

| 322 | PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS APLICADOS A CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE JUIZ DE FORA - MG

Jane Paula da Silveira Vieira, Marta Adriana Bustos Romero

Resumo

No Brasil, tornou-se constante a construção de conjuntos habitacionais para a população de especial interesse social, com investimentos maciços do governo federal em políticas públicas que favoreçam a implantação desses conjuntos nos municípios. No entanto, percebe-se uma padronização desses empreendimentos sem levar em consideração as condições climáticas e culturais dos locais de implementação, disseminando-se uma mesma tipologia, com usos dos mesmos materiais em locais com características climáticas, geográficas e culturais distintas. O objetivo deste artigo é apresentar uma abordagem de dados que permita o estudo da relação entre ambiente construído, conforto ambiental dos usuários e impactos no meio urbano, a partir da análise de um conjunto habitacional implantado na cidade de Juiz de Fora - MG, como parte do programa federal “Minha Casa, Minha Vida”. Foram aplicados os princípios bioclimáticos para análise do espaço urbano, definidos a partir da metodologia proposta por Romero (2001), no loteamento Parque das Águas - composto por unidades habitacionais de interesse social, considerando-se os aspectos relacionados às condições climáticas, tratamento do solo, vegetação, oferta de lazer, mobiliário urbano e materiais utilizados, mostrando como o impacto gerado pela construção de tal conjunto repercute no contexto urbano e como se apresenta em termos de conforto para população. Os resultados mostraram que quando as condicionantes naturais da área de intervenção não são consideradas na concepção do projeto, as perdas na qualidade do mesmo podem ser muito significativas.

Palavras-chave: Bioclimatologia, conforto ambiental, Parque das Águas.

Introdução

A prática da construção de conjuntos habitacionais para população de baixa renda tem sido constante nas políticas de âmbito municipal, estadual e federal. A criação do Estatuto das cidades no início do séc. XXI legitima novos instrumentos para a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e institucionaliza alguns instrumentos de regulação e planejamento urbano ligados à Política Nacional de Habitação e à criação de Zonas de

Especial Interesse Social (ZEIS) que devem ser definidas no Plano Diretor da Cidade. A Política Nacional de Habitação, com suas diretrizes, assim como o Plano Diretor Participativo institucionalizado pelo Estatuto da Cidade são o contexto atual de desenvolvimento das práticas habitacionais urbanas no âmbito dos municípios. Na prática, porém, a construção de conjuntos habitacionais nas últimas décadas no Brasil, tem adotado soluções urbanísticas, arquitetônicas e construtivas repetitivas e em larga escala, para atender uma população heterogênea em termos de cultura, hábitos e atitudes (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003), sem que haja preocupação com a qualidade do espaço, seja ela relacionada ao visual, ao conforto ou à utilidade.

No Brasil, as habitações de interesse social são produzidas sem grandes preocupações com aspectos de sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética, fatores estes que muito contribuiriam para a qualidade de vida da população, se devidamente empregados. Duarte (1995) e Labaki e Kowaltovski (1995) apontam alguns problemas em assentamentos de moradia popular em diferentes regiões do país, como, o desconforto térmico e a deficiência de iluminação e ventilação naturais, acarretando um elevado consumo energético. Segundo Assis *et al.*, (2006), além do problema da deficiência de ventilação, a especificação inadequada de materiais construtivos apresenta um dos principais problemas relacionados ao conforto ambiental da habitação de interesse social.

Hoje, e cada dia mais, temos a consciência clara de que o homem se relaciona com o meio em que vive de forma inadequada, consumindo recursos naturais em excesso, produzindo demasiados resíduos e poluição e aumentando a exclusão e segregação social. A problemática da realidade mundial contemporânea assume proporções assustadoras, e piora na medida em que se propagam os problemas ambientais e sociais na grande maioria das cidades. Todas essas questões tornam de fundamental importância identificar e construir estratégias e atitudes menos agressivas ao meio natural e ao próprio homem que o habita - estratégias que sejam mais sustentáveis. A arquitetura e o urbanismo já fazem parte deste paradigma, mas ainda não de modo suficientemente amplo e efetivo quando se trata da concepção do espaço urbano. No Brasil, podemos perceber algumas iniciativas, como o relatório brasileiro para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (BRASIL, 1991), que considera que a questão da habitação deve ser vista de uma maneira mais ampla, enquanto assentamento, sendo considerada sob os aspectos de acessibilidade às infra-estruturas urbanas e sociais; e a Agenda 21 brasileira (BRASIL, 2004), que propõe ainda que a noção de sustentabilidade deva incluir todas as dimensões da vida: a econômica, a social, a territorial, a científica e tecnológica, a política e a cultural.

Quando falamos em estratégias mais sustentáveis, nos referimos a concentrar esforços para resgatar melhores condições de vida para a população. Romero (2001) aponta a importância da influência do lugar nas decisões de projeto, levando em consideração as especificidades regionais como, condições climáticas, culturais, tecnológicas, históricas e as condicionantes físicas da área de intervenção. Vê-se, então, a fundamental importância do reconhecimento do sítio para implantação ou intervenção de um objeto arquitetônico, já que este só pode ser concebido a partir de sua localização num ambiente concreto, sendo inseparável de seu entorno tanto nas dimensões físicas quanto conceituais.

Os espaços se apresentam de forma distinta e se caracterizam por diferentes aspectos determinados por inúmeras variantes como, limites, clima, luz, textura, vegetação, densidade, topografia, escala, proporção, materiais, cores, orientação, fatores psicológicos e inúmeros outros. Dessa forma, o desenho dos espaços externos deve levar em consideração todas essas variantes, adaptando-se e condicionando-se às características do meio, buscando, assim, minimizar os impactos negativos na massa urbana e conseqüentemente na qualidade ambiental. A aplicação desses critérios requer, principalmente, uma mudança nas práticas de projeto e construção com base numa mudança de valores, onde o respeito à cultura e ao ambiente natural local possam ser incorporados às concepções de projeto e na produção dos empreendimentos.

Este estudo tem como propósito analisar os princípios da arquitetura bioclimática aplicados ao projeto urbano, a partir dos aspectos definidos por Romero (2001), em um loteamento de casas populares na cidade de Juiz de Fora, em Minas Gerais, viabilizadas pelo programa federal “Minha Casa Minha Vida” (MCMV). Abordaremos aqui a concepção bioclimática como aquela que possui como parâmetro fundamental a adequação do desenho ao lugar e sua cultura. O estudo aspira ser capaz de oferecer subsídios para desencadear novos modos de sentir e pensar o espaço urbano, a partir do entendimento das condicionantes locais na concepção do projeto, levando em consideração a necessidade de garantir aos cidadãos um espaço urbano de qualidade.

O desenvolvimento deste estudo consistiu na aplicação de metodologia desenvolvida por Romero (2001) para a análise bioclimática no espaço urbano, e a aplicação dos aspectos de análise desenvolvidos pela autora no loteamento Parque das Águas na cidade de Juiz de Fora, MG. A caracterização do objeto de estudo, como, condições ambientais e características físicas são abordados juntamente com os critérios apontados para análise bioclimática, a partir dos elementos especificados por Romero (2001). Foram observados os aspectos relacionados à luz, ventos, espaços públicos, vegetação e materiais e

como esses elementos poderiam contribuir em favor de um projeto adaptado de forma adequada às condições climáticas locais.

A Bioclimatologia

Para caminhar em direção a um urbanismo mais sustentável, o planejamento e o desenho urbano devem ter como princípios básicos a harmonia entre edificação, infraestrutura e paisagem; procurando adaptar as construções ao clima local em que estão inseridas. O princípio básico da chamada “Arquitetura Bioclimática” busca a correspondência entre as características arquitetônicas adaptadas a determinadas zonas climáticas, procurando assim, reduzir os impactos resultantes das intervenções em determinado local e obter harmonia entre paisagem e construção.

As discussões acerca de sustentabilidade, a que também se aplicam os princípios bioclimáticos, ganham força a partir da década de 1970, quando uma série de discussões e publicações chamam a atenção para a super-exploração do ambiente pelo homem, enfocando uma preocupação global quanto aos objetivos do desenvolvimento e limitações ambientais. “A dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável baseia-se na busca do equilíbrio entre a proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso desses recursos de forma que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável” (SILVA, 2003, p. 1). Insere-se neste contexto os impactos ambientais causados pela construção civil que, segundo Silva (2003) é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente.

A arquitetura bioclimática surge, então, com o intuito de produzir uma arquitetura que se insira de forma harmoniosa e adequada ao clima e contexto sócio-cultural local, em conformidade com a topografia e seu entorno, que seja capaz de aproveitar materiais e recursos naturais da região, e que se atente às condições de conforto térmico, acústico e luminoso.

Romero (2001) procura obter na escala urbana o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício, considerando para tal a análise de uma série de critérios tanto para a seleção do sítio quanto para morfologia do tecido urbano. Encontramos poucos estudos bioclimáticos em centros urbanos no Brasil. Os processos de revitalização adotados no país pouco atribuem como ferramenta o estudo do conforto ambiental, essencial para preservação da qualidade de vida nas cidades.

Um dos grandes problemas presentes em loteamentos de habitação de interesse social são as deficiências na urbanização de tais empreendimentos e na sua implantação, que na maioria das vezes acontece em larga escala. Os loteamentos seguem, principalmente,

critérios de viabilidade econômica e ao maior atendimento possível à demanda de moradia estabelecida por estudos que demonstrem o déficit habitacional dos municípios. Assis *et al.*, (2008) comenta sobre o tamanho dos lotes comumente aplicados em Minas Gerais, que apesar de corresponder a um melhor aproveitamento quantitativo não quer dizer que seja favorável ao melhor acondicionamento no local. Roméro e Ornstein (2003), a partir de uma avaliação pós-ocupação de um conjunto habitacional no estado de São Paulo, elaboram vários estudos que abordam aspectos sociais, econômicos e ambientais e conseguem estabelecer parâmetros que sugerem o aperfeiçoamento de tais empreendimentos considerando tanto o desempenho técnico quanto a satisfação de seus usuários. Percebemos então, a importância de estudar a escala urbana de empreendimentos habitacionais no Brasil.

Princípios para análise bioclimática

A análise realizada neste trabalho procura indicar possíveis interferências bioclimáticas no Parque das Águas - loteamento de habitação de interesse social - na cidade de Juiz de Fora, MG, a partir da aplicação dos parâmetros morfológicos determinados por Romero (2001), que se baseiam na análise da forma do tecido urbano, dos elementos constituintes da paisagem, das condições dos lotes e caracterização dos espaços públicos no que se refere aos materiais superficiais, vegetação e circulação, de forma a contribuir para um desenho adequado ao lugar procurando, assim, auxiliar em um melhor planejamento urbano. Romero (2001) considera algumas constantes para análise ambiental do espaço urbano, entre elas destacamos: a forma, o traçado e os atributos da superfície construída. A Tabela 1 mostra quais aspectos são considerados para cada constante.

Tabela1 - Tabela resumo do Quadro XV - "Aspectos da análise do urbano"

Atributos do Urbano	Aspectos considerados por ROMERO (2001) para análise do urbano
FORMA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esbeltez / rugosidade / altura, tamanho da área construída ▪ Compacidade / espaçamento / densidade/ adjacência
TRAÇADO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orientação: Sol, ventos, som, equilíbrio da radiação e luz natural ▪ Ruas: orientação, tamanho, alinhamento ▪ Subdivisão dos lotes: Orientação, forma, tamanho ▪ Tamanho dos espaços públicos: umidade, albedo, luminosidade, materiais superficiais
SUPERFÍCIE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detalhes edificatórios que afetam as condições externas ▪ Propriedades físicas dos materiais ▪ Cor

Fonte: Romero (2001, pg. 152).

A partir da compreensão desses aspectos é possível pensar que intervir no ambiente urbano exige um amplo conhecimento físico, técnico e cultural do sítio, e do ambiente como um todo. Hoje os centros urbanos já se encontram consolidados, uma intervenção nunca acontece isolada num determinado espaço, mas, em um ambiente consolidado que possui uma forma definida e que pode influir na ambiência e nas condições climáticas locais. Dessa forma, implantando-se novas construções, ou qualquer tipo de intervenção num espaço urbano, está-se agregando novos atributos que também exercerão influência sobre o ambiente local e da cidade. Logo, agregar as condições naturais que o sítio oferece nos projetos, mostra-se um grande passo em direção à sustentabilidade urbana. Um amplo conhecimento da área de intervenção implica na seleção de materiais que se comportem de forma a favorecer um microclima urbano mais agradável, e permite inserir um objeto arquitetônico de forma positiva na cidade, e não como mais uma fonte de calor, gastos energéticos e poluição.

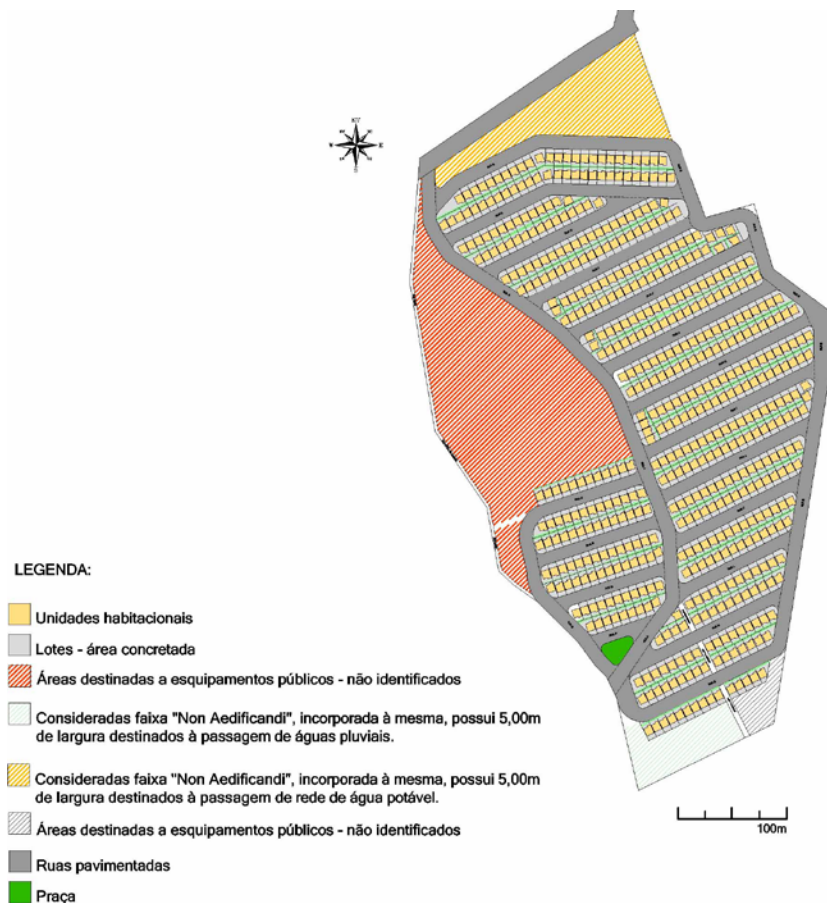
Princípios bioclimáticos aplicados ao Parque das Águas

O loteamento Parque das Águas está localizado em Juiz de Fora, cidade pertencente à mesoregião geográfica da Zona da Mata Mineira, na região sudeste do estado. Segundo censo de 2010 possui uma população de 516.247 habitantes (IBGE, 2012). Estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA) e pelo IBGE, classificam Juiz de Fora como centro regional da Zona da Mata Mineira, que possui 82 municípios e 7 microrregiões. A cidade caracteriza-se pelo clima Tropical de Altitude, com duas estações bem definidas: de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maior volume de precipitações pluviométricas; e outra de maio a setembro, com temperaturas mais baixas e menor presença de chuvas.

O loteamento Parque das Águas, como de praxe em loteamentos de habitação popular, possui uma tipologia formal padrão para as unidades habitacionais, correlacionando-se aos princípios da *Coordenação Modular* (GREVEN e BALDAUF, 2007). O loteamento concentra 565 unidades habitacionais em uma área de 121.086,79m² (somando-se a área dos lotes com as de logradouros), o que representa uma densidade de 214,31m² por unidade. As casas possuem a planta em forma de quadrado com arestas externas medindo 6,0 x 6,0m e altura de 4.10m até a cumeeira do telhado tipo cerâmico de duas águas. Encontram-se em um nível topográfico mais elevado, aproximadamente 40m, em relação ao bairro, destacando assim suas características físicas formais de conjunto habitacional popular

em meio ao bairro consolidado. No entanto, o terreno de implantação do conjunto encontra-se inserido no fundo de um vale. A Figura 1 apresenta o esquema de implantação do loteamento.

Figura 1 - Implantação Parque das Águas



Fonte: Base cartográfica cedida pela construtora Cherem, modificado pela autora

Para estudar as variantes que podem acarretar alteração no microclima local, tomar-se-á por base as definidas por Romero (2000), que aponta como principais a topografia, a vegetação e a superfície do solo natural ou construído. Para a autora, “fatores climáticos globais são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao clima, ou seja, radiação solar, latitude, longitude, altitude, ventos e massas de água e terra.” (ROMERO, 2000, p. 3). Neste estudo daremos enfoque as variantes: **radiação solar** e **ventos**.

A radiação solar apresenta-se como a maior fonte de energia para a terra. Além de corresponder ao principal elemento meteorológico, é considerado fator determinante do tempo e do clima. É responsável também por afetar diversos processos físicos como,

aquecimento/evaporação e transpiração. Romero explica que “uma parcela da radiação solar que penetra na atmosfera é refletida pela superfície da terra ou pelas nuvens, outra é absorvida pelos níveis inferiores da atmosfera, produzindo um aumento da temperatura do ar” (ROMERO, 2000, p. 4). A cor e a característica da superfície também são fatores determinantes para a quantidade de energia absorvida e refletida.

Quanto aos ventos naturais, sua eficaz utilização em favor do projeto é capaz de proporcionar ambientes com temperaturas agradáveis sem que, para isso, haja gasto de energia por fontes mecânicas. Frota e Schiffer (2003), afirmam que a ventilação natural é a estratégia mais simples para promover o conforto térmico no interior dos ambientes quando a temperatura se eleva, principalmente, em regiões de clima tropical. Romero (2000) explica, ainda, o equilíbrio térmico entre o homem e o meio, que pode ser alcançado através de um melhor entendimento das respostas do corpo humano aos movimentos de ar, que utilizam mecanismos de regulação para tal, no qual o calor produzido pelo corpo humano por seu metabolismo pode ser transferido ao ambiente por convecção ou irradiação, através do processo de troca. O mesmo calor também pode ser perdido pela evaporação da água dos pulmões, através da respiração, e pela evaporação do suor expelido pelas glândulas na pele.

Diferentes condições climáticas determinarão diferentes soluções para que seja possível alcançar um nível de conforto térmico para os usuários. Para tanto, é necessário conhecer as especificidades de cada clima e as variantes que possam interferir no resultado da temperatura.

Em Juiz de Fora o clima é classificado como Tropical de Altitude, caracterizado pela elevada amplitude térmica diária. Romero (2000) descreve este clima com possuidor de características de radiação difusa intensa no verão e menor no inverno, e acentuada radiação direta no verão, além de possuir um teor de umidade relativamente baixo, podendo ser considerado seco.

Vejam agora as características do sol e do vento que podem influenciar no microclima local e suas condições na área de implantação do Parque das Águas.

O sol

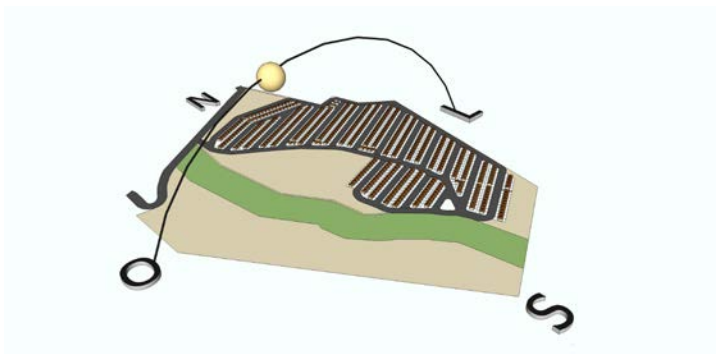
A incidência direta da radiação solar interfere diretamente no conforto térmico dos ambientes, dependendo da zona climática e das condições locais. Para compreender a questão do equilíbrio entre a luz e o calor é preciso conhecer e entender as condições do sol e do céu no espaço de intervenção.

É importante compreender as decisões que as diferentes condições climáticas exigirão no projeto. Em regiões que predominem o período frio, ter as superfícies tratadas com materiais de baixa reflexividade é vantajoso para o edifício, enquanto em regiões que predominem períodos quentes, deve haver um equilíbrio entre a reflexividade e a emissividade, a fim de conseguir melhores condições de conforto para o usuário.

As diretrizes construtivas estabelecidas por Romero (2000), com o objetivo de controlar alguns elementos climáticos em lugares característicos do clima Tropical de Altitude, resumem-se em: reduzir a produção de calor durante o dia, principalmente do período mais seco; valorizar o movimento do ar, tanto no período úmido quanto no seco; viabilizar o aumento da umidade do ar no período mais seco e procurar reduzir a absorção de radiação no espaço urbano, de forma a permitir a radiação nos edifícios principalmente no período seco.

Para compreender as interferências da radiação solar no Parque das Águas, começaremos pela orientação solar do loteamento, esquematizada na Figura 2.

Figura 2 – Movimento aparente do sol no Parque das Águas



Fonte: Base cartográfica cedida pela construtora Cherem, modificado pela autora

A Figura 2 mostra a orientação solar da área de estudo, com as unidades já implantadas. A tipologia das casas do loteamento é unifamiliar, implantadas individualmente nos lotes obedecendo à mesma orientação em relação ao norte, sendo que os vãos de abertura estão orientados em faces paralelas voltadas para as fachadas sul e norte, de forma que uma dispõe-se na face frontal e a outra na face posterior em um espaço que é comum a duas unidades, isto é, no encontro dos fundos entre os lotes. As fachadas oeste e leste não possuem aberturas, e estão afastadas do vizinho por uma distância de aproximadamente 2,0m.

Todo o loteamento recebe incidência direta da luz solar por todo o dia. Não há obstruções diretas que projetem sombras sobre a região, sejam elas barreiras naturais ou edificadas, e que possam amenizar a energia projetada pelo sol. A projeção mais

significativa das sombras está entre as próprias unidades habitacionais que, implantadas sobre a região de morros de um vale, projetam sombras umas sobre as outras no sentido leste-oeste de sua implantação.

Para melhor compreensão da componente luz natural, foram feitas algumas simulações computacionais de forma a possibilitar uma melhor visualização das sombras geradas entre as unidades, utilizando o programa Sketch Up. Para tal foi selecionado o segundo mês de cada estação do ano e fixados horários entre o período da manhã, da tarde e próximo ao pôr do sol: 9h, 13h e 17h. Os resultados mostraram que as unidades não recebem incidência direta da luz do sol pelos vãos de abertura da fachada sul em nenhum período do ano, enquanto as fachadas norte conseguem receber essa incidência ao final da tarde, quando o sol está mais ameno devido ao ângulo de inclinação da terra em relação ao mesmo, no período de outono e inverno.

Ludwig (1970) faz uma análise do impacto da radiação solar no clima próximo ao solo, considerando a proporção entre a altura dos edifícios (H) e o espaçamento entre eles (W). Segundo o autor, em áreas de “densidade média (H/W com proporção próxima de 1) a maior parte da radiação refletida incide em outros edifícios ou no solo e é eventualmente absorvida a radiação que está próxima no nível do solo” (LUDWIG, 1970 *apud* ROMERO, 2001, p. 91). Aplicando este princípio no loteamento em questão, foi possível constatar que a maior parte da radiação refletida é absorvida pelo solo, devido ao baixo gabarito das habitações e ao albedo do asfalto, o que pode contribuir para o aumento da temperatura local já que as coberturas de asfalto e concreto são compostas de materiais com alta capacidade de absorver e irradiar calor. Pela Figura 1 é possível perceber a proporção da área pavimentada da não pavimentada no loteamento.

Os Ventos

A circulação do ar e as condições térmicas são fatores fundamentais para a preservação do clima nas cidades que segundo Romero (2000) deve ser considerado um instrumento para o planejamento do espaço urbano. Atentando-se para este quesito, é possível evitar que intervenções sobre o meio natural prejudiquem os recursos que o sítio oferece, assegurando a circulação e renovação das massas de ar.

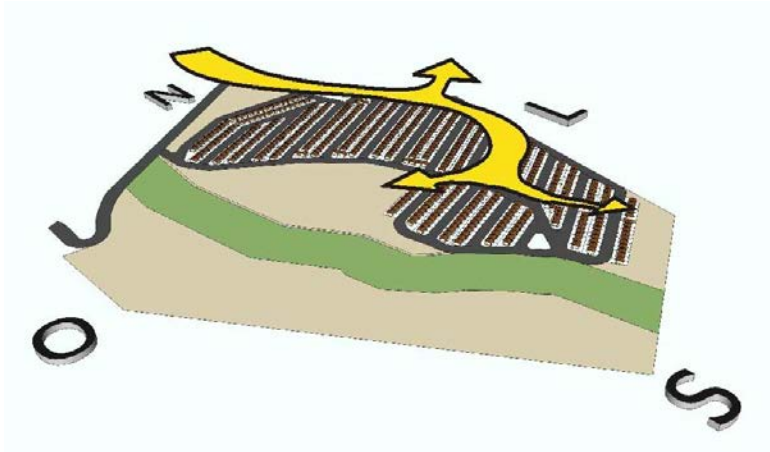
A movimentação do ar no ambiente urbano está relacionada com a forma das construções no meio, suas dimensões e localização, podendo causar uma série de efeitos sobre a massa construída.

Em Juiz de Fora, segundo dados do Centro de Pesquisas Sociais (CPS) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) os ventos predominantes são provenientes das direções norte (N) e norte-noroeste (N/NW). Oliveira e Ferreira (2012) apresentaram dados relativos à direção e velocidades dos ventos entre os meses de agosto de 2010 a julho de 2011 que comprovaram esta predominância.

Na Figura 3 podemos observar que as quadras e as ruas encontram-se perpendicular ao sentido do vento predominante na cidade. De acordo com Romero “quando longas fileiras de edifícios são perpendiculares à direção do vento, estabelecem-se zonas protegidas entre os edifícios” (ROMERO, 2001 p. 93), podendo diminuir em mais de 70% a velocidade de propagação dos ventos no interior dos lotes. Logo, percebe-se que a questão das condições dos ventos locais não foi levada em consideração na concepção da implantação do loteamento. As longas fileiras de casas, dispostas lado a lado em posição perpendicular à direção predominante dos ventos da região, não favorecem uma boa circulação de ar no interior do loteamento, que somado ao fato de possuir grandes áreas pavimentadas, podem contribuir para elevação da temperatura e modificação no microclima local.

Na implantação do loteamento, as aberturas dos vãos voltadas para as orientações Norte e Sul, poderiam favorecer a circulação cruzada de ar no interior das unidades, fator esse que também dependeria das condições das aberturas e de um afastamento favorável entre as casas, pois já pudemos constatar que as condições de implantação reduzem a velocidade e incidência dos ventos no interior do conjunto. Na escala da unidade habitacional, observamos que apesar dos vãos de abertura se localizarem em faces paralelas da unidade, as condições da planta não se apresentam de forma totalmente favorável a permitir uma circulação de ar cruzada no interior das habitações, pois as paredes internas dificultam a passagem direta da corrente de ar, o que pode contribuir para o desconforto térmico, também, no interior das casas.

Figura 3 – Esquema da predominância dos ventos no Parque das Águas



Fonte: Base cartográfica cedida pela construtora Cherem, modificado pela autora

Os Espaços Públicos

Muitos estudos já comprovaram a necessidade e a importância dos espaços públicos e áreas verdes no ambiente urbano como lugar de convívio e troca social entre as pessoas. Neste estudo, porém, o enfoque dado a este aspecto, sobretudo na permanência de áreas verdes, irá além da importância social, mas na sua capacidade de influenciar nas condições climáticas e alterar microclimas locais, como, no controle da incidência solar, da temperatura e umidade do ar, dos ventos, das precipitações e garantir um efeito moderador da poluição.

De acordo com Romero (2001) a diferenciação de microclimas em áreas com maior ou menor cobertura vegetal se dá em relação à temperatura, à velocidade do vento, à turbulência, à umidade, e à temperatura radiante. Além disso, a sombra produzida pela vegetação tem o poder de atenuar os efeitos da radiação solar, pois as plantas têm capacidade de atuar como filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas.

O Parque das Águas foi implantado em uma região relativamente árida, onde não há presença de muitas árvores. O projeto do loteamento conta com uma praça, que segundo a Secretaria de Obras da Prefeitura de Juiz de Fora, foi pensada para oferecer à população um lugar de passeio, descanso e lazer. A Figura 4 mostra a proporção desta praça em relação ao loteamento e a quase inexistência de vegetação no terreno.

Figura 4 - Parque das Águas - vista panorâmica



Apesar ausência de árvores no local, não há, segundo a SPGE, nenhum programa de incentivo ao seu plantio para este loteamento, até o momento. Vê-se, então, a fundamental importância da vegetação no interior do loteamento, como forma de tentar melhorar o microclima local, já que a presença de árvores consegue, com a brisa que penetra na camada mais próxima do solo através de sua folhagem, resfriar o ambiente local. Romero (2000) afirma que as árvores, situadas em áreas urbanas pavimentadas, são capazes de interceptar o calor sensível e a radiação da onda longa dos materiais pavimentados de alta temperatura como o asfalto.

Conclui-se que a manutenção de áreas verdes poderia contribuir para evitar a elevação da temperatura local, pois, a vegetação é capaz de alterar os índices de reflexão do calor e favorecer a manutenção da umidade relativa do ar.

Aspectos relacionados à superfície

O material da superfície também é um atributo que pode influenciar no microclima de cada região, assim como a capacidade de armazenamento calorífico dos materiais das edificações, a produção de calor antropogênico e diminuição da umidade do ar devido à pavimentação do solo (ROMERO, 2001). As propriedades dos materiais em relação à sua transmitância térmica influem sensivelmente na sensação de conforto térmico tanto nos edifícios quanto no ambiente externo.

Materiais como asfalto e concreto absorvem rapidamente o calor, e têm sua dispersão dificultada quando o índice de poluição é alto. Além disso, servem de refletores tanto para o calor produzido na cidade quanto para o calor solar. Em contrapartida, “um espaço gramado pode absorver maior quantidade de radiação solar e, por sua vez, irradiar uma quantidade menor de calor que qualquer superfície construída” (ROMERO, 2000, p. 13).

A partir desta discussão, pode-se concluir que quanto maior a superfície pavimentada, maior a possibilidade de alteração no microclima, no sentido de elevar a temperatura. Na Figura 4 também é possível perceber a proporção entre a área pavimentada e a não pavimentada do loteamento. Vale ressaltar que as áreas não pavimentadas no interior dos lotes, podem ser modificadas pelos moradores se ampliarem a casa. Dessa forma, há grandes possibilidades do material de cobertura da superfície ocasionar ganhos elevados na temperatura no interior do loteamento Parque das Águas.

Além dos materiais do solo, os envolventes dos edifícios (materiais e cores) também podem interferir na radiação do calor, e conseqüentemente na alteração da temperatura local. Por exemplo, materiais que refletem a radiação ao invés de absorvê-las, devolvem-na ao ambiente exterior e piora as condições de conforto no espaço externo, pois, este, além de receber o calor incidente direto passa a comportar a somas dessas duas emissões (ROMERO, 2001).

As unidades habitacionais no loteamento em questão foram construídas em bloco de concreto com argamassa e pintura nas partes interna e externa. Para a cobertura foi utilizado telhado tipo cerâmico com forro interno de PVC. A Tabela 2 apresenta os valores característicos destes componentes, segundo o Projeto de Norma 02:135.07-001 (ABNT, 2003).

Tabela 2 - Propriedades da alvenaria e cobertura segundo ABNT (2003)

	Transmitância Térmica $U - [W/(m^2K)]$	Capacidade Térmica $C_T. [KJ/ m^2K]$	Absortância à radiação solar $\alpha [-]$	Fator de Calor Solar FCS [-]
Alvenaria	2,86	203	0,2	2,3
			0,4	4,6
			0,8	9,2
Cobertura	1,75	21,4	0,2	1,4
			0,4	2,8
			0,8	5,6

Fonte: ABNT (2003)

Para melhor avaliar o comportamento destes materiais, foi utilizado como parâmetro o Projeto de Norma 02:135.07-003 (ABNT, 2003) que divide o território brasileiro em oito zonas bioclimáticas e determina diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social para cada uma das zonas subdivididas. De acordo com esta norma, a cidade de Juiz de Fora está localizada na Zona Bioclimática 3, na qual são estabelecidas as

seguintes diretrizes para paredes e vedações externas: paredes leves e refletoras e cobertura leve e isolada.

A tabela 3 mostra os valores definidos para que possa ser alcançado o nível de conforto para os tipos de vedações acima especificadas.

Tabela 3 - Transmitância térmica e Fator de Calor Solar admissíveis para cada tipo de vedação externa

Vedações externas		Transmitância Térmica - U W/m ² .K	Fator de Calor Solar - FCS %
Paredes	Leves e refletoras	$U \leq 3,60$	FCS $\leq 4,0$
Coberturas	Leve e isolada	$U \leq 2,0$	FCS $\leq 6,5$

Fonte: ABNT (2003)

A leitura dos dados nos permite concluir que tanto a transmitância térmica das paredes quanto da cobertura, encontra-se dentro dos padrões definidos pela norma, o que pode favorecer condições de conforto no interior da unidade habitacional, porém, contribui para o aumento da temperatura do ambiente externo. Vale ressaltar, contudo, que esses parâmetros não podem ser vistos isoladamente, mas no conjunto de influências à que estão submetidos. Vimos que as condições de implantação do loteamento não são favoráveis aos ventos naturais, por exemplo. Este fato pode impedir que os materiais se comportem com maior eficiência.

Outro fator que pode interferir na reflexão e absorção da componente luz/calor é cor utilizada na superfície edificada. As cores mais claras tendem a refletir mais a radiação solar do que absorver, enquanto as escuras tendem a absorver mais do que refletir. No Parque das Águas, a cor utilizada no revestimento externo das habitações varia entre tons claros de azul, verde e amarelo, o que favorece a pouca absorção de calor para o interior da residência, mas, em contrapartida, contribui para o aquecimento do meio externo, como já explicado.

Em relação aos aspectos da superfície do espaço urbano, conclui-se que é necessário um profundo conhecimento dos materiais a serem especificados, ainda na fase de concepção de projeto, a fim de alcançar um nível de qualidade bioclimática no espaço urbano edificado. Oliveira (1998) afirma que embora a etapa de concepção represente uma parcela pequena do custo total da edificação, ela é responsável pelas maiores ocorrências de falhas ao final da execução, pois é nesta fase que as principais decisões acerca do projeto deveriam ser tomadas.

Considerações Finais

Sustentabilidade na ótica do Urbanismo deve, aqui, ser entendida como a melhor utilização possível das condições naturais que cada região oferece, procurando uma interação entre questões ambientais, sociais, culturais e econômicas. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo pesquisar, em uma pequena amostra do espaço urbano, como essa questão é vista, para então verificar e comprovar a hipótese de que o conceito de sustentabilidade (aplicados sobre os princípios da bioclimatologia) vem, ou não, sendo suficientemente discutido e abordado quando se pensa na qualidade ambiental do ambiente construído.

Os centros urbanos encontram-se hoje sobre o dilema de conciliar crescimento, desenvolvimento, qualidade de vida para as pessoas e qualidade ambiental, assim, sustenta-se o “Desenvolvimento Sustentável”. Inúmeros estudos comprovam que a qualidade ambiental pode contribuir muito para a qualidade de vida nas cidades, por isso, pensar sobre esta questão é refletir sobre o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais. A bioclimatologia é um caminho para resolver essa questão. Pensar no urbano, e conhecê-lo em todas as suas vertentes (climáticas, geográficas, paisagística, culturais...) antes de iniciar o desenho do projeto mostra-se fundamental para que se alcance a qualidade tanto na escala do edifício quanto na escala do urbano. É preciso uma modificação na forma de pensar em qualidade nas cidades, e procurar caminhar objetivamente rumo ao “Desenvolvimento Sustentável”, modificando os parâmetros de qualidade urbana difundidos em nossas sociedades que tendem a seguir a lógica capitalista. Pensar nas cidades como locais únicos, possuidores de características singulares e aproveitar tudo o que a natureza oferece, deveria ser o princípio básico na concepção de projetos, assim seria possível alcançar eficazmente qualidade ambiental em todas as escalas.

Conclui-se que um grande problema, de caráter cultural, que transcende a arquitetura e dificulta a inserção destes paradigmas no fazer e pensar arquitetônico, é que o meio ambiente é muitas vezes entendido como algo de fora, que não nos inclui. É neste aspecto que a expansão da consciência ambiental e social se faz necessária, a fim de modificar esta percepção, construindo o entendimento de que a questão da qualidade do ambiente construído envolve todo o nosso entorno e as relações que estabelecemos com o universo da cidade.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2003. Projeto de Norma 02:135.07-003: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social [Em linha]. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: http://www.dec.ufms.br/lade/docs/dt/parte3_2003.pdf [Consult. em 26 de Junho de 2012].

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2003. Projeto de Norma 02:135.07-001: Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades [Em linha]. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/401.pdf> [Consult. em 26 de Junho de 2012]

ASSIS, E. S.; PEREIRA, E. M. D.; SOUZA, R. V. G. de; DINIZ, A. S. A. C. 2006. Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. Anais do Congresso Brasileiro de Eficiência Energética [Em linha], 2. Disponível em: <http://www.arquitetura.ufmg.br/sustentabilidade/downloads/iicbee%20art173.pdf> [Consult. em 26 de Julho 2012].

ASSIS, E. S.; RAMOS, J. G. L.; CORTIZO, E. C.; AMARAL, D. O.; LUTKENHAUS, F. L. F. ; ASPAHAN, R. R. 2008. Princípios de sustentabilidade aplicados em projeto habitacional de interesse social. Anais do Seminário de História e Tecnologia da Habitação [Em linha], 1. Disponível em: <http://www.aresarquitetura.com.br/downloads/SEHTHAB2008.pdf> [Consult. em 26 de Julho de 2012].

BRASIL, Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento 1991. O desafio do desenvolvimento sustentável: relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Brasília, CIMA.

BRASIL, Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional 2004. Agenda 21 brasileira: ações prioritárias, Brasília, Ministério do Meio Ambiente.

DUARTE, D. H. S. 1995. Avaliação de aspectos de conforto térmico pós-ocupação em habitações na região de Cuiabá, MT. Anais do Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 3, 209-214.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. 1999. Manual de Conforto Térmico, São Paulo, Studio Nobel.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. 2007. Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: Uma abordagem atualizada, Porto Alegre, Coleção Habitare/FINEP.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2012. IBGE Cidades [Em linha]. Brasil: Governo do Estado. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> [Consult. em 1 de Outubro de 2012].

LABAKI, L. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. 1995. Projetos padrão de conjuntos habitacionais de Campinas e seu conforto térmico: análise de possíveis melhorias. Anais do Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 6, 593-598.

OLIVEIRA, C. S; FERREIRA, C. C. M. 2012. Caracterização da direção e velocidade do vento para os meses de agosto de 2010 a julho de 2011 em Juiz de Fora – MG. XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia [Em linha]. Disponível em: <http://www.eventweb.com.br/cbmet2012/home-event/> [Consult. em 15 de Outubro de 2012]

OLIVEIRA, M., FREITAS, H. 1998. Melhoria da qualidade de projeto de obra de edificação: estudo de caso. Revista de Administração Pública, 32, 111-133.

ROMÉRO, M. A.; ORNSTEIN, S. W. 2003. . Avaliação Pós Ocupação, Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social, Porto Alegre, Coleção Habitare/FINEP.

ROMERO, M. A. B. 2001. Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos, Brasília, Ed. Unb.

ROMERO, M. A. B. 2000. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. [livro eletrônico] CopyMarket.com: Projeto. Disponível em: http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf [Consult. em 26 de Junho de 2010].

SILVA, V. G. 2003. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Tese de Doutorado [Em linha]. São Paulo: EPUS. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/49306964/Avaliacao-de-sustentabilidade-escriptorios-brasileiros-Diretrizes-e-base-metodologica> [Consult. em 20 de Agosto de 2010].