

O projeto de arquitetura para clima quente e úmido: diretrizes para residências unifamiliares em Fortaleza-CE

Architecture projects for hot and humid climate: guidelines for single-family homes in Fortaleza-CE.

Rodrigo Porto Oliveira
rodrigoporto@unifor.br
Universidade de
Fortaleza

Resumo

O presente artigo se define como um estudo de caracterização climática de Fortaleza-CE, de modo a contribuir com a elaboração de diretrizes projetuais para residências unifamiliares em clima quente e úmido de baixa latitude. Assim, através de revisão bibliográfica e pesquisa por projetos localizados em bairros distintos da cidade, procurou-se determinar as estratégias bioclimáticas aplicáveis a edificações residenciais destinadas à região em estudo.

Palavras-chave: Conforto Ambiental. Clima de Fortaleza. Estudo Bioclimático.

Abstract

This article is defined as a study describing the climate of Fortaleza (CE) in order to contribute to the development of guidelines about design for single-family homes in hot and humid climate of low latitude. Thus, through literature review and research for projects located in different districts of the city, we tried to determine the bioclimatic strategies applicable to residential buildings to the region under study.

Keywords: Environmental Comfort. Fortaleza Climate. Bioclimatic Study.

1 Introdução

O desconhecimento de soluções arquitetônicas adequadas para a otimização das condições de conforto (ou diminuição do desconforto) de edificações em clima quente e úmido acaba resultando em ambientes termicamente desfavoráveis. As consequências são, em geral, drásticas: prédios que apresentam um grande consumo de energia para condicionamento de ar ou situações em que a simples permanência no ambiente, seja ele local de trabalho ou de moradia, torna-se uma experiência bastante desagradável do ponto de vista do conforto de seus ocupantes.

Diante disso, é prudente afirmar que o arquiteto atua de forma a conceber espaços agradáveis, que busquem aproveitar os benefícios do clima e se proteger do seu rigor, para uma melhor utilização dos recursos naturais e valorização do lugar.

Uma edificação projetada para o clima no qual está inserida é considerada confortável quando facilita a ventilação natural, a entrada de luz solar e filtra os raios solares indesejáveis, economizando energia elétrica. Torna-se, portanto, indispensável a caracterização climática da região onde a edificação será projetada, pois a avaliação de desempenho térmico, energético, acústico e lumínico está diretamente relacionada ao ambiente construído e ao ambiente externo.

De acordo com Siqueira *et al.* (2005), para a avaliação do desempenho térmico, é necessário saber como variam a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a direção e a velocidade do vento e a radiação solar, não só ao longo das estações do ano, mas também seus valores horários.

A Norma Brasileira NBR 6401:1980 apresenta os valores das temperaturas recomendáveis do ar e temperaturas máximas de bulbo seco e úmido para as condições de verão e inverno, de acordo com o tipo de ambiente (residência, comércio etc.) e a finalidade (lojas de curto tempo de ocupação etc.). Com relação às exigências humanas de conforto em uma edificação, as normas ASHRAE 55:1992 e ISO 7730:1984 consideram a necessidade de que 80% dos ocupantes expressem satisfação com as condições ambientais internas de conforto, limite também aceito no Brasil.

Avaliando a importância dos índices térmicos que consideram o caráter adaptativo às sensações térmicas, Roriz (2003) testou as modificações propostas por Humphreys e Nicol nas equações de Fanger, aplicando-as em duas cidades brasileiras: Campos do Jordão-SP e Fortaleza-CE, na tentativa de mostrar que, onde as oportunidades adaptativas forem possíveis e adequadas, a zona de conforto pode ser ampliada.

Observou-se que a velocidade do ar é a variável climática que oferece mais melhorias na situação de conforto térmico. No caso de Fortaleza-CE, a latitude é a responsável por intensas taxas de insolação, o que pode promover elevadas temperaturas, as quais, somadas ao fator “urbanização”, são capazes de provocar um aumento do desconforto térmico em áreas mais adensadas. Ocorre em Fortaleza-CE uma redução aproximada de 50% da variável “velocidade do vento” (Xavier, 2001) e a diferença dessa diminuição chega à ordem de 3m/s em setores mais urbanizados da cidade (Maia *et al.*, 1996).

Dessa forma, o conforto térmico na cidade de Fortaleza-CE será tratado neste artigo sob a perspectiva da contribuição para um processo projetual coerente com o clima quente e úmido de baixa latitude. O estudo terá como referência o trabalho de Araújo, Martins e Araújo (1998), que divide o clima da cidade de Natal-RN em dois períodos distintos. Partindo da hipótese de que o clima da referida cidade é bastante similar ao de Fortaleza-CE, cidade em estudo, por terem a mesma latitude e urbanização bastante parecida, as variáveis climáticas e arquitetônicas serão baseadas e analisadas.

2 Metodologia

O presente artigo se define como um estudo de caracterização do clima de Fortaleza-CE, com o objetivo de fornecer informações para a elaboração de diretrizes projetuais para o clima da região em estudo. Assim, para efetuar o estudo climático, será adotada a caracterização do clima nordestino, tendo como referência o trabalho desenvolvido por Araújo, Martins e Araújo (1998).

Observa-se que as formas de atuação das estratégias indicadas para cada região podem variar de acordo com as características de cada edifício, como padrão de uso, equipamentos e ocupação, materiais, entre outros condicionantes. Em Fortaleza-CE, a maioria dos estudos relacionados à arquitetura bioclimática aborda avaliações no contexto urbano ou em simulações computacionais, avaliando variáveis que influenciam nos resultados dos *softwares*.

Dessa forma, analisaram-se projetos de edifícios residenciais horizontais localizados em distintos bairros na cidade de Fortaleza-CE. Através de recomendações coletadas em revisão bibliográfica, com recomendações de estratégias bioclimáticas em clima quente e úmido, fica possível identificar os materiais de envoltória e orientação do edifício, e seus efeitos no alcance da situação de conforto térmico.

3 Caracterização do Contexto

3.1. O clima de Fortaleza

Por estar localizada em uma região tropical, próxima ao Oceano Atlântico, a cidade de Fortaleza-CE possui um clima quente e úmido, com temperaturas do ar elevadas durante todo o ano e pouca variação sazonal.

A cidade se encontra a uma latitude próxima de 4° Sul, ou seja, quase no Equador e, particularmente, com a linha litorânea no sentido noroeste-sudeste. Isso significa que os ventos trazem para o continente a brisa fresca do mar, numa situação peculiar, turbilhonando por sobre as dunas localizadas a leste da cidade, refrescando melhor a área habitada (Figura 1).

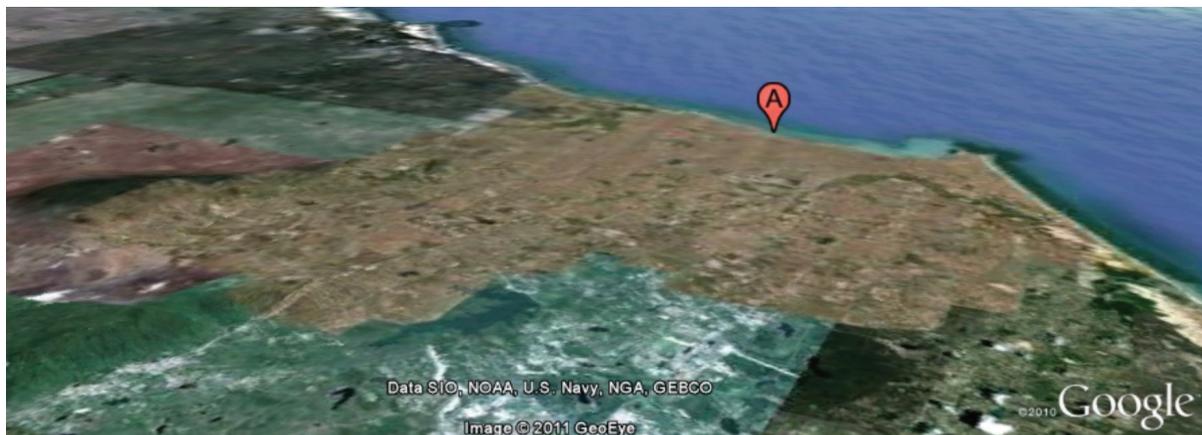


Figura 1: Foto de satélite da mancha urbanizada da cidade de Fortaleza-CE e sua privilegiada localização litorânea.
Fonte: Adaptada do Google Earth (2011)

Todavia, o crescimento desordenado do município, acompanhado de uma série histórica de políticas urbanas pontuais e ambientalmente excludentes, tem provocado a modificação do clima original de Fortaleza-CE. Um dos dados alarmantes é a diminuição significativa da velocidade do vento, que, segundo Xavier (2001), gira em torno de 50%. Esse fato ocasiona o aparecimento das chamadas ilhas térmicas, onde ocorre variação significativa de temperatura do ar. As ilhas de calor, caracterizadas pelo adensamento concentrado em determinados pontos de uma cidade que impedem a circulação do ar, facilitam a absorção do calor por radiação solar, dentre outros fatores que podem resultar em um aumento significativo da temperatura do ar em pontos distintos de um mesmo espaço urbanizado.

As configurações das ilhas térmicas para as cidades de clima tropical apresentam ilhas de calor diurnas na época do ano em que há uma maior taxa de insolação e reduzidos valores de umidade (Mendonça, 1994). Dessa maneira, é no período da quadra seca litorânea nordestina, que vai do mês de outubro a março na cidade, que as ilhas de calor se manifestam com maior frequência e intensidade. Já nos meses de abril a setembro, tal fenômeno térmico ocorre com menor frequência, pois esse período do ano apresenta maior umidade e reduzida insolação, devido ao regime da quadra chuvosa (Araújo, Martins, Araújo, 1998).

Assim, de acordo com estudo realizado por Roriz (2003), observa-se uma temperatura média de 25 °C em Fortaleza-CE nos meses de junho a setembro, e média de 28 °C nos meses de outubro a maio. O estudo se faz coerente com a hipótese de Araújo, Martins, Araújo (1998), levantada para a cidade de Natal-RN.

A partir da caracterização do clima da região em estudo, foi realizada uma investigação das principais variáveis de projeto arquitetônico que influenciam diretamente no conforto térmico em clima quente e úmido de baixa latitude, sobretudo em residências unifamiliares localizadas em Fortaleza-CE.

3.2. Princípios para melhoria de desempenho térmico para clima quente e úmido

Segundo Corbellas e Yannas (2009), o objetivo do projeto de arquitetura bioclimática é promover ao ambiente construído o conforto ambiental, de forma a minimizar o consumo de energia convencional e, principalmente, ofertar bem-estar físico aos seus ocupantes.

Dessa forma, as primeiras decisões referentes ao processo projetual podem determinar o desempenho térmico de uma edificação. Szokolay (2004) defende que edificações para climas quentes e úmidos devem ter sempre temperaturas internas menores do que as externas. Para tanto, é necessário o conhecimento das propriedades técnicas dos materiais a serem utilizados no projeto para o futuro edifício. A figura a seguir (Figura 2) mostra o quão necessário é esse conhecimento, pois há aumento nos custos de uma construção quando a edificação não é projetada de acordo com diretrizes bioclimáticas.

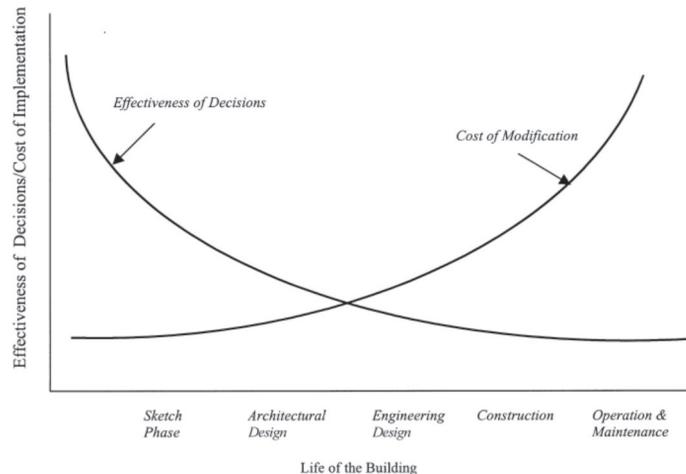


Figura 2: Gráfico de custo de decisões e seu impacto no desempenho de uma edificação ao longo de seu tempo útil.
Fonte: Al-Homoud (2001)

Dois pontos importantes são o controle da radiação e o uso da ventilação. Para climas como o de Fortaleza-CE, a combinação da temperatura de bulbo seco do ar com a velocidade do ar pode ser confortável na maioria das horas do ano, devido à aceleração das trocas de calor por convecção entre o corpo humano e o ambiente, e à promoção de resfriamento evaporativo do corpo.

Assim, Oliveira (2010) afirma que, no clima equatorial, as variações climáticas são muito pequenas e os requerimentos para as características do edifício são similares para todo o ano. A predominância de alta umidade e temperatura faz com que a velocidade do ar tenha de ser aumentada para promover a evaporação do suor na superfície da pele humana, amenizando a sensação de desconforto térmico. O autor propõe as seguintes exigências para edificações em clima quente e úmido de baixa latitude:

- proteger contra o Sol, chuva e insetos;
- prover ao edifício uma ventilação eficiente;
- prevenir o aumento da temperatura durante o dia e garantir sua minimização durante a noite.

Ainda segundo Oliveira (2010), a temperatura interna pode, com dificuldade, ser mantida abaixo da temperatura externa sem a utilização de mecanismos de climatização. Assim, um desenho eficiente garante, no mínimo, que a temperatura interna seja similar à externa. Já Szokolay (1997) afirma que, em locais de clima quente e úmido, a temperatura interna das edificações naturalmente ventiladas não apresenta diferenças significativas em relação à temperatura externa.

3.3 Variáveis de Projeto Arquitetônico

As variáveis de projeto podem ser definidas como as características da edificação que podem ser modificadas, podendo alterar a situação térmica. Segundo Oliveira (2010), dessas variáveis, é na envoltória que as decisões arquitetônicas têm maior impacto sobre o desempenho térmico das edificações, pois, através dela, o fluxo de calor pode ser controlado, regulando-se a perda ou o ganho deste. No entanto, podem ser citadas outras variáveis que influenciam no desempenho da edificação, como orientação do lote, entorno sombreado, verticalização e/ou horizontalidade do bairro.

A envoltória de uma edificação pode ser definida como o conjunto de artefatos que separam o ambiente interior do exterior. Esses componentes da envoltória se diferenciam devido ao seu comportamento em relação à radiação solar de onda curta incidente e dividem-se basicamente em dois grupos: os fechamentos opacos e os fechamentos transparentes/aberturas.

O primeiro é definido como o elemento que obstrui a passagem de radiação solar de onda curta. Como exemplo, temos as paredes, as divisórias e os pisos. Já os transparentes e as aberturas são definidos como elementos que permitem uma conexão física e visual com o exterior, possibilitando a passagem de radiação solar, principalmente de onda curta. Isso acontece pela presença de elementos abertos à passagem do ar ou por áreas envidraçadas e translúcidas, como claraboias e aberturas zenitais.

Orientação em relação ao Norte/Sul/Leste/Oeste

A literatura apresenta diversos estudos avaliando a influência das variáveis arquitetônicas na distribuição do fluxo de ar internamente, gerando recomendações baseadas nos resultados dos experimentos, normalmente conduzidos em túneis de vento. Givoni (1976) correlacionou as dimensões das aberturas de entrada e saída com o ângulo de incidência dos ventos, testando diferentes combinações de aberturas com os ângulos de 90° e 45° dos ventos em relação à fachada (Figura 3).

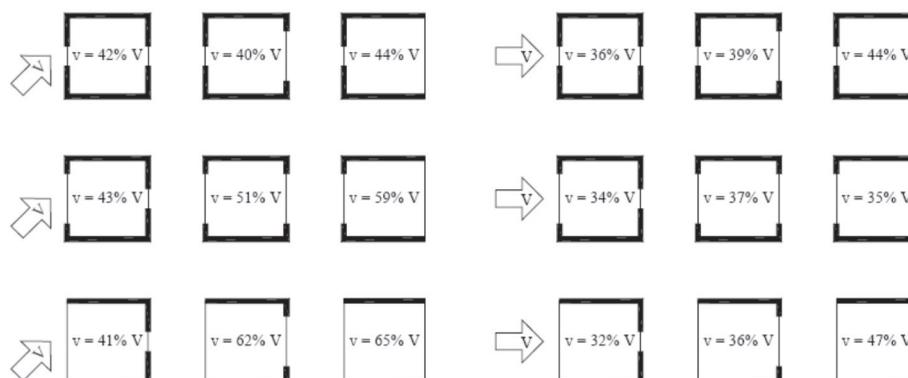


Figura 3: Velocidade interna em função da relação do tamanho das aberturas e direção dos ventos para 45° e 90°.

Fonte: Adaptado de Givoni (1976)

Givoni (1976) recomenda que as fachadas estejam voltadas pelo menos em um ângulo de 60° para os ventos dominantes, a fim de que a ventilação seja captada. As aberturas posicionadas a sotavento devem ser utilizadas como saída da ventilação, promovendo, assim, o efeito cruzado. Portanto, os resultados demonstraram que a velocidade do fluxo interno não está diretamente ligada à dimensão das aberturas.

Para climas como o de Fortaleza-CE, uma tipologia bastante comum de abertura são os elementos vazados, ou cobogós. Eles permitem a ventilação constante do interior do edifício, além de oferecerem uma combinação de baixo custo, segurança e porosidade das fachadas. No entanto, é necessário considerar a influência desses elementos no fluxo de ar interno, pois, dependendo da sua geometria, o ar pode ser direcionado de forma indesejada no ambiente. Assim, as seguintes recomendações são feitas:

- Análise da forma do edifício em relação à orientação solar e aos ventos dominantes da região: os edifícios devem ser alongados no eixo leste-oeste, de maneira que as menores fachadas sejam orientadas para leste e oeste e as maiores, para norte e sul, para que os ventos dominantes do sudeste possam atravessar a edificação. O uso de plantas quadradas não é recomendado.
- Estudo da insolação das fachadas e dos elementos de proteção solar: as fachadas e aberturas devem ser protegidas da radiação solar, com o uso de brises, cobogós, pergolados, beirais, marquises, varandas ou outros elementos de proteção contra a radiação solar.
- Análise da ventilação natural dos ambientes internos: a posição das aberturas deve permitir a ventilação cruzada nos ambientes internos sempre que a temperatura interna for maior que a externa, para garantir o conforto térmico dos usuários e a retirada do ar quente. As aberturas nas partes mais altas da edificação retiram o calor por convecção natural, melhorando também as condições térmicas nos interiores. As aberturas devem ser pequenas, com área entre 10% e 15% da área de piso.

3.3.2 Materiais de envoltória para residências em clima quente e úmido

Em Fortaleza-CE, o sistema estrutural em alvenaria tem sido bastante utilizado na construção civil. Esse sistema apresenta um processo racionalizado, econômico e de fácil execução.

É recomendado, para edifícios no clima em estudo, o uso de cores claras na parte externa dessas alvenarias, para refletirem razoavelmente a radiação solar. Assim, uma cor branca pode aumentar bastante as condições de conforto de um

ambiente, por aumentar a inércia térmica da parede, uma vez que retarda a passagem do fluxo de calor para os ambientes internos.

Faz-se necessário, também, a análise da cobertura das edificações. Esse elemento recebe o máximo de radiação solar em climas de baixa latitude, pois os raios solares, nesse caso, recaem quase que perpendicularmente à superfície terrestre. Portanto, é importante uma solução estrutural adequada e o emprego de materiais com suficiente inércia térmica e coeficientes de absorção, reflexão e emissividades que resultem numa atenuação do fluxo de calor para dentro do recinto (Ferreira, 1965).

Ainda segundo Ferreira (1965), a cobertura deve ser também refletora. A sombra externa e a reflexão da radiação são meios para reduzir o fluxo de calor. A reflexão pode ser obtida através do emprego de certos tipos de pintura, pois algumas delas podem refletir de 85% a 95% da radiação visível (cores claras para ajudar a reflexão: cor alumínio, pintura branca normal, cal). Existe uma campanha mundial chamada *One Degree Less* (Um Grau a Menos), da entidade Green Building Council, que fomenta tecnologias e soluções sustentáveis, e preconiza que se cerca de 40% das pessoas pintassem os telhados de suas casas de branco, a temperatura do planeta seria reduzida em 1 grau e, dentro de casa, em 6 graus (Figura 4).

Dessa forma, Szokolay (2004) sugere importantes recomendações para projetos de edifícios localizados em clima quente e úmido:

- Para a cobertura: o uso de superfícies reflexivas, havendo espaços que separem a cobertura do forro (ático), áticos ventilados, isolantes reflexivos sob a cobertura e isolantes resistivos sobre o forro.
- Para as aberturas: inexistência de janelas nas fachadas leste e oeste, evitando a entrada de radiação solar em baixos ângulos solares.

As aberturas se configuram como importantes elementos de controle em relação à ventilação e à radiação. Durante a noite, quando a temperatura do ar externo é mais baixa, pode-se ventilar o interior da casa para resfriá-lo. Ao contrário, durante o dia, quando as temperaturas são mais altas, reduz-se um pouco a ventilação, para evitar o aquecimento interno dos ambientes. A orientação das aberturas em relação aos ventos dominantes (leste e sudeste) pode favorecer a ventilação seletiva. Todavia, é recomendável sempre separar as funções de iluminação e ventilação nas janelas da casa, ou projetar aberturas controláveis, que permitam a ventilação na época mais úmida e proteção contra os ventos excessivamente quentes, conforme a hora do dia e a época do ano.

Quanto à radiação, as aberturas também são importantes elementos no seu controle. As aberturas envidraçadas podem proporcionar ganhos de calor, devido à radiação, e se não forem corretamente protegidas, podem provocar aumento de temperatura indesejável. A proteção pode ser feita através de dispositivos externos e internos, sendo a proteção externa mais eficiente, por bloquear a radiação solar antes de sua penetração. Existem, em tabelas, valores de fator solar para proteções de vidraças com dispositivos, como persianas, venezianas, cortinas e brises.

Todavia, existe uma parcela de ventilação não controlável, conhecida como infiltração. A infiltração de ar é função da permeabilidade do edifício e da variação de pressão em torno da envoltória, em virtude da diferença de temperatura do ar interno e externo e das forças provenientes do vento. A infiltração é relativa ao ar que entra no ambiente por fissuras em paredes, cobertura, tubulações, aberturas e até mesmo pelas luminárias embutidas, que, mesmo sendo vedadas, não conseguem isolamento total (Figura 5). Em edificações condicionadas artificialmente, a infiltração pode ser a maior responsável por ganhos de calor, influenciando, assim, no consumo aumentado de energia.



Figura 4: Foto de condomínio de casas onde o telhado é claro.

Fonte: Ecopore do Brasil



Figura 5: Esquema de possíveis formas de infiltração em uma residência.

Fonte: Ecopore do Brasil

4 Estudos de Caso

Serão analisados a seguir dois exemplos de residências unifamiliares localizadas em bairros distintos, em situações distintas de implantação.

4.1. Caso 1

O Caso 1 refere-se à Casa Tipo 1, do Condomínio Residencial Grand Ville, localizado no município do Eusébio-CE. Com seus 46 mil habitantes, segundo o último censo do IBGE, o município tem recebido em vários condomínios fechados de luxo pessoas que estão fixando residência na cidade, em busca de qualidade de vida. A via de acesso é a CE-040.

A casa é caracterizada por concentrar materiais regionais, como a cobertura em telha colonial escura e madeiramento aparente. Em contrapartida, as esquadrias são em estilo *high-tech*, em vidro e PVC. As envoltórias são tingidas em cor branca, com soluções em alvenaria (Figuras 6 e 7).



Figura 6: Perspectiva da Casa Tipo 1 e casas vizinhas.
Fonte: Viva Imóveis



Figura 07: Perspectiva da Casa Tipo 1 e casas vizinhas.
Fonte: Viva Imóveis

Através da análise das plantas baixa e de implantação (Figuras 8 e 9), foi possível fazer uma relação da orientação do edifício e da captação de ventilação natural no interior da residência. Com relação aos ventos, Grosso (1997) afirma que, para aproveitá-los ao máximo, no caso de edificações com planta quadrada ou retangular, consegue-se maior possibilidade de ventilação quando o eixo longitudinal das edificações está orientado em uma direção oblíqua aos ventos que se deseja aproveitar (o ângulo ideal no caso de edificações retangulares é de 30°).



Figura 8: Planta baixa térreo da Casa Tipo 1
Fonte: Viva Imóveis



Figura 9: Planta baixa superior da Casa Tipo 01
Fonte: Viva Imóveis

Observa-se que, a partir da orientação adotada para esse projeto, a captação de ventilação está na direção correta, tendo em vista que o estudo realizado para climas quentes e úmidos de baixa latitude prevê ventos provindos da direção

leste-sudeste. Todavia, a ventilação cruzada somente está contemplando a suíte *master*, onde a presença de uma pequena janela *maxim air* na fachada sul faz com que o ar circule de forma longitudinal. Nas suítes 1 e 2, o ar entra, mas só sai quando as portas de entrada dos quartos estão abertas. Para casos assim, propõe-se o uso de bandeiras nos forramentos das portas. Já na sala de estar/jantar, as esquadrias estão posicionadas corretamente, de modo que a fachada oeste permanece com apenas uma pequena abertura para promoção da ventilação cruzada, proporcionada pelas aberturas da fachada leste. A escada, caracterizada como ambiente de pouca permanência, está funcionando como barreira para a radiação solar dos horários entre 12h e 15h, caracterizados como de maior incidência de calor por radiação.

As esquadrias, porém, não estão em conformidade com as diretrizes propostas para clima quente e úmido. Esse tipo de solução pode prejudicar o conforto térmico interno de uma residência na região objeto de estudo. Mesmo com as janelas dos principais ambientes localizadas para o nascente, os raios solares do período da manhã farão com que o calor penetre e não consiga sair do interior da residência através do vidro. Essas esquadrias não oferecem regulação da área aberta, de modo que o ar quente tem dificuldade de escoar para o exterior. As esquadrias ideais para o clima de Fortaleza-CE são as que oferecem regulação dos níveis de luz solar e ventilação: os brises *soleil* (Figuras 10 e 11).



Figura 10: Esquadria em PVC e vidro utilizada no projeto do Caso 1.

Fonte: Acervo pessoal



Figura 11: Esquadria em PVC para brise *soleil*.

Fonte: Technal Solar Protections

Quanto às características aerodinâmicas, a casa tem vantagem por se encontrar em um terreno localizado em uma região com baixa rugosidade. Isso aumenta a intensidade dos ventos, bem como a regularidade em sua direção leste-sudeste. Assim, facilita-se o processo projetual, uma vez que as aberturas poderão ser realmente úteis no que se diz respeito à captação de ventilação.

Por fim, observa-se que sua cobertura é em telha colonial escura. O material é bastante eficaz, mas a cor não oferece máxima eficiência. Um telhamento com o mesmo material, mas de cor clara, como cinza ou bege, poderia diminuir substancialmente a temperatura interna dessa residência, uma vez que, de acordo com Szokolay (2004), os raios solares em climas quentes e úmidos incidem perpendicularmente à superfície terrestre, fazendo da cobertura o principal elemento arquitetônico causador de aumento de temperatura interna.

Conclui-se, então, que o Caso 1 é representado por uma residência com um bom projeto arquitetônico, mas precisando de ajustes para atingir o grau ótimo de eficiência.

4.2 Caso 2

O Caso 2 refere-se à Casa Tipo 1 (Figura 12), do Condomínio Residencial La Fiori, localizado no município de Fortaleza-CE. O bairro onde se localiza a casa é o Vicente Pinzón, mais conhecido como Dunas, caracterizado por suas casas amplas e sua urbanização predominantemente horizontal. O nome “Dunas” se deve ao fato de o bairro ter crescido na parte superior de uma duna da Praia do Futuro. Essa peculiaridade torna o lugar com abundância de ventos, uma vez que fica no alto e bem próximo a uma das maiores faixas marítimas urbanizadas de Fortaleza-CE. Dessa forma, espera-se de projetos de residências para esse bairro espaços ventilados e providos de iluminação intensa eficiente.

Diferente do caso anterior, essa residência não utiliza o estilo convencional de construção nordestino. A opção é pela platibanda, esquadrias em vidro e fachadas sem beiral.



Figura 12: Maquete eletrônica da Casa Tipo 1 - Caso 2
Fonte: Viva Imóveis

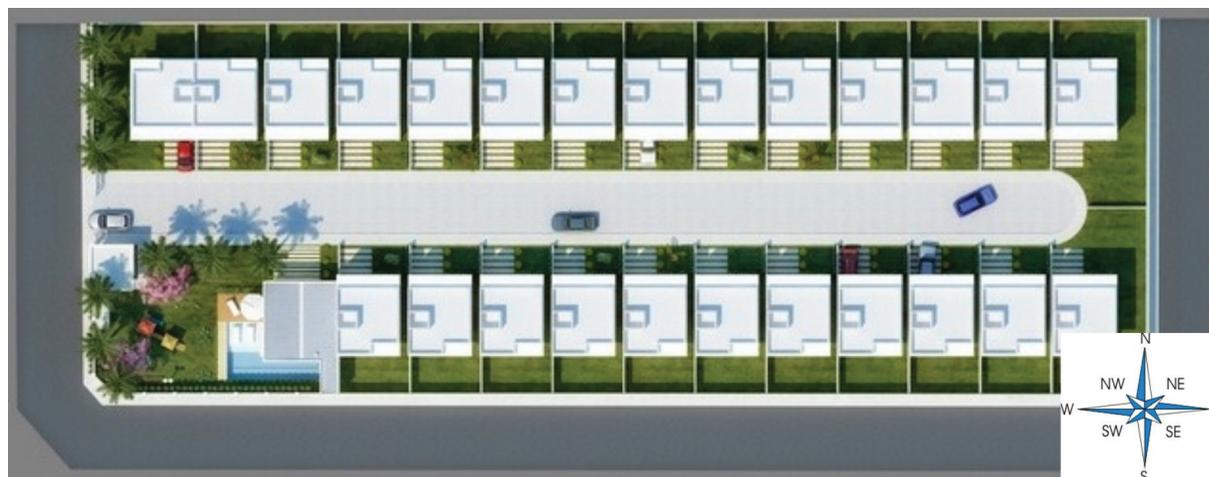


Figura 13: Planta humanizada da urbanização do terreno - Caso 2
Fonte: Viva Imóveis

De acordo com a planta humanizada de urbanização (Figura 13), as fachadas principais – frontal e posterior – estão para norte e sul, respectivamente. Autores como Corbellas e Yannas (2009) acreditam que, em edificações de clima quente e úmido de baixa latitude, as aberturas maiores devem estar para norte e sul, compondo com leste e sudeste o esquema de ventilação cruzada.

Ocorre que as aberturas captadoras de ventilação (leste e sudeste) dessa residência estão localizadas apenas em um quarto na parte superior da residência (Figuras 14 e 15). No pavimento térreo, não existem aberturas localizadas a leste nem sudeste. Aliado a esse fato, o recuo lateral oeste das casas é inexistente e o recuo leste é de 1,20m, de acordo com projeto fornecido pela Viva Imóveis.

Cobertas em platibanda demandam criação de mecanismos de proteção solar, que, no sistema convencional, são feitos pelos beirais em telhamento colonial. Além dos beirais, é recomendado o uso de brises *soleil* para aberturas em residências localizadas em clima quente e úmido.

A casa em análise usa sistema de cobertura em platibanda, com telhamento em alumínio. Estudos realizados por Sevegnani (1994) demonstram que a telha de barro é a mais indicada para climas amenos, devido à sua porosidade, todavia, o alto custo tem levado os construtores a usar cada vez mais as telhas em alumínio.



Figura 14: Planta baixa pavimento térreo – Caso 2
Fonte: Viva Imóveis



Figura 15: Planta baixa pavimento superior – Caso 2
Fonte: Viva Imóveis

Assim como no caso anterior, o projeto de arquitetura da Casa Tipo 1 – Caso 2 prevê o uso de esquadrias em PVC e vidro verde. Nesse caso, seu uso é ainda menos recomendado, uma vez que o mesmo projeto não prevê, na maioria das fachadas, proteção solar em forma de marquise ou outros. Assim, a radiação solar incidirá em alguns meses do ano diretamente nessas aberturas, sendo necessário o uso de cortinas internas para amenizar os raios. O calor penetrará, sem que possa sair. Mais uma vez, o uso de bandeirolas será recomendado, dessa vez, apenas para amenizar, pois o projeto se encontra em situação bastante crítica sob o ponto de vista do conforto térmico.

6 Considerações Finais

Observa-se que as formas de atuação das estratégias indicadas para cada região podem variar de acordo com as características de cada edifício, como padrão de uso, equipamentos e ocupação, materiais, entre outros condicionantes.

Neste trabalho, o enfoque se deu para residências unifamiliares de médio padrão localizadas em Fortaleza-CE, em regiões de meio adensamento. Dessa forma, observa-se certo descaso com o uso de materiais de construção e acabamentos, resultantes de um projeto arquitetônico mal planejado. Além do grande avanço do mercado imobiliário, une-se a multiplicação exagerada do maior número de unidades habitacionais nos terrenos adquiridos, de forma que os recuos laterais, posteriores e frontais diminuídos têm comprometido a captação eficiente de ventilação natural, componente indispensável para o alcance de conforto térmico em residências unifamiliares em clima quente e úmido de baixa latitude.

Observou-se que o Caso 1 se mostrou mais eficiente termicamente e luminicamente do que o Caso 2. O uso de materiais convencionais, como o telhamento cerâmico colonial, torna-se mais eficiente para o clima da região em análise, por sua porosidade. O sistema de platibanda aliado às esquadrias em vidro apresenta-se como não recomendado, uma vez que os raios solares podem penetrar no interior da edificação, provocando aumento da temperatura interna por radiação.

Utilizaram-se, para tal, recomendações encontradas em revisão bibliográfica direcionada para projetos de edifícios em clima quente e úmido de baixa latitude.

7 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6401/80*: instalações centrais de ar condicionado para conforto: parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto 02: 135.07-003*: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 1998.

AL-HOMOUD, M. S. Computer-aided building energy analysis techniques. *Building and Environment*, v. 36. n. 4. p. 421-433, 2001.

ARAÚJO, E. H. S.; MARTINS, T. L. F.; ARAÚJO V.M.D. *Dias climáticos típicos para o projeto térmico de edificações em Natal/RN*. Natal: EDUFRRN, 1998.

CORBELLAS, O.; YANNAS, S. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental*. 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

FERREIRA, Philomena Chagas. Alguns dados sobre o clima para a edificação em Brasília. 1965. 103 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1965.

GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1976

GROSSO, Mario. *Il raffrescamento passivo degli edifici*. Rimini: Maggioli, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Avaliação de desempenho de habitações térreas unifamiliares: caderno 4: conforto higrotérmico*. Documento Preliminar. São Paulo, 1981. 60 p.

MAIA, L. P et al. Alterações climáticas na região de Fortaleza causada por fatores naturais e antrópicos. *Revista de Geologia UFC*, Fortaleza, v. 9, p. 111-121, 1996.

MENDONÇA, F. A. *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR*. Tese de Doutorado em Filosofia. São Paulo: Faculdade de filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1994.

OLIVEIRA, R. P. Utilização de um aplicativo de simulação computacional na avaliação de desempenho térmico de protótipo de habitação de interesse social (HIS). 2010. 124p. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo-Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

RORIZ, M. *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo*. In: Anais do VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Laboratório de Sistemas Técnicos (LST) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

SEVEGNANI, K. B.; GUELFILHO, H.; DA SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz)*, Piracicaba, v. 51, n. 1, Jan./Apr. 1994.

SIQUEIRA, T. C. P. A. et al. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações. *REM: R. Esc. Minas*, Ouro Preto, v. 58, n. 2, p. 133-138, abr./jun. 2005.

SZOKOLAY, S. V. *Introduction to architectural science: the basis of sustainable design*. Bullington, Great Britain: Architectural Press, 2004.

SZOKOLAY, S. V.; DOCHERTY, M. (Ed.). *Climate analysis: passive and low energy architecture international design tool and techniques*. Brisbane: PLEA in association with Department of Architecture, The University of Queensland, p. 56, Passive and Low Energy Architecture International Design Tools and Techniques. 1999.

XAVIER, T. M. B. S. *Tempo de chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e o Nordeste Setentrional*. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478 p.

Sobre o autor

Rodrigo Porto Oliveira

Arquiteto e Urbanista pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de Conforto Ambiental, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professor do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade de Fortaleza. Coordenador de Projetos Especiais da Secretaria de Planejamento e Orçamento do Município de Fortaleza.