



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **ANÁLISE DA QUALIDADE TÉRMICA DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL**

**MSc Thalita Giglio; Dra. Ercília Hirota**

Departamento de Construção Civil – Universidade Estadual de Londrina

e-mails: thalitag@uel.br; ercilia@uel.br

### **RESUMO**

Este artigo apresenta uma análise da qualidade térmica ambiental de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (EHIS) localizados em Londrina – PR. Tem-se como objetivo, a captura de requisitos do cliente para o processo de desenvolvimento do projeto, que satisfaçam às exigências de conforto térmico dos moradores de conjuntos habitacionais. Sabe-se que a qualidade de assentamentos humanos está intimamente ligada ao conforto térmico e ao bem estar do homem, sendo assim essencial capturar requisitos que visem a melhoria dos espaços e que possam atuar como parâmetros para novos projetos. A partir de dois estudos de caso desenvolvidos em conjunto habitacional vertical, o método consiste numa avaliação qualitativa de suas características de projeto que modificam a incidência do sol e o comportamento do vento, segundo Leveratto (1999). Paralelamente a esta análise, faz-se uma avaliação da percepção térmica dos usuários em relação aos espaços abertos, através da aplicação de um questionário. Ao final, realiza-se uma análise acerca dos resultados de percepção térmica ambiental dos usuários e da análise qualitativa do ambiente térmico exterior, identificando, analisando e priorizando os requisitos térmicos do cliente. Com os resultados obtidos nesta análise, as autoras propõem diretrizes climáticas para orientar o desenvolvimento de projetos de EHIS, buscando respeitar as características climáticas regionais e as exigências de conforto térmico dos usuários.

Palavras-chave: Habitação de interesse social - Conforto térmico – Requisitos do cliente – Edifícios verticais

### **ABSTRACT**

This paper presents a thermal comfort analysis in outdoor spaces of low-income housing projects in Londrina, Brazil. The objective is to improve the identification of client's requirements in the design process, in order to satisfy thermal comfort requisites of low-income housing users. It has been proved that human settlements' quality is intimately linked with thermal comfort and users' well-being. For this reason, it is necessary to capture clients' requirements to improve the quality of outdoor spaces, which can also be parameters for new designs. Based on a case study developed in two house-buildings projects, the research method consists of assessing the qualitative effects of design features that modify sun and wind exposure conditions, according to Leveratto (1999). Simultaneously, it was developed an evaluation of the users' thermal perception in outdoor spaces, through a questionnaire survey. Finally, this paper presents a comparison between results of users perception and qualitative analysis in outdoor spaces, identifying, analyzing and prioritizing the final client thermal requirements. Through the results from this research, the authors propose a set of climatic guidelines to orient the design development process of low-income housing, aiming to attend the regional climate features and the users thermal comfort requirements.

Keywords: Low-income Housing, outdoor thermal comfort, vertical building design, client requirements

## **1. INTRODUÇÃO**

Este artigo apresenta um estudo que faz parte do projeto de pesquisa de Gestão de Requisitos e Melhoria da Qualidade na Habitação de Interesse Social (REQUALI). Busca-se analisar as condições de conforto térmico de espaços abertos em empreendimentos habitacionais de interesse social (EHIS), produzidos a partir do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), destinado ao atendimento às famílias com salários que variam de quatro a seis salários mínimos.

A avaliação do conforto térmico de EHIS apresenta-se como um campo de estudo de grande importância para a busca da qualidade de vida em assentamentos humanos, o que inclui a qualidade térmica dos espaços abertos, voltados para o uso coletivo e para a realização de atividades de convívio e lazer. Givoni e Noguchi (2000) e Leveratto (1999) citam que o conforto térmico das pessoas em espaços abertos é um dos fatores que influenciam na quantidade e intensidade com que se realizam tais atividades e em como os espaços são ocupados. Assim, segundo Romero (2001), o projetista é responsável não somente pelas condições térmicas de um ambiente interno, mas também pelo entorno climático exterior.

O Programa de Arrendamento Residencial (PAR) gerido pela Caixa Econômica Federal (CEF) apresenta-se por uma nova maneira de provisão de habitação de interesse social. Pode-se caracterizar alguns dos empreendimentos habitacionais pertencentes ao programa, por condomínios fechados e compostos por blocos verticais de até quatro pavimentos, os quais otimizam vazios urbanos e buscam redução de custos. Neste sentido, avalia-se sob uma nova ótica os espaços externos de empreendimentos habitacionais já que esses se apresentam inseridos no espaço condominial. Os espaços tendem a ser mais valorizados e exigidos pelos moradores pois se apresentam mais seguros e geram custos para sua manutenção. Neste sentido, a questão do conforto térmico dos espaços abertos deve ser pensada com o objetivo de satisfazer as exigências dos usuários e agregar assim, maior valor ao produto edificado.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é propor diretrizes climáticas direcionadas para espaços exteriores de EHIS, a partir da captura de requisitos dos usuários e das condições ambientais, de forma a alimentar o processo de projeto e garantir conforto térmico aos usuários em espaços abertos. É preciso salientar, no entanto, que o foco não está na proposição de parâmetros quantitativos de temperatura ou umidade, baseados nas sensações térmicas dos usuários, ou de medições realizadas no local. Busca-se a partir da percepção dos usuários e de uma análise qualitativa, compreender quais requisitos térmicos devem ser priorizados nos projetos de EHIS para garantir conforto térmico ao usuário em espaços abertos.

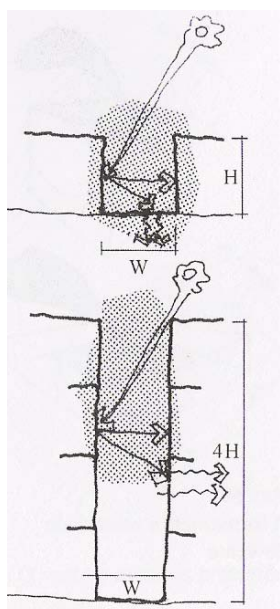
## **3. ANÁLISE QUALITATIVA DAS CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS DE ESPAÇOS ABERTOS**

Várias pesquisas destacam a importância da abordagem bioclimática como critério de planejamento de espaços abertos. Define-se a arquitetura bioclimática como aquela que otimiza, no desenho arquitetônico, as relações energéticas com o entorno e o meio ambiente. Como exemplo tem-se a aplicação de diretrizes como aproveitar o sol no inverno e preveni-lo no verão, ou o uso correto da ventilação para combater a umidade e eliminar o ar quente. (SERRA apud ROMERO, 2001).

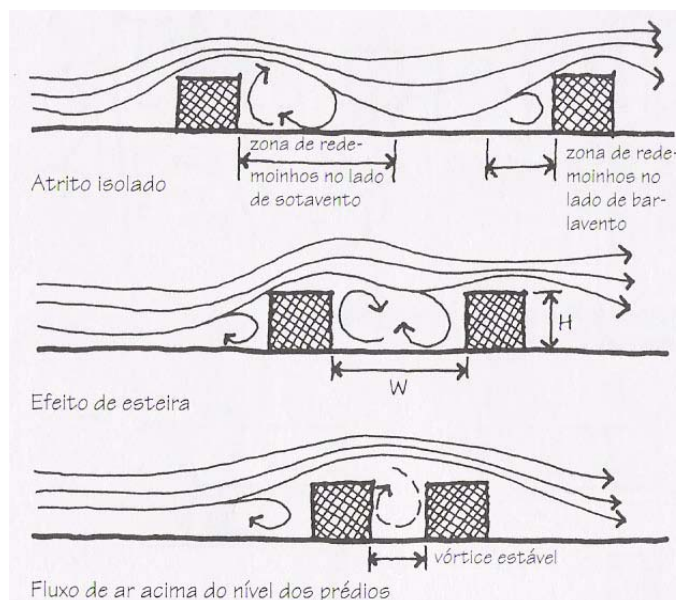
Leveratto (1999) apresenta um método de análise bioclimática considerando três principais variáveis de maior relevância: O tipo de superfície adotada nos espaços exteriores, a geometria das edificações e a vegetação existente. Segundo o autor, estas variáveis são as que mais influenciam o entorno. Em relação ao tipo de superfície, a primeira variável, avalia-se o coeficiente de albedo de cada material, o qual mede sua capacidade de reflexão da radiação solar. Materiais como o asfalto e concreto absorvem mais calor, armazenado durante o dia e liberado no período noturno. O coeficiente de albedo varia de 0,05 a 0,20 para o asfalto e de 0,10 a 0,35 para o concreto. (ROMERO, 2001). A superfície gramada,

arbustos e árvores também apresentam baixo coeficiente de albedo (cerca de 0,2), absorvendo a maior parte da radiação solar incidente. Entretanto a energia absorvida é transformada em energia química por meio da fotossíntese, e também em calor latente ao evaporar-se através do processo da evotranspiração. (RIVERO, 1986). Com isso, a temperatura do ar próximo do solo nas áreas verdes acaba sendo mais baixa nos dias quentes do que em locais asfaltados, fato já comprovado por estudos como o de Rivero (1986) em pesquisa desenvolvida nos Estados Unidos no período de verão.

A geometria das edificações, a segunda variável a ser analisada, influencia diretamente no microclima do local. O posicionamento dos edifícios ocasiona modificações da radiação, da ventilação e umidade. A quantidade de radiação solar que incide no solo pode ser determinada pela altura das edificações e o afastamento entre eles. Desta relação ( $A/L$  – altura do edifício pela largura da via) pode-se determinar a influência da superfície do solo na temperatura do local. Em áreas de alta densidade (relação  $A/L$  maior do que 4) esta influência não é tão expressiva já que a parcela refletida pelo edifício é absorvida acima do nível do solo. Já em áreas de densidade média e baixa ( $A/L$  próxima ou menor do que 1) grande parte da energia refletida atinge o solo, sendo absorvida por ele (ROMERO, 2001). (fig. 1).



**Figura 1 – Comportamento da radiação solar em função da geometria**  
Fonte: Romero, 2001



**Figura 2 – Comportamento do vento em função da geometria**  
Fonte: Brown e Dekay, 2004

Brown e Dekay (2004) apresentam três padrões de ventilação que podem ser identificados entre edificações, segundo seu espaçamento. O “fluxo de ar acima do nível dos prédios” ocorre quando as edificações estão dispostas em fileiras, próximos uns dos outros e perpendicular ao fluxo do vento. Neste caso, a relação da altura do edifício sobre o afastamento entre eles ( $A/L$ ) é maior do que 0,75. O “efeito esteira” ocorre quando a relação  $A/L$  é maior do que 0,40 e menor do que 0,75. Por último tem-se o “atrito isolado”, efeito do vento produzido quando se tem uma relação  $A/L$  menor do que 0,40. Neste caso, o espaçamento entre as edificações é maior do que a soma das zonas de redemoinho causada nos lados de barlavento e sotavento. (fig. 2).

A terceira variável de Leveratto (1999) é compreendida pela quantidade de vegetação existente no local de avaliação. A vegetação está focada principalmente para a quantidade de sombreamento existente no local de análise. Givoni e Noguchi (2000) citam que a disponibilidade de sombreamento em espaços abertos contribui para uma boa utilização pelos usuários.

O emprego da análise qualitativa para avaliar as condições térmicas de um local pode também ser combinada com uma análise baseada na percepção térmica dos usuários. Estudos como o de

Stathopoulos T. et al (2004) revelam uma boa integração dos efeitos da ventilação, radiação solar, umidade e temperatura do ar, com a percepção humana. Neste sentido a análise da qualidade térmica a partir da percepção térmica do usuário pode fornecer parâmetros de conforto térmico.

Para uma avaliação da percepção térmica dos usuários em espaços exteriores, Nikolopoulou, M. et al (2001) afirma que somente uma análise fisiológica humana é inadequada para caracterizar as condições de conforto de espaços abertos. Os autores citam que a adaptação psicológica que inclui as opções de atividades e caminhos a tomar, o estímulo ambiental, a história térmica, e expectativas, também são fatores de grande importância para o entendimento da sensação térmica dos usuários acerca do espaço exterior a que estão submetidos. Sendo assim, para a avaliação da percepção térmica dos usuários deve ser considerado não somente a sua sensação térmica (grau de conforto muito quente, quente, pouco quente,...), mas também os hábitos em relação à utilização de espaços abertos, às expectativas ao mudar para o condomínio, o estímulo para a realização das atividades de lazer, entre outros.

#### **4. METODO DE PESQUISA**

A estratégia adotada para avaliar a qualidade térmica de espaços abertos de EHIS e capturar requisitos relacionados com o conforto térmico de espaços abertos foi o desenvolvimento de estudos de caso de curta duração, aplicados em dois conjuntos habitacionais verticais localizados em Londrina, PR, proveniente do programa de arrendamento residencial (PAR) da Cohab e financiado pela Caixa Econômica Federal.

O método de pesquisa consiste numa análise qualitativa das condições térmicas dos empreendimentos, combinada com uma avaliação da percepção térmica ambiental dos moradores. Nesta análise, capturam-se os requisitos prioritários transformando-os em soluções de projeto através da proposição de diretrizes climáticas para o projeto de EHIS.

##### **4.1 Procedimentos Adotados**

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento dos estudos de caso estão subdivididos em análise qualitativa das condições térmicas do ambiente exterior e análise da percepção térmica dos usuários.

###### *4.1.1 Análise qualitativa das condições térmicas exteriores*

Inicialmente, fez-se uma descrição qualitativa considerando características como altura das edificações, afastamentos, existência de áreas verdes e o tipo de revestimento do solo, os quais foram levantados através de um trabalho de campo e arquivos digitalizados. No trabalho de campo também foi identificado o trajeto realizado pelos moradores no seu dia-a-dia. Esta informação dá subsídio para compreensão se as superfícies adotadas nos espaços de circulação exterior proporcionam conforto térmico aos usuários. Em seguida, a análise da qualidade térmica do conjunto habitacional foi focada para as variáveis mais relevantes a serem abordadas a partir do método de Leveratto (1999). São elas: os tipos de superfícies adotadas, a geometria do ambiente construído e a vegetação.

A análise da superfície foi feita em relação ao coeficiente de albedo dos materiais adotados na área externa do empreendimento. A partir da fundamentação teórica, obtiveram-se os valores de albedo para cada tipo de superfície adotada no empreendimento, entre eles o asfalto, o concreto e a grama.

O estudo da geometria das edificações consistiu na verificação da disposição dos edifícios e sua influência na radiação solar e na orientação dos ventos a sua volta. Em relação à radiação solar, foi feito o estudo de sombreamento promovido tanto no dia de solstício de verão (22 de dezembro) como no de inverno (22 de junho) a partir da determinação dos ângulos de azimute e de altura solar para os seguintes horários: 9h, 12h e 15h. Os ângulos foram encontrados com auxílio da carta solar para a latitude média de Londrina (23°30 S). O traçado do sombreamento foi realizado manualmente, sem o auxílio de uma ferramenta de simulação. A análise da relação da altura do edifício e a largura da via

(A/L) também foi adotada para a avaliação da incidência da radiação solar no solo sob influência da geometria.

O efeito do vento foi avaliado em relação à disposição dos edifícios e das vias, verificando a direção do vento dominante da cidade e estimando os caminhos tomados por ele em função da geometria, segundo Brown e Dekay (2004). A direção predominante do vento em Londrina foi obtida a partir de dados fornecidos pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAPAR). A maior porcentagem de horas de direção de vento foi obtida na origem Leste (L) seguida da origem Nordeste (NE) e Sudeste (SE). Com a análise destas porcentagens para cada mês do ano de 2004 pode ser constatado que independente da condição de verão ou de inverno a predominância ocorreu para a direção Leste.

Por último, a análise da vegetação consistiu no levantamento das áreas verdes existentes a partir da área de sombreamento e de cobertura vegetal.

#### *4.1.2 Análise da percepção térmica ambiental dos usuários*

Foi elaborado um questionário de APO composto por uma avaliação da satisfação térmica dos usuários combinada com uma entrevista exploratória subjetiva, com o objetivo de capturar requisitos dos usuários relacionados ao conforto térmico. Segundo Miron (2002) a captura de requisitos relaciona-se com a transformação das necessidades e expectativas dos usuários em requisitos para o produto.

O questionário aborda questões relacionadas à expectativa, hábitos, grau de satisfação e sensação térmica dos moradores em relação ao espaço exterior. Para o período de verão, adotaram-se as escalas muito quente, quente, pouco quente e confortável, e para o período de inverno as escalas muito frio, frio, pouco frio e confortável. Foram entrevistados 30 usuários de cada empreendimento. Os usuários respondiam o questionário dentro de seus apartamentos, ou eram abordados ao sair do condomínio ou na área de lazer, onde a percepção relativa ao ambiente externo não definia sua sensação térmica momentânea, e sim uma sensação geral a respeito do espaço exterior.

Ao final das análises, buscou-se capturar requisitos relacionados com as questões ambientais e com a percepção dos usuários. A partir do conceito de captura dos requisitos do cliente segundo Miron (2002) fez-se a identificação, análise e priorização desses requisitos, os quais posteriormente foram transformados em diretrizes de projeto.

## **5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

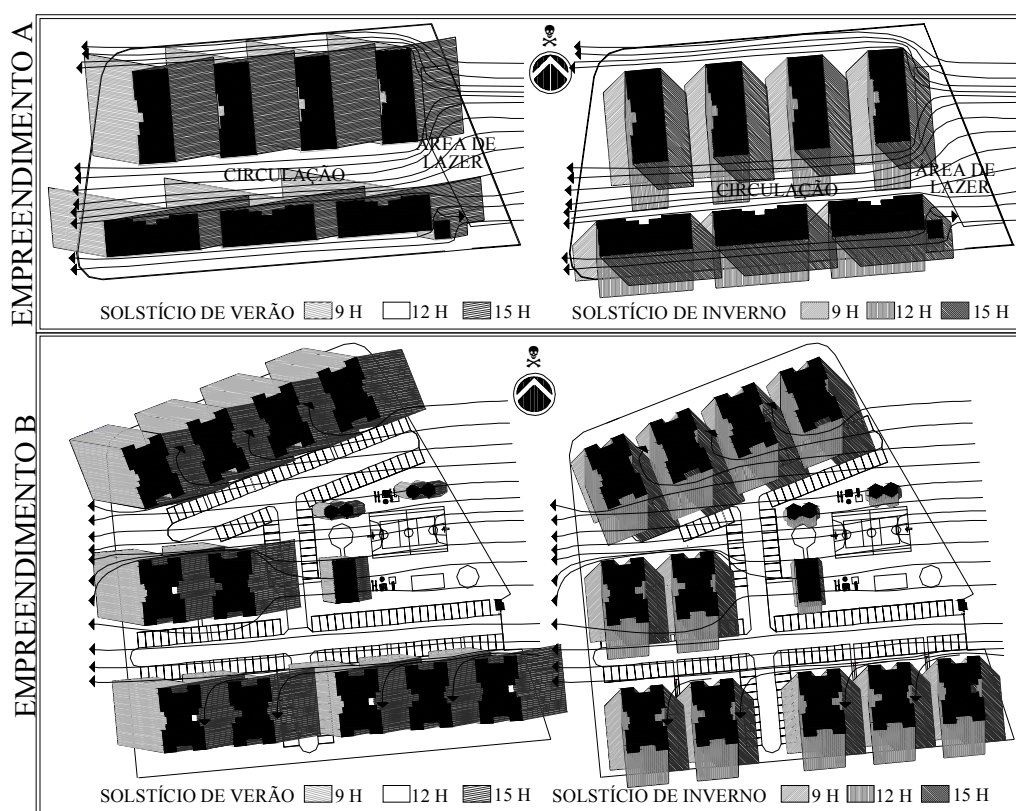
O primeiro estudo de caso foi desenvolvido no empreendimento A<sup>1</sup>, composto por sete blocos de apartamentos, com total de 48 apartamentos. Os espaços abertos correspondem a 76% da área total do terreno. Desta área, cerca de 10% é destinada à área de lazer, composta por playground, e o restante destina-se à circulação de veículos e pedestres, estacionamento descoberto e área gramada. A superfície gramada, com albedo de 0,2, está situada principalmente na periferia do condomínio, ficando as superfícies asfaltadas bem como as áreas cimentadas nas áreas centrais e de circulação dos moradores e veículos. Não existe calçada para trajeto do morador no condomínio, sendo utilizado o asfalto tanto para o deslocamento de pedestres como de veículos, o que faz com que o morador tenha que circular por superfícies compostas por materiais inertes, que armazenam calor devido ao seu baixo valor de albedo e alta inércia térmica. O sombreamento por vegetação é inexistente, assim como coberturas para espaços de convivência. Mudas novas de árvores foram recentemente plantadas em pequena quantidade.

---

<sup>1</sup> Deu-se um nome fictício aos empreendimentos para preservar a sua identidade.

O segundo estudo de caso foi desenvolvido no empreendimento B. Este é composto por onze blocos de apartamentos, com total de 174 apartamentos. Este empreendimento apresenta cerca de 82% da área total do terreno destinado aos espaços abertos. A área de lazer, composta por quatro churrasqueiras cobertas, espaço de convivência coberto, quadra poliesportiva e playground, representa cerca de 15% dos espaços abertos. O restante destina-se à circulação de pedestres e veículos, estacionamento e área gramada.

Resume-se que o diferencial entre os empreendimentos A e B é que este último apresenta maior diversificação de atividades de lazer em espaço amplo, com abrangência para usuários crianças e adultos. A disponibilidade de cobertura para espaços de convivência ocorre também apenas para o empreendimento B. Por outro lado, as soluções de projeto para atender a circulação externa e estacionamento foram as mesmas nos dois empreendimentos. A área asfaltada presente nas circulações de pedestres e veículos se estende para as áreas de estacionamento, sem o acompanhamento por superfícies gramadas. A escassez de sombra promovida por vegetação é visível nos dois empreendimentos, porém, no empreendimento B, verifica-se maior quantidade de mudas de árvores. Complementa-se que os dois empreendimentos apresentam apenas cerca de um ano de ocupação.



**Figura 3 – Influência da geometria na radiação solar e ventilação nos empreendimentos A e B**

Nos dois empreendimentos, a área destinada ao lazer e as vias principais estão orientadas para Leste. Nesta situação, tem-se uma maior exposição à radiação solar, principalmente no verão, com o posicionamento do Sol a pino ao meio dia (fig. 3). Desta forma, o asfalto recebe radiação solar direta ao longo do dia deixando as vias de circulação de pedestres e veículos desprotegidos. O empreendimento A apresenta relação  $A/L = 0,75$  e o B  $A/L = 1,30$ , o que podem ser caracterizados como empreendimentos de média densidade. Assim, o albedo da superfície do solo entre os blocos desempenha papel de grande importância para as condições microclimáticas do local. O solo recebe a radiação solar direta e por reflexão das paredes dos edifícios (absortividade predominante = 0,3). No empreendimento A, quatro dos sete blocos apresentam superfície asfaltada entre os edifícios. Já no empreendimento B, essa superfície apresenta cobertura gramada, o que minimiza a liberação do calor e a elevação da temperatura próxima às aberturas dos apartamentos térreos.

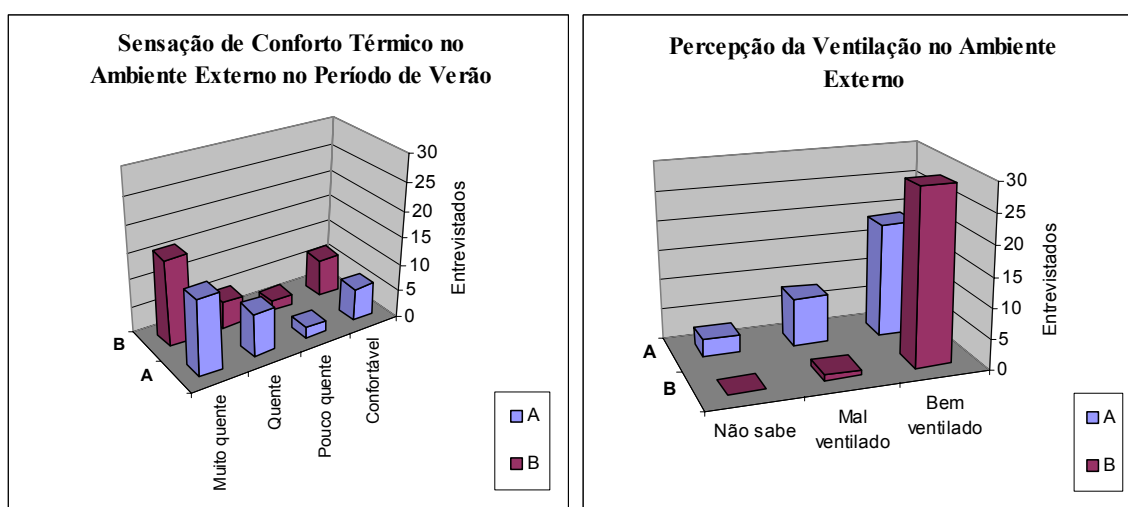


A orientação Leste das áreas de lazer e vias de circulação favorece maior incidência do vento dominante, e promove boa circulação do ar no espaço exterior nos dois empreendimentos (ver figura 3). Apenas entre os blocos de apartamentos o fluxo de ventilação acaba se reduzindo. A partir da classificação de Brown e Dekay (2004) define-se para o empreendimento A o “efeito esteira”, e para o B, “fluxo acima do nível dos edifícios”. A redução do fluxo de vento não compromete a ventilação dos espaços exteriores pois atua apenas entre os edifícios, entretanto ocorre uma diminuição da ventilação no interior dos apartamentos.

Nos dois empreendimentos, foi identificada uma escassez de espécies vegetais que proporcione sombra e que proteja assim, as superfícies asfaltadas contra a radiação solar direta. No empreendimento B foram plantadas algumas mudas de árvores próximas às edificações. Porém, elas estão distantes das vias de circulação e área de lazer. Assim, a área de sombreamento promovida pela vegetação ainda é nula nos empreendimentos, fazendo com que os usuários se abriguem apenas nas sombras dos edifícios, como no caso do empreendimento A, e nas sombras dos equipamentos de lazer, presentes no empreendimento B.

A partir da análise qualitativa pode-se afirmar que os dois empreendimentos apresentam boa condição de ventilação no espaço externo devido à disposição dos edifícios e posicionamento da área de lazer e vias de circulação no sentido leste/oeste. A influência proporcionada pela geometria das edificações favorece o sombreamento entre os blocos de apartamentos mas não garante proteção solar às vias de circulação. Justamente nestas vias, a superfície é revestida por asfalto e não existe a proximidade com arborização. Não se sabe se, apenas a ventilação exterior (eficiente nos dois empreendimentos) é suficiente para suprir a deficiência de sombreamento nas circulações e promover assim boas condições de conforto térmico aos moradores.

As entrevistas realizadas com os moradores proporcionaram o entendimento acerca da percepção térmica em relação ao espaço exterior. Através da análise das entrevistas sabe-se que a maioria dos 60 entrevistados tem a sensação de um espaço externo muito quente (fig. 4). Muitos deles enfatizam a ausência de sombra e vegetação como fatores que contribuem para tal situação. A boa ventilação do espaço externo nos empreendimentos é fortemente percebida pelos usuários e vista como um fator positivo para o espaço externo e para o conforto de seus apartamentos (fig. 5). A vegetação escassa também é um fator de grande percepção ao usuário, visto como um aspecto negativo. (fig. 6).



Figuras 4 e 5 - Gráficos com os resultados das entrevistas com os usuários dos empreendimentos A e B

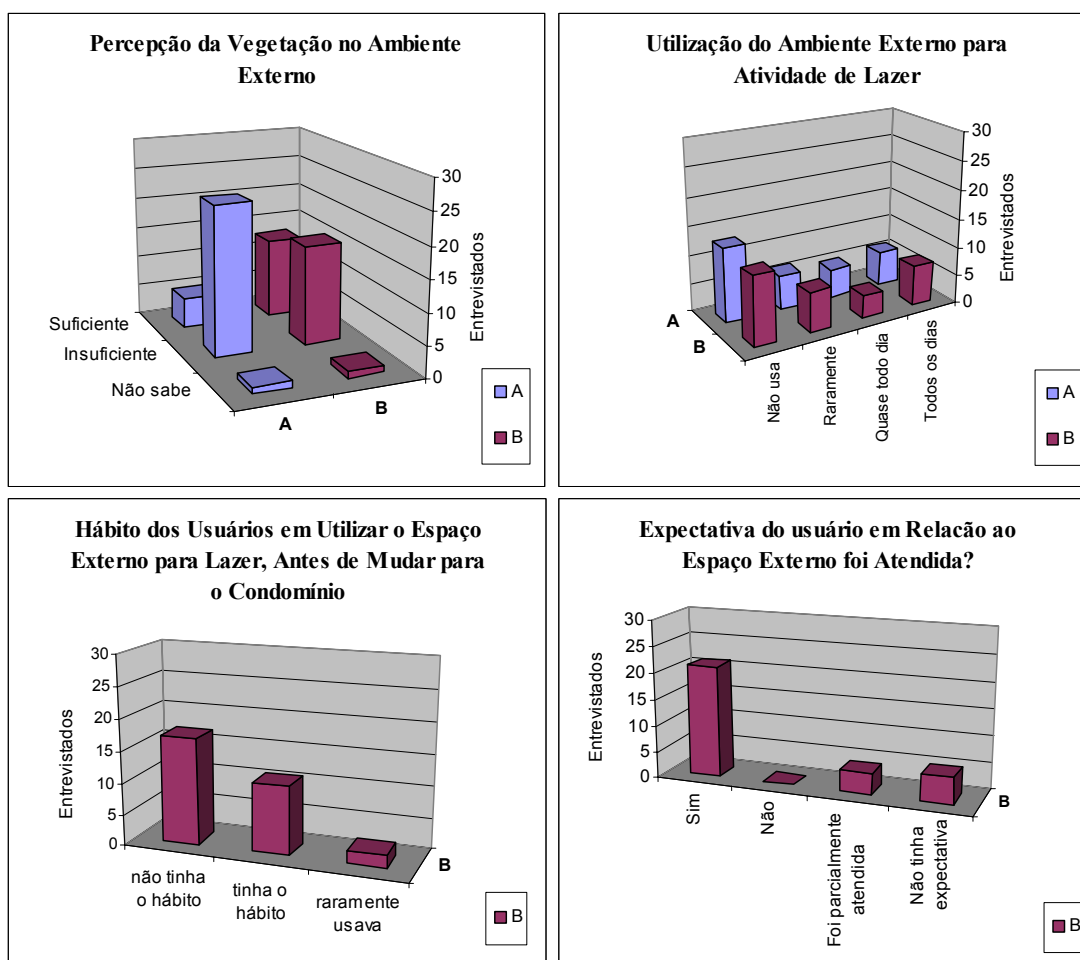


Figura 6, 7, 8 e 9 – Gráfico com resultados das entrevistas com usuários dos empreendimentos A e B

Pode ser observado que mesmo com opções de lazer no empreendimento B, a maioria dos usuários não utiliza o espaço externo (fig.7). Foi observado também que, a maioria dos usuários do empreendimento B, antes de mudar para o condomínio, já não apresentava o hábito de desenvolver atividades de lazer, ficando no interior de suas casas (fig. 8). Esta informação dá subsídio para a compreensão de que a oferta de equipamentos de lazer para adultos e crianças pode não garantir o seu uso a todos os usuários, independente das condições térmicas do local.

Considerando que a maioria dos usuários não utiliza o espaço externo para lazer e sente o espaço muito quente, pode-se dizer que a sensação térmica desconfortável é vivenciada no momento de entrada e saída do condomínio, ao utilizar a circulação exterior. Sendo assim, a preocupação com o conforto térmico não deve somente estar focado nos espaços destinados à área de lazer, e sim nos espaços de circulação e abrigo para veículos.

No gráfico da figura 10, têm-se os requisitos de conforto térmico levantados a partir das entrevistas nos dois empreendimentos. A disponibilidade de arborização para sombreamento foi o requisito mais citado pelos moradores, seguido pela maior oferta de espaços de convivência cobertos (salão de festas, cobertura de sapê), e pela cobertura para veículos. Este último requisito, o terceiro mais citado, apresenta-se como uma necessidade da população não somente pela preocupação com o seu veículo, mas também, devido ao grande desconforto térmico vivenciado ao entrar em um veículo exposto durante algum tempo, à radiação solar direta. Vários moradores responderam que não havia nenhuma mudança relacionada ao conforto térmico que gostariam de fazer. Estes moradores, predominantemente eram os que não usavam o espaço externo, ou usavam raramente, ou ainda, os que não apresentavam o hábito de usá-lo.



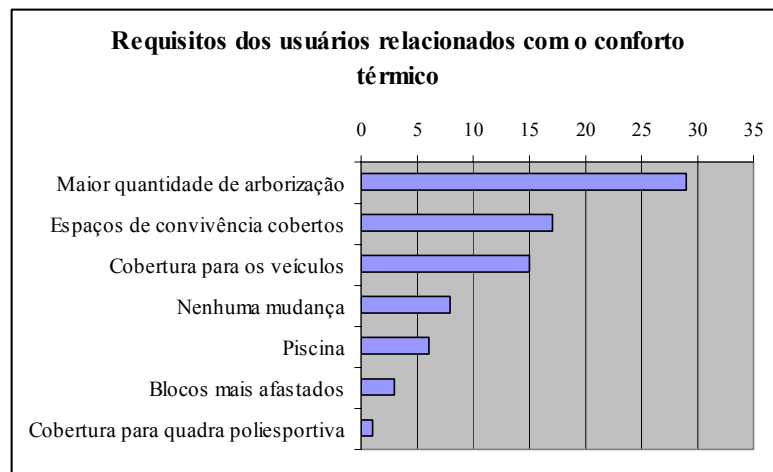


Figura 10 – Gráfico com os requisitos de conforto térmico levantados a partir das entrevistas

## 6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, procura-se responder a questão de pesquisa: Quais são as diretrizes de projeto que devem ser prioritárias no projeto de EHIS? A análise qualitativa combinada com o estudo da percepção térmica humana, propiciou o levantamento de requisitos ligados ao conforto térmico de espaços abertos. Com a definição dos requisitos pode-se pensar em soluções de projeto a partir de diretrizes climáticas, levando em consideração uma grande condicionante que é o custo limitado destinado aos empreendimentos financiados pela CEF. A seguir, têm-se os requisitos priorizados:

**1 - Condicionamento térmico das circulações exteriores para pedestres:** Este requisito não foi citado diretamente pelos moradores. Entretanto, a análise qualitativa demonstrou que não existe um caminho próprio para circulação de pedestre obrigando-o a circular por superfícies inertes, que armazenam calor e que elevam a temperatura do ar. Considera-se que o desconforto térmico dos usuários se deve em parte às circulações desprotegidas. Sendo assim, tem-se como diretriz de projeto para esta situação, o **uso de arborização e cobertura vegetal ao longo da circulação de pedestres**, de forma a proteger o trajeto contra a radiação solar e manter a temperatura do ar mais baixa.

**2 - Espaços de convívio social sombreados:** Segundo requisito mais citado pelos moradores, principalmente do empreendimento A que não apresenta nenhum equipamento de lazer com cobertura. O sombreamento permanente de espaços de convívio torna a área de lazer mais agradável e promove sombra para o local. A diretriz de projeto para esta situação é o **uso de árvores de folha perene e copa alongada nos espaços destinados ao lazer**, que promovam sombra e permitam convivência.

**3 - Adoção de materiais de menor capacidade térmica ao redor dos edifícios.** A superfície do solo ao redor das edificações não deve ser composta por materiais de baixo valor de albedo e alta inércia térmica principalmente quando a relação A/L for menor do que 1. O emprego de materiais de alta capacidade térmica nas proximidades dos blocos de apartamentos eleva a temperatura do ar, onde a massa de ar quente promovida pode ingressar nos apartamentos térreos através da ventilação. Neste sentido, sugere-se como diretriz de projeto o **emprego de cobertura vegetal entre os blocos de apartamentos** para diminuir a temperatura do ar nas proximidades dos apartamentos e minimizar ainda, a reflexão da radiação solar devido ao baixo valor de albedo.

**4 – Condicionamento térmico do estacionamento para veículos.** Este é um requisito de grande importância aos usuários, já que os veículos ficam expostos à radiação solar, sem sombreamento além daquele promovido pelos edifícios por um curto período de tempo. A superfície adotada nas vagas deriva do prolongamento do asfalto das vias, ou seja, amplia-se a área asfaltada, e conseqüentemente, ocasiona o aumento da temperatura do ar. Como diretriz de projeto baseado nas limitações de custo, sugere-se o **emprego de superfícies de baixa capacidade térmica além de árvores para**

### **sombreamento de veículos.**

Todas as diretrizes de projeto para EHIS sugeridas remetem o emprego de vegetação. Além de ser uma solução de baixo custo, sabe-se, de acordo com Rivero (1986) que os vegetais são excelentes condicionadores térmicos, podendo proteger tanto os edifícios quanto os pedestres e veículos, criando um microclima com condições de habitabilidade superiores às dos espaços totalmente livres. Entretanto, esta solução foi pouco implementada no processo de desenvolvimento de projeto nos dois estudos de caso desenvolvidos.

Através de uma abordagem ao Plano Diretor de Londrina (LONDRINA, 1997) pode-se verificar quais são os requisitos ambientais constantes em leis, relacionados com o conforto térmico de espaços abertos e utilizados como requisitos de projeto. Basicamente, Londrina apresenta três requisitos: 1º: As ruas e avenidas devem ter arborização nas duas faces e uma árvore para cada lote ou no mínimo a cada 12 m. 2º: Mínimo de 20% de área permeável. 3º: Espaços livres de uso público, destinado ao lazer e outras atividades ao ar livre, deve representar 15% da área total de um condomínio fechado. O empreendimento B, o segundo estudo de caso analisado neste artigo, apresenta 15% de área destinada ao lazer e porcentagem de área permeável composta por cobertura vegetal, superior à 20%. Entretanto, a sensação térmica dos usuários é desconfortável devido à escassez de sombreamento por arborização. Assim, leva-se ao questionamento quanto ao parâmetro relacionado às áreas verdes em condomínios fechados. Requisitos relacionados com arborização da área de lazer bem como da circulação de pedestres e veículos poderiam ser melhores especificados já que contribuem para o conforto térmico em espaços abertos e para a sustentabilidade ambiental de EHIS.

Como continuidade desta pesquisa, será desenvolvido um estudo de caso em um EHIS que apresenta os requisitos priorizados neste artigo. Assim, faz-se uma validação acerca das diretrizes levantadas em relação à percepção térmica dos moradores do empreendimento.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, Vento e Luz: Estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 415 p.

GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in Outdoor Comfort Research. In: International Conference of Passive and Low Energy Architecture, 2000. Cambridge, UK. **Anais do XVII PLEA**, p.562-564.

LEVERATTO, M.J. Propuesta de un Metodo para Analizar las Condiciones Microclimaticas en Espacios Urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999, Fortaleza. **Anais do V ENCAC**.

LONDRINA. Plano Diretor de Londrina, Prefeitura do Município de Londrina (PML). Instituto de Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL), 1997.

MIRON, L.I. G **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. 2002. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: Understanding the human parameter. In: **Solar Energy**, 2001, v. 70 n°3 p.227-235.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986.

ROMERO, M.A.B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001. 226p.

STATHOPOULOS, T.; WU, H.; ZACHARIAS, J. Outdoor Human Comfort in an Urban Climate. In: **Building and Environment**, 2004, v. 39, p. 297-305.

As autoras gostariam de agradecer ao programa Habitare/Finep, ao CNPq pela bolsa DTI/RHAE, e aos pesquisadores do projeto de pesquisa que auxiliaram na aplicação dos questionários e nas discussões abordadas no artigo.