



AValiação das Respostas Arquitetônicas de Duas Residências no Município de Franca às Solicitações Climáticas

Autora: Lisete Hanna Rached(1); Thalita C. Faleiros(2); Tiago Henriques(3)

(1) Universidade de Franca, Rua Carlos Roberto Batiston, nº. 2100, Pque das Acácias,
fone: 16.37230607 e-mail: liset@com4.com.br

Orientadora: Ruth C. Montanheiro Paulino
Universidade de Franca – e-mail: ruthcmp@netsite.com.br

RESUMO

Através da análise dos elementos construtivos e do desempenho térmico, obtida por simulação computacional, de duas residências construídas em épocas distintas, pretendeu-se identificar e estabelecer quais as respostas arquitetônicas mais indicadas para uma melhor adequação da arquitetura de residências ao clima da cidade de Franca, situada no Estado de São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Within the analysis of the constructive elements and its thermal performance taken from computer simulation from two residences that were built in different time period, it was intended to identify and establish the accurated architectural answers to better suit residencial architecture to the climate of Franca city, situated in the State of São Paulo, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho teve o objetivo de abordar os aspectos referentes ao conforto ambiental relacionados à questão térmica, através do estudo das variáveis climáticas do município de Franca, a fim de recomendar estratégias para o projeto das edificações, visando uma melhor adaptação às condições climáticas locais.

Para tanto se avaliou o desempenho térmico de duas construções habitacionais de épocas diferentes, observando a tipologia, a geometria, os elementos e os materiais, a fim de verificar se estes itens constituem-se em respostas eficientes às solicitações térmicas locais.

Nos dias atuais a busca por qualidade de vida é uma meta de todos. Essa busca leva a uma melhoria dos padrões de qualidade aplicados às habitações, à produção de bens, nos serviços, na alimentação, saúde, condições ambientais, lazer, etc.

Segundo Acosta-Hoyos e Guerrero (1985), a referência de qualidade de vida varia de acordo com o tipo de comunidade e sua localização no planeta. Porém, existem indicadores universais de qualidade de vida entre os quais se encontra a salubridade das habitações.

Para auxiliar na garantia desta salubridade, a arquitetura pode recorrer às respostas que atendam às variáveis climáticas: temperatura do ar, umidade do ar, movimento dos ventos, temperatura radiante e precipitações. Tais respostas a estes elementos conferem uma linguagem própria à edificação adaptando-a ao clima local, contribuindo para melhorar a qualidade de vida do homem e da própria arquitetura, além de contribuir para amenização do consumo de energia elétrica usada para climatização e iluminação.

Segundo Rivero (1985), o aspecto formal da arquitetura tem monopolizado a atenção de uma grande quantidade de profissionais que optam por soluções arquitetônicas que não consideram um estudo a fundo das necessárias adaptações ao meio ambiente local.

As solicitações térmicas de um determinado local devem-se constituir em estímulos à criatividade do arquiteto e urbanista, que pode garantir o condicionamento térmico natural da edificação produzindo elementos e linguagens específicas para um determinado edifício em um dado local.

Através da comparação das respostas arquitetônicas às solicitações térmicas entre duas construções habitacionais de classe média alta (sendo uma contemporânea e outra construída em 1945), este trabalho buscou estabelecer critérios de projeto para adequação climática na região de Franca, SP, a fim de contribuir para a garantia da salubridade nos espaços habitacionais.

Esta análise comparativa teve por objetivo observar se os elementos construtivos, a tipologia e os materiais empregados, tanto no passado como nos dias atuais, respondem de forma similar ou não, às solicitações climáticas de Franca.

2. METODOLOGIA

Para avaliação do desempenho térmico foi utilizado o software Arqitrop, versão 3.0 que é um sistema integrado de rotinas e banco de dados para apoio de atividades de projeto em arquitetura e engenharia, visando conforto térmico e a economia de energia em edificações desenvolvida por Mauricio Roriz e Admir Basso (1988).

Além disso, foram utilizadas medições in loco, com termômetros de máxima e mínima, no período de 30/03/2005 a 03/04/2005, cujas condições atmosféricas encontravam-se estáveis, a fim de constatar através dos dados de temperatura externa e interna o grau de isolamento das paredes e coberturas comparando com os resultados obtidos através de simulação por computador.

A residência do século passado é uma construção de 1945, localizada no centro de Franca com 280 m², em terreno de 300 m², à Rua do Comércio, nº 2141, esquina com a Rua General Osório.

A residência contemporânea localiza-se à Rua Carlos Roberto Batiston, nº 2100 no bairro Parque das Acácias. Sua área construída é de 398 m² em um lote de 450 m².

Ambas se encontram em área densamente urbanizada com condições de entorno similares, ou seja, construções residenciais e comerciais, térreas ou assobradadas, ruas de aproximadamente quatro metros de largura asfaltadas e calçadas de dois metros de largura com revestimentos impermeáveis, sem arborização significativa. Porém, a residência antiga está em uma área mais central, enquanto que a residência atual se encontra defronte a um vazio urbano, sendo favorecida de ventilação frontal.

Para a caracterização do clima de Franca, utilizou-se o método de Setzer (1966) que considera a efetividade de precipitação como sendo o índice de umidade do clima obtido por cálculo que leva em conta as chuvas e as temperaturas. Obtém-se uma fórmula para cálculo, dividindo o total médio de chuvas do mês por 2, elevado à potência 1/10 da respectiva temperatura média. Desta maneira, considerando aos índices mensais de efetividade da precipitação e as temperaturas médias mensais, Setzer define a classificação dos climas. **(tabela 01)**

Tabela(01) Classificação do Clima da Cidade de Franca

Legenda P=precipitação – mm (médias)

T=temperatura- °C(médias)

Iep=índice de efetividade de precipitação

Iep MENSAIS		TEMPERATURA	
(maior)>41,7	super úmido	(maior)> 25° C	Tórrido
29,5-41,6	muito úmido	22° -25° C	Tropical
20,9-29,4	Úmido	18° -22° C	sub-tropical
10,4-20,8	sub-úmido	12° - 18° C	Temperado
5,2-10,4	semi árido	(menor)<12° C	Frio
2,6-5,2	Árido		
(menor)<2,6	super-árido		
Iep=P/2 elevado a t/10			

A cidade de Franca localiza-se a Nordeste do Estado de São Paulo, a 20° 32'03'' de latitude sul, 47° 24'38'' de longitude oeste com altitude média de 1040 m. Os ventos predominantes são sudoeste e nordeste com ocorrência dos ventos sul no inverno. Foram utilizados dados climáticos de uma série de cinco anos consecutivos (1989 a1993) para a aplicação de método de Setzer, concluindo que o clima de Franca é tropical úmido no verão e subtropical semi-árido no inverno, caracterizando-se como clima tropical de altitude, apresentando seis meses do ano como clima tropical, quatro meses de Dezembro à Março como super-úmido, um mês (Abril) sub-úmido, o mês de Novembro úmido; seis meses com o clima subtropicais sendo quatro semi-áridos (Maio à Agosto), um sub-úmido Setembro e um muito úmido (Outubro).

Trata-se de um clima composto, com o qual se deve trabalhar a arquitetura no sentido de evitar o ganho térmico nos períodos quente e úmido e a perda de calor interno nos períodos mais frios e secos, especialmente durante a noite. Desta forma, a arquitetura deve prever elementos e componentes de construção que permitam uma eficiência térmica nas duas situações. (tabela 02)

Tabela(02) Classificação do Clima da Cidade de Franca

Legenda P=precipitação – mm (médias)

T=temperatura- °C(médias)

Iep=índice de efetividade de precipitação

Mês	P	T	Iep	Classificação
janeiro	337,6	22,6	70,48	tropical/ super úmido
fevereiro	279,3	22,5	56,68	tropical/ super úmido
março	220,7	22,6	46,07	tropical/ super úmido
abril	81,4	22,3	17,36	tropical/ sub-úmido
maio	36,2	19,8	9,19	sub-tropical/ semi-árido
junho	20,6	18,9	5,23	sub-tropical/ semi-árido
julho	26,8	18,6	7,38	sub-tropical/ semi-árido
agosto	29,1	19,8	7,36	sub-tropical/ semi-árido
setembro	79,2	20,9	18,59	sub-tropical/ sub-úmido
outubro	143,2	21,8	31,61	sub-tropical/ muito úmido
novembro	124	23	25,2	tropical/ úmido
dezembro	243,2	22,6	50,77	tropical/ super úmido

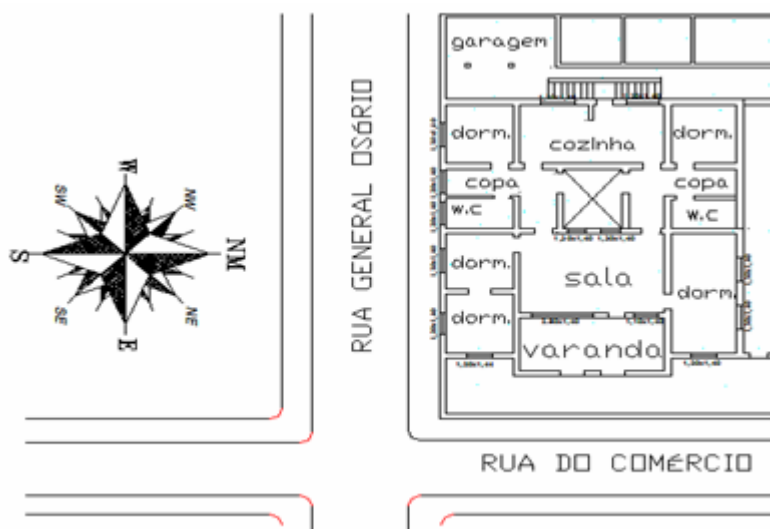
Série 5 anos: 1989 a1993

Latitude: 20° 32'03'' Longitude: 47° 24 38''

3. LEITURA DAS RESIDÊNCIAS

3.1 Residência do Século XX

Construção em linguagem neocolonial construída no alinhamento da calçada, porém com uma das laterais recuada e ajardinada, cujo partido arquitetônico é constituído por elementos como: porão, alpendre, garagem e área interna para iluminação (**figura 01**). As paredes são auto portantes construídas com tijolos de barro maciços com espessura de 0,30m (superior ao tijolo comum atual). O pé-direito é de 3,00m em todos os ambientes. A cobertura é feita com telhas de barro, sem laje, com forro em ripas de madeira, ático não ventilado e beiral de 0,50m. As janelas são do tipo guilhotina em madeira, exceto as aberturas do banheiro e cozinha, que são feitas de caixilhos de ferro com fechamento em vidro comum. Os pisos são em assoalho de madeira, sem laje entre o porão e piso térreo.



(Figura01)

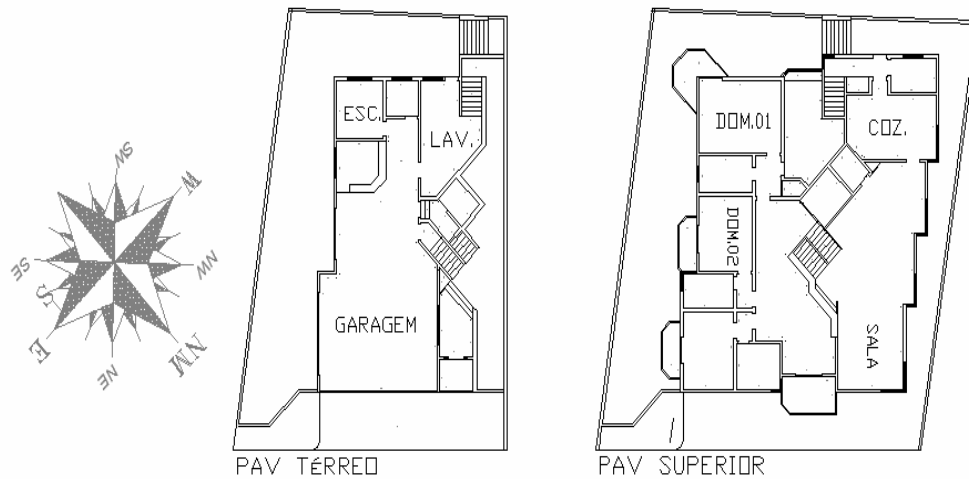
3.2 Residência Contemporânea

Residência construída no ano de 2002, localizada à Rua Carlos Roberto Batiston, nº. 2100, Bairro Parque das Acácias. A fachada principal está a Nordeste (**figura 02**).

É uma casa contemporânea, com telhado recortado arrematado em platibandas. Há uma evocação do passado, com modelo de gradil do período neocolonial. É projetada em três níveis, sendo que no nível da rua está a garagem, a lavanderia, banheiro de serviço, escritório, área de lazer (sauna, piscina, churrasqueira), no segundo nível encontram-se o living conjugado com a sala de jantar, lavabo, cozinha, despensa e no terceiro pavimento estão as três suítes com varandas e uma sala íntima também com varanda. Toda a casa é envolta por corredores com jardins.

O sistema construtivo é composto por estrutura feita por pilares e vigas de concreto armado e fechamento em tijolos de barro comum vazado. A cobertura foi feita com telhas pérgula de concreto cinza e laje maciça de 10 cm, com ático sem ventilação. Os pisos são em assoalho de madeira e pedra.

O partido arquitetônico contém elementos como: área externa com jardins, mezanino com sala íntima, abertura no centro da casa para iluminação e ventilação coberta com vidro e pé-direito de 8,00 m..



(figura02)

4. ANÁLISE

Segundo Paulino (1996), quando não se dispõe de recursos técnicos para avaliar o desempenho térmico das edificações que estão sendo projetadas, é necessário, ao menos, o conhecimento dos parâmetros que condicionam o conforto humano e que determinam o desempenho térmico das construções. Por meio dos conceitos básicos referentes ao homem, ao ambiente térmico e às edificações, pode-se, na elaboração do projeto, prever os problemas e propor soluções baseadas em procedimentos básicos, simples e econômicos como:

- a- trabalhar com a inércia térmica dos materiais de construção;
- b- tirar partido da orientação solar e da incidência dos ventos dominantes;
- c- dimensionar corretamente as aberturas conforme a necessidade de insolação, luz e ventilação;
- d- fazer uso de vegetação para sombreamento e resfriamento dos ambientes construídos.

O clima composto do município de Franca torna-se complexo para um projetista, pois, para conseguir um bom desempenho térmico da edificação tanto no período quente e úmido como no período de inverno seco, haverá desafios como: solicitações de construções leves, de baixa inércia térmica, além de sombreamento e ventilação cruzada; já os climas caracterizados por frio seco solicitam construções mais pesadas, com inércia térmica alta e pouco sombreamento para aproveitar a radiação solar, e a ventilação deve ser higiênica.

O que se deve prever para esses casos é a proteção para a radiação solar intensa do período quente, através do uso de elementos móveis ou vegetação sazonal e a eliminação de excesso de umidade através de ventilação composta (de conforto e higiênica), como também prever proteção para os dias frios, interrompendo a ventilação de conforto e permitindo maior incidência da radiação solar.

Portanto, para climas compostos a inércia térmica dos materiais de construção deve ser mais alta do que a recomendada para os climas predominantes quentes e úmidos, para que no período de inverno ou nas noites amenas ou frias (características dos climas compostos), possa-se tirar partido dessa propriedade, aquecendo o ambiente. Este aquecimento, no período de verão, pode ser minimizado através das aberturas de ventilação de conforto.

4.1 Simulação do desempenho térmico das Residências Através do Software Arqitrop

O Arqitrop é um sistema integrado de rotinas e banco de dados para apoio as atividades de projeto de Arquitetura e Engenharia Civil. Segundo Roriz (1988) esse software, baseia-se no regime periódico, que aproxima bastante do fenômeno real.

Ele simula o desempenho térmico de espaços construídos e verifica a adequação climática de edificações visando otimizar o conforto ambiental e a economia de energia elétrica na utilização de equipamentos mecânicos para climatização artificial.

Apresenta, também, uma avaliação de carga térmica de refrigeração ou de aquecimento necessárias para se manter a temperatura interna nos níveis preestabelecidos, utilizando o conceito de temperatura de neutralidade térmica.

O Arqitrop apresenta dois bancos de dados: um de clima e outro de materiais e componentes. O banco de dados climáticos contém as normas climatológicas para várias cidades brasileiras, entre elas, a cidade de Franca, divulgadas pelo INMMA (Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura) complementados com dados da Diretoria de Rotas Aéreas do Ministério da Aeronáutica. O banco de materiais e componentes é subdividido em dois grupos: a) o primeiro apresenta os dados referentes às características termo físicas dos materiais mais usados nas construções; b) o segundo é um conjunto de dados sobre os fechamentos normalmente utilizados na construção civil. Apresenta, como uma subdivisão, um grupo de componentes horizontais, na qual estão incluídos pisos e coberturas e um outro grupo formado pelos elementos verticais, que engloba paredes e painéis.

O programa fornece dois produtos para auxiliar o profissional da área da construção civil, recomendações de projeto e a avaliação do desempenho térmico de projetos.

Nas recomendações de projeto, o programa fornece um conjunto de dados que, baseados nos dados climatológicos da região onde será implantado o edifício, fornece diretrizes para a concepção de projeto de forma a adequar a edificação ao clima local.

Para a simulação foi adotado o dia 15 de janeiro, dia típico de verão já estabelecido pelo programa, a fim de comparar com as medidas “in loco” coletadas em um período cujas condições do tempo o caracterizavam como quente e úmido.

A simulação mostrou que as características construtivas da casa mais antiga contribuem para que o ambiente interno permaneça o dia todo com a temperatura mais elevada do que a temperatura exterior. Contribui para isto a alta inércia térmica da alvenaria de 0,30m, o pé-direto baixo, o ático sem ventilação e a falta de proteção das paredes contra o excesso de radiação solar devido aos beirais curtos (0,50m), além da orientação das fachadas principais (eixo leste-oeste) que favorece a incidência direta do sol nas paredes. Há também, a formação de um micro-clima local com calor típico causado pelo seu entorno.

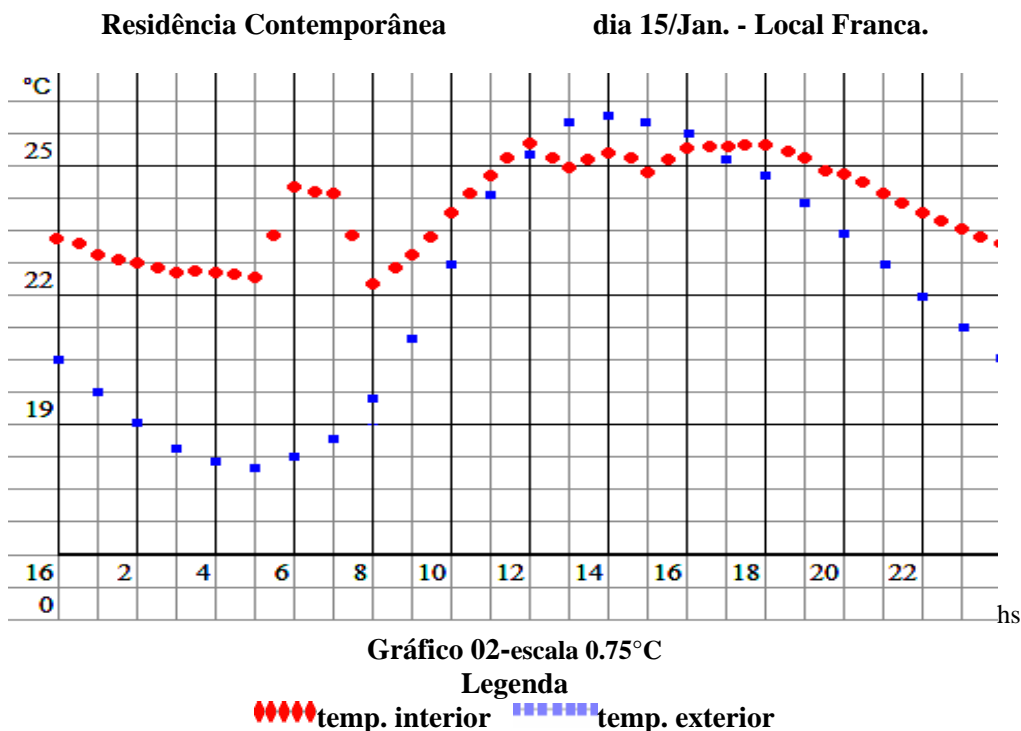
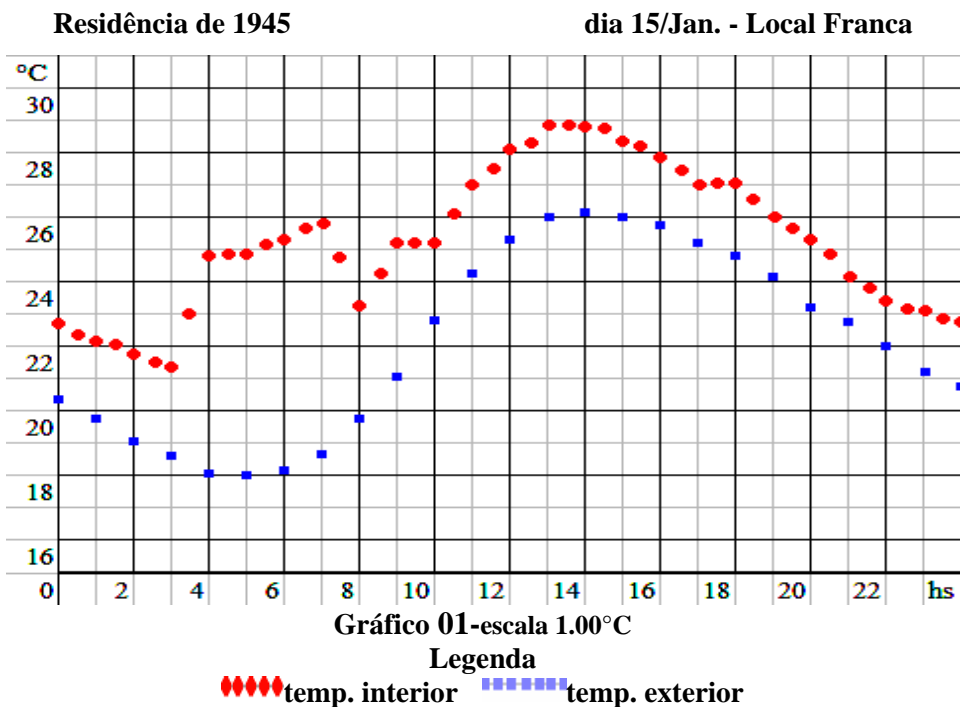
Para o clima composto de Franca a casa não apresenta bom desempenho térmico para o período do verão, uma vez que se mantém sempre mais aquecida que o ambiente externo. Alguns elementos são favoráveis para o clima de Franca como as janelas, tipo guilhotina que permitem ventilação alternativa, porém com apenas 50% do vão e o porão que permite uma proteção contra a umidade do solo.

Segundo Lemos (1997), os porões constituíam-se em elementos que garantiam a salubridade das casas uma vez que os soalhos ficavam ventilados e afastados da umidade do solo. A cidade de Franca está implantada em área extremamente rica em lençóis rasos, além do alto índice de pluviosidade anual (aproximadamente 1400 mm ano), de forma que se torna fundamental recorrer a estratégias de proteção contra a umidade proveniente do solo. Em relação à residência estudada o porão começa em 0,50 cm do chão e vai até 1,50 de altura.

A casa contemporânea mostrou-se mais adequada ao clima de Franca uma vez que se mantém mais aquecida no período noturno, durante a madrugada e nas primeiras horas da manhã, quando as

temperaturas externas caem sensivelmente, mesmo durante o verão. Nos horários de maior aquecimento externo a simulação apontou que a casa mantém temperaturas menores que as externas, com diferenças variando de 0,5°C a 2°C. Contribuem para este resultado: o pé-direito alto, as aberturas superiores que permitem a saída do ar quente, a média inércia térmica das paredes e a presença de vegetação nos corredores laterais o que contribui para minimizar o efeito da radiação, como também o favorecimento do seu entorno com uma ventilação frontal.

Estimativa de variação horária das temperaturas



Medição “in loco”

Medições in loco foram feitas com termômetros de máxima e mínima no período de 31/03/2005 a 07/04/2005 com medições diurnas e noturnas, cujas condições atmosféricas encontravam-se estáveis.

Temperatura interna das residências - Franca- SP período- 30/03/2005a07/04/2005	DIURNO			NOTURNO		
	Interna Média	Mínima Média	Máxima Média	Interna Média	Máxima Média	Mínima Média
Residência (1945)	28°C	25°C	29°C	29°C	29°C	26°C
Residência (2002)	26,76°C	23,9°C	28°C	27,2°C	29°C	23,5°C

Temperatura externa Franca-SP	T. Máx. Absoluta	T.Mín. Absoluta	Média T. Máxima	Média T. Mínima	T.Média
período-31/03/200 a03/04/2005	32°C	15,9°C	31,7°C	17,6°C	24,7°C
período-31/03/200 a03/04/2005	32,9°	19,4°C	32,5°C	19,7°C	26,1°C

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que as respostas arquitetônicas para uma adequação da arquitetura ao tipo climático de Franca e auxiliar na manutenção da salubridade dos espaços construídos devem ser:

1. inércia térmica média para os materiais de fechamento para garantir que no período noturno possa-se contar com uma reserva de calor.
2. orientar as maiores fachadas para o eixo norte-sul, porém proteger a fachada sul dos ventos de inverno, através de barreiras e posicionamento adequado das aberturas;
3. utilizar cobertura com alta inércia térmica sem ventilação no ático, porém com dispositivo de isolamento térmico para minimizar o fluxo térmico durante a exposição à radiação solar;
4. adotar uma tipologia para as aberturas que permita opções variadas de ventilação e velocidade do ar dentro dos ambientes;
5. utilizar aberturas altas para promover a ventilação higiênica;
6. adotar elementos de composição de fachada que possam auxiliar no controle da incidência da radiação solar nas paredes e no interior dos ambientes como: beirais devidamente calculados para sombrear no verão e aquecer no inverno, para-sóis flexíveis, vegetação sazonal.
7. evitar o contato direto das paredes com o solo através de embasamentos de concreto ou pedra, porões ou pilotis, para a proteção contra a umidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta –Hoyos, L.E, Guerrero, J.SJ “ Tecnologia e qualidade de vida (uma polêmica de nosso tempo)” . UFV,Viçosa, 1985.Imprensa Universitária.

Lemos, Carlos A. C. “A República Ensina Morar (Melhor)” Editora Hucitec, São Paulo, 1997.

Paulino, R. C. M. “Clima, moradia e hábitos alimentares na micro-região de São José do Rio Pardo”. EESC-USP, São Carlos, 1993. Dissertação de mestrado.

Paulino, R. C. M. “Caracterização do perfil climático do município de Franca e formulação de recomendações para adequação de projetos arquitetônicos ao clima”. Universidade de Franca, Franca, 1996.

Rivero., R. “Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural”. Porto Alegre. Luzatto Editores, 1985.

Roriz, M., Basso A . “Arquitrop, Sistema integrado de rotinas, banco de dados para apoio a atividades de projeto em arquitetura e engenharia visando conforto térmico e economia de energia.” Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1988.

Setzer, J. “Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo.” São Paulo. Escolas Profissionais Salesianas, 1966.