

ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES EXTERNOS: o caso de Petrópolis em Natal/RN

Angelina Costa; Virgínia Araújo

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN, Centro de Tecnologia – Campus
Universitário – L. Nova – Natal/RN Cep. 59072-970. Fone/Fax: +55 (xx) 84 2215-3776
e-mail: angelinacosta@pop.com.br

RESUMO

A pesquisa ambientou-se em um bairro de Natal/RN, no litoral nordestino, que tem sua ocupação em parte consolidada e foi projetado considerando-se aspectos ambientais de conforto. Investiga-se como a forma urbana influencia o microclima correlacionando esses dados com a sensação térmica do usuário do ambiente externo. A metodologia aplicada baseia-se em estudos que sugerem a elaboração e análise de mapas da área como topografia, altura das edificações, uso do solo, áreas verdes e tipo de recobrimento, aliados à medição de variáveis ambientais: temperatura e umidade do ar, velocidade e direção dos ventos. Para a análise estatística foram levantados dados em 10 pontos (08 no bairro e 02 em estações meteorológicas), durante 03 períodos, por 04 dias seguidos, nos horários de menor e maior temperatura. Simultaneamente, foram aplicados formulários com a população. A forma urbana apresentou topografia pouco acidentada, diversidade de uso do solo e de altura das edificações com núcleo verticalizado, pouca área verde e terreno praticamente impermeável. A análise estatística evidenciou altas temperaturas e umidades, e direção predominante dos ventos sudeste com velocidade variável. Além disso, quando comparado às estações, o bairro é mais quente e menos ventilado; e a maioria dos usuários sente-se desconfortável com o clima local.

ABSTRACT

The research was carry out in a district of Natal/RN, in the coastal Northeastern. It has an partially consolidated occupation and was projected considering comfort aspects. The study assesses the influence of the urban form on the microclimate and it correlates these variables with the outdoor thermal comfort. The adopted methodology consists of the elaboration and analysis of maps with different types of data, such as topography, height of the constructions, land use, green area and type of covering. The approach also combines the measurement of ambient variables: temperature and air humidity, wind speed and direction. The statistic analysis was realized with data from 10 different places (08 in the district and 02 in meteorological stations), which were measured during 03 periods and for 04 continuous days, during the occurrence of maximum and minimum temperatures. Simultaneously, the thermal comfort of the population was assessed through questionnaires The urban form presented shallow topography, diversity of land use, height of buildings with verticalized core, little green area and impermeable land. The statistic analysis evidenced high temperatures and humidities, predominance of Southeast wind and speed variations. When compared with the data of weather stations, the suburb is warmer and less ventilated; the majority of the users felt uncomfortable.

1. INTRODUÇÃO

A construção de ambientes urbanizados ocorre diariamente pela ação antrópica através da substituição do ecossistema natural por estruturas artificiais, seja com retirada da vegetação nativa, alteração no relevo (cortes e aterros), impermeabilização dos solos por meio da pavimentação, ou criação de estruturas complexas como edifícios verticais e/ou horizontais.

Esse processo contínuo ocasiona impactos ambientais em vários níveis, deteriorando principalmente a qualidade do ar e do clima, o que representa uma diminuição na qualidade de vida da população. A principal evidência das alterações climáticas provocadas está na elevação da temperatura do ar, que vem sendo estudada pela climatologia urbana e tem atraído a atenção da sociedade que vive hoje em ambientes urbanizados sendo, portanto, agente ativo e passivo dessas mudanças.

Além do aumento na temperatura, o clima urbano, clima próprio das áreas urbanas, é caracterizado pela diminuição da umidade relativa, uma maior nebulosidade e precipitação, e diminuição da velocidade do vento além do aumento da turbulência.

O presente trabalho é parte de uma dissertação de mestrado que investigou por meio de uma análise bioclimática, a maneira como a forma urbana influencia nas alterações climáticas da cidade e correlacionou os resultados encontrados com a sensação térmica do usuário do ambiente externo; a fim de identificar áreas prejudicadas em relação ao clima e gerar parâmetros de conforto térmico, contribuindo assim para um planejamento urbano ambientalmente controlado.

Considera-se o tema importante também pelo fato da cidade de Natal ser divulgada dentro do âmbito do turismo, uma de suas principais atividades econômicas, como tendo um clima agradável e brisa constante. Daí o interesse e a necessidade em preservá-lo com essas características.

A cidade do Natal está localizada no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, às margens do Oceano Atlântico, em uma região de baixa latitude; tem o clima do tipo quente e úmido, topografia pouco acidentada e altitude média de 18m (Figura 01).

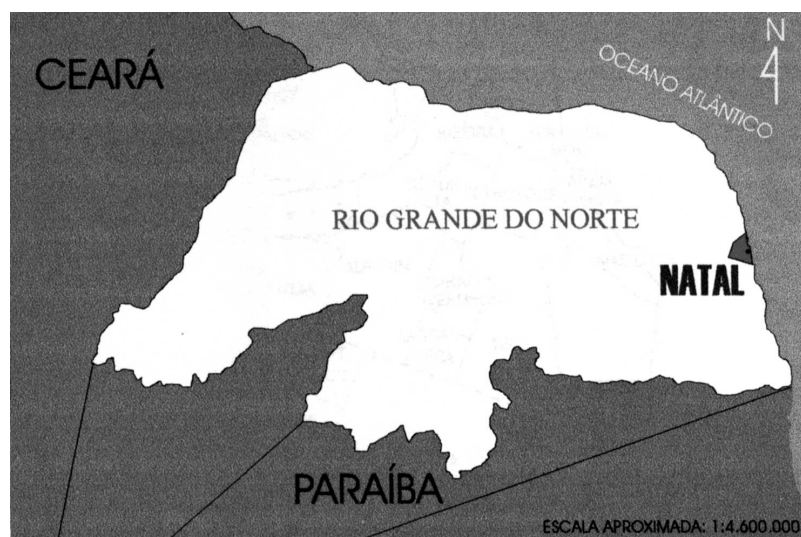


Figura 01 – Localização de Natal no estado do RN

A exemplo de outras cidades de médio porte, Natal passa por um acelerado crescimento urbano, caracterizado pela criação de estruturas verticais em alguns bairros e pela expansão de sua malha urbana em direção às cidades vizinhas (ARAÚJO; ARAÚJO; COSTA, 2000).

A pesquisa ambientou-se no bairro de Petrópolis (Figura 02), que tem sua ocupação em parte consolidada e foi escolhido, dentre outras razões, por ter sido projetado levando-se em consideração aspectos ambientais de conforto.

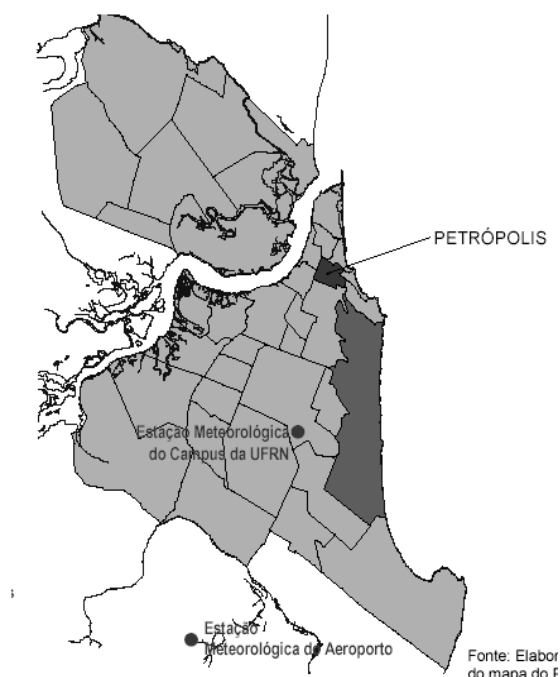


Figura 02 – Mapa da cidade de Natal/RN destacando o bairro de Petrópolis

2. METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia aplicada baseou-se nos estudos de KATZSCHNER (1997) e OLIVEIRA (1988) que sugerem uma análise físico-ambiental com a elaboração de mapas de topografia, altura das edificações, uso do solo, áreas verdes e tipo de cobertura do solo, para superposição e identificação de pontos para medição, que foram definidos e analisados com base em BUSTOS ROMERO (2001); e uma análise quantitativa com aferição das variáveis ambientais (temperatura e umidade do ar, a velocidade e a direção dos ventos) nos pontos escolhidos.

Para a análise quantitativa/estatística foram levantados dados em 10 pontos distintos sendo 08 no bairro e 02 fora dele, em estações climatológicas, durante 03 períodos (agosto/2000, janeiro/2002 e junho/2002), por 04 dias seguidos em cada período (de domingo a quarta-feira), nos horários de menor e maior temperatura para a cidade, 06h e 13h respectivamente, de acordo com ARAÚJO, MARTINS ARAÚJO (1998). Utilizaram-se nas medições 04 termohigroanemômetros digitais, e simultaneamente foram aplicados formulários com a população de passagem nas proximidades dos pontos investigados, totalizando 171 formulários válidos.

Procurou-se localizar os pontos de medição próximos dois a dois (em virtude da quantidade de equipamentos disponíveis) espalhados por toda a extensão do bairro em lugares com características físicas distintas¹ (Figura 03).

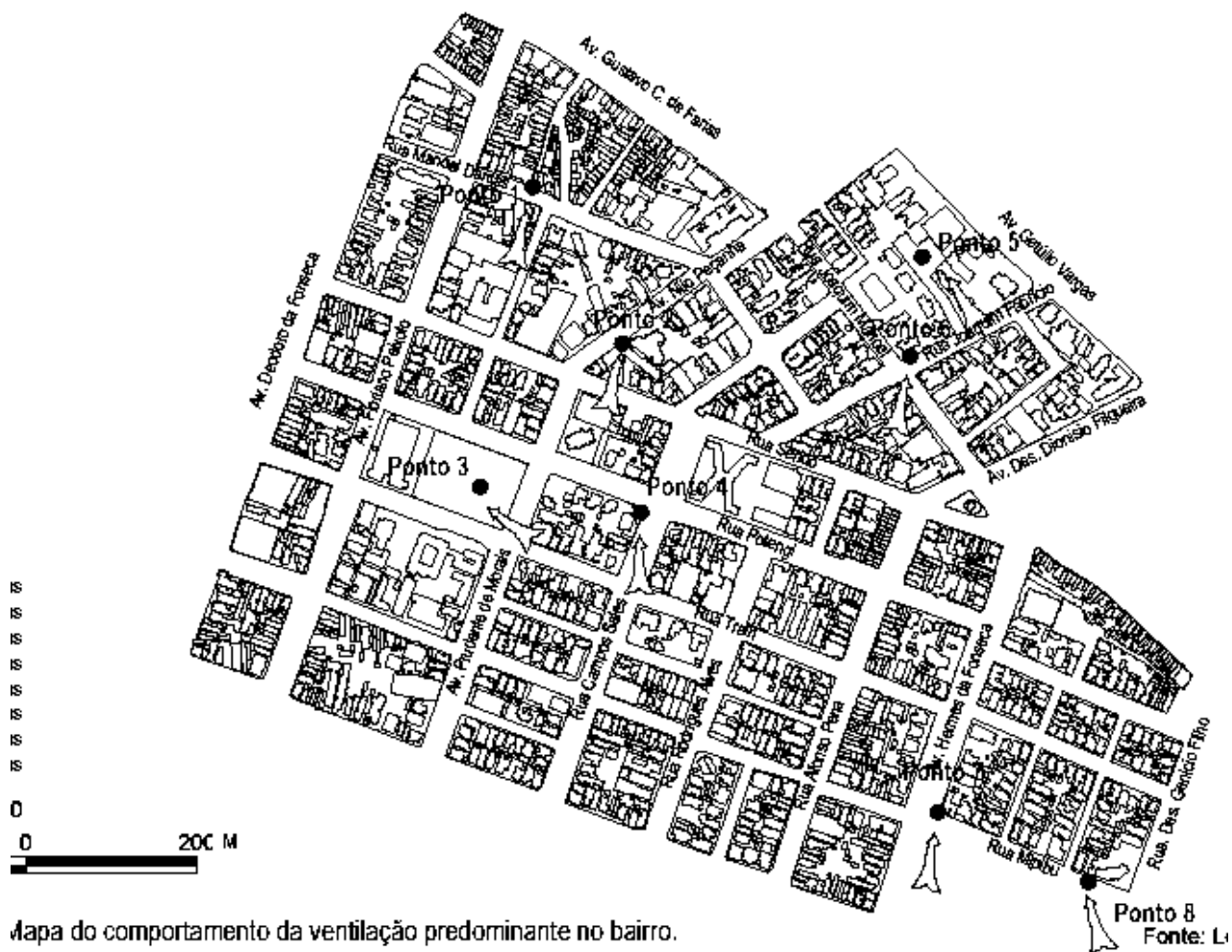


Figura 03 – Mapa do bairro de Petrópolis com localização dos pontos de medição

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Análise físico-ambiental

Os mapas foram elaborados no programa Arc View por meio de bases cartográficas e fotografias aéreas atualizadas por visitas *in loco* observando-se os fatores que influenciam na modificação do clima como a

¹ Os pontos 1, 4, 6 e 7 não estão localizados nas esquinas, como pode aparentar o mapa (devido a sua escala), mas em um dos lados do cruzamento, a pelo menos 10m das mesmas.

localização e o tamanho do bairro, a densidade da área construída, a cobertura da terra, a altura dos edifícios, a orientação e largura das ruas, a subdivisão dos lotes para construção, etc.

Constatou-se que grande parte do bairro está entre 30m e 40m acima do nível do mar, formando um grande platô. Este fato constitui-se num aspecto que predispõe o sítio urbano a melhores condições climáticas, principalmente no que se refere à ventilação (VIDAL, 1991). Além disso, sua trama, do tipo xadrez, facilita a passagem do vento uma vez que está corretamente orientada em relação à direção predominante do vento.

O bairro apresenta os mais diversos tipos de uso (residencial, comercial, serviço e institucional), além de alguns terrenos vazios, embora o uso residencial seja ainda o mais freqüente. A mudança de uso do solo tem sido freqüente e preocupa já que geralmente residências unifamiliares cedem lugar para edifícios multifamiliares/comerciais, o que aumenta os emissores de calor e a atividade antrópica.

Petrópolis possui também grande diversidade de altura, apresentando desde edificações térreas até edificações com mais de 20 pavimentos. É um dos bairros mais verticalizados da cidade, o que sobrecarrega a infra-estrutura, principalmente viária, evidenciada pela falta de estacionamento. Identificou-se ainda que o bairro tem, em sua porção Norte, um núcleo verticalizado, predominando aí edifícios residenciais de luxo.

Verificou-se ainda a grande deficiência de vegetação no bairro, pois a maior parte dela encontra-se nos canteiros centrais, e nos terrenos que abrigam edificações verticais quase inexistente área verde. Além disso, praticamente inexistente solo nu no bairro, já que quase todo o terreno encontra-se impermeabilizado seja pela pavimentação ou por construções. Outro aspecto importante é que todas as vias do bairro são dotadas de pavimento, sendo, portanto, impermeáveis às águas pluviais e grandes emissoras de calor.

3.2. Parte Quantitativa/ Estatística

Esta análise dividiu-se em 2 partes. A primeira abordou os dados ambientais gerados pelas medições, a segunda tratou dos dados fornecidos pelos formulários. Inicialmente foi feito um ajuste das curvas diárias de comportamento determinadas por ARAÚJO; MARTINS; ARAÚJO (1998) que, por meio de fórmulas matemáticas permite que os dados máximos e mínimos obtidos nas medições das variáveis ambientais sejam transformados em medidas horárias para cada dia de medição. Os dados dos formulários também foram substituídos por valores numéricos e para que isso fosse possível foram adotadas diversas escalas correspondentes. A análise estatística foi elaborada, no software Statística com o auxílio da consultoria de estatística do Departamento de Estatística da UFRN – CONSULEST.

A temperatura média do ar nos pontos no bairro variou de 26,7°C a 28,2°C, ficando com a média em torno de 27,6°C. A umidade foi sempre elevada, com média de 74%; a direção predominante dos ventos foi Sudeste e velocidade do ar também foi bastante variável (entre 0,14m/s e 2,99m/s). Se comparados aos dados das estações meteorológicas, ambas em áreas menos urbanizadas, o bairro é mais quente, seguido do Campus e do Aeroporto como mostra a tabela 1. Vale ressaltar ainda que durante as medições o regime pluviométrico foi maior na cidade, fato que foi explicado pelos meteorologistas e registrado em periódicos locais; e certamente influenciou nos resultados encontrados.

Tabela 1 – Dados comparativos das regiões de medição

Região	Temperatura média do ar	Umidade relativa média
Bairro	27,6°C	74%
Campus UFRN	25,2°C	86%
Aeroporto	25,7°C	82%

Analisando-se os formulários tem-se que: 46,2% dos entrevistados foram homens e 53,8% mulheres, o que implica em ter-se uma amostra bastante equilibrada, mesmo não tendo sido escolhida de forma intencional. A maior parte dos entrevistados tinha entre 25 e 34 anos (31%), seguido por aqueles da faixa etária imediatamente anterior (18-24) que corresponderam a 22,2% e imediatamente posterior (35-44) que somaram 21,6%. Dos entrevistados, 26,3% foram classificados como magros, 57,3% como normais e 16,4% como gordos. Houve um predomínio de pessoas que estavam sentadas (46,85%) seguida pelas que desenvolviam atividade média - de pé (19,3%), estavam paradas/ em pé (14%) e estavam andando (15,2%). Já em relação à vestimenta foram encontradas diversas combinações, em sua maioria adequadas ao tempo do momento, que geraram índice de resistência térmica predominantemente entre 0,2 e 1,4 clo.

A sensação térmica, que era o questionamento central do formulário, apresentou respostas muito variadas, desde sensações do tipo “muito frio” a “muito quente”, embora a maioria das pessoas entrevistadas estivessem se sentindo confortáveis no momento da entrevista (Tabela 2).

Tabela 2 – Sensação Térmica

Sensação	Qdade. Pessoas	Porcentagem
Muito frio	7	4,1%
Frio	33	19,3%
Confortável	75	43,9%
Quente	40	23,4%
Muito Quente	16	9,3%

Em busca dos fatores que influenciaram nesta resposta foi feita uma análise de regressão múltipla onde a resposta “sensação” sofreu o efeito dos regressores: idade, sexo, metabolismo, vestimenta e massa corporal (magro, normal e gordo). Verificou-se que dentre estes fatores quem mais influenciou foi o metabolismo e a característica e quem menos influenciou foi a roupa. Também não foram encontradas correlações significantes entre ponto de medição e resposta “sensação”, bem como entre ponto, período, dia e “sensação”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que é necessário se atentar para o crescimento urbano do bairro, propondo-lhe alternativas que minimizem os impactos ambientais já causados pela urbanização como esgotamento da estrutura viária, escassez de área permeável e aumento da área exposta à radiação; e impeçam o agravamento problemas como o aumento da temperatura do ar. Assim sendo, foram definidas áreas a serem melhoradas no que diz respeito à vegetação, permeabilidade dos ventos e densidade (áreas A, B e C), ou observadas devido ao grande número de terrenos vazios e à localização de instituição que sobrecarrega a infra-estrutura viária e protegidas por serem importantes para a manutenção da ventilação urbana conforme consta na figura 04.



Figura 04 – Mapa de Análise Dinâmica

Através de análise estatística foi possível determinar uma faixa limite de conforto térmico para a temperatura e para a umidade relativa do ar, como vê-se na tabela 3.

Tabela 3 - Faixas-limite de conforto térmico encontrados

VARIÁVEL AMBIENTAL	FAIXA LIMITE DE CONFORTO
Temperatura do ar	De 24,2 ^o C a 30,4 ^o C
Umidade relativa	De 67% a 89%

As variáveis velocidade e direção dos ventos são muito suscetíveis a variações. Em relação à primeira é impreciso determinar-lhe uma faixa limite de conforto, já que os dados variaram de 0,14m/s a 2,99m/s). Por outro lado, a direção predominante dos ventos é de aproximadamente 177 graus, dentro do quadrante Sudeste.

A velocidade sofre influência de muitos fatores e a sua direção é modificada localmente por barreiras físicas naturais e/ou artificiais, o que implica em sugerir que não se adote um padrão, mas se façam observações *in loco* quando se necessitar utilizar alguma dessas variáveis.

Concluindo, propõem-se ações a serem incentivadas no bairro como um todo, como:

- a implantação de arborização bem planejada e a manutenção de área permeável obrigatória dentro dos lotes
- o incentivo à utilização de recuos generosos entre as edificações que permitam a circulação da ventilação e a penetração (indireta) da luz natural no ambiente interno
- a observação do entorno e principalmente a adequação da arquitetura ao clima com suas peculiaridades locais e o cuidado na aprovação de novos empreendimentos no bairro que possam impactar o conforto térmico
- ampliação e efetivação de programas de Educação Ambiental

Enfim, é preciso preparar o bairro e a cidade para um futuro com qualidade ambiental, procurando-se controlar seu crescimento, e é com este tipo de preocupação e cuidado que tem que ser vista uma cidade como Natal, ainda tão cheia de encantos e possibilidades que conservarão ou não, dependendo do que fará cada um dos cidadãos.

Vale, portanto, enfatizar o importante papel, não só do Poder Público, mas principalmente da população local no envolvimento com as questões relativas ao meio ambiente urbano e no cuidado para com este. A conservação do meio ambiente depende de cada cidadão, já que diretamente são eles que produzem lixo e esgotos, que poluem o ar com a fumaça dos veículos e que consomem cada vez mais recursos para construir suas casas e tudo o que os cerca. Enfim, são eles que produzem o que se chama de padrão (in)sustentável de consumo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Eduardo H.S., ARAÚJO, Virgínia M.D., COSTA, Angelina D. L. Forma Urbana e climatologia em Natal-RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, Salvador, 2000. *Anais...* Salvador: FAUFBA, ANTAC, 2000. p.1282-1289.
- ARAÚJO, E. H. S., MARTINS, T. L. F., ARAÚJO, V. M. D. (1998) *Dias típicos para o projeto térmico de edificações em Natal - RN*. Natal: EDUFERN.
- BUSTOS ROMERO, Marta Adriana (2001). *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: UnB, 226p.
- KATZCHNER, L. (1997) Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador. *Anais*.FAUFBA, ANTAC. p. 49-58.
- OLIVEIRA, Paulo Marcos de. (1988) Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.
- VIDAL, Roseane D. M.(1991) Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal. Brasília. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.