

66 - Desenhando com o Clima e a Vegetação: um Estudo de Caso do Loteamento HBB em Teresina – PI

Designing with Climate and Vegetation: a Case Study of the Hbb Land/Lot Division in Teresina-PI

KALLAS, Luana Miranda Esper (1)

(1) Arquiteta e urbanista; Mestre em Arquitetura e Urbanismo – UnB. E-mail: luanakallas@uol.com.br.

Resumo

No desenho urbano, a adequação bioclimática aproveita variáveis do clima e vegetação buscando a sustentabilidade para um equilíbrio ecológico-ambiental e o conforto térmico humano no espaço urbano. Esta pesquisa estuda o desenho urbano implantado no loteamento Habitar Brasil Bid (HBB) em Teresina-PI, através de uma avaliação pós-ocupacional, considerando os aspectos de sustentabilidade e adequação bioclimática e mostrando os inconvenientes para as características da região. São analisados os fatores que influenciam o clima urbano como o revestimento do solo, a topografia, a vegetação, o adensamento, a ventilação e a radiação solar. O clima é visto como referencial teórico assim como a cidade de Teresina e suas características climáticas. O método utilizado analisa as variáveis climáticas e a pesquisa de campo de alguns pontos do loteamento e sua relação com a estação meteorológica de referência, nos mesmos dias e horários. A pesquisa descreve que o microclima gerado no desenho urbano do loteamento contribui para um aumento de temperatura superficial e conseqüente aumento de temperatura do ar, diminui a umidade relativa do ar proporcionando um desconforto térmico humano acentuado por ocasião de calmarias existentes na região de Teresina. Ao final desta pesquisa são apresentadas algumas considerações para melhorias do espaço urbano e da qualidade ambiental do loteamento, melhorando o conforto humano.

Palavras-chave: Loteamento HBB. Clima; Vegetação; Desenho urbano; Teresina-PI.

Abstract

In practical urban design, bioclimatic adequation considers variables such as climate and vegetation, aiming to obtain sustainability for environmental – ecological equilibrium and thermal human comfort in urban space. This research studies practical urban design implemented in the land/lot division Habitar Brasil Bid Division (HBB) in the city of Teresina, in the Brazilian state of Piauí, by a post-occupational evaluation considering sustainability and bioclimatic adequation aspects and showing the inconveniences due to the region's climatic characteristics. Factors that influence the urban climate such as land covering, topography, vegetation, densification, ventilation and solar radiation were analyzed. The climate is considered the theoretical reference, as is the city of Teresina and its climate characteristics. This method was used to analyze the climatic variables and field researches of some parts of the land/lot division and its reference to the meteorological stations in the same days and periods of time. The research describes that the microclimate generated by practical urban design which results from the land/lot division contributed to the increase of superficial temperature and, consequently, an increase in the temperature of the air decreases the relative humidity resulting in a human thermal discomfort which is aggravated in the occasion of doldrums that occur in the region of Teresina. At the end of this research some considerations are made

regarding the improvement of urban space and the environmental quality of the land/lot division in order to improve human comfort.

Keywords: *HHB Zoning. Climate; Vegetation; Urban Design; Teresina-PI.*

Introdução

O desenho urbano para ser sustentável é necessário levar em consideração as características do espaço urbano como os elementos físicos e climáticos. Quando o desenho urbano é elaborado visando potencializar particularidades locais como fatores morfológicos e ambientais, há possíveis melhorias significativas na qualidade de vida do local.

Nas cidades brasileiras a configuração urbana parte do desenho colonial, traçado xadrez, que dependendo dos aspectos físicos da região, pode apresentar alguns inconvenientes, tais como planificação de áreas antes acidentadas que podem causar a impermeabilização do solo e conseqüentemente o surgimento de enchentes.

O traçado urbano, de acordo com Mascaró (2003, p.26), depende do terreno para uma melhor adaptação, pois em terrenos planos e de baixa declividade os traçados geométricos são mais adaptáveis, enquanto que para terrenos acidentados, o traçado deve acompanhar as variações das curvas de níveis.

O desenho deve relacionar-se com os diferentes elementos morfológicos e as diferentes partes da cidade. Assim o crescimento da urbe ocorre de forma que os mesmo elementos sejam constantes em variadas cidades, modificando apenas os traçados das mesmas, promovendo características individuais e formas urbanas distintas com uma mesma leitura.

Portanto, o novo desenho urbano em questão é o desenho urbano sustentável, que tem suas bases nos princípios da sustentabilidade, como a vegetação e o clima, fundamentais para um equilíbrio ecológico-ambiental.

Romero (2000, p.12) relata que a ecologia (parte da biologia) e a climatologia (meteorologia) são agrupadas na bioclimatologia humana e presente na arquitetura caracteriza-se um enfoque bioclimático na arquitetura, aplicável no desenho urbano.

A climatologia contribui para a explicação das variáveis da atmosfera, ou do clima, que afetam a percepção térmica do homem. E a arquitetura ou o desenho urbano buscam definir condições ambientais, do meio natural e construído, que melhor satisfaçam as exigências do conforto humano do homem (ROMERO, 2000, p.12).

Olgay (2002) explora as relações entre edifícios e o meio natural envolvente, arquitetura e lugar, forma e clima, e o regionalismo abrangendo a biologia e a meteorologia no espaço urbano.

A sustentabilidade do espaço urbano pode proporcionar uma melhor qualidade ambiental, por meio de um desenho urbano sustentável, observando todos os aspectos físico-territoriais e ecológico-ambientais, como a topografia, hidrografia, solo, vegetação, orientação solar e dos ventos.

A qualidade ambiental está intimamente ligada à qualidade de vida da população e refere-se ao impacto negativo sobre os meios físicos (água, solo, ar), biológicos (fauna e flora) e sócio-econômicos. Com o aumento da população nos centros urbanos desencadeiam problemas ambientais de toda ordem com a conseqüente diminuição da qualidade ambiental.

A sustentabilidade urbana é possível com melhoria da qualidade ambiental e conseqüentemente da qualidade de vida da população urbana, contudo é necessária uma diminuição dos impactos negativos sobre o meio ambiente.

A partir deste contexto procurou-se estudar a situação do loteamento HBB em Teresina - PI, sua forma de implantação baseado em conceitos de sustentabilidade e bioclimatologia para que possam nortear futuras intervenções na cidade.

Contudo algumas hipóteses foram estabelecidas a fim de se delimitar o estudo desta pesquisa.

A hipótese central do trabalho é que este loteamento não foi desenhado visando um ambiente urbano saudável. A partir dessa hipótese central, surgiram outras hipóteses secundárias que nortearam este estudo:

- A inexistência de vegetação no Loteamento HBB pode colaborar para um ambiente desconfortável, aumentando a temperatura do ar no local;
- Os materiais utilizados na infra-estrutura do Loteamento HBB podem contribuir para aumentar a temperatura do ar no local e aumentar o desconforto humano;
- O desenho urbano do Loteamento HBB pode colaborar para aumentar a temperatura do ar no local e aumentar o desconforto humano;

Como objetivos dessa pesquisa, considerando-se as hipóteses acima, apresentamos:

Objetivo Geral

Analisar a implantação do Loteamento HBB, baseado em uma avaliação pós-ocupacional, considerando aspectos de sustentabilidade e adequação bioclimática.

Objetivos específicos

- Diagnosticar os possíveis problemas de desconforto térmico decorrentes do desenho urbano do Loteamento HBB;
- Estudar a unidade habitacional em relação ao desenho do loteamento por meio de levantamento de dados climáticos;

O método aplicado

Para realização desta pesquisa foram realizadas medições das variáveis climáticas com equipamentos como o termo-higrômetro, o anemômetro, a bússola, a biruta, o polímetro e termômetro de superfície.

O registro dos dados foi feito em dois tipos de planilhas. Uma para a coleta dos dados climáticos e outra para saber o nível de conforto do morador.

As medições climáticas foram realizadas para avaliar o Loteamento HBB, a partir das variáveis climáticas, em dois períodos do ano. O primeiro período de medições ocorreu nos dias 25, 26 e 27 de abril de 2007, período quente e úmido, e, o segundo, nos dias 5, 6 e 7 de outubro de 2007, no período quente e seco, comprovadamente o mês mais quente do ano a partir de dados da EMBRAPA.

Devido ao formato irregular do terreno, foram selecionados 8 pontos no loteamento com características específicas a fim de permitir uma melhor demonstração da real situação climática da região.

As medições ocorreram em dias consecutivos, nos horários de 09h00min, 15h00min e 21h00min, conforme recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Foram medidas as temperaturas de

superfície, temperatura do ar, com um termo-higrômetro e temperatura do ar de bulbo seco, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos, para cada um dos 8 pontos.

Os pontos foram denominados de A, B, C, D, E, F e G, e as medições sempre começavam a partir do ponto G e seguem em ordem decrescente alfabética até o ponto A nos os dois períodos do ano (Fig. 01).

A escolha dos pontos foi determinado pelos parâmetros bioclimáticos, preferindo-se:

- Ponto sem barreiras nos cruzamentos de ruas – Ponto A;
- Ponto onde se recebe maior insolação, lado oeste e sul (parte do ano) - Ponto B;
- Ponto sem barreiras, no centro da rua – Ponto C;
- Ponto com barreiras, entre casas – Ponto D;
- Ponto descoberto, ao sol e com poucas barreiras – Ponto E;
- Ponto sombreado e com poucas barreiras, sob árvore – Ponto F;
- Ponto com barreiras e sombreado, massa vegetal – Ponto G;
- Ponto no interior da residência – Ponto H.

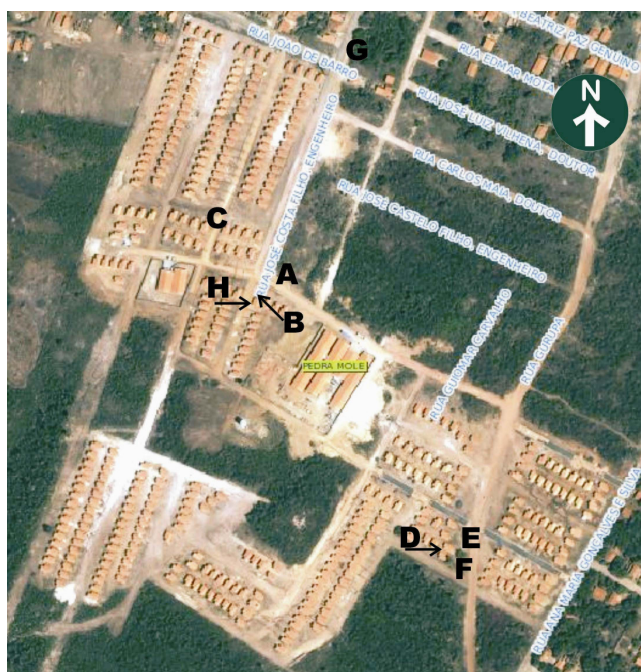


Figura 01 – Apresentação dos pontos no Loteamento HBB / Fonte: Teresina (PMT, 2006).

Os pesquisadores, munidos com os equipamentos de medição, planilha para o registro dos dados e a planta de situação dos pontos predeterminados realizavam a pesquisa nos dias predeterminados.

Análises dos Dados

Neste item são analisadas as variáveis climáticas nos 8 pontos medidos, avaliando a existências do efeito de ilhas de calor e o nível de conforto no loteamento HBB.

As variáveis climáticas

De acordo com o quadro 01, média das variáveis climáticas para o mês de abril para todos os pontos do loteamento HBB, o ponto mais quente estabelecido às 9h00min foi o ponto C, situado na maior elevação do loteamento com poucas barreiras, com ventos leves. O ponto E apresentou maior intensidade de ventos, mas não o suficiente para se alcançar o conforto, apresentou-se como o ponto de menor temperatura do ar

neste horário. O ponto G, embora com menor temperatura superficial, o que potencialmente diminuiria a temperatura do ar, no entanto, apresentou-se com maior temperatura do ar devido ao confinamento da vegetação existente.

| 9h00min | | | | |
|----------|---------------------|------------------------------|--------|--------------|
| Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR (%) | Ventos (m/s) |
| A | 29,7 | 28,30 | 64,6 | 0,9 |
| B | 30,3 | 30,50 | 74,3 | 0,8 |
| C | 32,2 | 37,83 | 67,9 | 0,5 |
| D | 28,8 | 28,80 | 79,6 | 0,7 |
| E | 29,0 | 30,6 | 79,4 | 1,0 |
| F | 30,0 | 28,5 | 75,0 | 0,2 |
| G | 32,4 | 25,7 | 66,1 | 0,2 |
| H | 32,1 | 26 | 70,9 | 0,2 |
| 15h00min | | | | |
| Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR(%) | Ventos (m/s) |
| A | 34,5 | 41,97 | 60,4 | 0,2 |
| B | 35,0 | 40,73 | 59,9 | 0,4 |
| C | 34,2 | 43,33 | 64,9 | 0,3 |
| D | 31,3 | 34,50 | 67,5 | 0,6 |
| E | 33,5 | 39,9 | 59,2 | 1,6 |
| F | 34,6 | 33,3 | 59,5 | 0,4 |
| G | 34,2 | 27,7 | 63,7 | 0,4 |
| H | 34,9 | 28,2 | 61,7 | 0,0 |
| 21h00min | | | | |
| Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR (%) | Ventos (m/s) |
| A | 26,2 | 24,67 | 93,1 | 0,2 |
| B | 25,7 | 23,90 | 94,9 | 1,4 |
| C | 26,0 | 26,77 | 75,4 | 0,7 |
| D | 26,4 | 25,93 | 90,0 | 0,9 |
| E | 26,0 | 25,8 | 92,6 | 0,6 |
| F | 26,0 | 24,9 | 93,6 | 0,1 |
| G | 27,2 | 22,7 | 88,6 | 0,2 |
| H | 25,8 | 24,6 | 95,7 | 0,0 |

Quadro 01 – Média das variáveis climáticas do mês de abril (medidos no loteamento).

Às 15h00min, as temperaturas superficiais e do ar foram maiores que às 9h00min, os ventos apresentou-se em menor quantidade e intensidade, exceto no ponto E, livre de barreiras. Neste horário, o ponto B apresentou-se uma maior temperatura do ar, e no ponto C a temperatura superficial apresentou-se maior. A umidade relativa tanto às 9h00min como às 15h00min apresentou-se entre 59,2 e 79,6%.

Nos horários de 21h00min, as temperaturas superficiais caíram abaixo de 27°C e as temperaturas do ar abaixo de 26,4°C, a umidade relativa do ar elevou-se bastante, tornando o ambiente muito úmido. Neste horário, no ponto G, a temperatura superficial e do ar em que são menores não foram suficientes para se estabelecer conforto pois a inexistência de ventos apresentou um ar muito úmido.

Em todos os horários medidos, não houve conforto estabelecido apresentado pelas cartas estudadas neste trabalho, os ventos foram classificados entre calmarias a brisa leve, insuficientes para se alcançar o conforto térmico humano. A umidade quase sempre elevada em quase todos os horários. A presença e a disposição atual da vegetação não foram suficientes para melhoria climática do ambiente, como apresentado no ponto G.

O ponto E, apesar de não possuir características adequadas foi o ponto que apresentou melhor desempenho, pois devido à inexistência de barreiras em um raio de 5 metros, situação oportuna para existência de ventos mais fortes, permitiu que neste ponto os ventos tivessem ocorrido com maior intensidade que em outros, exceto ao anoitecer, horário em que poucos ventos ocorreram no referido local. Embora o local estivesse exposto a radiação solar direta apresentou uma temperatura intermediária em relação às demais medições.

O ponto F, bastante semelhante ao ponto E, em características do entorno, apresentou-se com temperatura superficial menor, devido a situação do ponto F estar sob uma árvore, porém apresentou-se temperatura do ar maior que o ponto E, em todos os dias medidos do mês de abril de 2007.

De acordo com o quadro 02, média das variáveis climáticas do mês de outubro em todos os pontos medidos no loteamento HBB, pode-se afirmar que os valores absolutos de temperaturas superficiais e temperaturas do ar são mais elevadas que no mês de abril para o horário de 9h00min.

O ponto G apresentou-se com menor temperatura superficial, devido a proteção natural da vegetação, no entanto, sua temperatura do ar não diminuiu, a umidade relativa do ar apresentou-se abaixo dos 60%, e somente com a presença de ventos o ambiente apresentou uma sensação térmica agradável, fato observado pelo pesquisador, mas como os ventos não são constantes o desconforto foi intenso. Os pontos expostos à radiação solar apresentaram temperaturas superficiais de 48,6°C, devido ao material escuro que possui emissividade maior que a de um material claro.

| 9h00min | | | | | |
|---------|---------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR(%) | Ventos (m/s) | |
| A | 29,7 | 28,30 | 64,6 | 0,9 | |
| B | 30,3 | 30,50 | 74,3 | 0,8 | |
| C | 32,2 | 37,83 | 67,9 | 0,5 | |
| D | 28,8 | 28,80 | 79,6 | 0,7 | |
| E | 29,0 | 30,6 | 79,4 | 1,0 | |
| F | 30,0 | 28,5 | 75,0 | 0,2 | |
| G | 32,4 | 25,7 | 66,1 | 0,2 | |
| H | 32,1 | 26 | 70,9 | 0,2 | |
| 15h00mi | | | | | |
| n | Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR (%) | Ventos (m/s) |
| A | | 34,5 | 41,97 | 60,4 | 0,2 |
| B | | 35,0 | 40,73 | 59,9 | 0,4 |
| C | | 34,2 | 43,33 | 64,9 | 0,3 |
| D | | 31,3 | 34,50 | 67,5 | 0,6 |
| E | | 33,5 | 39,9 | 59,2 | 1,6 |
| F | | 34,6 | 33,3 | 59,5 | 0,4 |
| G | | 34,2 | 27,7 | 63,7 | 0,4 |
| H | | 34,9 | 28,2 | 61,7 | 0,0 |
| 21h00mi | | | | | |
| n | Ponto | Temperatura ar (°C) | Temperatura superficial (°C) | UR (%) | Ventos (m/s) |
| A | | 26,2 | 24,67 | 93,1 | 0,2 |
| B | | 25,7 | 23,90 | 94,9 | 1,4 |
| C | | 26,0 | 26,77 | 75,4 | 0,7 |
| D | | 26,4 | 25,93 | 90,0 | 0,9 |
| E | | 26,0 | 25,8 | 92,6 | 0,6 |
| F | | 26,0 | 24,9 | 93,6 | 0,1 |
| G | | 27,2 | 22,7 | 88,6 | 0,2 |
| H | | 25,8 | 24,6 | 95,7 | 0,0 |

Quadro 02 – Média das variáveis climáticas do mês de outubro (medidos no loteamento).

No geral, as temperaturas elevadas e a umidade baixa propiciam um ambiente desconfortável, como os ventos não ocorrem com frequência, não se é possível, no período quente e seco, esperar que os ventos ocorram para se alcançar o conforto.

As ilhas de calor

As ilhas de calor podem ser evitadas, procurando o não adensamento das edificações, o aumento de áreas verdes, o albedo das superfícies, a geometria urbana permitindo a livre passagem dos ventos e evitando o confinamento do ar.

Para a avaliação das ilhas de calor no loteamento HBB foram usados os dados meteorológicos da estação da EMBRAPA, que apresenta características rurais, e, portanto, podem apresentar valores mais característicos para as ilhas de calor.

Para o loteamento HBB, apesar de ser um desenho urbano não muito adensado, com geometria urbana onde $W > H$, menor seria o efeito das ilhas de calor, no entanto, como mostra as o quadro 01 pontos A, B, C, D, E, F e G, respectivamente, onde as ilhas de calor chegam a intensidade muito forte, de acordo com a classificação de Gómez *et al* (1993 apud Monteiro, 2003, p. 131), onde a intensidade é fraca entre 0 e 2° C; moderada entre 2 e 4° C; forte entre 4 e 6° C e muito forte acima de 6° C.

As ilhas de calor são maiores durante a noite, no horário das 21h00min, aproximadamente, em situações de ventos e céu descoberto, porém no HBB, ventos são irregulares para microescalas, de acordo com OKE (1987), e, portanto o microclima é bastante alterado, o céu nos dois períodos medidos, quente e úmido, e, quente e seco, apresentaram-se nublado para a classificação apresentada por Amorim (2006) onde o efeito deveria ser menor, no entanto, a intensidade apresentada chega a muito forte.

| Pontos | 25/ | 26/4/200 | 27/4/200 | 5/10/200 | 6/10/200 | 7/10/200 |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 4/2007 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| A | 0,21 | 2,21 | 1,6 | 1,06 | 3,9 | 3,12 |
| B | 0,71 | 2,11 | 0,8 | 0,66 | 2,9 | 2,42 |
| C | 9 | 2,31 | 0,8 | 1,06 | 4,6 | 3,32 |
| D | 0,51 | 2,01 | 2,7 | 5,26 | 1,4 | 2,22 |
| E | 0,41 | 1,91 | 1,7 | 2,66 | 1,8 | 2,02 |
| F | 0,41 | 1,81 | 1,7 | 3,16 | 1,1 | 1,92 |
| G | 9 | 4,31 | 0,9 | 1,96 | 5,6 | 6,12 |

Quadro 01 – Ilhas de calor as 21h00min.

A cobertura vegetal também pode impedir as perdas noturnas de calor, do terreno para o céu; nos locais descobertos as perdas são maiores.

O resultado dos valores para ilhas de calor é mais intrigante, no ponto G, ponto de presença de vegetação, mas que apresentou uma intensidade muito forte para ilha de calor, possivelmente a formação dos ventos na microescala, confinou ou impediu a livre passagem dos os ventos, não evitando o efeito da ilha de calor. Outro fato intrigante é que de acordo com Silveira (2007, p.48) as ilhas de calor são maiores no durante a noite, no entanto, o efeito das ilhas de calor às 9h00min se apresentaram tão intensas quanto às 21h00min, conforme o quadro 02.

| Pontos | 25/4/2 | 26/4/2 | 27/4/2 | 5/10/2 | 6/10/2 | 7/10/2 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 007 | 007 | 007 | 007 | 007 | 007 |
| A | 1,29 | 3,41 | 2,47 | 7,42 | 6 | 4,36 |
| B | -1,11 | 6,91 | 2,97 | 7,92 | 6,2 | 5,76 |
| C | 5,59 | 5,61 | 3,37 | 6,32 | 5,9 | 4,36 |
| D | 4,19 | -1,99 | 2,07 | 3,22 | 3,2 | 4,96 |
| E | 2,99 | -0,09 | 2,17 | 5,02 | 3,9 | 4,86 |
| F | 3,89 | 1,51 | 2,47 | 6,42 | 4,3 | 5,56 |
| G | 5,59 | 4,61 | 4,87 | 6,22 | 6,3 | 3,26 |

Quadro 02 – As ilhas de calor às 9h00min

Conforto

A disposição arquitetônica e urbanística de loteamentos estabelece a funcionalidade dos mesmos e assim formam as sensações térmicas dos usuários, a partir de condicionantes como o clima e os fatores físicos do lugar.

Assim com os dados obtidos nas medições dos pontos foram inseridos na Carta bioclimática de Olgay e no Diagrama de Conforto Humano. Na Carta Bioclimática foram encontradas as situações apresentadas na Fig.02, onde os pontos verdes representam as medições no mês de abril e os pontos vermelhos apresentam as medições no mês de outubro.

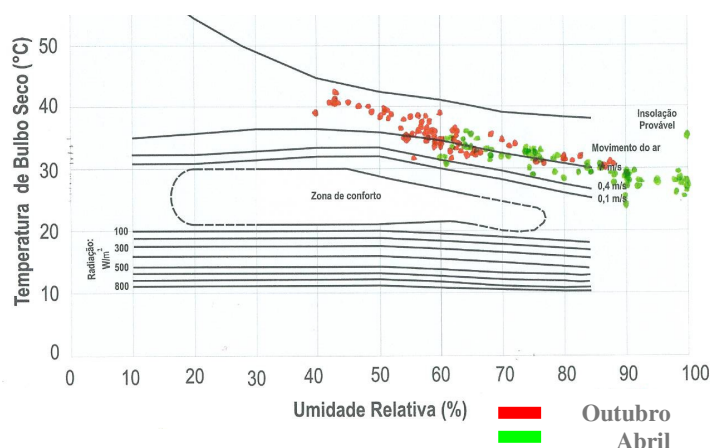


Figura 02 – As medições climáticas do HBB, nos meses de abril e outubro (todos os horários) inserido na Carta Bioclimática de Olgay. Fonte: Frota & Schiffer (2000)

A situação encontrada no Loteamento HBB é de necessidade de ventos em todos os pontos, assim como, necessidade de sombra para se alcançar uma situação próxima ao conforto, pois de acordo com Frota & Schiffer (2000,p.146), em localidades onde a temperatura externa é superior ao limite do conforto humano de 28°C, não é possível garantir, dentro de construções, temperaturas na faixa de conforto humano utilizando apenas recursos naturais, porém, é possível adaptar a edificação para receber a menor insolação possível, para receber o menor ganho de calor solar mínimo.

A impressão registrada pelo pesquisador e pelo morador de uma sensação térmica agradável, levando-se em consideração a adaptação do corpo humano ao lugar, não é a mesma sensação registrada pelos resultados dos levantamentos climáticos aplicados na Carta Bioclimática, pois este determina necessidades de vento e sombreamento para se alcançar o conforto.

Para o sombreamento a utilização de sombras naturais como arborização, entretanto é importante salientar que a arborização deve ser de grande porte, frondosa para permitir a livre passagem dos ventos e não provocar confinamento do ar quente.

Para um melhor desempenho do loteamento em relação ao conforto térmico humano são necessárias a umidificação dos espaços no período quente e seco, o sombreamento natural, pois a utilização da arborização, além de sombrear também ajuda na umidificação dos espaços e ainda promove a canalização de ventos quando bem orientados em relação aos ventos dominantes.

Conclusão

Conforme os resultados deste trabalho podemos dizer que o objetivo geral foi alcançado com análise de implantação do loteamento HBB, baseado na avaliação pós-ocupação de conforto ambiental, considerando aspectos de sustentabilidade e adequação bioclimática, utilizando-se das variáveis climáticas como temperaturas superficiais e do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, a topografia, a radiação, a latitude, a presença de água, a vegetação.

Este trabalho propõe objetivos gerais como o diagnóstico decorrente do desenho urbano do loteamento para possíveis problemas de desconforto térmico. Podendo-se afirmar que a partir das medições realizadas no loteamento foi detectado um desconforto térmico em todas as localidades estudadas.

Em relação ao estudo da unidade habitacional em relação ao desenho do loteamento por meio de levantamento de dados climáticos, não se chegou a conclusão, pois a unidade habitacional de estudo encontrava-se em uma vertente inclinada no loteamento, sendo necessário estudos de outras unidades habitacionais com disposições diferenciadas para se obter parâmetros de análise.

O desempenho térmico do loteamento pode ser melhorado adequando os espaços conforme os princípios da sustentabilidade e da bioclimatologia, que mesmo em regiões de clima quente como Teresina, difíceis de utilizar a climatização natural para se alcançar o conforto térmico humano, é possível amenizar o desconforto com introdução de sombras naturais, como vegetação, e água nos períodos de tempo quente e seco;

No entanto, para o a descoberta de efeitos como ilhas de calor e dos fenômenos climáticos são necessários o conhecimento anterior dos elementos e fatores climáticos que serviram de base fundamental para o entendimento das diferenças climáticas entre regiões e, em especial, a região de estudo desta pesquisa, Teresina.

A Carta Bioclimática sugerida por Givoni estabelecem uma zona de conforto para o ser humano e o seu conhecimento pode identificar possíveis correções em momentos de desconforto.

Correções com adequação bioclimática na arquitetura e no desenho urbano podem proporcionar conforto humano nos espaços, por meio da aplicação dos princípios sustentáveis e a observação das variáveis climáticas para um projeto adequado à região.

A preocupação com a vegetação e o clima são, principalmente, os mais relevantes dentre todas as variáveis climáticas, pois são capazes de promover um espaço urbano de melhor qualidade ambiental.

Com o conhecimento da dinâmica urbana de Teresina e do seu clima urbano é possível um melhor entendimento do estudo de caso desta pesquisa como valores de referência e comparação para a análise das variáveis climáticas do loteamento HBB.

No início deste trabalho foram lançadas algumas hipóteses, com a análise dos resultados chegamos a algumas conclusões a respeito como o desenho urbano elaborado para o loteamento HBB não foi visado um ambiente urbano saudável, identificado com a análise dos pontos medidos e a inexistência de conforto térmico humano quesito fundamental para um ambiente saudável.

Outras hipóteses foram certificadas como a inexistência de vegetação no loteamento colabora para um ambiente desconfortável aumentando a temperatura do ar no local, os materiais utilizados na infra-estrutura do loteamento, como no recobrimento da superfície do solo também contribuem para aumentar a temperatura do ar no local e aumentar o desconforto humano, e a existência do efeito de ilhas de calor confirmam que o desenho urbano do Loteamento HBB pode colaborar para aumentar a temperatura do ar no local e aumentar o desconforto humano.

Podemos confirmar que para melhorias tanto no desenho urbano, como na arquitetura, devem-se buscar condições climáticas ideais para o meio natural e o construído interagirem com o homem, criando uma cidade equilibrada e sustentável, capaz de reestruturar um ecossistema, através da utilização do ambiente externo natural a seu favor.

Implantar cidades e edificações observando a orientação solar adequada e os ventos dominantes tirando partido dos mesmos, para reduzir a temperatura do ar, utilizar pilotis para aumentar a velocidade do ar e sombrear a cidade.

Mesmo a presença de superfícies de água em Teresina, com a presença de dois rios, não são suficientes para melhorar os problemas de secura do ar, principalmente, no período quente e seco. Mas também, não podemos afirmar que se não fossem a existência dos rios, talvez, Teresina estivesse com umidades relativas muito abaixo de 40% piorando o desconforto térmico humano.

A vegetação também pode ser responsável por um direcionamento dos ventos, no período quente e úmido aumentando a possibilidade de conforto térmico na cidade e principalmente no loteamento HBB, que se situa em topografia elevada de Teresina.

O ideal é implantar vegetações com alturas superiores à edificação, para sombrear e resfriar a habitação e o espaço urbano para permitir que os ventos passem na altura do indivíduo como na Fig. 04.



Figura 04 – O uso da vegetação correta no desenho urbano do loteamento HBB para um melhor conforto climático humano. Fonte: Luana Kallas. (2007)

No ambiente urbano do loteamento HBB, mostra-se árido devido à falta da vegetação, que de acordo com as medições apresentou-se sempre com temperaturas elevadas, no entanto, a presença da vegetação disposta adequadamente é possível impedir a formação de ilhas de calor e tornar o loteamento climaticamente confortável.

Além da utilização de sombras vegetais no desenho urbano do loteamento, pode-se lançar mão de sombras construídas e abertas, como pergulados em áreas de convívio da comunidade como praças e ao longo dos passeios, além da arborização das vias, considerando as questões do gabarito da arborização para não bloquear/ confinar os ventos e a utilização de água para no período quente e seco.

Para futuros empreendimentos do mesmo nível que o loteamento HBB deve-se levar em consideração espaços que não tenham declividade, pois vertentes inclinadas recebem maior radiação solar e são espaços mais quentes que podem proporcionar desconforto.

Internalizar na concepção de projeto a orientação solar, dos ventos dominantes, da água, a presença de vegetação e sua correta inserção no desenho urbano e um manejo ambiental das áreas a serem loteadas, não fazendo uso da política de “terra arrasada” para não provocar impactos negativos no ambiente urbano.

A influência do clima e da vegetação na cidade e na qualidade de vida das pessoas são propostas neste trabalho na forma de recomendações que podem ser utilizadas pelos arquitetos, urbanistas e profissionais da área a fim de incorporar princípios de sustentabilidade e da bioclimatologia no desenho urbano para a melhoria da qualidade ambiental das cidades.

Referências

FROTA, Anésia Barros. SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de Conforto Térmico*. 4ª Ed. São Paulo: Studio Nobel. 2000.

MASCARÓ, Juan Luis. *Loteamentos Urbanos*. Porto Alegre: Luis Mascaro, 2003.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. MENDONÇA, Francisco. *Clima Urbano*. São Paulo: Contextos, 2003.

OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima - Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. 2ª Edição. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA, 2002.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo, ProEditores, 2000, 128p.

SILVEIRA, Ana Lúcia Ribeiro Camillo da. *Parâmetros Bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil*. 2007. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília. 2007.

TERESINA. Prefeitura Municipal de Teresina. *GEOVISTA: Sistema Municipal de geoprocessamento*. Teresina, 2006. Disponível em: <http://geo.teresina.pi.gov.br/site/index.php?option=com_wrapper&Itemid=44>. Acesso em: 5/11/2006.