

CLIMATIZAÇÃO NATURAL EM EDIFICAÇÕES: UM ESTUDO DE CASO

Josegil Jorge Pereira de Araújo

Universidade Federal do Ceará. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção - Bloco 714. Campos do Pici – CEP.: 60.455-860 – Caixa Postal: 12.144 – Fortaleza – Ceará. josegilaraujo@yahoo.com.br

Resumo. *A arquitetura deve fornecer ao homem uma condição de conforto, que deve se estender ao conforto térmico. No ato de projetar uma edificação o arquiteto deve utilizar todos os recursos disponíveis visando proporcionar uma temperatura ambiente interna dentro da zona de conforto térmico. Este trabalho apresenta um estudo de caso, em que, mudanças nos elementos climáticos de uma edificação acarretaram temperaturas internas fora da zona de conforto, propiciando desconforto para os ocupantes. Uma solução imediata seria instalar equipamentos de ar-condicionado, que propiciam temperaturas dentro da zona de conforto, mas com um elevado custo de funcionamento e manutenção. Como alternativa optou-se por lançar mão das técnicas de climatização natural, e, com isso, adequar a edificação à nova condição do clima. Foram criados anteparos, com intuito de barrar a radiação direta nas janelas, portas e paredes; foi colocado isolamento térmico sob o telhado; foram colocados toldos nas janelas para evitar a radiação refletida dos andares mais elevados; e foram instalados exaustores de baixa potência, para renovar o ar de alguns ambientes. Com estas medidas, se conseguiu retornar às condições de conforto térmico do edifício, com menores custos de instalação e manutenção.*

Palavras-chave: *conforto térmico, climatização natural, economia de energia, sistema solar passivo.*

1. INTRODUÇÃO

No momento de projetar uma edificação, o arquiteto deve levar em consideração vários fatores que propicie, condições térmicas compatíveis com o conforto térmico humano.

Para obter esse conforto deve-se levar em consideração algumas variáveis tais como temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente. Não podem ser deixados de lado fatores como regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, edificações vizinhas e outras características do local que podem ser alteradas pela presença do homem.

O conforto térmico deve ser obtido, preferencialmente, de maneira natural, e se não for possível, deve-se propiciar uma menor carga térmica, possibilitando um menor consumo de energia dos equipamentos responsáveis pela correção das condições do ambiente.

O projeto deve ser conduzido de maneira a atender as particularidades de cada região, tomando o cuidado de obedecer às diretrizes construtivas das diferentes zonas climáticas brasileiras, posicionando corretamente a edificação de maneira a evitar insolação excessiva, colocar as aberturas de forma a fornecer uma circulação de ar exterior dentro da construção, permitindo a renovação de ar no interior do recinto.

Durante a idealização do projeto o arquiteto deve verificar se as condições externas são permanentes ou se existe possibilidade de alteração do meio que circunda a construção. Se existir a possibilidade de mudança dos fatores externos, o projeto deve ser conduzido de forma a garantir o conforto térmico humano na pior condição possível.

Este trabalho trata de um estudo de caso, cujo projeto arquitetônico foi baseado em uma determinada condição externa e que, devido à construção de edifícios em frente à edificação, mudou completamente as condições externas, deixando a temperatura interna fora da zona de conforto térmico humano. Para fazer com que as condições internas voltem a níveis aceitáveis, faz-se uso das técnicas de climatização natural, ou método passivo, para restabelecer os níveis de conforto da edificação.

2. CONDIÇÕES ORIGINAIS DO PROJETO

2.1. Localização da Edificação

A edificação está situada no distrito de Icarai, município de Caucaia, localizada 23,00 Km da cidade Fortaleza, capital do Estado do Ceará, construída em cima de uma duna e encravada em um terreno de 13 m de frente e 40 m de fundo, com uma área construída totalizando 180,00 m².

2.2. Condições do Clima

O distrito de Icarai está situado no município de Caucaia, localizado a 3°44'16'' de latitude e 38°41'4'' longitude. O clima nesta localidade é quente e úmido. Tomando como base o ano de 1998, segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, a temperatura média das máximas foi de 31,58°C, a temperatura média das mínimas foi de 25°C, a temperatura máxima absoluta foi de 32,20°C, a temperatura mínima absoluta foi de 21,90°C, a umidade relativa foi de 74,00%. A insolação total relativa foi de 2.247,40 horas/ano. A velocidade do vento varia de 2,88 m/s a 4,11 m/s.

2.3. Características Construtivas

De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, o município de Caucaia está localizado na zona Z8, conforme pode ser visto na Fig. (1). A Fig. (2) apresenta as normais para as cidades localizadas dentro desta zona. Para manter as condições de conforto térmico, as edificações construídas nesta zona devem obedecer as seguintes diretrizes: grandes aberturas de ventilação, sombreamento das aberturas, as paredes e a cobertura devem ser leves refletoras e as coberturas de telha de barro devem possuir aberturas de ventilação. Em alguns pontos o projeto arquitetônico obedeceu às diretrizes construtivas, como pode ser visto na descrição a seguir.



Figura 1. Zoneamento bioclimática 8

A edificação foi construída aproveitando o declive natural do terreno, o que possibilitou a construção de três níveis. No primeiro nível tem-se uma sala em forma de L, uma cozinha, dependência de empregada e escritório. No segundo nível tem-se dois quartos, um banheiro social e uma sala de televisão, e no terceiro nível tem-se dois quartos, sendo que um deles é uma suíte, e um mezanino. Todos os quartos estão voltados para o nascente.

As paredes são de tijolo furado de oito furos, rebocados em ambos os lados. Todos os quartos são forrados com laje volterrana, rebocada pelo lado interno e com uma camada de concreto magro no lado externo. A sala em L, a sala de televisão e o mezanino não são forrados, tendo apenas um telhado aparente cuja cobertura é de telhas coloniais. O mezanino apresenta altura de telhado variável, sendo que em alguns locais esta chega a 2,10 m. Sobre o forro dos quartos tem-se o

mesmo telhado descrito anteriormente, exceto no segundo quarto do terceiro nível, onde a laje não possui a proteção do telhado.

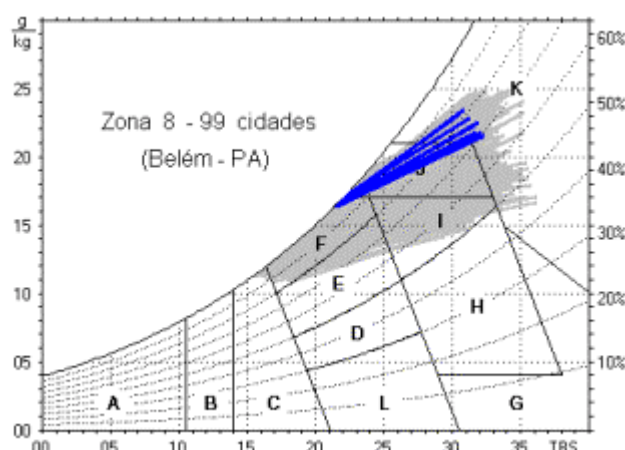


Figura 2. Carta Bioclimática apresentando as normais de cidades desta zona, destacando a cidade de Belém, PA

O pé direito dos quartos e do escritório é de 2,40 m, exceto no segundo quarto do terceiro piso que possui uma inclinação que possibilita um pé direito variável, chegando no seu lado mais baixo a 2,00 m de altura.

No escritório, no primeiro quarto do segundo piso e na suíte do terceiro piso possuem duas janelas de madeira com vidro e venezianas nas laterais, sendo uma medindo 2,00 m de largura por um 1,50 m de altura com uma abertura de $0,94 \text{ m}^2$. A outra janela possui 2,00 m de largura e 0,50 m de altura com uma abertura de $0,35 \text{ m}^2$. As venezianas são de 0,50 m de largura. As portas dos quartos e do escritório são de madeira maciça com bandeirola na parte superior, exceto na suíte do terceiro piso, que não possui bandeirola. No segundo quarto do segundo nível possui uma janela de madeira de vidro medindo 2,00 m de largura por 1,50 m de altura com uma abertura de $0,94 \text{ m}^2$. No segundo quarto do terceiro nível possui uma janela medindo 0,80 m de largura por 1,40 m de altura com uma abertura de $0,42 \text{ m}^2$. A sala em L possui duas janelas de vidro com madeira, sendo uma com 1,50 m de largura por 1,20 m de altura com uma abertura de $0,84 \text{ m}^2$. A outra janela mede 0,96 m de largura por 1,20 m de altura com uma abertura de $0,55 \text{ m}^2$. A porta desta sala é de madeira com vidro, medindo 2,00 m de largura por 1,20 m de altura com uma abertura de $2,12 \text{ m}^2$. O segundo nível possui uma janela de vidro com madeira medindo 1,50 m de largura por 1,40 m de altura com uma abertura de $0,98 \text{ m}^2$. A cozinha possui uma porta de madeira maciça medindo 0,80 m de largura por 2,00 m de altura e uma janela medindo 2,00 m de largura por 0,50 m de altura com uma abertura de $0,35 \text{ m}^2$.

A pintura externa dos quartos e do escritório é toda na cor branca. A sala em L possui uma das paredes na cor azul. O segundo quarto no terceiro piso possui a pintura externa na cor amarelo canário.

2.4. Análise das Condições de Conforto com Relação ao Projeto Original

Aproveitando as condições climáticas externas originais, a casa foi construída voltada para o nascente, apesar do terreno possuir a sua frente voltada para o noroeste. Esse posicionamento fez com que todos os quartos ficassem voltados para o leste (nascente). As paredes são protegidas da radiação solar direta, devido a um telhado que as protege nas horas mais críticas do dia. A casa possui um pé direito de no máximo 2,45 m, nas áreas forradas, o que é considerado baixo para uma construção típica. Essa prática ocasiona um aumento da temperatura interna, que era amenizada pela rápida renovação do ar interno, proporcionado pela elevada velocidade dos ventos. Aliado a esse fator, o arquiteto criou várias janelas e portas com grandes aberturas facilitando a renovação do

ar, e com isso, garantindo uma temperatura interior dentro da faixa de conforto. Essa renovação de ar interna, juntamente com uma maior convecção na parte externa do telhado, decorrente da elevada velocidade dos ventos, mantinha a temperatura das áreas não forradas dentro da zona de conforto, nos períodos do dia de grande insolação no telhado. As paredes pintadas na cor branca reduzem a quantidade de calor absorvida pelas paredes envoltórias, reduzindo o fluxo de calor para o interior da construção. Sem construção em volta da casa e por estar em cima de uma duna, a radiação solar refletida não contribuía para o ganho de calor da edificação.

3. ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO CLIMA

Em uma grande área livre do lado leste da residência foi construído um condomínio residencial composto por três blocos de apartamentos de quatro andares. No limite do terreno foi construído um muro com uma altura de 4,00 m. A construção do muro e dos blocos de apartamentos bloqueou os ventos que incidiam sobre a edificação. Na Fig (3) pode-se ver os blocos de apartamentos e na Fig. (4) pode-se observar a altura do muro.



Figura 3. Bloco de apartamento construídos no lado leste da edificação



Figura 4. Muro divisório

Os blocos de apartamentos proporcionaram a inclusão de uma elevada parcela de radiação solar, devido ao reflexo da luz nas superfícies das paredes dos edifícios.

3.1. Efeito da Alteração do Clima no Conforto Térmico da Edificação

Com a barreira criada pela construção dos blocos de apartamento e pelo elevado muro divisório, a temperatura interna da residência ficou bastante elevada, ocasionando desconforto em praticamente todas as horas do dia. Com a ausência do vento, tem-se uma condição de ar parado, que impossibilita a renovação de ar no interior dos recintos. A convecção de calor no lado externo do telhado foi drasticamente reduzida, fazendo com que uma grande parcela de calor, que antes era retirado pelo vento, penetrasse nas áreas não forradas da casa, aumentando o desconforto térmico nesses ambientes.

A radiação solar refletida pelas paredes do edifício, no período da tarde, penetra com um pequeno ângulo de incidência em todas as janelas e portas da fachada leste, além disso, a radiação incidente nas paredes contribui para o aumento do fluxo de calor para o interior da edificação.

A baixa velocidade do vento e a radiação solar refletida são os responsáveis pelo desconforto térmico da edificação.

4. AS SOLUÇÕES PARA A CORREÇÃO DO DESCONFORTO TÉRMICO

Para a correção do problema de conforto térmico da edificação pode-se considerar duas alternativas: a primeira seria utilizar equipamentos de ar condicionado nos principais cômodos da residência, como por exemplo, a sala de estudo e a suíte do terceiro nível. Essa solução acarreta um aumento no consumo de energia, gerando um custo a mais no orçamento doméstico. Além de onerosa não resolve o desconforto térmico nas demais dependências. A segunda alternativa seria utilizar estratégias de conforto térmico passivo, utilizando-se de elementos como briser, anteparos, cortinas, isolamento térmico e exaustores de baixa potência.

A segunda alternativa citada acima foi usada para corrigir a temperatura interna do interior da edificação.

5. CORREÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO PELO MÉTODO PASSIVO

Segundo as diretrizes construtivas indicadas pelo Comitê Brasileiro da Construção e a Comissão de Estudo de Desempenho Térmico de Edificações, a estratégia de condicionamento de ar passivo para o zoneamento bioclimático 8 deve ser composto de uma desumidificação do ambiente, feita pela renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes, juntamente com uma ventilação cruzada que é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação.

Como a ventilação no interior da edificação ficou comprometida devido à barreira proporcionada pelos edifícios, deverá ser adotada uma ventilação forçada nos quartos e sala de estudo. Esta ventilação forçada é obtida pela colocação de pequenos exaustores, um em cada recinto, munido de regulador de velocidade que possibilite o ajuste da rotação do motor elétrico, controlando assim a vazão de ar para o interior do recinto. A renovação de ar será útil na retirada do calor proveniente dos equipamentos, das pessoas, da condução, convecção e por radiação.

Nas áreas não cobertas deverão ser mantidas abertas as portas e janelas, de forma a manter uma ventilação cruzada. Além disso, será incorporado um forro de PVC, onde entre este e o telhado será colocado uma camada fina de esponja com a finalidade de melhorar o isolamento térmico, aumentando assim o atraso térmico e o amortecimento.

Para barrar a radiação solar refletida, foram incluídos anteparos para proteger as janelas e as paredes que recebem incidência desta radiação. A escolha destes anteparos, os quais estão posicionados paralelos as paredes da edificação, é para preservar a pequena visão do mar que restou depois da barreira criada pelos blocos de apartamento. Na Fig. (5) vê-se o anteparo que protege a janela da suíte do terceiro nível e na Fig. (6) pode-se ver a pequena vista que restou do mar. Do lado direito da Fig. (6) vê-se um dos blocos de apartamento.

Em frente à varanda será construído um anteparo para barrar a radiação solar refletida que incide nas janelas e porta da sala. Esse anteparo será construído com dois pilares e duas vigas, sendo que a viga inferior será construída a uma altura de aproximadamente 2,50 m de altura do piso de forma a

manter a visão livre do jardim. Sobre as vigas será construída uma parede de combogó, cuja finalidade principal é manter a circulação de ar na varanda. Além de barrar a radiação solar refletida, o anteparo terá a função de manter a privacidade das pessoas que estiverem na varanda da residência. O anteparo será pintado com duas cores: o lado voltado para a residência terá cor escura, para que as áreas do anteparo que não estiverem protegidas pelo telhado reflitam uma quantidade pequena da radiação solar direta sobre a varanda; o lado voltado para o bloco de apartamento será na cor branca de forma a garantir que uma maior quantidade de radiação seja refletida diminuindo a parcela de calor absorvido pelo anteparo. Na fig. (7) pode-se ver a radiação solar refletida incidindo sobre a varanda. Pode ser observada a sombra que o guarda corpo da varanda superior faz na parede.



Figura 5. Anteparo na janela da suíte do terceiro nível.



Figura 6. Bloco de apartamento bloqueando a passagem do vento e a pequena visão do mar.

Será incorporado nas janelas da suíte do terceiro nível e na sala de estudo briser's para barrar a radiação solar refletida dos apartamentos dos andares superiores. Os briser's terão, também, a função de manter a privacidade das pessoas que estiverem nestes recintos.

Nos quartos e na sala de estudo foram incorporadas cortinas internas para auxiliar na proteção das janelas contra a radiação solar refletida e também aumentar a privacidade das pessoas.



Figura 7. Radiação solar refletida incidindo sobre a parede da varanda.

6. CONCLUSÃO

Com a utilização da correção do conforto térmico pelo método passivo, pretende-se corrigir a temperatura interna da edificação retornando-a para valores dentro da faixa de conforto térmico humano. A inclusão de elementos como anteparos, briser's, isolamento térmico e pequenos exaustores, proporcionam uma solução econômica com pequeno custo de funcionamento e de manutenção.

7. REFERÊNCIAS

- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2000, “Dados Meteorológicos, Médias Mensais. 1990 – 1999”. Fortaleza.
- ABNT, Projeto: 02:135.07-001, 1998, “Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades”.
- ABNT, Projeto 02:135.07-003, 1998, “Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social”.

NATURAL CLIMATIZATION IN CONSTRUCTIONS: A STUDY OF CASE

Josegil Jorge Pereira de Araújo

Universidade Federal do Ceará. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção - Bloco 714. Campos do Pici – CEP.: 60.455-860 – Caixa Postal: 12.144 – Fortaleza – Ceará. josegilaraujo@yahoo.com.br

Abstract. *The architecture must supply to the man a comfort condition, that must be extended to the thermal comfort. In the act to project a construction the architect must use all the available resources aiming to provide an internal ambient temperature inside of the zone of thermal comfort. This work presents a case study where changes in the climatic elements of a construction had caused internal temperatures out of the comfort zone, propitiating discomfort for the occupants. An immediate solution would be to install equipment of air-conditional, that they propitiate temperatures inside of the comfort zone, but with one raised cost of functioning and maintenance. As alternative it was opted to launching hand of the techniques of natural climatization, and, with this, to adjust the construction to the new condition of the climate. Bulkheads had been created, with intention to obstruct the direct radiation in the windows, doors and walls; thermal isolation under the roof was placed; awnings in the windows had been placed to prevent the reflected radiation of the raised floors; and it had been installed exhaust fans of low power, to renew the air of some environments. With these measures, it was possible to return to the conditions of thermal comfort of the building, with lesser costs of installation and maintenance.*

Keywords. *comfort thermal, natural acclimatization, economy of energy, passive solar system.*