



## **APLICAÇÃO DE MÉTODO DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA COMO FERRAMENTA PARA INTERVENÇÕES EM CENTROS HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DA RIBEIRA EM NATAL/RN**

**Bianca Carla Dantas de Araújo (1); Rosana Maria Caram de Assis (2)**

(1) EESC/USP, Av. Trabalhador Sancarlense, 400, Centro. CEP.: 13566-590

e-mail: [biancaka@hotmail.com](mailto:biancaka@hotmail.com); [bdantas@sc.usp.br](mailto:bdantas@sc.usp.br)

(2) EESC/USP, Av. Trabalhador Sancarlense, 400, Centro. CEP.: 13566-590.

### **RESUMO**

O aumento da industrialização e urbanização tem afetado o número de construções urbanas e, conseqüentemente, provocado degradações e impactos ambientais. Desta forma, a cidade introduz modificações climáticas, sendo, portanto, o clima urbano um exemplo da modificação do clima local pelo homem. Repensar tal questão hoje é refletir sobre a qualidade de vida na cidade permitindo o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais. Esta pesquisa<sup>1</sup> reporta este fenômeno com a proposta de desenvolver a análise bioclimática do bairro da Ribeira, o qual guarda a história da cidade de Natal/RN, visando a perspectiva de mudança de uso do solo na área. Através da análise qualitativa, pela aplicação da metodologia de Katzschner (1997) e das metodologias complementares de Oliveira (1985) e Bustos Romero (2001), e da análise quantitativa, pelas medições das variáveis ambientais e análise estatística dos dados, foi possível detectar os efeitos da forma urbana sobre as condições bioclimáticas do bairro, principalmente na porção do centro histórico, onde se percebe que a variável velocidade do vento apresentou médias bastante baixas. As propostas de diretrizes bioclimáticas são estabelecidas agora como nova proposta de ferramenta para planejamento urbano.

### **ABSTRACT**

The increase in industrial and housing developments have affected the total number of urban constructions and thereby negatively impacted the local environment. Examining this process we see how man has the ability to change local climate by altering his habitat. We must concern ourselves with this and allow regulations on energy consumption, environmental luxuries as well as urban comfort. This paper supports this phenomenon by examining the environmental comfort conditions in the Ribeira quarter, which holds the history of the birth of Natal/RN, using methods that propose bioclimatic analysis, as tools for urban planning – Katzschner (1997), Oliveira (1985) and Bustos Romero (2001). The findings support our concerns relative to the negative impacts of mans urban expansion and the desperately needed environmental regulations that must be considered in the preservation and revitalization of the Historical Center.

---

<sup>1</sup> Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP.

## 1. INTRODUÇÃO

O grande desafio das grandes cidades é o crescimento e desenvolvimento urbano que proporcione geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes. Esse é o princípio do Desenvolvimento Sustentável, o qual estabelece o meio ambiente como ponto comum e de equilíbrio entre a tecnologia e o progresso, na escala onde a vida acontece: o espaço urbano. A qualidade ambiental contribui para a qualidade de vida nas cidades, portanto, repensar tal questão é refletir sobre o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais.

Salubridade e higiene públicas são conceitos que procuraram relacionar o bem-estar dos usuários ao meio ambiente urbano. Estes termos ao longo dos tempos assumiram novas abordagens e conotações. Hoje, não basta relacionar o meio urbano e suas interações com as necessidades humanas, pois a qualidade de vida está atrelada ao comprometimento com as gerações futuras.

Na segunda metade do século XX, de maneira não prevista, o homem colocou a ciência a serviço da tecnologia e esta a seu próprio serviço, o que produziu crescimento industrial e muito rápida urbanização que aumentou o número de construções urbanas e, conseqüentemente, provocou impactos ambientais. Agora, a visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento é reafirmado, ressaltando os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

O ecossistema da cidade envolve variáveis ambientais que modificam - e também são modificadas - as características físicas desse espaço urbano. Estes termos referem-se ao clima e a forma urbana que estabelecem uma infinidade de combinações no espaço e no tempo. As inter-relações se verificam em múltiplos níveis; por exemplo, o clima afeta diretamente espaços construídos e o homem, e estes, por sua vez, modificam o clima.

De acordo com Katzschner (2004), a qualidade dos espaços abertos, ou seja, do espaço urbano, contribui para a melhoria de vida nas cidades. Portanto, existe um grande interesse público em criar espaços urbanos atrativos. Entre diferentes fatores (como por exemplo, o conforto visual e auditivo, e sócio ambiental) o conforto térmico é um ponto importante. A qualidade urbana é influenciada pelas condições microclimáticas oferecidas aos habitantes, enquanto o microclima, tanto quanto a sensação térmica, têm uma forte inter-relação com o desenho urbano e mostra uma alta variação temporal e espacial.

O ecossistema objeto desta investigação está inserido na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, localizada no litoral oriental do estado, em região de baixa latitude (5°45'54''sul) e, que nos últimos anos, tem passado por um acelerado crescimento urbano, caracterizado tanto pela criação de estruturas verticais em alguns bairros, quanto pela expansão horizontal de sua malha urbana em direção às cidades vizinhas, o que muitas vezes acarreta a ocupação de dunas e devasta sua flora. Este fato provoca alterações no comportamento térmico dos espaços microclimáticos do ambiente urbano e das edificações, pois os atributos da forma urbana têm sido muito modificados.

Suas características climáticas são bastante definidas e constantes, clima quente e úmido, com alta umidade relativa do ar, intensa radiação solar, e amplitude térmica pequena, tanto diária quanto sazonal. Dada sua localização geográfica, em Natal não há quatro estações marcadas, mas duas características épocas anuais com pequenas variações, uma de abril a setembro, e outra de outubro a março.

O período de abril a setembro caracteriza-se por temperaturas do ar mais amenas, umidades relativas do ar mais elevadas, velocidades dos ventos mais intensas e com predominância sudeste com tendências para a direção sul. O outro período (outubro a março) caracteriza-se por temperaturas do ar mais altas, umidades relativas mais baixas, velocidades dos ventos mais baixas e com predominância também sudeste, com tendência na direção leste.

A grande presença de nuvens, ou seja, alta concentração de vapor de água, ameniza a intensa radiação solar direta, mas não permite a reirradiação noturna, o que impede acentuada queda da temperatura e provoca radiação solar difusa bastante intensa. Ainda que a perda de calor por evaporação seja dificultada, a temperatura pode ser amenizada pela movimentação do ar. Variáveis em velocidade, os ventos são quase constantes na direção sudeste (ARAÚJO et al., 1998).

Localizada em uma região baixa de Natal, banhada pelo rio Potengi, cercada por bairros com cotas mais altas, a Ribeira é um bairro antigo à margem do crescimento da cidade no que se refere à alteração em sua configuração urbana. Inserido em área portuária, o bairro da Ribeira basicamente promove atividades de comércio e serviço, além de abrigar galpões e pequenas fábricas. Atualmente revela também uma imagem de abandono e degradação. Alterações no comportamento térmico dos espaços microclimáticos desse ambiente urbano resultam da estrutura urbana já existente e de modificações nos atributos dessa forma urbana, como tipos de materiais, vegetação, densidade, recobrimento do solo, dentre outros.

Segundo Queiroz e Carvalho (1993, p.6), “A história da Ribeira se confunde com a história da cidade de Natal. Muitas vezes o bairro é considerado o berço da cidade, apesar da fundação ter ocorrido na Cidade Alta<sup>2</sup>”. Bairro que guarda a história do nascimento da cidade, considerado, portanto, parte do seu Centro Histórico, a Ribeira revela particularidades que devem ser compreendidas e analisadas, que seguramente fornecerão subsídios na tomada de decisão quanto à importante e inadiável necessidade de preservação e revitalização.

Particularidade interessante, fácil de ser observada, é sua estrutura existente. Observa-se no bairro uma compacta implantação em área baixa da cidade em relação ao nível do mar, com ruas estreitas e transversais ao sentido predominante do vento, edificações e outros elementos morfológicos característicos da cidade de fins do século XIX e início do século XX, além de presença pouco significativa de vegetação, praças e áreas verdes.

A concepção urbana de uma cidade deve levar em consideração o conforto e a salubridade das populações urbanas. O bairro da Ribeira segundo o higienista Januário Cicco (1920) não apresentava esta característica:

Encarando-se, porém, a questão sanitária exclusivamente sobre as condições mesográficas e nosológicas nesta parte da cidade, o higienista não se sente a vontade, considerando que a Ribeira foi edificada de norte para sul, em oposição as correntes dos ventos dominantes e cujas ruas, suficientemente estreitas e irregulares, reclamam providencias reparadoras (CICCO, 1920, p.24).

É nesse contexto que se percebe a importância do estudo do clima urbano em paralelo ao planejamento. “Ao descrever Natal, o higienista destacou especificidades de cada área da cidade, considerando sua climatologia e topografia” (FERREIRA et al, 2000). De acordo com Januário Cicco (1920) pode-se perceber que, na época em que surgiu o bairro da Ribeira, a bioclimatologia humana era vista sob enfoque higienista e as características bioclimáticas da cidade não estavam condizentes com o modelo de implantação urbana idealizado. Desta forma, os autores das propostas urbanísticas a posteriori propuseram a negação à antiga e enferma “cidade colonial”, a introdução de melhorias na cidade existente e o adequado projeto de novos bairros, que hoje vêm a ser os bairros de Petrópolis e Tirol.

De acordo com Queiroz e Carvalho (1993), é necessário intervir de forma a preservar e recuperar a história da cidade, trazer de volta a vitalidade e o movimento desse bairro tão necessários à sua vida sociocultural. É imprescindível a introdução e o incentivo a novos usos, o residencial, por exemplo, fato que tem sido objeto de trabalhos, como Silva (2002). Paralelamente, há imperativa necessidade de alterar o *modus vivendi* do bairro que, com comércios e serviços, apenas enseja um caráter de vida diurna.

---

<sup>2</sup> Bairro da cidade de Natal que está contíguo à Ribeira e em área mais elevada, também onde atualmente encontra-se o “centro comercial”.

Para alterar esse *status quo* e redirecionar o estilo de vida, é imprescindível que a Prefeitura incentive e a Câmara Municipal apoie projetos como Operação Urbana Ribeira – OUR (NATAL, 1997)<sup>3</sup>, através da Lei 4.932/1997, a qual estabelece um conjunto integrado de intervenções visando a recuperação e revitalização do bairro, bem como determinadas transformações urbanísticas, com participação dos recursos públicos, além de programas firmados a partir de um convênio de cooperação técnica entre a Caixa Econômica Federal – CEF, o Governo Francês e a Prefeitura Municipal de Natal – PMN<sup>4</sup>, como o Programa Reabilitar<sup>5</sup>.

Cabe ressaltar que a proposta de (re)inserção do uso residencial em centros históricos não é prática corrente apenas em Natal, mas tem sido cerne de estudos, políticas públicas e iniciativas em várias cidades brasileiras históricas, como Salvador e Recife.

Dada a carência de estudos de casos sobre o aspecto bioclimático em centros urbanos no Brasil, este trabalho reforça a discussão da interferência do espaço urbano nas condições ambientais e em seu microclima. Percebe-se que uma análise bioclimática de um centro histórico muito tem a contribuir no processo de revitalização corrente, fundamentalmente para os usuários.

O objetivo precípuo desta pesquisa, portanto, foi desenvolver uma análise bioclimática do Centro Histórico da Ribeira (objeto de estudo), com vistas à mudança de uso do solo vigente na área, como ferramenta para intervenções nestes espaços urbanos.

## 2. ANÁLISE BIOCLIMÁTICA

O desenvolvimento da pesquisa baseou-se nas seguintes etapas:

- Análise Qualitativa - Desenvolvimento da análise bioclimática da área em estudo através de aplicação da metodologia desenvolvida por Katzschner (1997); e aplicação das metodologias de Oliveira (1989) e Bustos Romero (2001) como forma de complementar a análise proposta pela metodologia de Katzschner (1997);
- Análise Quantitativa - Desenvolvimento da pesquisa de campo, etapa proposta na metodologia de Katzschner (1997), com indicação do planejamento experimental para a coleta de dados;
- Análise Estatística - Desenvolvimento da interpretação dos dados obtidos através das medições das variáveis ambientais;

Foi desenvolvido um levantamento de dados para descrição qualitativa e quantitativa da Ribeira, que partiu da análise bioclimática do bairro segundo aplicação de três metodologias, anteriormente estudadas pela autora, e adaptadas às características locais. As três metodologias (KATZSCHNER, 1997, OLIVEIRA, 1985 e BUSTOS ROMERO, 2001) foram aplicadas para a análise bioclimática da cidade de Natal-RN (ARAÚJO et al., 2000), para um bairro específico da cidade – Petrópolis (COSTA, 2003) e recentemente na praia da Pipa/RN (ARAÚJO et. al., 2003).

Neste trabalho essas três metodologias foram aplicadas simultaneamente, porque elas se complementam, segundo os componentes urbanos e permitem o estabelecimento de análises dos atributos da forma urbana vistos sobre ópticas diferentes, entretanto paralelas. Faz-se, desta maneira, uma análise tanto dos aspectos morfológicos como bioclimatológicos do espaço, de modo a mapear áreas críticas e estabelecer critérios e diretrizes para melhoria do conforto no espaço construído.

O método proposto por Katzschner (1997), que norteia esta pesquisa, chega à identificação de áreas importantes a serem estabelecidas no planejamento urbano, enquanto Oliveira (1985) e Bustos Romero

---

<sup>3</sup> Os bairros da Ribeira e Cidade Alta foram definidos oficialmente no Plano Diretor de Natal de 1994 como áreas de Operação Urbana. A sanção da Operação Urbana Ribeira (OUR) foi obtida em 1997, através da lei nº. 4.932.

<sup>4</sup> O convênio se fundamenta no Programa de Revitalização de Sítios Históricos – PRSH, o qual prevê a inserção do uso misto (residência, comércio e serviço) em prédios situados nos sítios históricos.

<sup>5</sup> Para possibilitar a implementação em nível local está em andamento um projeto de Lei que cria o Programa Reabilitar .

(2001) apenas qualificam os atributos da forma urbana e as constantes bioclimáticas dos espaços, respectivamente. Cabe ressaltar que na metodologia de Katzschner (1997) está prevista a medição de variáveis ambientais.

Ao término de todas as análises foi realizado o cruzamento para sua discussão sob aspectos qualitativo e quantitativo, com análises estatísticas, com vistas a identificar adaptações e melhorias na qualidade de conforto ambiental do espaço, assim como estabelecer elementos que direcionem ou subsidiem a intervenção no Centro Histórico.

A análise estatística foi estabelecida segundo dois momentos: a caracterização dos ambientes de estudo, realizada separadamente, de acordo com o *modelo de planejamento tipo fatorial* e o teste de hipóteses *F-Fisher/Snedeco*; e a comparação dos dados obtidos com estas caracterizações, buscando os objetivos propostos na pesquisa.

O objeto de estudo bairro da Ribeira teve como parâmetros medidos variáveis ambientais, a saber: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos. A medição dessas variáveis foi dividida em duas baterias ocorridas nos dois períodos climáticos característicos da região objeto de estudo. A primeira foi em fevereiro de 2003, representando o período da estação seca, compreendido entre os meses de outubro a março (entre os dias 10 e 14 de fevereiro); a segunda ocorreu no mês de julho de 2003, que representa o período da estação chuvosa, compreendido de abril e setembro (entre os dias de 01 a 07 de julho)<sup>6</sup>.

As medidas (móveis) foram tomadas às 7h, às 13h e às 17h, equivalendo, conforme Araújo; Martins; Araújo (1998), aos horários próximos de menor temperatura e maior umidade (5h) e maior temperatura e menor umidade (13h) durante o dia<sup>7</sup>, sendo o horário das 17h um período intermediário entre os máximos e mínimos. Foram analisados simultaneamente (em cada horário) 6 pontos dentro dos limites do bairro, os quais foram estabelecidos segundo a aplicação das metodologias.

Foi estudado mais um ponto, nesse mesmo limite, com um equipamento que ficou instalado em uma edificação e realizou leituras de 5 em 5 min, durante os dias 01 a 10 de julho (estação chuvosa), da temperatura do ar e umidade relativa do ar, o qual foi denominado neste estudo de “estação fixa”. Outra referência foi a Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional Augusto Severo que serviu de base como uma estação fora da área urbana, cujos dados são do dia 10 a 14 de fevereiro e 01 a 10 de julho, por hora. Os dados da “estação fixa” e da Estação Meteorológica do Aeroporto serviram de comparação na análise estatística dos dados dos 6 pontos analisados no bairro.

Os instrumentos utilizados nas duas baterias de medições móveis foram dois termo-higro-anemômetros digitais de marca *Lutron*, que permitiram medir os valores das variáveis: temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade dos ventos. A direção dos ventos foi verificada com o auxílio de pequenas bússolas e fitas plásticas presas a elas. As medições foram realizadas com os equipamentos a uma altura de aproximadamente 1,20 m, sempre protegidos da radiação solar direta – na sombra.

Outro equipamento utilizado nas medições foi o HOB0 H8 *loggers* da marca *ONSET*. Foi utilizado para registrar a temperatura e umidade relativa do ar, nos dias de 01 a 10 de julho (estação chuvosa). Esse equipamento foi programado para realizar medições de 5 em 5 min de ambas variáveis. Ele foi instalado em uma área externa, no beiral de uma cobertura tipo lanternin, protegido das intempéries, a uma altura de aproximadamente 8m, em uma edificação localizada no que se convencionou chamar de área mais crítica do bairro em estudo. Este ponto ficou estabelecido como “estação fixa”.

Conforme o número de equipamentos existentes (quatro) e o número de pontos (seis), foi estabelecido que as medições seriam realizadas pela própria autora da pesquisa, utilizando dois equipamentos – um

---

<sup>6</sup> O primeiro período apresenta uma amostra de 5 dias enquanto o outro de 7 dias. Essa diferença não interfere nas análises porque foram trabalhadas as médias de cada variável para cada período. Não há peso diferenciado entre eles, ou seja, foram consideradas as respostas médias para cada período característico e não em conjunto.

<sup>7</sup> Vale salientar que o horário de menor temperatura do ar e maior umidade relativa ocorre nos dois períodos por volta das 5h da manhã; mas por disponibilidade esta medição ocorreu sempre às 7h, o que, entretanto, não modifica significativamente os resultados, de acordo com a curva do dia típico para Natal/RN.

medindo a temperatura e umidade e outro a velocidade dos ventos – em um intervalo máximo de tempo de 30 min<sup>8</sup> para deslocamento total de um ponto a outro.

García (1999) apud Costa (2003) afirma que em cidades costeiras, como é o caso de Natal, onde a influência marinha com seu efeito termo-regulador tornam reduzidas as amplitudes diárias, as medições efetuadas durante um certo intervalo de tempo podem ser consideradas simultâneas.

A variável estudada temperatura do ar apresentou um comportamento semelhante em todos os ambientes de estudo – os Pontos, a “estação fixa”, e a estação meteorológica do Aeroporto – com as médias mais baixas nos pontos mais baixos da curva do dia típico para a cidade de Natal, aqui neste trabalho representada por 7h, e as médias mais altas às 13h, ponto mais alto desta curva. A estação seca (período 1) revelou as maiores médias de temperatura do ar, enquanto a estação chuvosa (período 2) as menores. No período 1, os Pontos apresentaram uma média de 30,26 °C e a estação do Aeroporto 29,26 °C. No período 2, nos Pontos a média foi de 26,84 °C, enquanto no Aeroporto foi 27,53 °C. A “estação fixa”, que somente registrou dados no período 2, configurou médias de temperatura consideradas altas (maiores que 26°C) se comparadas com a média *máxima* para o período na cidade de Natal (28,7°C). Pode-se perceber, portanto, que os dados de temperatura do ar no bairro da Ribeira condizem com os da realidade climática da cidade representada pela estação do Aeroporto, apresentando a mesma tendência de comportamento.

Em relação à velocidade dos ventos, o período 1 apresenta menores médias de velocidade dos ventos, enquanto o período 2 as maiores, porém percebe-se que a média encontrada nos pontos são sempre inferiores às da cidade tomadas como parâmetros as da estação meteorológica do aeroporto, sendo nos pontos 1,16 m/s e 1,73 m/s nos períodos 1 e 2 respectivamente, e 3,46 m/s e 4,92 m/s no aeroporto.

Pôde-se observar os pontos 2, 3 e 4 (situados dentro da área mais densamente construída) como os desfavoráveis quanto à ventilação do ar, pois independente do período do ano (fevereiro e julho) estes apresentam comportamentos semelhantes e com baixas médias de velocidade dos ventos (ponto 4, 0,58 m/s), comprovando a sua inserção na massa edificada do centro histórico, e a deficiência na penetração dos ventos neste recinto densamente construído.

A partir da discussão dos resultados desta análise bioclimática urbana da Ribeira, e considerando que no clima quente e úmido a ventilação é essencial para o conforto, identificou-se que o microclima do bairro, principalmente no centro histórico devido a baixas velocidades dos ventos, apresenta condições desfavoráveis. Desta forma, foi possível desenvolver diretrizes de planejamento como ferramenta para a mudança de uso do solo vigente na área, baseadas nos aspectos bioclimáticos.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

#### **3.1 Diretrizes Bioclimáticas**

A partir das análises qualitativas e quantitativas da área objeto de estudo, e ainda como etapa da metodologia proposta por Katzschner (1997), foram indicadas algumas diretrizes de planejamento urbano de acordo com alternativas caracterizadas adequadas ao clima quente e úmido, que devem ser priorizadas, e outras que devem ser evitadas.

Para promover a ventilação, elemento do clima cujas condições são bastante modificadas pela urbanização e que pode ser controlada e modificada pelo desenho urbano, e que tem a capacidade de retirar calor dos ambientes por convecção, deve-se priorizar a rugosidade e porosidade da porção urbana. Estes atributos da forma urbana podem ser trabalhados através da diversidade de alturas das edificações nas porções de maior adensamento onde a penetração dos ventos é dificultada. A porosidade é conseguida com elementos que criem os efeitos adequados de ventilação, como a

---

<sup>8</sup> Segundo orientações da CONSULEST - Consultoria de Estatística do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, este seria o intervalo máximo para evitar distorções nas medições das variáveis, visto que os pontos foram investigados cada um de uma vez.

utilização de áreas verdes e recuos, por exemplo.

Em um clima onde as temperaturas são altas e a amplitude térmica muito baixa, com altos índices de umidade do ar, como o da área objeto de estudo, a minimização dos ganhos de calor deve ser atendida da melhor forma possível para que os efeitos combinados da ventilação possam funcionar. Desta forma, a preocupação com as características térmicas das superfícies, como o albedo, assim como com o sombreamento das mesmas, devem ser tomados como definidores do espaço para que o rigor térmico não seja intensificado e sim amenizado.

O uso de material de alto albedo diminui a quantidade da radiação solar absorvida através das envoltórias dos edifícios e estruturas urbanas e mantém suas superfícies resfriadas. Materiais com alta emissividade são bons emissores de energia de ondas longas e facilmente perdem a energia que tem sido absorvida como radiação de ondas curtas. As temperaturas de superfícies mais baixas contribuem para diminuir a temperatura do ar do ambiente, uma vez que as trocas de calor por convecção de uma superfície mais fria é menor. Tais reduções de temperatura podem ter um impacto significativo no consumo de energia para resfriamento em áreas urbanas, um fato de grande importância em cidades de clima quente (SANTAMORIS, 1997).

A presença da vegetação é papel fundamental em todos os aspectos do planejamento, pois suas múltiplas características e usos permitem que este atributo possa contribuir para a amenidade climática e uma conseqüente ambiência urbana agradável. As árvores, os arbustos e outras plantas menores no seu conjunto constituem elementos da estrutura urbana. Podem caracterizar os espaços da cidade por suas formas, cores e modo de agrupamento; são elementos de composição e de desenho ao contribuir para organizar, definir e até delimitar esses espaços. Desempenham funções importantes para o recinto urbano e para seus habitantes. O tratamento da massa de vegetação proporciona noção de espaço, condição de sombra e de frescor, porém a eficiência depende de sua intensidade, forma, dimensões e localização.

Através destes caminhos pode-se considerar as áreas identificadas na metodologia de Katzschner (1997) trabalhando: as áreas que devem ser protegidas ou melhoradas; áreas importantes para o microclima urbano; e áreas que apresentam más condições climáticas. No bairro da Ribeira estas áreas foram identificadas através da sobreposição de todas as análises desenvolvidas nesta pesquisa – qualitativa e quantitativa. São propostas diretrizes de configuração urbana, como ferramentas de planejamento, que contribuem para adequar o bairro às condições bioclimáticas do clima da cidade ou, mesmo empiricamente, dar subsídios para transformar o microclima do bairro de forma a torná-lo mais agradável do que o entorno, fenômeno que observa-se em cidades como Sacramento (Califórnia) e Sevilha (Espanha).

Primeiramente são identificadas áreas e ambientes a serem trabalhados, de acordo com a categoria de planejamento climático, e em seguida apresentadas as diretrizes, segundo as prescrições características do clima quente e úmido de Natal, priorizando principalmente a ventilação, a minimização do ganho de calor, e a implantação de áreas verdes.

As áreas que devem ser protegidas ou melhoradas por razões climatológicas são aquelas importantes para ventilação, sistemas de circulação local onde o vento penetra na porção urbana. Os recintos que merecem destaque nesta categoria são:

- As praças do bairro;
- Os canteiros das ruas;
- A av. Tavares de Lira;
- Outras áreas.

As áreas que têm condições climáticas negativas com recomendações para melhoramentos estabelecem regiões com baixa ventilação dentro de espaços densamente construídos, ou com ventilação reduzida devido a diferentes efeitos de barreira, além de temperaturas extremas:

- A favela Comunidade do Maruim;
- A área do Porto de Natal;
- **O Centro Histórico;**
- A Área de declive - porção sudeste da Ribeira.

As áreas que são importantes para o micro-clima urbano e as condições de conforto térmico, e para o desenvolvimento de circulações térmicas locais:

- Lindeira do rio Potengi

Na área do **Centro Histórico** propriamente dita, configuram-se características do espaço urbano que não condizem com as condições de conforto para o clima quente e úmido. Exemplifica-se aqui a implantação compacta com ruas estreitas e lotes pequenos, ausência de recuos entre as edificações, e entre elas e o passeio dos pedestres (pouca porosidade), que são bastante estreitos, além da repetição de edificações com um ou dois pavimentos, refletindo em rugosidade muito baixa. Ainda identifica-se a carência de áreas verdes, inclusive no revestimento do solo dos poucos canteiros existentes, e nos terrenos vazios. A orientação das ruas do centro histórico são em oposição aos ventos dominantes e o uso do solo, predominantemente, são indústrias de pesca, comércio e serviços.

Para que se atenda às condições bioclimáticas, no que diz respeito ao clima local, este recinto urbano descrito deve apresentar configuração e características que permitam tirar proveito da ventilação e contribuir para amenizar o ganho de calor pelas superfícies. Como diretrizes bioclimáticas para o centro histórico da Ribeira, a partir dos ambientes da av. Tavares de Lira, as ruas estreitas e a compacidade das edificações, tem-se que:

- Promover uma maior porosidade na av. Tavares de Lira para que o efeito de canalização da ventilação possa ser minimizado, através da utilização planejada de implantação de arborização que possa direcionar os ventos para penetrarem nas ruas perpendiculares, e para isto, por exemplo, localizando as árvores com copas mais densas em algumas esquinas dessas ruas;
- Minimizar o ganho de calor nas ruas mais estreitas do centro histórico, com a implantação de elementos de proteção das fachadas, aproveitando para os passeios dos pedestres, em substituição às marquises existentes - elementos acrescentados aleatoriamente às fachadas originais. Como sugestão estabelece-se o uso do bambu como material para constituir esses elementos, pois suas características térmicas, como baixa inércia térmica são adequadas ao clima do local;
- Promover a rugosidade na Ribeira, através do uso dos terrenos vazios e edificações em ruínas sem valor histórico para o uso de edifícios em altura. Estes edifícios devem ser mais vazados possíveis para não dificultar a ventilação, e o gabarito deve ser estabelecido após estudo detalhado de direção e efeitos dos ventos. Esta diretriz pode ser mais bem avaliada, pois se pode propor também abrir vazios urbanos;
- Estabelecer microclimas diferenciados intra-lotes, na área mais adensada do centro histórico do bairro da Ribeira, através do uso de terrenos vazios e edificações em ruínas para implantação de praças internas, com utilização de arborização e revestimento do solo em áreas verdes e cores de pisos claras. Nestes ambientes propõe-se preservar as fachadas, deixando os acessos à essas praças através dos vãos originais das antigas edificações ali existentes.



### 3.2 Conclusões

A discussão das problemáticas existentes no bairro da Ribeira apresentadas neste trabalho está relacionada com a configuração do espaço urbano e a relação da sua resposta ao meio ambiente.

Identificou-se imprescindível a efetivação de um estudo completo para o bairro da Ribeira, contemplando conjuntamente todas as propostas vigentes, de forma que a análise bioclimática desenvolvida nesta pesquisa contribua no aspecto ambiental, inclusive na identificação de futuros trabalhos científicos a serem realizados.

No desenvolvimento da investigação, a combinação da análise qualitativa e quantitativa (aqui incluída a análise estatística) mostrou-se bastante consistente e apresentou resultados relevantes para subsidiar outros estudos. As metodologias paralelas aplicadas para avaliação do espaço - Oliveira (1985) e Bustos Romero (2001) - complementam o método de Katzschner (1997) com a identificação de diferentes enfoques dos atributos da morfologia urbana. A metodologia proposta por Katzschner (1997) atinge a etapa de diretrizes de planejamento urbano, a partir da identificação das áreas que bioclimaticamente apresentam respostas significativas. Esta etapa foi atingida nesta pesquisa e mostrou-se uma ferramenta relevante, até necessária, para projetos de intervenções em áreas como os centros históricos.

Esta constatação foi identificada quando do estudo dos exemplos dos processos de revitalizações no Brasil que não levaram em consideração os aspectos bioclimáticos importantes principalmente na interface do desempenho das atividades dos usuários. É bem verdade que o parâmetro humano-biometeorológico não foi levado em consideração, porém a constatação de aspectos do microclima, por vez constados como respostas às configurações urbanas, aqui identificados na Ribeira, discorrem sobre as condições de conforto ambiental desfavoráveis em relação ao clima local.

Em relação à configuração do espaço, pode-se identificar a área do centro histórico como local onde os atributos da forma urbana, advindos das características coloniais, estão evidenciados na relação inadequação – aspectos bioclimáticos, no que diz respeito às características de intervenções principais no clima quente e úmido: priorizar a ventilação e minimizar o ganho de calor pelas superfícies.

Este contexto urbano pode ser adequado aos aspectos ambientais discorridos ao longo desta pesquisa, através de ferramentas que disciplinam o espaço, como as prescrições urbanísticas. Um plano diretor específico do centro histórico deve ser desenvolvido levando em consideração, além dos projetos vigentes na área, as diretrizes bioclimáticas, buscando compilar ambientalmente os aspectos fundamentais.

As diretrizes bioclimáticas apresentadas neste estudo servem como ferramentas para possíveis intervenções na Ribeira e incluem mais um aspecto a ser considerado nos processos de revitalizações de centros históricos. O desenvolvimento de possíveis trabalhos nesta linha de pesquisa, como o estudo de prescrições urbanísticas que levem em considerações os itens bioclimáticos, são passíveis de grande contribuição para o processo de mudança de uso do solo e de configuração urbana vigente no bairro da Ribeira.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, Virgínia M. D.; VIDAL, R. D. M.; ARAÚJO, E. H. S.; NASCIMENTO, L. C. ; COSTA, A. D. L. (2000). *Análise bioclimática da forma urbana de Natal*. Relatório de pesquisa. Natal: DARQ/PPPg/UFRN.

ARAÚJO, Virgínia M. D.; SENA, D. C. S. ; ANDRADE, H. D.; MORAIS, M. B. G.; NETTO, P. C.; TRINDADE, S. C. (2003). Análise para gestão do espaço urbano da praia de Pipa/RN. In: Encontro

Nacional de Edificações e Comunidades Sustentáveis, III, 2003, São Carlos. *Anais...* São Carlos:EEESC/USP. CD-ROM.

BUSTOS ROMERO, M. A. (2001). *Arquitetura Bioclimática do Espaço Público*. Brasília: Universidade de Brasília.

CICCO, J. (1920). Como se higienizaria Natal: Algumas considerações sobre o seu saneamento. Natal: Atelier Typ. M. Victorino.

COSTA, A. D. L. (2003). *A influência da forma de ocupação do solo urbano no microclima: uma fração do bairro de Petrópolis em Natal-RN*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2003.

FERREIRA, et al. (2000). Dois olhares duas propostas e uma solução: contribuição para o estudo do meio ambiente urbano em Natal-RN. In: Seminário da História e do Urbanismo, 6, 2000, Natal. *Anais ... Natal*. CD-ROM.

KATZCHNER, L. (1997). Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, IV, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador. p. 49-58.

KATZCHNER, L. (2004). *Methodology for bioclimatic microscale mapping of open spaces*. Disponível em: <[www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P\\_1\\_1.pdf](http://www.geo.uni.lodz.pl/~icuc5/text/P_1_1.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2004.

NATAL (1997). Lei n. 4.932, de 30 de dezembro de 1997. Definiu a Ribeira, assim como o bairro da Cidade Alta, oficialmente como áreas de Operação Urbana no Plano Diretor de 1994. Natal: Prefeitura Municipal do Natal.

OLIVEIRA, P. M. P. (1985). Cidade apropriada ao clima e a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Dissertação (Mestrado) – UNB, Brasília. 1985.

QUEIROZ, L. A. P. C.; CARVALHO, N. G. G. (1993). *Ribeira: Permanência e Renovação*. Monografia (Graduação) – Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 1993.

SANTAMOURIS, M. (1997). Energy and indoor climate in urban environments - Recent trends. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, IV, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador, p.15-24.

SILVA, H. A. (2002). *Revitalização urbana de centros históricos: uma revisão de contextos e propostas: a Ribeira como estudo de caso*. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2002.

## **5. AGRADECIMENTOS**

À FAPESP pelo apoio à pesquisa