

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP**

**RELATÓRIO DE CONSULTA**

**TÍTULO DO PROJETO:** “Clima Urbano e Planejamento”

**RESPONSÁVEL PELO PROJETO:** Professora Denise Helena Silva Duarte

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Geraldo Gomes Serra

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Arquitetura de Urbanismo – USP

**PARTICIPANTES DA ENTREVISTA:** Denise Helena Silva Duarte

Geraldo Gomes Serra

Júlia Maria Pavan Soler

Carlos Alberto de Bragança Pereira

Regina Passoni Bindi

**DATA:** 28/03/2000

**FINALIDADE DA CONSULTA:** Avaliação de análises realizadas e sugestão para novas análises

**RELATÓRIO ELABORADO POR:** Regina Passoni Bindi

## **FICHA TÉCNICA**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (1987). Estatística Básica. 4.ed. São Paulo: Atual. 320p.

### **PROGRAMA COMPUTACIONAL UTILIZADOS:**

Excel for Windows (versão 2000).

## **1. INTRODUÇÃO**

As interações entre diferentes tipos de ocupação urbana e variáveis que influenciam a sensação de conforto térmico, motivaram este estudo que visa estabelecer uma correlação numérica entre as variáveis “temperatura e umidade do ar” e índices urbanísticos que condicionam o microclima das cidades, tais como taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, existência de áreas verdes e corpos d’água, área pavimentada na cidade de Cuiabá.

## **2. DESCRIÇÃO DO ESTUDO E DAS VARIÁVEIS**

A coleta de dados climáticos foi feita na cidade de Cuiabá nos anos de 1998 e 1999 nas duas estações do ano mais significativas para a região (secas e chuvosas). Foram seis dias de medições, nas estações seca e chuvosa, sendo que em um dos dias as leituras foram feitas hora a hora, das 8h às 20h, e nos cinco dias restantes, às 8h, 14h e 20 h, que coincidem com os horários das estações meteorológicas oficiais. Essa coleta foi feita simultaneamente em sete bairros. Cada bairro foi escolhido de modo a representar um índice urbanístico. Por exemplo, um tem alto coeficiente de aproveitamento, outro muita área verde, etc.

A variável temperatura foi medida em graus Célsius e umidade do ar em UR% e  $U_{abs} \text{ g/m}^3$ .

Os índices urbanísticos foram quantificados em cada um dos sete pontos de medição das variáveis climáticas. Dependendo do índice eles podem ser adimensionais, como coeficientes de aproveitamento, percentuais, como a taxa de ocupação, e os demais, como

áreas verdes, superfícies pavimentadas ou cobertas por água, foram levantados em unidades de área (metros quadrados).

O “tráfego de veículos” pode influenciar na temperatura e umidade em determinados horários, principalmente em um dos bairros onde ele é mais intenso, o que significa que a temperatura e umidade podem ser maiores em um período do dia do que em outro devido o efeito do tráfego que é mais intenso durante um período do dia. Esta influência do tráfego é menos intensa, por exemplo no bairro do Horto Florestal em que o tráfego é menos pronunciado.

Os índices urbanísticos foram levantados para cada ponto de medição, em uma área de 25 hectares, através de dados do Cadastro Imobiliário da Prefeitura, fotos aéreas e pesquisa de rua.

Os dados do estudo podem ser estruturados considerando:

- Fatores / Variáveis Explicativas (Independentes)
  - Horário do dia em três níveis, 8,14 e 20 horas
  - Variáveis urbanísticas: taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, existência de áreas verdes e corpos d'água, área pavimentada
- Variável Resposta (Dependente)
  - Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
  - Umidade (UR% e  $U_{\text{abs}} \text{ g/m}^3$ )
- Unidades Observacionais
  - Sete bairros da cidade de Cuiabá.

As variáveis resposta foram avaliadas nos bairros em 6 dias. Como as variáveis urbanísticas não se alteram temos múltiplas observações (6) de temperatura e umidade para cada bairro.

### **3. SITUAÇÃO DO PROJETO**

As observações já foram feitas na cidade de Cuiabá, foram calculados coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para cada variável, a fim de verificar se há correlação entre diferentes tipos de ocupação urbana e variáveis que influenciam a sensação de conforto térmico. Foram também construídos gráficos de regressão linear simples, relacionando a variável temperatura com o índices urbanísticos.

No delineamento, os pontos de coleta, ou seja, as regiões, foram fixadas pela pesquisadora ( não houve aleatorização na escolha), possivelmente, por serem heterogêneas quanto a aspectos urbanísticos. Deve-se tomar cuidado ao tentar usar tais pontos como representativos de Cuiabá. Vale ressaltar também que há replicação ao se observar a variação da temperatura e umidade ao longo de seis pontos de acordo com a região, horário e estação do ano.

Os dados não foram considerados como amostras e sim como observações pontuais das variáveis urbanísticas de cada região, pois os bairros (7 regiões de Cuiabá) não foram escolhidos aleatoriamente. Este fato, aliado ao grande número de variáveis urbanísticas consideradas, fazem com que o caminho a se seguir na análise seja tratar os dados sob um contexto descritivo, mais do que inferencial.

A idéia de se fazer uma regressão múltipla, onde Y seria a temperatura e as variáveis preditoras X seriam definidas como medições para os índices urbanísticos, como sugerido pela pesquisadora, merece cuidado, já que seriam sete pontos (7 regiões de

Cuiabá) para um número muito grande de variáveis urbanísticas e suas possíveis interações.

Os gráficos de regressão construídos pela pesquisadora dão uma noção da relação entre variáveis urbanísticas e conforto térmico. Os gráficos estão corretos, porém, o eixo da variável dependente (ordenada) está trocado com o da variável independente (abscissa), podendo dificultar uma interpretação dos resultados de um possível ajuste de regressão. Foram calculados (também com eixos invertidos) coeficientes de correlação para taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, porém, estes cálculos podem ser mantidos, pois os resultados dos coeficientes não se alteram invertendo os eixos (maiores detalhes sobre tais análises podem ser encontrados em: Bussab e Moretin (1987)).

As conclusões que serão tiradas do trabalho não poderão ser generalizadas (inferidas estatisticamente) para outras regiões. Cabe à pesquisadora, com seus conhecimentos, decidir até onde outras regiões podem ser consideradas iguais (ou seja, iguais ou com diferença desprezível em relação aos fatores estudados, assim como, quanto a fatores externos que possam interferir nos resultados do estudo) à estudada (Cuiabá). Os resultados só poderão ser generalizados para cidades (regiões) consideradas "iguais" a Cuiabá.

#### **4. SUGESTÃO DO CEA**

Sugerimos a construção de gráficos de dispersão e coeficientes de correlação ( $r$ ) entre as variáveis dependentes e as variáveis independentes, duas a duas, para cada horário do dia. Além disso é indicado o uso dos modelos de regressão linear simples para avaliação da função linear que relaciona estas variáveis.

Devido ao grande número de variáveis explicativas envolvidas, ao invés de modelos de regressão linear múltipla, sugerimos a construção de um índice que relaciona conforto térmico com variáveis urbanísticas, onde as variáveis urbanísticas que têm correlação positiva com o conforto térmico ficam no denominador e as variáveis urbanísticas de correlação negativa com conforto térmico no numerador, de modo que, **quanto menor o índice, maior o conforto térmico**. Tal índice resume a influência das variáveis urbanísticas no conforto térmico.

Para ilustrar a construção de tal índice, utilizamos as correlações apresentadas a seguir, calculadas a partir dos dados em Anexo.

O índice de conforto térmico é igual ao produto das variáveis urbanísticas cujos coeficientes de correlação com a temperatura são positivos, dividido pelo produto das variáveis urbanísticas cujos coeficientes de correlação com a temperatura são negativos.

**Correlações entre as variáveis urbanísticas e temperatura considerando o horário do dia:**

	8 horas	14 horas	20horas
Taxa de ocupação (I1)	0,36	0,06	0,26
Coeficiente de aproveitamento (I2)	0,36	0,10	0,25
Porcentagem de área verde (I3)	-0,19	-0,04	-0,16
Porcentagem de área ocupada por rua (I4)	0,20	0,12	0,12
Porcentagem de água (I5)	-0,22	-0,11	-0,08
Porcentagem de área total construída (I6)	0,38	0,07	0,28
Porcentagem de projeção construída (I7)	0,34	0,06	0,26

Observa-se da tabela acima que a porcentagem de área verde e a porcentagem de água apresentaram coeficientes de correlação negativos com a temperatura, portanto, aparecerão no denominador da fração que determinará o índice de conforto térmico dado por:

$$I_c = \frac{I1.I2.I4I7}{I3.I5}$$

**O índice deve ser calculado para cada bairro.** Ao final, serão comparados os sete índices de conforto térmico ( $I_c$ ). Quanto menor o índice  $I_c$ , melhor o conforto térmico. Não haviam dados de umidade nas planilhas dadas pela pesquisadora, porém, o que foi feito para temperatura pode ser feito para umidade.



## **ANEXO**



# ALGUNS DADOS FORNECIDOS PELA PESQUISADORA

TEMPERATURA X COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO ( $I_2$ )

Região de Curitiba		temperatura em °C			$I_2$
DIA	Horário	8h	14h	20h	
1	Horto Florestal	21,2	34,4	25,2	0
1	Pascoal Ramos	21,6	34,8	22,4	0,31
1	Araés	22,6	35	27,6	0,94
1	Morro da Luz	24,4	34	27,2	1,98
1	Av. do CPA	23,4	35,8	27,2	2,5
1	UFMT	21,4	33,8	26,2	0,2
1	INMET*	20,5	28,8	25,3	0,12
2	Horto Florestal	21,2	33,6	24,2	0
2	Pascoal Ramos	20,6	34,2	24,8	0,31
2	Araés	22,2	33,6	28,6	0,94
2	Morro da Luz	24,4	34,4	27,2	1,98
2	Av. do CPA	22,8	34,8	25,8	2,5
2	UFMT	22	35,6	25,8	0,2
2	INMET*	19,8	34,6	24,8	0,12
3	Horto Florestal	21,2	35,4	25,2	0
3	Pascoal Ramos	22	36,4	26	0,31
3	Araés	23,4	35,4	27	0,94
3	Morro da Luz	26,2	36	29	1,98
3	Av. do CPA	24	37,2	27,8	2,5
3	UFMT	24,4	36,6	25,8	0,2
3	INMET*	22	36,2	27,2	0,12
4	Horto Florestal	19,2	21,8	20	0
4	Pascoal Ramos	18,6	21,8	19,2	0,31
4	Araés	19	20,6	20	0,94
4	Morro da Luz	20,2	23	20,4	1,98
4	Av. do CPA	19,8	23	20,2	2,5
4	UFMT	18,2	20,4	19,6	0,2
4	INMET*	18,4	20,6	19,7	0,12
5	Horto Florestal	16,8	26,2	20,2	0
5	Pascoal Ramos	17	26,6	19	0,31
5	Araés	17	26,4	22,8	0,94
5	Morro da Luz	17,8	26	21,8	1,98
5	Av. do CPA	17,8	27,4	22,6	2,5
5	UFMT	16,4	24,4	20	0,2
5	INMET*	16,8	25	21,4	0,12
6	Horto Florestal	17,4	30,4	22,8	0
6	Pascoal Ramos	17	31	23,2	0,31
6	Araés	18,2	30,2	25	0,94
6	Morro da Luz	20,4	29,6	25,2	1,98
6	Av. do CPA	20	31,6	25	2,5
6	UFMT	18,2	29	25,8	0,2
6	INMET*	17,8	29	24	0,12