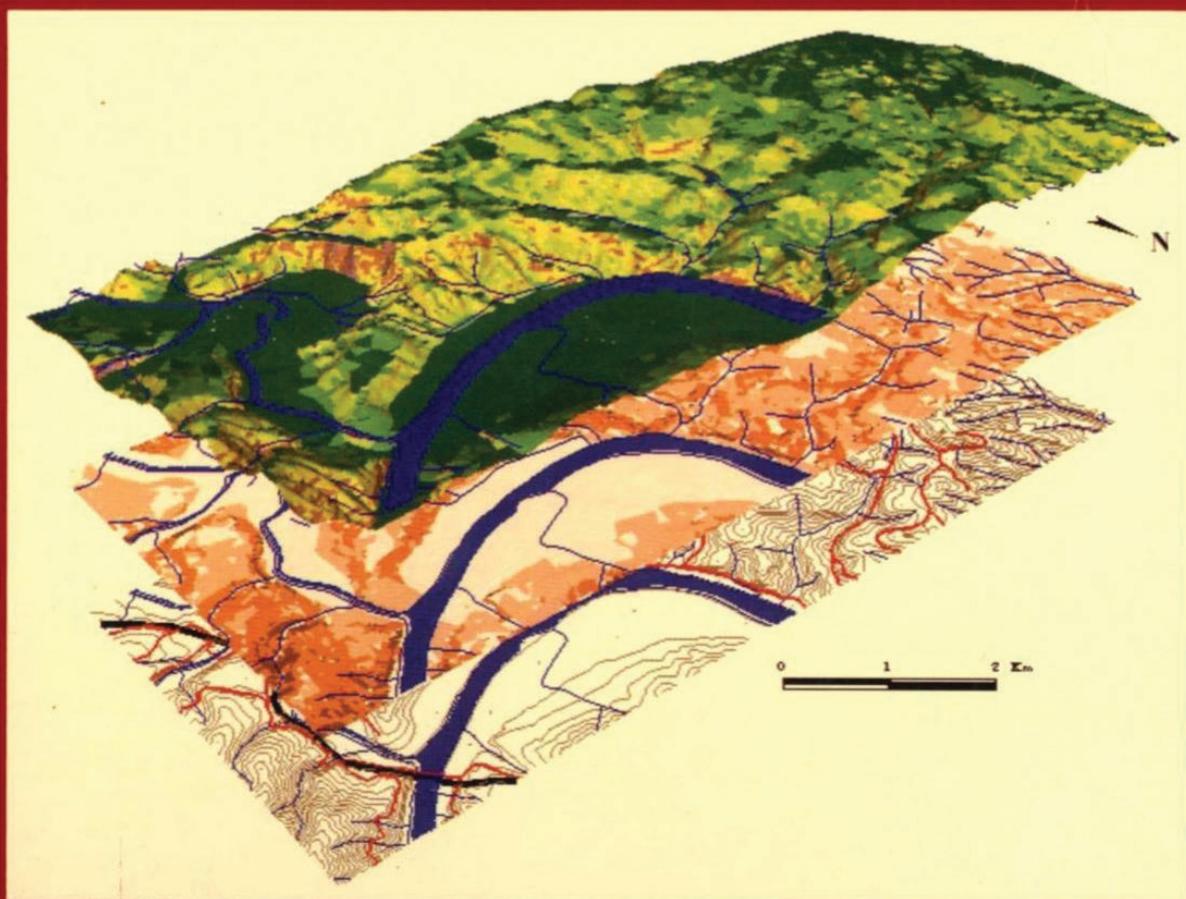


# CADERNOS DE GEOGRAFIA

INSTITUTO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS  
FACULDADE DE LETRAS · UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
COIMBRA 2000 N.º 19



**CONTRASTES HIGROMÉTRICOS ENTRE O CENTRO  
E A PERIFERIA URBANA DE COIMBRA**  
**SENTIDO, INTENSIDADE E RITMO DIÁRIO**

Nuno Ganho\*

**RESUMO**

Neste artigo analisam-se os contrastes higrométricos entre os espaços urbano e periurbano de Coimbra (Portugal), a partir da comparação de dados horários de humidade relativa, obtidos para uma amostra de 288 dias, em três termohigrógrafos em abrigo, estrategicamente localizados no contexto da aglomeração urbana.

Os resultados obtidos permitem conhecer o comportamento intradiurno (sentido, intensidade e ritmo) daquilo a que, genericamente, se pode designar por "ilha de secura" urbana.

**Palavras-chave:** Clima Urbano. Climatologia Urbana. Contrastes higrométricos espaciais.

**RÉSUMÉ**

Dans cet article, on analyse les contrastes hygrométriques entre les espaces urbain et peri-urbain de Coimbra (Portugal) en ayant pour base la comparaison de données horaires d'humidité relative, obtenues pour un échantillon de 288 jours, en trois thermohygrographes en abri, stratégiquement placés dans le contexte de l'agglomération urbaine.

Les résultats obtenus permettent de connaître le comportement intradiurne (sens, intensité et rythme) de ce que l'on peut désigner, de façon générique, comme "l'îlot de sécheresse" urbaine.

**Mots-clés:** Climat Urbain. Climatologie Urbaine. Contrastes hygrométriques espaciaux.

**ABSTRACT**

In this paper we analyse the higrometric contrasts among urban and periurban spaces of Coimbra (Portugal), by comparing every hour data moisture, for a 288 days sample, in three shelters thermohygrographs, located in different areas of the town.

The results allow to know the sense, intensity and rhythm of the urban "drought island".

**Key-words:** Urban Climate. Urban Climatology. Spatial higrometric contrasts.

---

\* Instituto de Estudos Geográficos e Centro de Estudos Geográficos. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra.



mas no topo de uma vertente que margina, a Norte, o "meandro abandonado da Arregaça" (fig. 3). Este "meandro abandonado da Arregaça" é uma área com ocupação urbana recente e em acelerado processo de urbanização, que constitui o sector Sul da cidade, onde se localiza o termógrafo da Quinta das Flores (QF), à cota aproximada de 40 metros (fig. 3)<sup>3</sup>.

O termohigrógrafo da Baixa da cidade (CTT) localiza-se no terraço de um edifício da Telecom, de 3 andares, no sector terminal do vale da Av. Sá da Bandeira, de vertentes abruptas e totalmente urbanizadas, à cota de aproximadamente 30 metros (fig. 2).

O termohigrógrafo de Bencanta (BEN) localiza-se na periferia da cidade, a NW da mancha de povoamento urbano a, sensivelmente, 20 metros de altitude (fig. 4).

A questão da representatividade espacial de observações de variáveis meteorológicas é sempre discutível, tanto no caso de temperaturas urbanas como das humidades relativas. À escala microclimática, as condições termohigrométricas do *canopy-layer* urbano dependem de factores de pormenor, inerentes a pequenas alterações de

relevo ou de morfologia e arquitectura urbanas, tornando-se por isso espacialmente tão diversificadas, que a representatividade espacial de termohigrógrafos em abrigo pode fazer-se ao nível de uma rua, mas dificilmente generalizar-se a um conjunto mais vasto, embora homogéneo, como uma forma topográfica ou uma parte de uma cidade, como aqui se faz em particular e em topoclimatologia ou em climatologia urbana em geral. A extrapolação espacial das observações depende sempre da escala de análise - micro ou topoclimática - e assim deve ser entendida.

Então, à escala topoclimática, as condições de humidade relativa das vertentes que marginam toda a área deprimida do sector Sul da cidade, em especial dos seus tramos superiores, serão representadas pelo termohigrógrafo IGU. Os dados deste aparelho, no entanto, não se poderão extrapolar para a base do "meandro da Arregaça", área da cidade que, assim, por falta de adequado aparelho de obtenção de dados (representada pelo termógrafo QF), fica excluída deste estudo.

As variáveis observadas no termohigrógrafo CTT poderão, sem grande margem de erro, extrapolar-se para

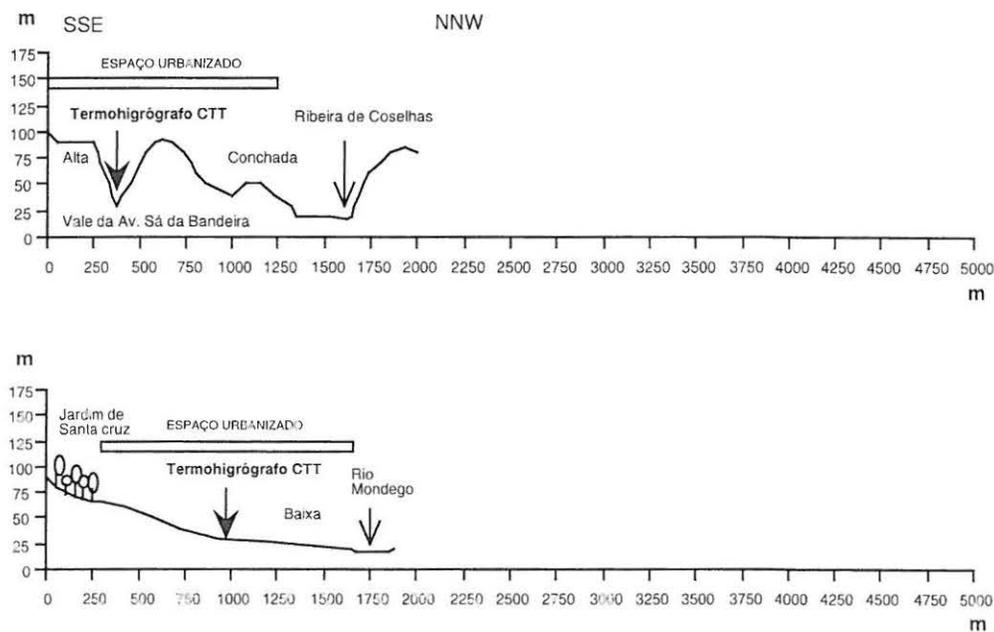


Fig. 2 - Contextualização topográfica do termohigrógrafo dos CTT.

(Perfil transversal 2 no mapa da fig. 1, em cima; Perfil longitudinal do vale da Av. Sá da Bandeira, em baixo).

<sup>3</sup> Este aparelho, por se tratar de um termógrafo, não forneceu, obviamente, dados de humidade relativa. A referência à sua existência e localização trata-se apenas de um imperativo de liga-

ção e coerência entre o anterior estudo sobre a ilha de calor de Coimbra (N. GANHO, 1995b) e os resultados que agora se apresentam sobre os subsidiários contrastes higrométricos espaciais.

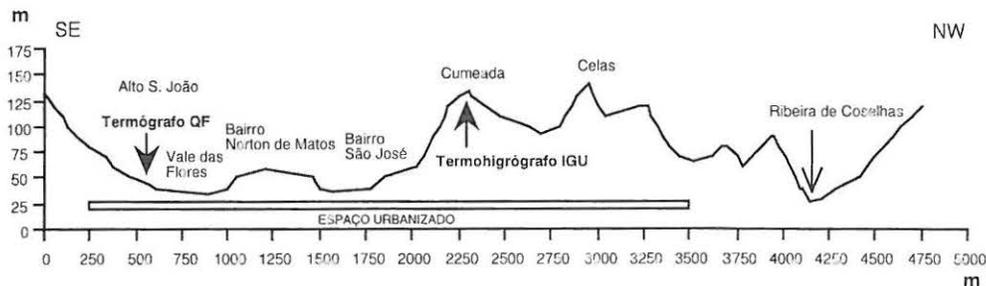


Fig. 3 - Contextualização topográfica do termógrafa da QF e do termohigrógrafo do IGU.  
(Perfil transversal 1 no mapa da fig. 1).

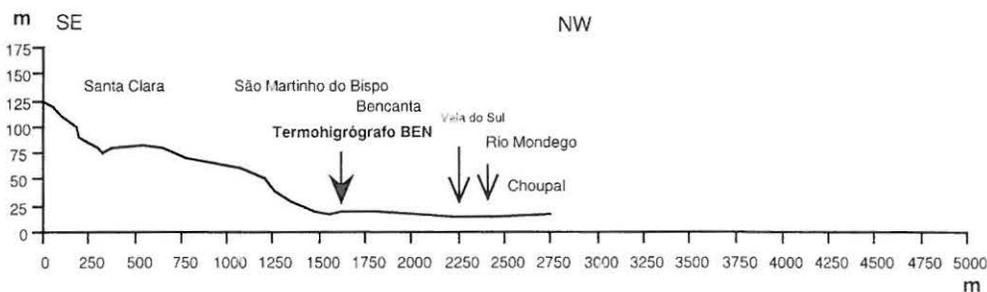


Fig. 4 - Contextualização topográfica do termohigrógrafo de Bencanta (BEN).  
(Perfil transversal 3 no mapa da fig. 1).

grande parte da área ocupada pela Baixa da cidade e pelo vale da Av. Sá da Bandeira, de morfologia urbana relativamente homogénea - edifícios de 3 a 5 pisos, justapostos, marginando ruas relativamente estreitas, excluindo, no entanto, os espaços verdes do Jardim de Santa Cruz e do Jardim Botânico, no interior dos quais, a uma escala de maior pormenor, a ambiência atmosférica do ponto de vista de humidade relativa e consequentemente de conforto bioclimático, pode ser significativamente diferente (N. GANHO, 1996).

O termohigrógrafo BEN será representativo das condições higrométricas do espaço periurbano setentrional, de características quase rurais.

Os resultados que adiante se apresentam vão assim permitir confrontar o comportamento higrométrico de áreas da cidade com diferente morfologia urbana, em diferente contexto topográfico (CTT - núcleo urbano antigo; IGU - interflúvios urbanizados) com o comportamento termohigrométrico do espaço não urbano periférico (BEN).

Os dados utilizados neste estudo, tal como no anterior sobre a ilha de calor (N. GANHO, 1995b), reportam-se ao período de 19 de Novembro de 1992 - altura em que entrou em funcionamento o termohigrógrafo CTT - a 22

de Dezembro de 1993, com interrupções impostas ou por motivos de ordem prática ou para aferição dos aparelhos registadores (Quadro I).

Quadro I - Amostra utilizada.

Termohigrógrafos	Períodos de observação	Distribuição mensal do nº de dias de observação	nº total de dias
CTT	19Nov92 → 22Dez92	Nov. 92: 12 dias	288
IGU	07Jan93 → 15Jun93	Dez. 92: 22 dias	
BEN	24Jun93 → 29Jun93	Jan. 93: 25 dias	
	22Jul93 → 03Ago93	Fev. 93: 28 dias	
	03Set93 → 15Set93	Mar. 93: 31 dias	
	22Out93 → 22Dez93	Abr. 93: 30 dias	
		Mai. 93: 31 dias	
		Jun. 93: 21 dias	
		Jul. 93: 10 dias	
		Ago. 93: 03 dias	
		Set. 93: 13 dias	
		Out. 93: 10 dias	
	Nov. 93: 30 dias		
	Dez. 93: 22 dias		

A amostra utilizada corresponde assim a 288 dias de observação, distribuídos mensalmente de acordo com o que se exprime no quadro I. Não sendo uma amostra de dimensão suficientemente significativa para que se possa analisar, senão por aproximação, a diferenciação sazonal no comportamento intradiurno das variáveis é certamente suficiente para evidenciar a variação inter-horária das variáveis e é, principalmente, a amostra possível em função do constrangimento temporal inerente a este tipo de trabalhos.

Para cada um dos dias da amostra, dos correspondentes termohigrogramas, efectuaram-se leituras dos valores horários de humidade relativa (de U0 a U23). Considerou-se sempre a hora sinóptica que, recorde-se, correspondia, na altura, a 1 e a 2 horas a menos do que, respectivamente, a hora local de Inverno e a hora local de Verão.

Depois de corrigidos em função dos valores indicados por psicómetros colocados dentro dos abrigos e observados no momento em que se procedia à mudança semanal do registo<sup>4</sup>, calcularam-se as diferenças IGU-BEN e CTT-BEN das humidades relativas horárias ( $\Delta U_0$  a  $\Delta U_{23}$ ).

Definiram-se assim 24 séries de cada variável correspondentes a cada par de termohigrógrafos comparados. Para cada série determinou-se a média, a mediana, a frequência relativa de ocorrência de valores negativos e nulos ou positivos de humidade relativa, o desvio-padrão e os valores extremos: máximos e mínimos.

Para cada um dos dias do período-amostra e relativamente a cada um dos aparelhos registadores em abrigo, a partir dos termohigrogramas, anotou-se também a humidade relativa mínima diária, assim como a hora a que ocorreu. Calcularam-se, do mesmo modo, as diferenças destes parâmetros para cada par de termohigrógrafos comparados e, para as séries assim obtidas, determinaram-se a média, a mediana, o desvio-padrão, os extremos (máximos e mínimos), e as frequências de ocorrência de valores positivos ou nulos e negativos, assim como as frequências de ocorrência por classes de valores da variável, e as frequências de diferenças horárias de ocorrência da mesma variável.

A partir da representação gráfica conjunta das diferenças inter-horárias médias de humidade relativa, obtidas para cada par de termohigrógrafos comparados, quer para a totalidade dos dias do período amostra, quer para os dias de Primavera (Março, Abril e Maio), de Verão (Junho,

Julho e Agosto), de Outono (Setembro, Outubro e Novembro) e de Inverno (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), sintetizam-se descritivamente os ritmos intradiurnos anuais e sazonais da ilha de secura<sup>5</sup> de Coimbra.

Em síntese, os contrastes higrométricos espaciais que se passam a comentar, tendo como suporte os pares de termohigrógrafos comparados CTT-BEN e IGU-BEN, correspondem então a contrastes entre a Baixa (CTT) e os interflúvios urbanizados (IGU), e o espaço periurbano setentrional de Coimbra (BEN).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Contrastes espaciais de humidades relativas mínimas diárias

##### *Os valores absolutos*

As diferenças de humidade relativa mínima diária - as únicas que interessam, uma vez que a humidade relativa máxima diária é, muito frequentemente e durante várias horas de 100% - apresentam, para o conjunto dos 288 dias da amostra analisada (quadro II), iguais valores de média e de mediana, e são negativos (-7.0%) para a diferença CTT-BEN e positivos (5.0%) para a diferença IGU-BEN.

Quadro II - Parâmetros estatísticos (tendência central, dispersão, extremos e frequência de ocorrência de valores positivos e nulos ou negativos) das séries horárias de diferenças de humidade relativa mínima  $\Delta U_n$ .

$\Delta U_n$ (%)	CTT-BEN	IGU-BEN
média	-7.0	5.0
mediana	-7.0	5.0
desvio-padrão	5.7	6.3
máximo	5	21
mínimo	-27	-18
% $\geq 0$	16.0	81.9
% $< 0$	84.0	18.1

Amostra: 288 dias do período 19Nov92 - 22Dez93.

<sup>4</sup> No caso dos termohigrógrafos IGU e BEN, a mudança dos registos foi efectuada por observadores meteorológicos do Instituto de Meteorologia. Os dados referentes ao IGU foram-me sempre fornecidos já com as devidas correcções, os referentes a BEN foram por mim corrigidos de acordo com as notações das cadernetas meteorológicas.

<sup>5</sup> Ao longo deste trabalho, a designação de ilha de secura é utilizada para designar as situações em que as diferenças de humidade relativa entre espaços do interior da cidade são negativas relativamente ao espaço periurbano, tal como se pode utilizar a designação de ilha de humidade quando o sentido das diferenças de humidade relativa espaço urbano-espaço periurbano se inverte, isto é, quando assume valores positivos em favor do espaço urbano. Trata-se, tão só, de uma liberdade de linguagem e simplificação de conceitos, já antes adoptada quando da divulgação dos correspondentes resultados sobre a ilha de calor (N. GANHIO, 1995b).

A variabilidade interdiurna, evidenciada pelos valores do desvio-padrão é maior para o par de termohigrógrafos comparados IGU-BEN (6.3%) do que para CTT-BEN (5.7%), como se pode também deduzir dos valores extremos máximos e mínimos das séries. Para CTT-BEN, a diferença máxima positiva encontrada foi de apenas 5%, mas a diferença mínima extrema foi já muito significativa: -27%. No caso das diferenças de humidade relativa IGU-BEN, o valor máximo extremo da série foi de 21% e o mínimo extremo de -18%, o que testemunha a ocorrência, por vezes, de contrastes muito acentuados.

Se se atender à importância relativa que assumem os contrastes negativos (<0%), sinónimo de ilha de secura, verifica-se que relativamente à Baixa (CTT-BEN), esta é um facto, pelo menos do ponto de vista dos valores mínimos diários de humidade relativa, que ocorreu em 84% dos dias da amostra, enquanto que relativamente aos interflúvios urbanizados (IGU-BEN) só se verificou em 18.1% dos dias, predominando aqui, largamente, as situações de ilha de humidade (81.9% da amostra), relativamente ao espaço periurbano representado pelo termohigrógrafo de Bencanta.

No entanto, a importância destes contrastes é melhor representada pela sua distribuição por classes de frequências de ocorrência. O histograma da figura 5 mostra uma muito nítida oposição entre a distribuição dos valores dos contrastes para CTT-BEN e IGU-BEN. Embora para ambos a classe modal seja a de fracos contrastes de humidade relativa [-5, 5%[, com um efectivo de classe rondando os 40% da amostra, a segunda classe mais frequente é, para CTT-BEN a de [-10, -5%[, com um efectivo de 32%, e para IGU-BEN a de [5, 10%[, com um efectivo de 27%. A terceira classe mais frequente, no

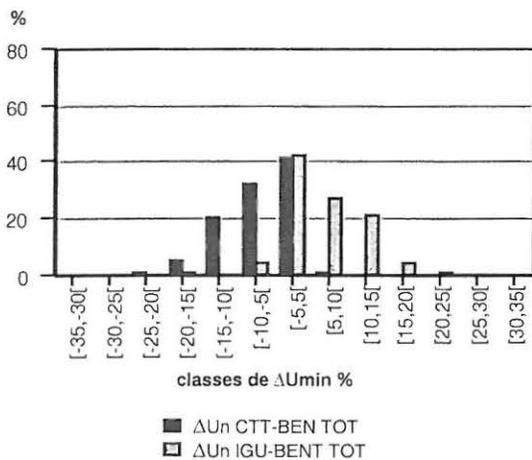


Fig. 5 - Frequência de ocorrência de diferenças de humidade relativa mínima ΔUn.

caso de CTT-BEN é a de [-15, -10%[, e no caso de IGU-BEN é a de [10, 15%[, correspondendo a ambas, aproximadamente 20% da amostra. As restantes classes de maiores contrastes positivos ou negativos, apresentam efectivos correspondentes a, respectivamente, IGU-BEN e CTT-BEN, muito pouco significativos no contexto da totalidade dos dias rastreados.

*Os valores horários*

Relativamente às frequências de desfaseamentos horários de ocorrência dos valores mínimos diários de humidade relativa (fig. 6), verifica-se uma simetria da curva para CTT-BEN, com uma dominância, estimada em 45% das vezes, de ocorrência dos mínimos diários da variável à mesma hora. O mesmo se passa relativamente a IGU-BEN, dominando também a ocorrência dos valores de humidade relativa mínima à mesma hora (33% da amostra), mas a curva é agora ligeiramente assimétrica no sentido dos valores positivos, quer dizer, com uma frequência de 30% dos dias, a humidade relativa mínima diária ocorre, no IGU, uma hora depois de ter ocorrido em Bencanta. Desfasamentos de ocorrência da variável, em ambos os pares de termohigrógrafos comparados, de 2 ou mais horas, para mais ou para menos, são muito pouco frequentes: abaixo de 5% dos casos observados.

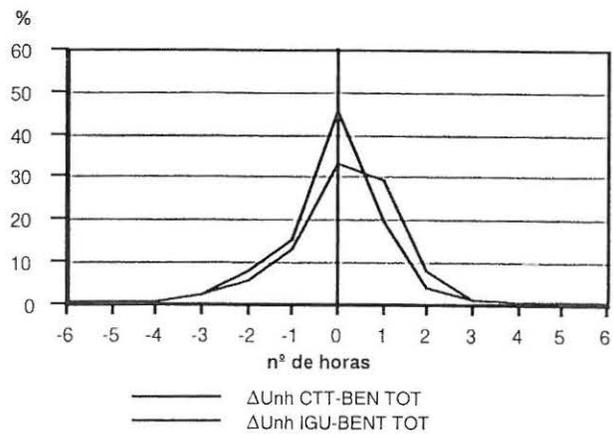


Fig. 6 - Frequência de diferenças horárias de ocorrência de humidade relativa mínima ΔUnh.

**3.2. Comportamento intradiurno dos contrastes higrométricos espaciais**

*Frequência de ocorrência*

Atendendo agora às frequências de ocorrência de valores horários negativos de diferenças de humidade relativa (quadro III e fig. 7), nos 288 dias do período-

amostra, pode verificar-se que, relativamente a CTT-BEN, as frequências são, a todas as horas do dia superiores a 80%, o que revela, estatisticamente, o carácter semi-permanente da ilha de secura na Baixa e relativamente ao espaço periurbano representado pelo termohigrógrafo de Bencanta. Entre o fim da tarde (19h) e a primeira parte da madrugada (2 ou 3h) as frequências de ocorrência da ilha de secura da Baixa são maiores: 90 a 95% dos dias da amostra. Os menores valores, próximos de 80% da amostra, ocorrem às primeiras horas da manhã (das 8 às 10h).

Quadro III – Frequência de ocorrência de valores negativos das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  CTT-BEN e  $\Delta U$  IGU-BEN

% < 0	$\Delta U(\%)$ CTT-BEN	$\Delta U(\%)$ IGU-BEN
0	93.9	50.0
1	94.3	46.5
2	91.2	45.6
3	88.6	43.9
4	87.7	40.8
5	86.8	41.2
6	86.8	37.3
7	83.8	38.6
8	80.3	36.4
9	82.5	33.8
10	82.0	36.8
11	88.6	27.2
12	86.8	18.4
13	88.2	20.2
14	87.3	15.8
15	90.4	17.1
16	87.3	24.1
17	87.3	32.0
18	89.0	32.0
19	89.9	40.4
20	94.7	45.2
21	94.3	52.6
22	94.7	57.9
23	94.7	54.8

Pelo contrário, relativamente às diferenças de humidade relativa IGU-BEN, verifica-se que, valores negativos só têm uma expressão estatística superior a 50% dos casos considerados entre as 21 e as 23h, e que é entre as 12 e as 15h que as frequências de ocorrência de ilha de secura nos interflúvios urbanizados representados pelo termohigrógrafo do IGU são menores, rondando os 20% da amostra, ou menos, o mesmo será dizer que, pelo menos durante a tarde, aqui, a ilha de humidade predomina largamente, com frequências de ocorrência rondando ou ultrapassando os 80% dos dias (quadro IV).

Quadro IV – Frequência de ocorrência de valores nulos ou positivos das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  CTT-BEN e  $\Delta U$  IGU-BEN

% $\geq 0$	$\Delta U(\%)$ CTT-BEN	$\Delta U(\%)$ IGU-BEN
0	6.1	50.0
1	5.7	53.5
2	8.8	54.4
3	11.4	56.1
4	12.3	59.2
5	13.2	58.8
6	13.2	62.7
7	16.2	61.4
8	19.7	63.6
9	17.5	66.2
10	18.0	63.2
11	11.4	72.8
12	13.2	81.6
13	11.8	79.8
14	12.7	84.2
15	9.6	82.9
16	12.7	75.9
17	12.7	68.0
18	11.0	68.0
19	10.1	59.6
20	5.3	54.8
21	5.7	47.4
22	5.3	42.1
23	5.3	45.2

N.B.: Quadros III e IV - Amostra: 288 dias do período 19Nov92 - 22Dez93.

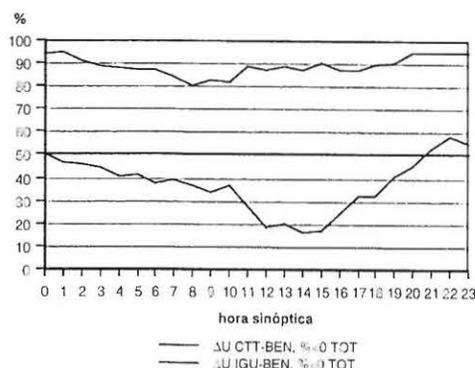


Fig. 7 - Variação intradiurna da frequência de ocorrência de diferenças de humidade relativa inferiores a 0% ( $\Delta U < 0\%$ ).

*Intensidade média e variabilidade*

Para caracterizar a intensidade média dos contrastes de humidade relativa, recorreu-se aos valores das médias e das medianas das séries horárias, apresentadas nos

quadros V e VI, e representadas na figura 8, respectivamente para as diferenças CTT-BEN e IGU-BEN. Embora os valores destes parâmetros de tendência central sejam próximos, no caso de IGU-BEN, diferenciam-se mais do que para CTT-BEN, insinuando uma maior assimetria das séries do IGU e uma menor representatividade da média, embora seja este o parâmetro que se comenta.

Quadro V – Parâmetros estatísticos de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão) das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  CTT-BEN

$\Delta U$ (%) CTT-BEN	Média	Mediana	Desvio Padrão
0	-7.3	-6.0	5.9
1	-6.9	-6.0	5.6
2	-6.5	-5.0	6.0
3	-6.0	-5.0	6.1
4	-5.8	-5.0	5.9
5	-5.8	-5.0	5.9
6	-5.8	-5.0	6.3
7	-6.2	-6.0	6.6
8	-5.6	-6.0	7.0
9	-7.3	-7.0	7.7
10	-7.4	-8.0	7.4
11	-8.3	-8.0	7.3
12	-7.7	-8.0	6.5
13	-7.5	-7.0	6.0
14	-6.6	-6.5	5.7
15	-6.8	-6.5	5.5
16	-6.9	-6.0	5.9
17	-7.1	-6.0	7.4
18	-7.2	-6.0	7.0
19	-6.8	-6.0	6.4
20	-7.5	-6.0	5.7
21	-8.1	-7.0	6.2
22	-8.2	-8.0	5.9
23h	-7.7	-7.0	5.6

Então, a intensidade da ilha de secura na Baixa, representada pelas diferenças horárias CTT-BEN, é relativamente homogénea ao longo do dia e da noite, com valores médios variando entre, aproximadamente -6 e -8%. A intensidade máxima ocorre durante a manhã e princípio da tarde (das 9 às 13h) e a intensidade mínima durante a madrugada.

A amplitude da variação intradiurna é muito mais acentuada no caso das diferenças higrométricas médias IGU-BEN, e variam entre valores negativos durante a noite e madrugada (das 19 às 7h) e positivos durante o dia

(das 7 às 19h). Os valores médios mais baixos, na ordem dos -3 a -2% correspondem ao fim da noite (das 21 às 23h) e primeira parte da madrugada (das 0 às 3h), e os mais elevados, superiores a 4%, durante a tarde (entre as 12 e as 16h).

Quadro VI – Parâmetros estatísticos de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão) das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  IGU-BEN

$\Delta U$ (%) IGU-BEN	Média	Mediana	Desvio Padrão
0	-3.2	-0.5	9.3
1	-3.1	0.0	9.0
2	-2.8	0.0	9.3
3	-2.5	0.0	9.1
4	-1.8	1.0	8.6
5	-1.5	1.0	8.4
6	-0.9	1.0	7.8
7	0.3	1.0	7.0
8	1.4	1.5	8.0
9	1.6	2.0	7.7
10	1.7	1.5	7.4
11	3.3	3.0	7.3
12	4.5	4.0	6.8
13	4.8	5.0	7.0
14	4.7	5.0	6.3
15	4.3	5.0	6.4
16	3.6	4.0	6.3
17	2.1	3.0	8.4
18	1.4	3.0	8.7
19	0.4	2.0	8.7
20	-1.0	0.0	8.4
21	-2.7	-1.0	8.4
22	-3.3	-1.0	8.8
23h	-3.2	-1.0	8.5

N.B.: Quadros V e VI - Amostra: 288 dias do período 19Nov92 - 22Dez93.

De acordo com os valores do desvio-padrão (quadros V e VI), se durante a manhã e princípio da tarde a variabilidade inter-horária das diferenças de humidade relativa é semelhante para CTT-BEN e IGU-BEN, com valores de desvio-padrão bastante próximos e rondando os 6 a 8%, durante a noite e primeiras horas da madrugada, a variabilidade dos contrastes higrométricos IGU-BEN é significativamente maior do que dos contrastes higrométricos CTT-BEN: no primeiro caso os valores do desvio-padrão rondam os 9%, no segundo caso os 6%.

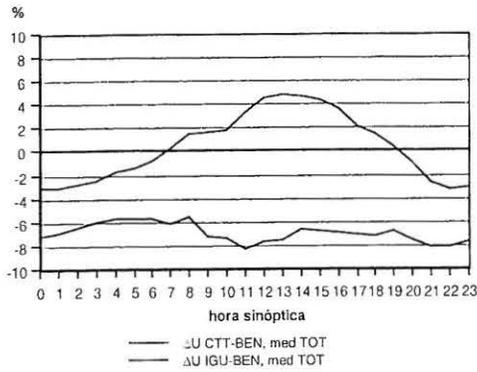


Fig. 8 - Variação intradiurna das diferenças médias de humidade relativa ( $\Delta U_{med}$ ).

*Intensidade extrema*

Os extremos máximos e mínimos das séries horárias de diferenças de humidade relativa CTT-BEN e IGU-BEN, revelam contrastes espaciais extremamente acentuados, mais acentuados no caso dos extremos mínimos do que dos extremos máximos (quadros VII e VIII, e fig. 9).

Os extremos máximos IGU-BEN, são relativamente semelhantes para todas as séries horárias, variando de 14 a 23%, sendo tendencialmente os valores nocturnos e de madrugada menores do que aqueles que ocorrem durante o dia. Os extremos máximos CTT-BEN, embora sempre com valores inferiores aos de IGU-BEN, apresentam também um comportamento intradiurno mais heterogéneo, com uma amplitude de oscilação entre 5 e 17%, ocorrendo os menores valores durante a noite e primeiras duas horas da madrugada, e os maiores valores ao fim da tarde.

Os extremos mínimos, apresentam, novamente, uma amplitude de variação inter-horária mais acentuada para as diferenças IGU-BEN do que para CTT-BEN. No primeiro caso variam entre -50 e -17%, no segundo caso entre -40 e -26%. São dignos de nota contrastes higrométricos tão acentuados como estes, nomeadamente superiores a 30%, que ocorrem preferencialmente, para CTT-BEN, durante o fim da tarde, noite e madrugada, embora os valores extremos correspondentes às horas matinais e do princípio da tarde não sejam significativamente inferiores. No caso dos contrastes higrométricos IGU-BEN, valores tão elevados, superiores a 40% ocorrem ao fim da tarde, noite e princípio da madrugada, e superiores a 30%, generalizam-se ao período do dia desde o fim da tarde ao fim da madrugada. Já durante o dia e princípio da tarde, para as diferenças IGU-BEN, os contrastes extremos mínimos quedam-se pelos 20%.

Quadro VII – Extremos máximos das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  (%)

Máx.	$\Delta U$ (%) CTT-BEN	$\Delta U$ (%) IGU-BEN
0	5	19
1	5	17
2	16	16
3	16	18
4	9	18
5	8	20
6	17	21
7	17	22
8	14	24
9	15	23
10	14	19
11	14	21
12	12	23
13	12	21
14	9	22
15	10	21
16	11	21
17	15	19
18	18	20
19	10	18
20	4	14
21	3	15
22	3	16
23h	5	14

Quadro VIII -- Extremos mínimos das séries horárias de diferenças de humidade relativa  $\Delta U$  (%)

Mín.	$\Delta U$ (%) CTT-BEN	$\Delta U$ (%) IGU-BEN
0	-32	-50
1	-34	-47
2	-33	-44
3	-38	-36
4	-40	-40
5	-31	-39
6	-32	-35
7	-35	-27
8	-28	-30
9	-31	-21
10	-29	-20
11	-31	-19
12	-27	-17
13	-29	-20
14	-32	-19
15	-26	-24
16	-30	-17
17	-38	-28
18	-31	-33
19	-32	-45
20	-35	-46
21	-39	-45
22	-35	-43
23h	-31	-34

N.B.: Quadros VII e VIII - Amostra: 288 dias do período  
19Nov92 - 22Dez93.

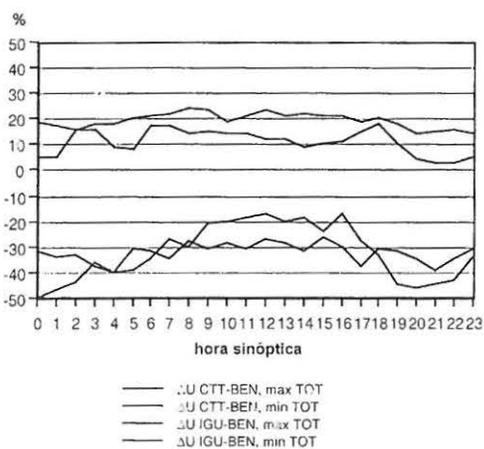


Fig. 9 - Variação intradiurna das diferenças extremas, máximas e mínimas, de humidade relativa.

#### 4. Conclusões: ritmo diário dos contrastes higrométricos espaciais

Adoptando o mesmo procedimento utilizado relativamente à ilha de calor de Coimbra (N. GANHO, 1995b e 1998), sintetizam-se agora os resultados dos contrastes higrométricos médios, quer para a totalidade dos 288 dias da amostra, quer separativamente para os dias dos meses correspondentes a cada estação do ano, para evidenciar o ritmo diário médio da ilha de secura, nomeadamente para a área da Baixa, representada pelo termohigrógrafo CTT, e para os interflúvios urbanizados, representados pelo termohigrógrafo do IGU, em contraste com o espaço periurbano setentrional de Coimbra, representado pelo termohigrógrafo de Bencanta (BEN). Fica apartado desta síntese a área do "meandro abandonado da Arregaça" pelo facto, já apontado, de não se dispôr de dados higrométricos para o abrigo aí instalado.

Atendendo à totalidade dos dias da amostra, considerados no seu conjunto, o ritmo intradiurno médio da ilha de secura de Coimbra (fig. 10), processa-se de forma bem mais simples que o correspondente ritmo da ilha de calor (N. GANHO, 1995b e 1998). Assim, durante a madrugada, todo o espaço urbano representado pelos termohigrógrafos em abrigo considerados corresponde a uma ilha de secura, relativamente ao espaço periurbano, mais intensa na Baixa (-6 a -7%) do que nos interflúvios urbanizados (-3 a 0%), e que se vai lentamente atenuando com a aproximação da manhã. Por volta das 7h, aos interflúvios urbanizados passa a corresponder uma ilha de humidade relativa, que se intensifica ao longo da manhã até atingir a sua máxima expressão, de 4%, por volta das 13-14h, voltando depois, com o decorrer da tarde, a atenuar-se até às 19h. Durante este período (das 7 às 19h), a ilha de secura da Baixa permanece com uma intensidade média oscilando entre os 6 e os 8%, embora com um comportamento inter-horário variável, atingindo uma intensidade máxima de 7 a 8% durante a manhã e princípio da tarde (das 9 às 13h). A partir das 19h, aos interflúvios urbanizados volta a corresponder uma ilha de secura, que se desenvolve ao longo da noite, até atingir o seu máximo, de quase -4%, às 22h, e a ilha de secura da Baixa acentua-se também ligeiramente, com um máximo de praticamente -8%, entre as 21 e as 22h.

Considerando agora a variação estacional. O aspecto mais saliente do ritmo primaveril da ilha de secura - dias dos meses de Março, Abril e Maio (fig. 11) -, é a curta dimensão temporal do período durante o qual subsiste uma ilha de secura em todo o espaço urbanizado da área de influência dos termohigrógrafos em abrigo de CTT e do IGU, relativamente a Bencanta. Tal só se verifica às primeiras horas da madrugada (das 0 às 2h) e ao fim da

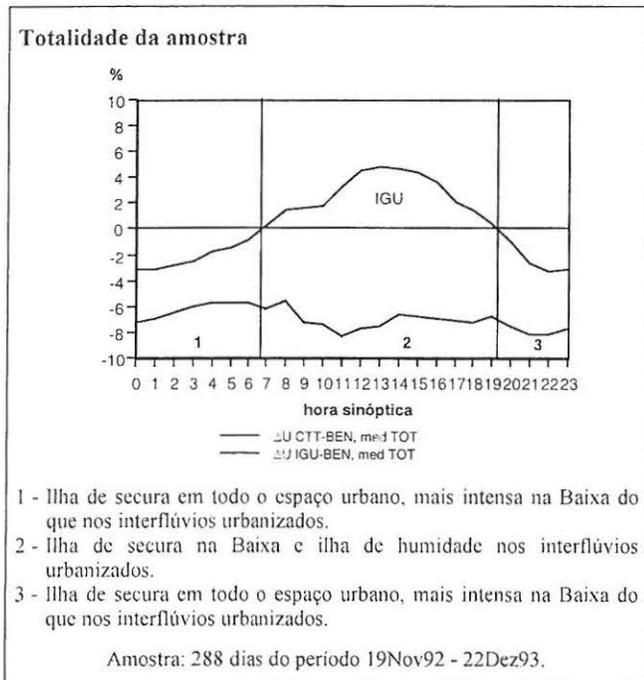


Fig. 10 - Regime médio intradiurno da ilha de seca de Coimbra.

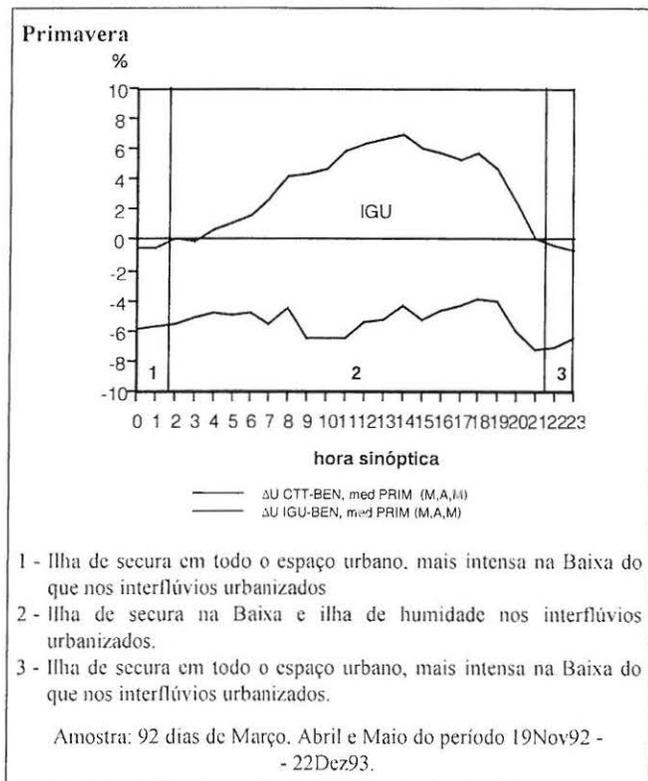


Fig. 11 - Regime médio intradiurno da ilha de seca de Coimbra na Primavera

noite (das 21 às 23h), e nestes períodos, se o núcleo seco da Baixa tem expressão significativa (-6 a -7%), a seca dos interflúvios urbanizados é incipiente, não atingindo -1%. Entre as 2 e as 21h, domina nos interflúvios urbanizados uma ilha de humidade, que atinge a máxima intensidade, de 8%, às 14h, e na Baixa permanece um núcleo seco, com oscilações inter-horárias, variando entre uma intensidade mínima, de 4% aproximadamente, às 18-19h, e uma intensidade máxima às 21h, de -8%.

No Verão - Junho, Julho e Agosto (fig. 12) -, pelo contrário, o período durante o qual subsiste uma ilha de seca em todo o espaço urbano abrangido por esta aná-

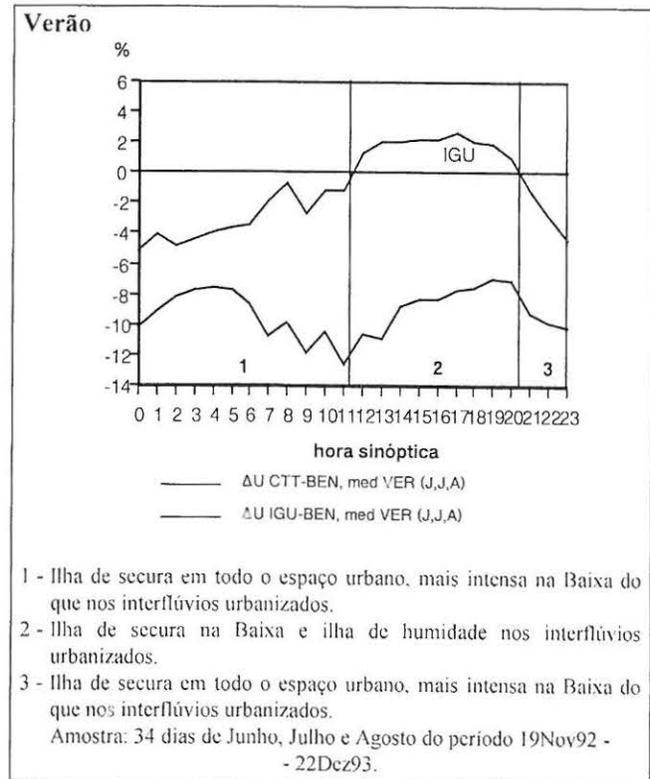


Fig. 12 - Regime médio intradiurno da ilha de seca de Coimbra no Verão.

lise, é muito longo e corresponde à noite, madrugada e quase toda a manhã (desde pouco depois das 20h até às 11h), e, sempre, o núcleo da ilha de seca da Baixa permanece significativamente mais intenso que a seca dos interflúvios urbanizados. Assim, a máxima intensidade da ilha de seca da Baixa ocorre às 11h da manhã e atinge -12%, enquanto que a máxima intensidade da seca nos interflúvios urbanizados verifica-se às 0h e ronda os -5%. Entre as 11 e as 20h, sensivelmente, aos interflúvios urbanizados corresponde uma ilha de humidade relativamente

a Bencanta, bastante homogénea durante este período, mas com um ligeiro máximo, de 2%, às 17h. Na Baixa, o núcleo seco mantém-se, mas vai-se atenuando com o decorrer da tarde, atingindo um mínimo de intensidade entre as 19 e as 20h, de -7%, valor ligeiramente superior a um outro mínimo que ocorre entre as 3 e as 5h da madrugada, de 8%.

No Outono - meses de Setembro, Outubro e Novembro - (fig. 13), é muito curto o período durante o qual aos interflúvios urbanizados corresponde uma ilha de humidade (somente entre as 11h da manhã e as 15h da tarde) e esta só atinge uma intensidade máxima, às 13h, de 2%, sendo portanto curta e incipiente. Ao longo do dia o que predomina, então, é uma ilha de secura generalizada a

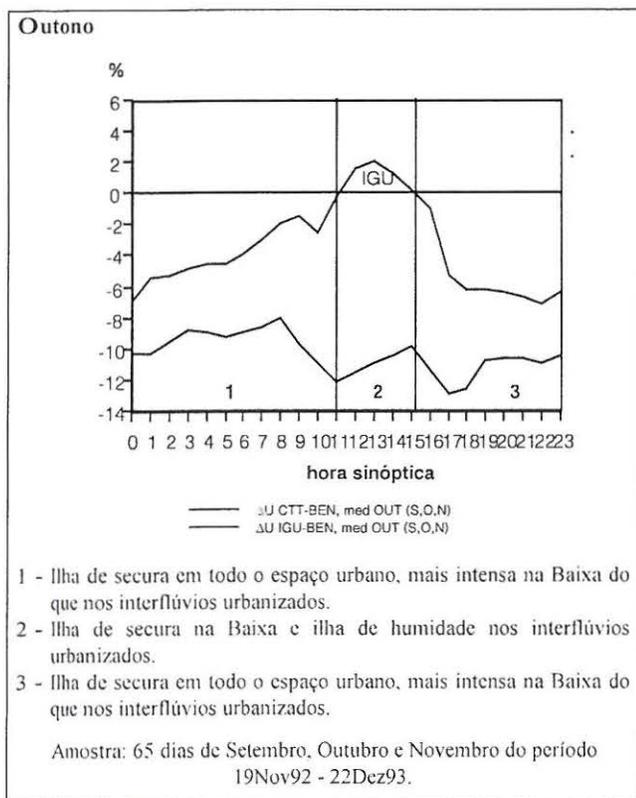


Fig. 13 - Regime médio intradiurno da ilha de secura de Coimbra no Outono.

todo o espaço urbano, novamente e sempre, mais intensa na Baixa do que nos interflúvios urbanizados. A ilha de secura nos interflúvios, atinge a sua máxima expressão, de -7%, às 0h, e se, ao longo da noite a parte da manhã se vai paulatinamente atenuando, intensifica-se muito rapidamente entre as 16 e as 17h. A ilha de secura da Baixa, embora com uma amplitude de variação intradiurna menor que a dos interflúvios urbanizados, apresenta, no

entanto, um ritmo mais sinusoidal: atenua-se ligeiramente com o decorrer da madrugada, atingindo um mínimo de -8% às 8h, intensifica-se novamente até às 11h, quando atinge um máximo de -12%, volta a atenuar-se até às 15h, com uma intensidade de -10% e intensifica-se acentuadamente das 15 às 17h, altura a que lhe corresponde o máximo mais expressivo, de -13%, voltando a atenuar-se para a noite, durante a qual se mantém com uma intensidade constante, rondando os -11%.

O ritmo invernal - meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro - (fig. 14) é um pouco mais complexo. Na primeira hora da madrugada (das 0 à 1h), a ilha de secura é generalizada a todo o espaço urbano representado pelos

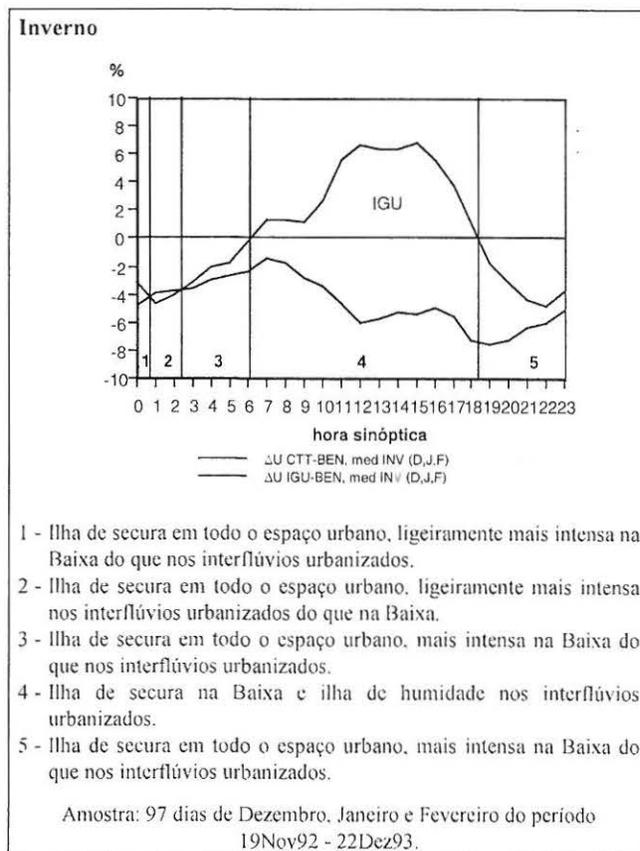


Fig. 14 - Regime médio intradiurno da ilha de secura de Coimbra no Inverno.

respectivos termohigrógrafos, mas ligeiramente mais intensa na Baixa (aproximadamente de -5%) do que nos interflúvios urbanizados (mais ou menos 4%). Entre a 1 e as 2.30h da madrugada a situação inverte-se: a ilha de secura é agora um pouco mais intensa nos interflúvios urbanizados (quase -5%) do que na Baixa (4%). Entre as 3 e as 6h da madrugada a situação volta a inverter-se, o núcleo mais intenso da ilha de secura passa a ser na Baixa,

mas tanto na Baixa como nos interflúvios urbanizados, a intensidade da ilha de secura vai-se atenuando, de tal maneira que, a partir das 6h, aos interflúvios urbanizados passa a corresponder uma ilha de humidade relativamente a Bencanta, que se vai intensificando até atingir a sua máxima expressão, superior a 6%, entre as 12 e as 15h, para depois se atenuar rapidamente até pouco depois das 18h, altura em que se anula. Simultaneamente, durante este período (das 6 às 18h), o núcleo seco da Baixa, que atingiu a sua menor intensidade, de -2%, às 7h, vai-se gradualmente intensificando, atingindo o valor máximo, de quase -8%, às 19h, altura em que a ilha de secura se generaliza também aos interflúvios urbanizados e se vai intensificando até às 22h, quando atinge um novo máximo nocturno, de -4%.

É claro que, estes ritmos sazonais, partindo de valores médios de conjunto de dias, de dimensão diferente, em que vigoraram diferentes condições de tempo, servem apenas para ilustrar diferenças sazonais relativamente ao regime médio definido para a totalidade da amostra, esse sim, baseado numa amostragem mais vasta e portanto, com maior validade científica.

Seja como for, a realidade é a da existência de contrastes higrométricos espaciais entre diferentes áreas da cidade, intimamente relacionados com os correspondentes contrastes térmicos, com variações interdiurnas e ritmos intradiurnos, cujos efeitos se reflectem, entre variados aspectos ligados ao clima, por exemplo, no conforto bioclimático (N. GANHO, 1996), o que, só por si, lhe atribui uma inegável importância como variável interveniente no "mosaico espacial" da qualidade ambiental urbana.

#### Bibliografia:

- GANHO, N. (1992) - *O Clima Urbano de Coimbra - Aspectos térmicos estivais*. Dissertação de Mestrado em Geografia apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 170 p. + 80 p. extra texto de gráficos e figuras.
- GANHO, N. (1995a) - "A ilha de calor de Coimbra - Resultados de observações itinerantes de temperatura no interior do tecido urbano". *VI Colóquio Ibérico de Geografia - ACTAS*, Porto, pp. 911-920.
- GANHO, N. (1995b) - "A ilha de calor de Coimbra: intensidade média e ritmo diário - Resultados de observações com termohigrógrafos em abrigo". *Actas do II Congresso da Geografia Portuguesa*, Coimbra, pp. 197-209.
- GANHO, N. (1995c) - "La isla de calor de Coimbra bajo diferentes condiciones de tiempo de Verano". *Estudios Geográficos*, LVI, 219, pp. 285-317.
- GANHO, N. (1995d) - "A ilha de calor de Coimbra sob diferentes condições de tempo de Verão". *Territorium*, 2, pp. 33-50.
- GANHO, N. (1996) - "A ilha de calor de Coimbra: efeitos bioclimáticos de contrastes termohigrométricos espaciais". *Cadernos de Geografia, Nº Especial, Actas do I Colóquio da Geografia de Coimbra*, pp. 27-36.
- GANHO, N. (1998) - *O Clima Urbano de Coimbra. Estudo de Climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*. Dissertação de Doutoramento em Geografia, especialidade de Geografia, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, I.E.G., C.E.G., Coimbra, 551p. (policopiado).
- GANHO, N. (1999) - "Clima Urbano e a Climatologia Urbana. Fundamentos e aplicação ao ordenamento urbano". *Cadernos de Geografia*, 18, pp. 97-127.
- GOLDREICH, Y. (1984) - "Urban topoclimatology". *Progress in Physical Geography*, 8, 3, pp. 336-365.
- RESTALLACK, B. J. (1979) - *Meteorologia*. Vol. 2 do Compêndio para a formação profissional de pessoal meteorológico de classe IV, trad. INMG, Lisboa, 173p.