01, foi instalada uma CR10, coletando-se dados de temperatura do ar, umidade do ar e temperatura superfície (interno), bem como esse equipamento possibilitou a aquisição de dados externos dos seguintes parâmetros atmosféricos: temperatura do ar e umidade do ar, radiação solar, pressão atmosférica e velocidade e direção dos ventos.

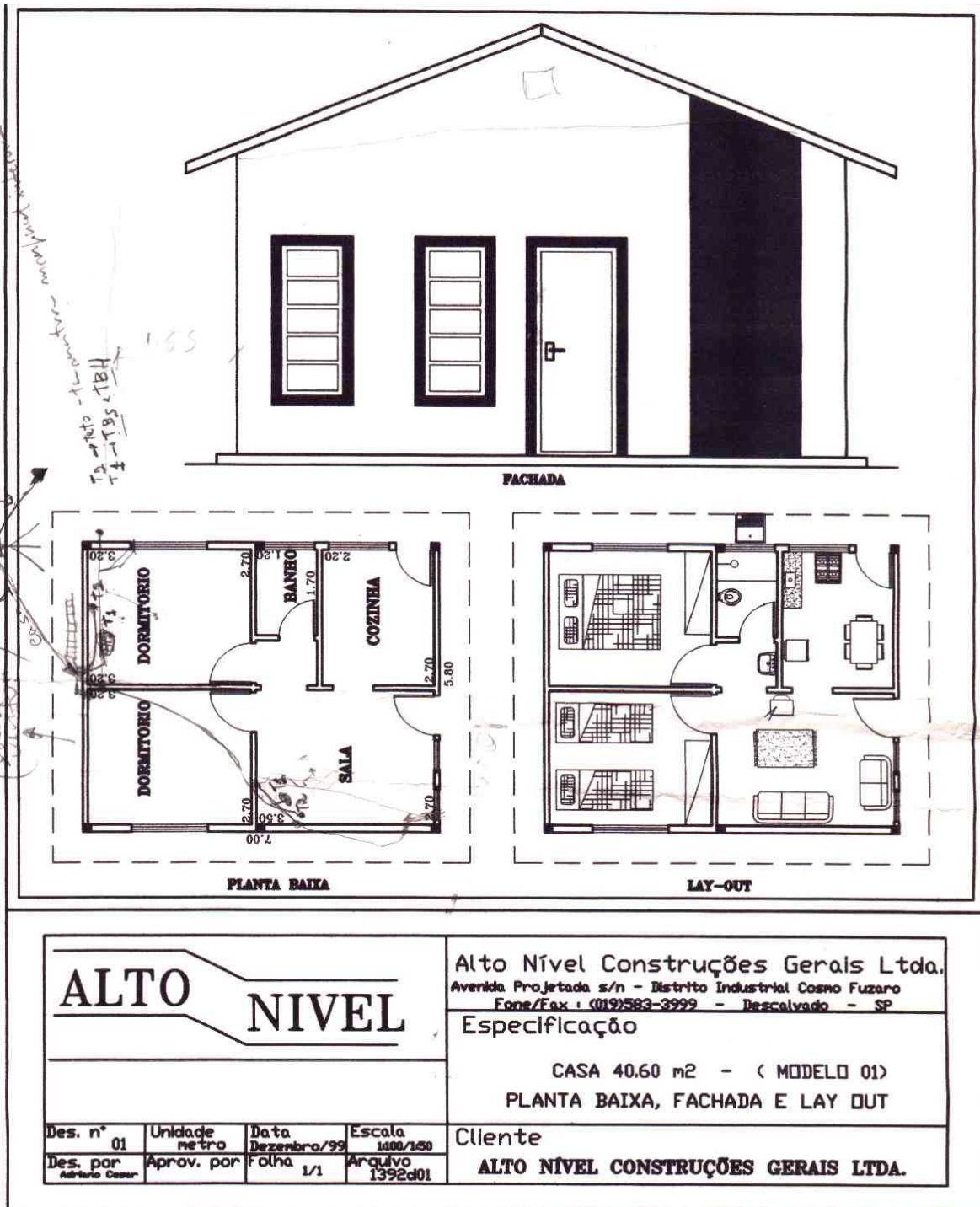
Os dados da primeira fase (29/08 a 04/09) forneceram informações preliminares que visam melhorar a avaliação e aproveitamento das potencialidades do ambiente construído frente as adversidades advindas das variações impostas pelas alterações climáticas ao conforto térmico e a gestão urbana.

A temperatura interna das casas referentes aos cômodos (sala e quarto) foram registradas a partir do dia 31/08/2000. Destaca-se que será apresentado, nesse estudo, análise de um episódio representativo (de 31/08 a 3/09), bem como a análise dos dados umidade relativa do ar (externa) e, ainda, de temperatura do ar interna e externa.

(*) Prof. CEFET-CE - Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental
CRHEA/USP Bolsa PICDT/CAPES - adeildocs@bol.com.br

(**) Prof. Dr. do Departamento de Hidráulica e Saneamento - EESC/USP - São Carlos -
fvecchia@sc.usp.br

Figura 01- Fachada principal e planta baixa da casa – tipo do Conjunto Popular Meu Sonho.



MATERIAIS E MÉTODOS

De modo a possibilitar a realização desse estudo foram realizadas, além da revisão de literatura, as seguintes etapas na primeira fase da pesquisa (investigação climática urbana):

- a) implantação da estação climática automática CR10, Campbell Scientific Inc. de aquisição de dados, no exterior de uma das habitações do Conjunto Popular Meu Sonho, da cidade de Descalvado, com o intuito de adquirir dados climáticos diários com intervalos horários de 30 minutos, dos seguintes elementos atmosféricos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar e velocidade e direção dos ventos, durante o período de 29 de agosto a 04 de setembro de 1999. Essa estação, por meio de equipamento de aquisição e armazenamento ("datalogger"), possibilitou também o monitoramento no interior de duas habitações ocupadas, dos elementos atmosféricos: temperatura de bulbo úmido (TBH) e temperatura de bulbo seco (TBS), bem como, temperatura de superfície (teto).

- b) análise estatística dos dados climáticos obtidos por meio da estação automática.

- c) aquisição de imagens de satélites (GOES – INPE/CPTEC), via rede mundial de computadores (Internet), que registrou a entrada de massa de ar polar sobre a região do estudo (SP), que representou um episódio significativo (ou seja, que causou alterações no comportamento dos estados atmosféricos e suas repercussões no ambiente urbano). A definição de episódios representativos, segundo VECCHIA, (1997) decorre da obtenção de dados climáticos associados aos estudos atmosféricos e que são considerados de acordo com o vigor de cada frente, caracterizando, dessa forma, o episódio mais significativo para o período analisado;

- d) comparação dos gráficos para análise das variações climáticas da temperatura externa em relação a temperatura interna, bem como a avaliação do conforto térmico no interior das habitações urbanas (populares).

Importante salientar que as residências monitoradas (duas, no total de treze ocupadas) foram escolhidas por fazerem parte de um programa de assistência social da Prefeitura do município de Descalvado (casa com baixo custo de construção) e pela disponibilidade dos moradores em contribuir com esse trabalho, portanto são residências ocupadas ou habitadas por famílias de baixa renda.

No quarto e na sala de cada uma das casas foram instalados três sensores, temperatura de bulbo úmido (tbh) e temperatura de bulbo seco (tbs), a uma altura de 1,85 m do chão e temperatura de superfície (teto) a 2,80 m, cujos termopares tipo T (cobre / constantan) foram conectados à estação CR10, por meio de cabos para transmissão dos valores registrados. Essa estação automática CR10 foi instalada no quintal de uma das casas de maneira tal que possibilitou o monitoramento de ambas, conforme fotos nº 01 e 02 (detalhe).

Durante o período de uma semana (29/08 a 04/09) os dados de temperatura do ar (interna e externa) e umidade relativa do ar (externa) foram coletados e armazenados na estação (foto 02 – detalhe) e descarregados por meio do *storage module* (módulo de armazenamento), para posteriormente serem descarregados no microcomputador. Para confecção dos gráficos foi utilizado o programa Excel for Windows.

Foto 01 – Campbell CR10

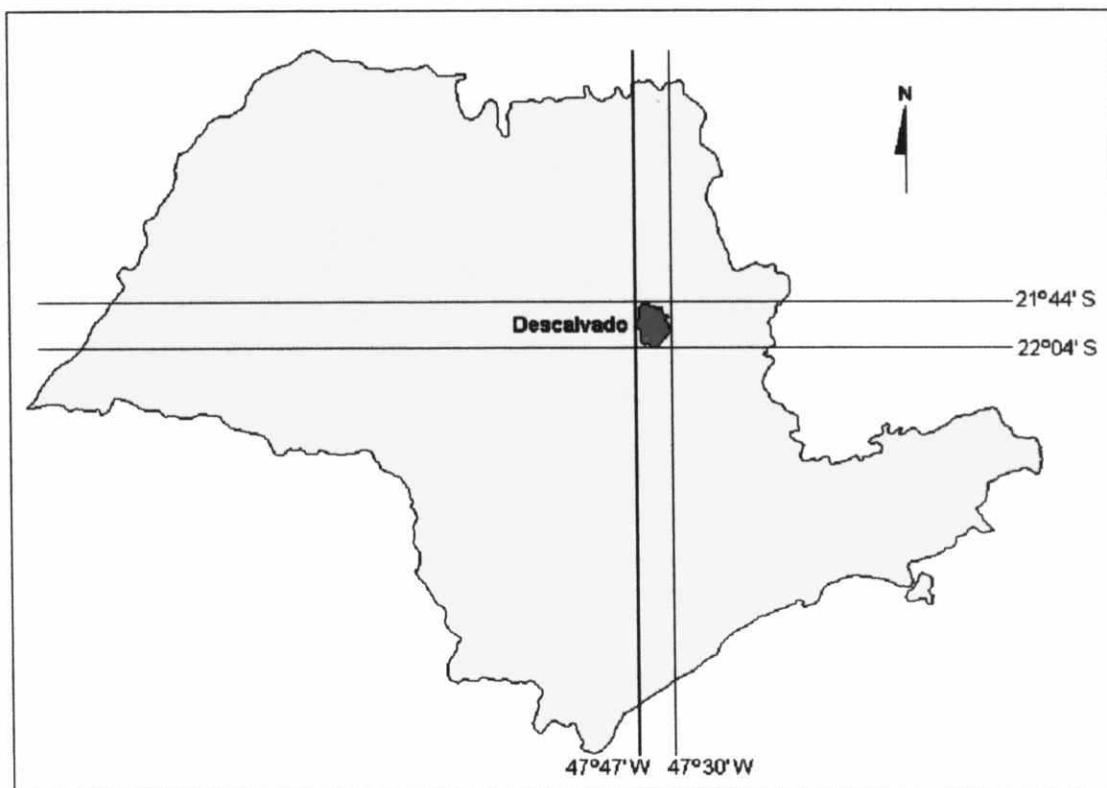


Foto 02 – Campbell CR10



CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 02 – Mapa de localização da área de estudo (RANIERI, 2000).



Localização do município de Descalvado no Estado de São Paulo.

O Município de Descalvado localiza-se na porção Nordeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas: 21° 54' 05" S (latitude) e 47° 37' 26" W (longitude), conforme Figura 02, tendo como limites: a Norte os Municípios de Luiz Antônio e Santa Rita do Passa Quatro, ao Sul Analândia, a Leste Porto Ferreira e Pirassununga, a Oeste com São Carlos, ocupando uma área de 757,2 km² IBGE (1994), com altitude em torno de 684 metros. O Município apresentou no censo de 1994, segundo projeção do IBGE (1994), 27.038 habitantes, sendo que aproximadamente 75 % ocupam a área urbana .

Quadro natural

Segundo a geomorfologia, a região do estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, como apresenta OLIVEIRA (1995), uma macroregião onde predominam os terrenos de formas alongadas e de baixas amplitudes altimétricas. O Município de Descalvado destaca-se nesse contexto regional pela heterogeneidade de sua paisagem, atribuída à presença das cuestas basálticas. Ao interromper as terras baixas da Bacia do Paraná, as cuestas introduzem diferenças locais de clima, solo e relevo. Quanto ao embasamento geológico, predominam a Formação Santa Rita do Passa Quatro, ocupando 50% da área, sendo o restante dominado por terrenos do Quaternário; Formações Intrusivas Básicas; Serra Geral; Botucatu; Pirambóia; Itaqueri; Pirassununga e Corumbataí.

A hidrografia da região é representada pelas Bacias Hidrográficas do Mogi, Pardo, Bonito e Médio Grande, tendo como rios principais: Ribeirão do Pântano; Bonito e Mogi – Guaçu. Na área do estudo observam-se importantes elementos que ajudam a compor o cenário dos recursos hídricos, recarga de aquíferos subterrâneos; áreas de várzea; cachoeiras e zonas de mananciais.

Em relação a vegetação natural, RANIERI (2000) mostra que as florestas naturais representam 0,9 %; capoeira 3,8 %; cerrado e cerrado 4,8 % e vegetação de várzea 1,3 %. A grande maioria das áreas de vegetação natural foi substituída pela agropecuária, que hoje representa, segundo o autor, cerca de 88% da área total do Município.

Clima da região

O clima da região, segundo as informações de KASTEIN (1997), é do tipo temperado, com temperatura média em torno de 24° C e umidade relativa do ar entre 20 e 30%. O índice pluviométrico caracteriza-se entre 1100 mm a 1300 mm por ano, cuja precipitação pluviométrica mínima é de 30 mm. A máxima fica em torno de 200 mm e a média anual 165 mm.

MONTEIRO (1973) enfatiza a região do estudo como sendo de clima controlado por massas equatoriais e tropicais, caracterizando-se por climas tropicais alternadamente secos e úmidos. Característica marcante dessa região é conferida pela existência de um período seco muito nítido, onde a frequência de chuva diminui consideravelmente no sentido dos paralelos, culminando no setor norte que se constitui na área de inverno mais nitidamente seca do Estado.

A região Sudeste (área de estudo), segundo análise de VIANELLO & ALVES (1991), é provavelmente a região brasileira que possui maiores contrastes climáticos em razão da diversidade de fatores que atuam: maritimidade contrastando com a continentalidade, altitudes elevadas, depressões intermontanas, baixadas litorâneas, áreas semi-áridas (norte de MG), regiões montanhosas e elevadas precipitações ao longo de todo o ano. Os sistemas frontais predominam no inverno. Para os autores, o relevo é importante fator na distribuição das temperaturas e das precipitações. A região acha-se também sob a ação dos sistemas atmosféricos de grande escala: anticiclone do Atlântico Sul, baixa do Chaco, alta polar, etc.

Esse conhecimento do comportamento climático da região e sua interrelação com os atributos naturais, apresentou-se como importante ferramenta na análise dos dados obtidos e na compreensão dos resultados esperados.

ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

O período de análise estudado representa um situação de transição de final de inverno para primavera, que segundo VECCHIA (1997), caracteriza uma situação transicional, onde as massas de ar polares começam a perder seu vigor habitual, peculiar dessa época do ano, observando-se a penetração de frentes de caráter dissipado com maior frequência.

No entanto, a presença de massa de ar polar (frente fria) sobre a região provocou instabilidade na circulação atmosférica, ou seja, causou alterações no ritmo climático.

Durante o período analisado, observou-se, por meio do registro (intervalo de 30min) de dados externos de temperatura de ar, temperaturas consideradas baixas, em torno de 15°C e um aumento nos valores do teor de umidade relativa externa, entre os dias 31/08 a 03/09/1999. Recorrendo-se às imagens de satélite GOES (INPE/CPTEC), adquiridas na Internet, constatou-se a entrada de uma frente fria e sua configuração das fases Pré-frontal, Domínio e Dissipação, como se pode visualizar na Figura 03.

O episódio representativo (31/08 a 03/09/2000) descreveu a entrada de uma frente fria sobre a região Sudeste, causando alterações na circulação atmosférica secundária. Ressalta-se que no dia 02/09/2000 a frente fria permaneceu sobre a região, não sendo disponibilizadas, pelo INPE/CPTEC no seu *site*, as imagens referentes a esse dia.

A fase de Prenúncio aconteceu dia 31/08. Os dias 01/09 e 02/09 caracterizou-se como fase de Domínio e o dia 03/09, como fase Pós-Frontal.

Na Tabela 01 estão as temperaturas médias diárias, calculadas pelos próprios autores, concernentes à casa 01 (sala 1 e quarto 1), à casa 02 (sala 2 e quarto 2) e à temperatura externa.

Tabela 01 – Temperaturas médias diárias, em ° C.

| | Externa | SALA 1 | Quarto 1 | Sala 2 | Quarto 2 |
|-------|---------|---------------|----------|--------|----------|
| 29/08 | 17,27 | * | * | * | * |
| 30/8 | 18,21 | * | * | * | * |
| 31/08 | 19,37 | 22,05 | 22,06 | 22,59 | 23,08 |
| 01/09 | 21,52 | 22,53 | 23,09 | 23,12 | 22,28 |
| 02/09 | 16,20 | 20,65 | 19,99 | 20,45 | 20,16 |
| 03/09 | 15,15 | 18,89 | 18,63 | 18,60 | 18,13 |
| 04/09 | 16,02 | 18,33 | 18,62 | 18,46 | 17,99 |

* - sem registro

Figura 3 – Imagem de satélite 1

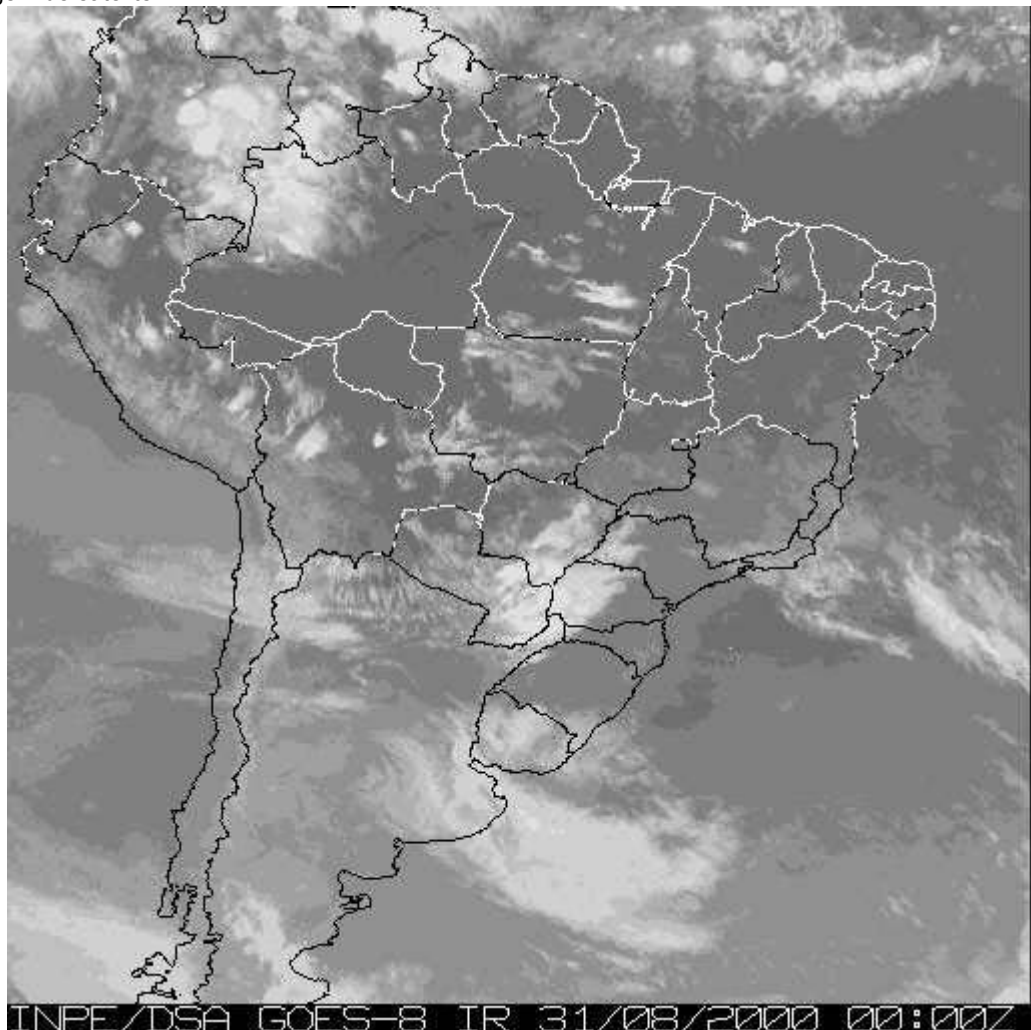
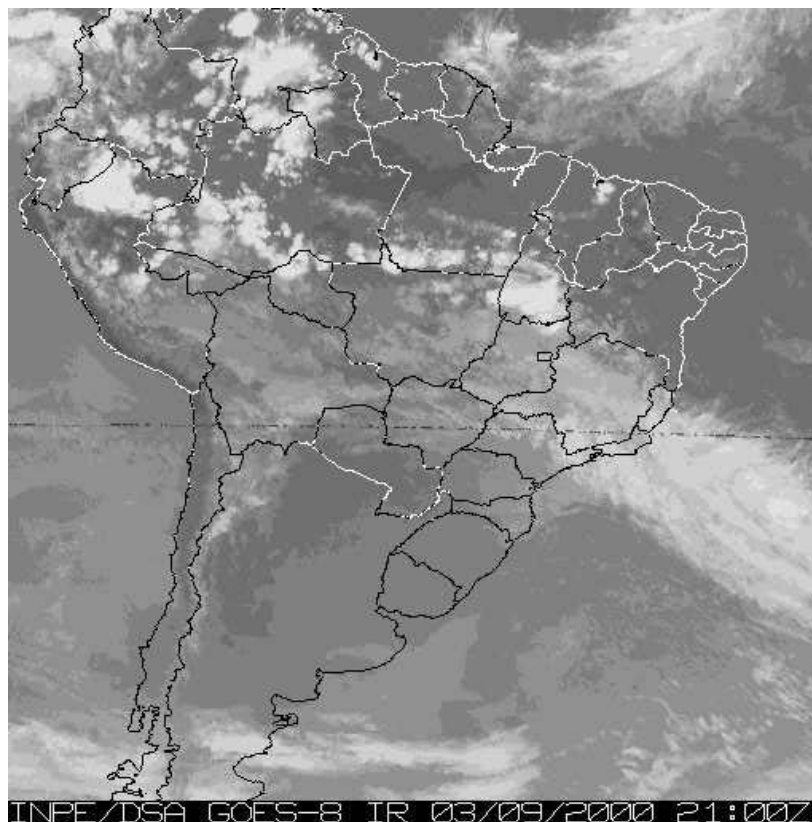
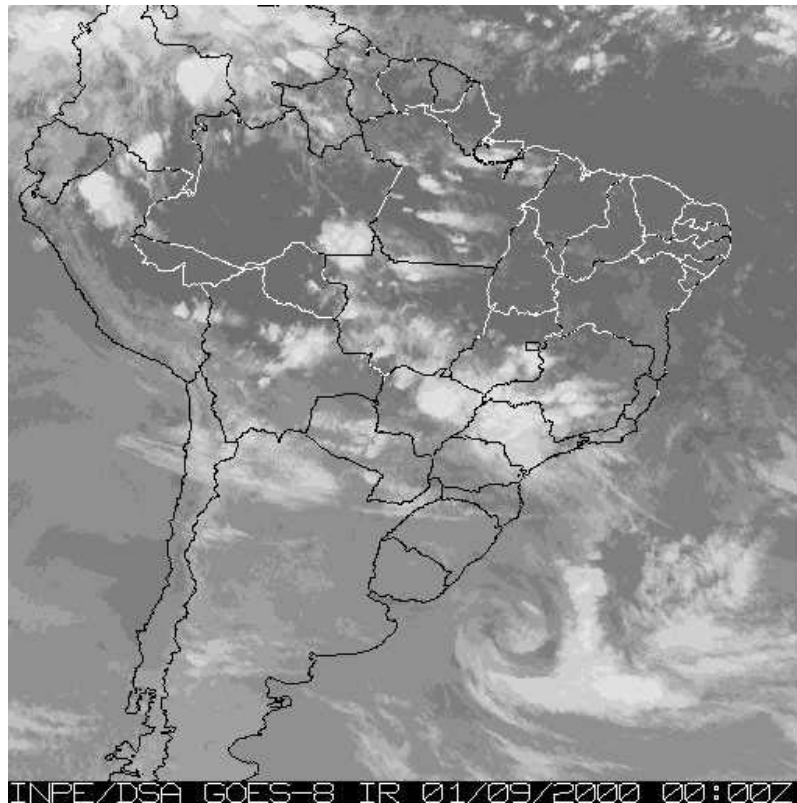
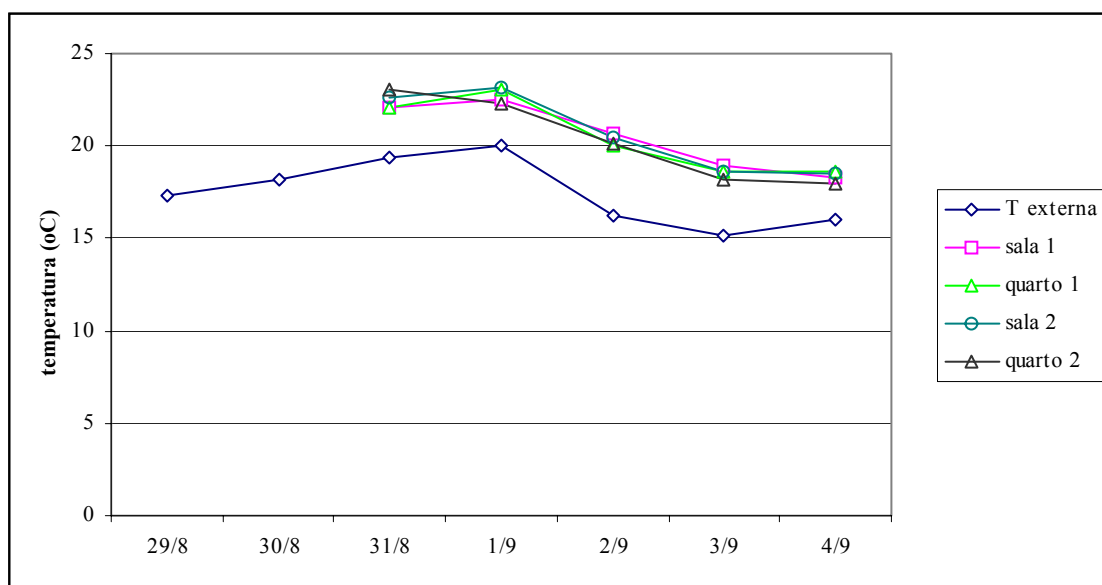


Imagem de satélite 2 y 3



Durante os sete dias selecionados pode-se constatar, por meio dos gráficos analisados, as alterações no ritmo de tempo evidenciadas pelas modificações dos elementos de temperatura do ar externo e no interior das habitações monitoradas. Ressalta-se que foram confeccionados gráficos de cada dia com os registros de temperatura em intervalos de 30 minutos, para análise. No entanto, optou-se por apresentar, nesse estudo, apenas o gráfico das médias diárias das temperaturas.

Gráfico 01 – Comportamento da temperatura externa e da temperatura interna dos cômodos: sala 1, quarto 1(casa1), sala 2 e quarto 2 (casa2).



Analisando o Gráfico 01, o comportamento da temperatura interna de ambas as casas, apresentou senóides semelhantes, podendo ser justificada não apenas pela proximidade uma da outra, como também pelas suas características construtivas.

No mesmo gráfico, apesar do comportamento da temperatura externa apresentar, no dia 31/08 e 01/09, valores crescentes, como estes representam médias diárias não se consegue visualizar o comportamento da entrada da frente fria.

Percebe-se que, mesmo nas temperatura médias diárias, a temperatura externa cai nos dias 01 e 02/09, evidenciando a fase de domínio sobre a região. No dia 03/09, a temperatura externa começa a se elevar, evidenciando a fase de dissipação da frente.

Importante verificar que o interior das residências apresentou temperaturas mais elevadas do que a temperatura externa (cerca de 3° C), o que provavelmente está relacionado com as características de conservação de energia em seu interior. Porém, para afirmação correta seria necessária a análise de outros parâmetros climáticos como radiação solar, direção e velocidade dos ventos, entre outros, que, nesse estudo, não foram contemplados.

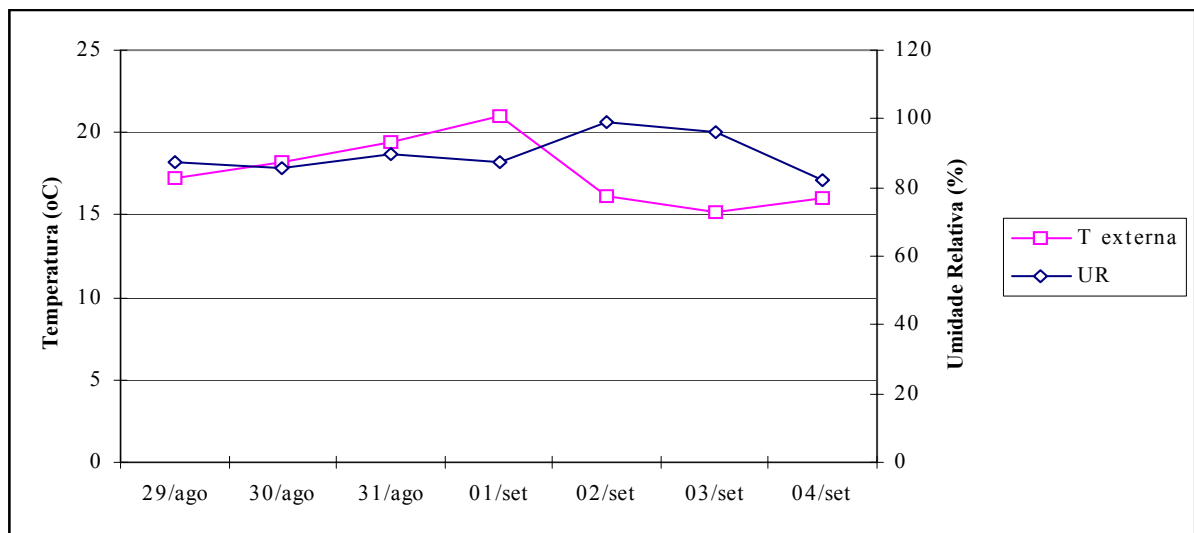
Na Tabela 02 são apresentados as médias diárias da temperatura do ar externa e da umidade relativa do ar externa, do período de 29/08 a 04/09/2000.

Tabela 02–Médias diárias de Temperatura externa, em ° C e Umidade Relativa do Ar, em %.

| | Temperatura externa (°C) | Umidade Relativa (%) |
|-------|--------------------------|----------------------|
| 29/08 | 17,27 | 87,28 |
| 30/08 | 18,21 | 85,74 |
| 31/08 | 19,37 | 89,78 |
| 01/09 | 21,52 | 87,33 |
| 02/09 | 16,20 | 99,30 |
| 03/09 | 15,15 | 96,22 |
| 04/09 | 16,02 | 82,37 |

Gráfico 02 – Gráfico do comportamento da Temperatura do Ar e da Umidade Relativa do Ar, durante a passagem da frente fria sobre a região.





Analisando o Gráfico 02, que apresenta médias diárias dos elementos atmosféricos, percebe-se nitidamente a inversão das senóides, onde os valores da temperatura do ar diminuem rapidamente enquanto que a umidade relativa do ar aumenta, caracterizando as fases: avanço (31/08/2000), de Domínio da frente fria (dia 01/09). Observa-se durante a fase de dissipação, as temperaturas aumentando gradativamente e a umidade relativa do ar baixando. Nesse período observa-se, ainda, que no dia 29/08 existe inversão das senóides que registra o deslocamento de outra frente fria sobre a região Sudeste, associando-se praticamente a outra frente que já estava na área. Dessa forma, o gráfico evidencia as principais repercussões da frente fria sobre a região de Descalvado, ajudando a compreender melhor os períodos críticos (onda de frio) para o conforto humano em habitações populares em relação às excitações provocadas pelo clima.

CONCLUSÕES

A análise desse breve episódio representativo de inverno mostra que as temperaturas externas foram sempre inferiores aos valores observados internamente. Esse fato, por si só, não evita a ocorrência de stress térmico no interior das habitações. Nesse sentido, o episódio analisado permitiu conhecer a capacidade de resposta das casas populares frentes às excitações provocadas pelo clima, por meio de dados horários (intervalos de 30 minutos) auxiliado pela aquisição automática de dados (ensaios experimentais), o que possibilitou a utilização dos dados meteorológicos relacionados com os fenômenos da circulação atmosférica.

A presença de massa de ar polar (frente fria) sobre a região provocou alterações na circulação atmosférica, ou seja, causou mudanças no ritmo climático, fazendo com que as temperaturas caíssem e a umidade relativa do ar aumentasse.

A amplitude de onda térmica interior – exterior registrada, conforme Gráfico 01, demonstrou uma variação em torno de 3° C, ao longo de todo o dia 31/08 a 04/09. Esse valor de amplitude térmica é bem significativo, uma vez que os valores externos de temperatura assumem cerca de 15°C, enquanto no interior conserva-se temperatura por volta de 18°C.

O material de construção das casas, dentro desse análise de temperatura externa e interna, apresentou uma capacidade térmica diante da atuação das condições climáticas exteriores sobre o espaços internos dos ambientes analisados.

Esse estudo faz parte de uma pesquisa que encontra-se atualmente em andamento. A fase experimental está sendo concluída, portanto, novos dados serão acrescentados aos já existentes contribuindo, desta forma, para uma avaliação mais precisa, notadamente no que se relaciona com análise das variações climáticas da temperatura externa e temperatura interna, bem como a avaliação do conforto térmico no interior das habitações urbanas (populares) no município de Descalvado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Descalvado - SP, que colaborou com o fornecimento de informações técnicas e contatos com a comunidade do conjunto popular Meu Sonho, aos proprietários das habitações José Luís e José Otávio pela preciosa assistência no desenvolvimento deste trabalho e

apoio na montagem da estrutura do equipamento, bem como, a suas respectivas famílias pela compreensão e envolvimento com a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE. (1994). Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas (SIEG). Software em CD – Rom. São Paulo: IBGE.
- INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2000) Imagens do Satélite GOES. <http://www.cptec.inpe.br/meteoimagens/>. (agosto/setembro).
- KASTEIN, L. C. A. (1999). Dados Geográficos do Município de Descalvado. <http://www.ifqsc.sc.usp.br/hpp/rafael/geograf>.(setembro).
- MONTEIRO, C. A. F. (1973). A Dinâmica Climática e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul Oriental do Brasil: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: IGEOG-USP.
- OLIVEIRA, H. H. (1995). Proposta de Criação e Caracterização da Área de Proteção Ambiental de Descalvado -SP. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: Instituto de Biociências /USP.
- RANIERI, V. E. L. (2000). Discussão das Potencialidades e Restrições do Meio como Subsídio Para o Zoneamento ambiental O caso do Município de Descalvado –(SP). (Dissertação de Mestrado). São Carlos: CRHEA/EESC/USP.
- VECCHIA, F. A. S. (1997). Clima e Ambiente Construído. (Tese de doutorado). São Paulo: FFLCH/USP.
- VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. (1991). Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.