

# **DESENHAR COM O CLIMA CLIMA CONFORTO HABITAÇÃO**

**Fausto Simões**

Arquitecto, R. Ricardo Espirito Santo 10 5º d.to 1200 Lisboa Codex

**RESUMO** Descreve-se um programa, desenvolvido pelo autor e designado por Clicon, o qual, em fase inicial do projecto de arquitectura, enquanto método de concepção, pode auxiliar o arquitecto a desenhar com o clima tendo em conta a satisfação de exigências de conforto térmico e a consequente contenção da dependência em relação a equipamentos auxiliares. O programa pode ser utilizado como meio didático, constituindo uma pequena contribuição para se colmatar uma lacuna que persiste na formação dos arquitectos em Portugal.

## **1. Introdução**

Em trabalho anterior [1] expôs-se um método expedito para a avaliação de condições climáticas locais, em função de exigências de conforto térmico.

A sua quantificação, embora simples, permite que esta avaliação possa servir de base à pré-selecção das Estratégias Bioclimáticas mais adequadas às diversas condições climáticas que se registam no território de Portugal, em espaços edificados mais comandados pela envolvente do que pelas cargas térmicas interiores.

Esta pré-selecção, desenvolvida como Método de Concepção para o início do projecto de arquitectura, requer apenas a introdução de dados climáticos elementares para a caracterização do clima local, em função dos quais as Estratégias Bioclimáticas são seleccionadas e graduadas, bem como são fornecidas as recomendações correspondentes, complementadas por exemplos sugestivos, não vinculando a formas rígidas como convém. Sendo apenas indicativa, ela remete para métodos de avaliação, aplicáveis em fases ulteriores do projecto, os quais permitem precisar o dimensionamento das disposições arquitectónico-construtivas e avaliar o seu comportamento.

## 2. Descrição do Método

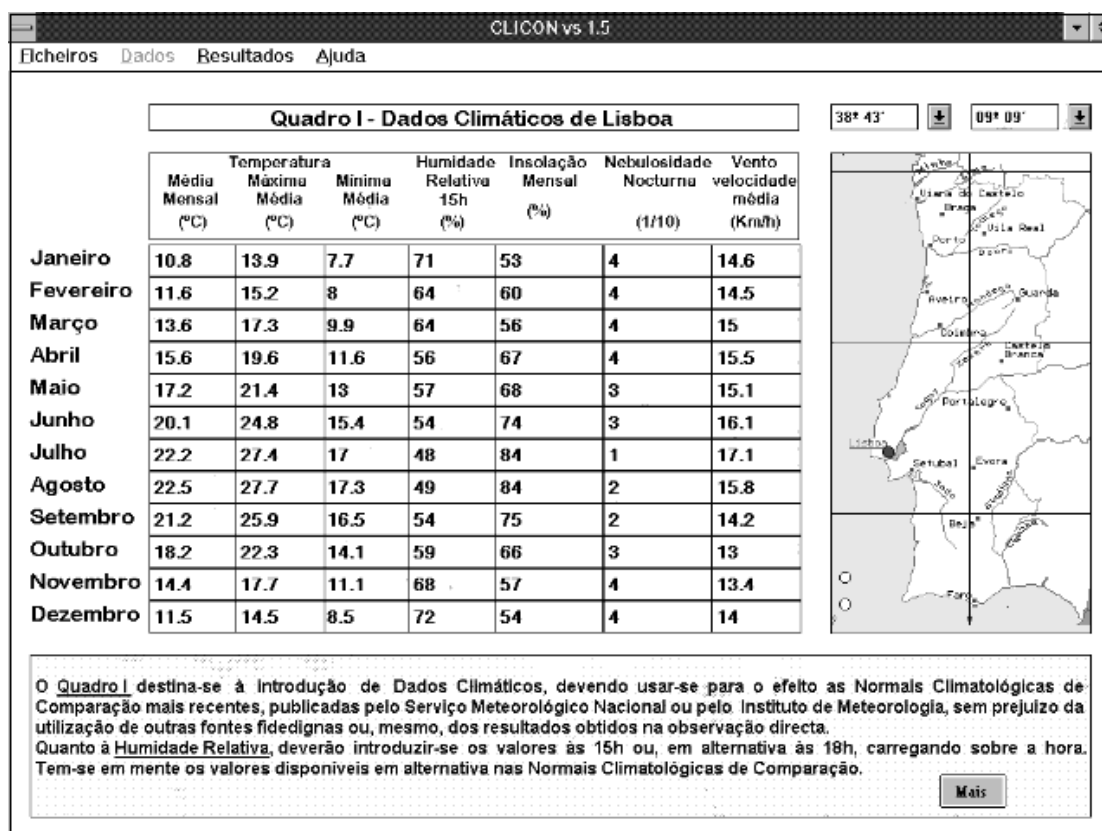
O método de concepção que se designa por Clicon, encontra-se desenvolvido em programa de computador numa versão beta em VisualBasic que consta de cinco écrans:

- Introdução dos Dados Climáticos;
- Avaliação do Clima e Selecção das Estratégias Bioclimáticas;
- Gradação das Estratégias Bioclimáticas;
- Recomendações.
- Exemplos

Descrevem-se seguidamente as principais orientações subjacentes a cada uma das operações descritas.

### 2.1.Introdução dos Dados Climáticos (figura 1)

Para facilitar a utilização do método por não especialistas, não sobrecarregando a concepção do projecto, os dados requeridos são elementares e podem ser colhidos nas Normais Climatológicas publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, para uma rede de estações, ampliada nas Normais correspondentes a 1951-80 [2].



The screenshot shows the CLICON vs 1.5 software interface. At the top, there is a menu bar with 'Echelos', 'Dados', 'Resultados', and 'Ajuda'. Below the menu bar, the title 'Quadro I - Dados Climáticos de Lisboa' is displayed. To the right of the title, there are two input fields for coordinates: '38° 43'' and '09° 09''. Below the title, there is a table with the following data:

	Temperatura			Humidade Relativa 15h (%)	Insolação Mensal (%)	Nebulosidade Nocturna (1/10)	Vento velocidade média (Km/h)
	Média Mensal (°C)	Máxima Média (°C)	Minima Média (°C)				
Janeiro	10.8	13.9	7.7	71	53	4	14.6
Fevereiro	11.6	15.2	8	64	60	4	14.5
Março	13.6	17.3	9.9	64	56	4	15
Abril	15.6	19.6	11.6	56	67	4	15.5
Maio	17.2	21.4	13	57	68	3	15.1
Junho	20.1	24.8	15.4	54	74	3	16.1
Julho	22.2	27.4	17	48	84	1	17.1
Agosto	22.5	27.7	17.3	49	84	2	15.8
Setembro	21.2	25.9	16.5	54	75	2	14.2
Outubro	18.2	22.3	14.1	59	66	3	13
Novembro	14.4	17.7	11.1	68	57	4	13.4
Dezembro	11.5	14.5	8.5	72	54	4	14

To the right of the table, there is a map of Portugal with a grid overlay. Below the table, there is a text box with the following content:

O Quadro I destina-se à introdução de Dados Climáticos, devendo usar-se para o efeito as Normais Climatológicas de Comparação mais recentes, publicadas pelo Serviço Meteorológico Nacional ou pelo Instituto de Meteorologia, sem prejuízo da utilização de outras fontes fidedignas ou, mesmo, dos resultados obtidos na observação directa. Quanto à Humidade Relativa, deverão introduzir-se os valores às 15h ou, em alternativa às 18h, carregando sobre a hora. Tem-se em mente os valores disponíveis em alternativa nas Normais Climatológicas de Comparação.

At the bottom right of the text box, there is a button labeled 'Mais'.

Fig. 1 Ecran dos Dados Climáticos

Os dados a introduzir são os seguintes valores mensais:

- Temperatura média e temperatura máxima média do ar. O programa gera a mínima média;
- Humidade relativa do ar (às 15H00 ou 18H00);
- Insolação observada, percentagem em relação à máxima possível;
- Nebulosidade nocturna, gerada pelo programa a partir da insolação;
- Velocidade média do vento.

## 2.2.Avaliação do Clima. Selecção das Estratégias Bioclimáticas(figura 2)

A avaliação do clima segue as orientações apresentadas no trabalho Clima e Conforto uma Avaliação Climática Expedita [1].

Para se passar da avaliação climática à selecção do lote de Estratégias Bioclimáticas aplicáveis às condições climáticas locais, estabelece-se uma correspondência entre as estratégias sistematizadas e os resultados da avaliação expedita em que a evolução anual do clima local é distribuída por três categorias de conforto térmico: FRIO, CONFORTÁVEL, QUENTE.

O quadro 1 apresenta as Estratégias Bioclimáticas assim agrupadas.

**Quadro 1. Sistematização das Estratégias Bioclimáticas**

Periodos	FRIO		CONFORTÁVEL		QUENTE	
	promover ganhos	resistir perdas	resistir ganhos	promover perdas	resistir ganhos	promover perdas
CONDUÇÃO		isolamento fact.forma			inércia térmica	<i>earth cooling</i>
CONVECÇÃO		prot.vento vedação		ventilação	prot.vento vedação	ventilação
RADIAÇÃO	captação solar		protecção solar		protecção solar	arrefecimento radiativo
EVAPORAÇÃO						arrefecimento evaporativo

O segundo écran do programa apresenta, não só o quadro da Avaliação do Clima Local, mas também o quadro das Estratégias Bioclimáticas em que se assinalam as aplicáveis e, por gradação da cor de fundo, se destaca o lote de estratégias correspondentes ao período dominante.

Dado que as estratégias para o período CONFORTÁVEL se aplicam também ao período QUENTE, associam-se ambas num único lote aplicável ao conjunto dos dois períodos.

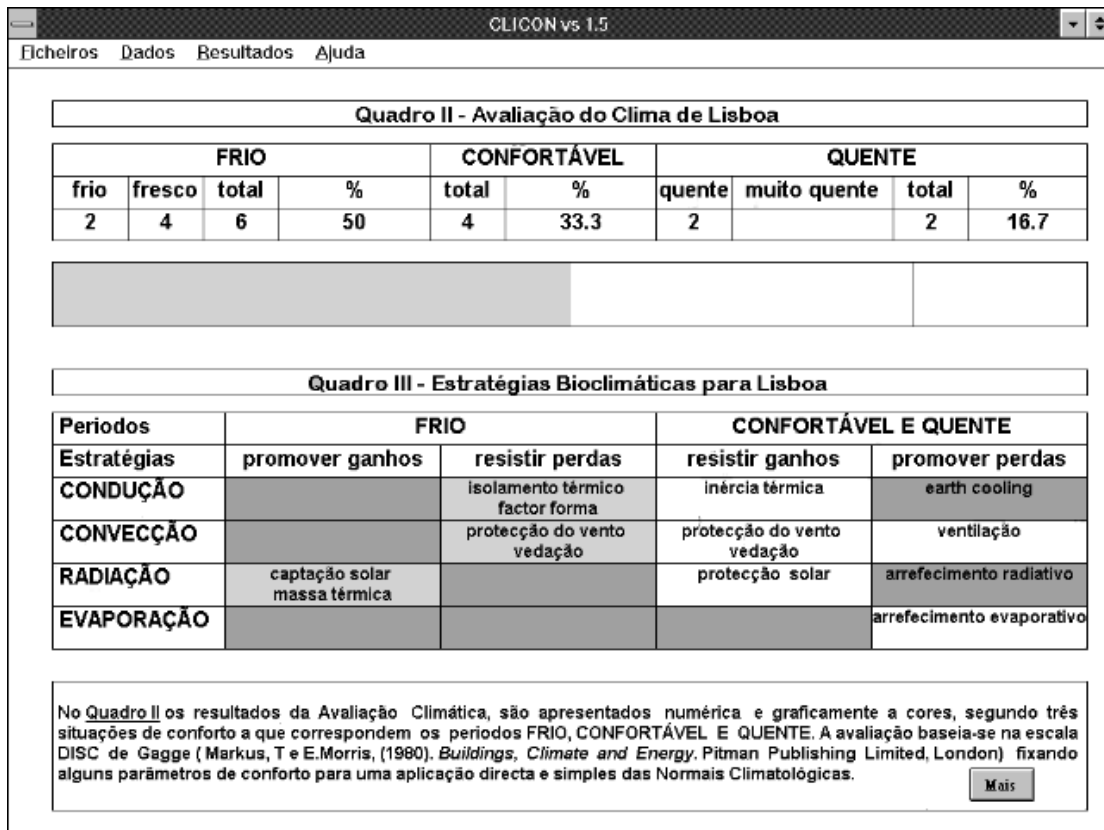


Fig. 2 Ecran da Selecção das Estratégias Bioclimáticas

### 2.3. Graduação das Estratégias Bioclimáticas. Recomendações (figura 3)

A aplicabilidade de cada estratégia dos lotes seleccionados é graduada, usando critérios específicos para cada uma, a partir dos dados que caracterizam as condições climáticas locais.

Cada estratégia é, assim, valorizada numa escala de três pontos.

Consequentemente, são fornecidas as correspondentes Recomendações para cada uma das estratégias seleccionadas de acordo com a sua graduação, complementadas por uma Nota Técnica sobre a estratégia.

A graduação de cada uma das Estratégias Bioclimáticas combina critérios de oportunidade (por exemplo; a inércia térmica é tanto mais oportuna quanto maior for a amplitude térmica que caracteriza o clima local no período em questão) e de disponibilidade (por exemplo; maior disponibilidade de radiação solar na estação FRIA, maior aproveitamento através de aberturas solares e massas térmicas complementares).

Quadro IV - Graduação das Estratégias Seleccionadas para Lisboa	
<b>Estratégias para o Período FRIO</b>	
Isolamento e factor forma	1
Protecção do vento e vedação da envolvente	2
Captação solar e massa térmica	3
<b>Estratégias para os Períodos CONFORTÁVEL E QUENTE</b>	
Inércia térmica na envolvente	2
Earth cooling	0
Protecção do vento e vedação da envolvente	2
Ventilação de conforto e estrutural	2
Protecção solar	2
Arrefecimento radiativo	0
Arrefecimento evaporativo	2

No **Quadro IV** as Estratégias Bioclimáticas seleccionadas apresentam-se escalonadas, cada uma delas em três graus, na razão directa da conveniência ou da adversidade das condições climáticas locais, conforme se trate de estratégias de promoção ou de restrição de trocas.

Verifica-se uma grande correspondência entre os graus de restrição de perdas por condução (isolamento térmico e baixo factor forma) e os três graus do zonamento climático para o Inverno utilizado no RCCTE (Decreto Lei 40/90 de 6 de Fevereiro). Os três graus de zonamento climático para o Verão, utilizado no RCCTE equivalem sensivelmente aos valores apurados para o período QUENTE, correspondendo V1 a QUENTE<2, V2 a QUENTE=2 e V3 a QUENTE>2 (Quadro II).

Fig. 3 Ecran da Graduação das Estratégias Bioclimáticas

Os elementos climáticos ponderados e cruzados no procedimento que conduz à graduação de cada estratégia, foram os seguintes:

**-Restrição de Perdas por Condução**

A graduação depende directamente da extensão do período FRIO, bem como da intensidade deste que se relaciona quer com a extensão do período quer com a mínima temperatura mínima média mensal nesse período.

**-Protecção do Vento /Vedação da Envolvente (período FRIO)**

A graduação relaciona-se directamente com a máxima velocidade média mensal do vento no período FRIO.

**-Captação Solar/Massa Térmica Complementar**

A graduação relaciona-se com o valor mensal mínimo da radiação no período FRIO. A radiação é gerada pelo programa a partir do valor da insolação, o que se considera aceitável, num método de pré-selecção em que não se quantificam comportamentos.

Tal permite usar, para o efeito, um dado facilmente acessível, constante das Normas Climatológicas; a percentagem da insolação observada em relação à máxima possível.

#### -Inércia Térmica

A graduação relaciona-se directamente com as amplitudes térmicas que ocorrem nos períodos CONFORTÁVEL e QUENTE e com o número de meses quentes, considerando que estes correspondem não só a mais meses quentes mas também a meses mais quentes.

#### -*Earth Cooling*

Trata-se de uma estratégia mais pesada do que a que se designa por Inércia Térmica e que se materializa em disposições arquitectónico-construtivas de transição entre elas como o *Earth Berming*, até às construções completamente enterradas, mais custosas do que as primeiras, os tubos enterrados ou as construções semi-enterradas.

Tendo em conta os custos e dificuldades que envolve, considera-se esta estratégia aplicável quando se regista um extenso período QUENTE, com grandes amplitudes térmicas médias mensais e em que seja oportuno um amortecimento da onda de calor estacional, ou então interestacional. Considera-se ainda que os casos mais pesados são penalizantes no período FRIO.

Assim, relaciona-se a graduação desta estratégia com a extensão do período QUENTE, com as amplitudes térmicas e temperaturas médias mensais neste período, bem assim com a temperatura média mensal mais baixa nos meses frios, seguindo Givoni para o seu valor limite[3].

#### -Protecção do Vento (Períodos CONFORTÁVEL e QUENTE)

Considera-se que o bom tempo convida a abrir as casas ao contacto com o exterior e a fazer a vida mais ao ar livre, pelo que assume maior importância a incomodidade e não só o desconforto que aumentam, um com a velocidade do vento e outro com a temperatura do ar em movimento com tempo muito quente.

Relaciona-se a graduação desta estratégia apenas com a velocidade do vento nos períodos CONFORTÁVEL e QUENTE, remetendo-se a temperatura do ar como condicionante para a Ventilação.

## -Ventilação

O rendimento do arrefecimento convectivo decresce com a velocidade do ar a qual conduz também a limiares de incomodidade pela acção mecânica do vento. Por outro lado, esta estratégia torna-se ineficaz para temperaturas próximas da temperatura do corpo e elevados graus de humidade do ar, bem como inconveniente para baixos teores de humidade do ar.

Assim, remete-se a graduação desta estratégia para a zona de eficácia da Carta Bioclimática [4], graduando-a em função da extensão dos períodos CONFORTÁVEL e QUENTE em que é aplicável e ponderando a sua inaplicabilidade em tempo muito quente.

## -Protecção Solar

A graduação desta estratégia relaciona-se com a radiação média nos meses dos períodos CONFORTÁVEL e QUENTE e com a extensão do período QUENTE. O programa gera os valores da radiação a partir da insolação, tal como se referiu acima (captação solar/massas térmicas complementares).

## -Arrefecimento Radiativo

Considera-se que esta estratégia é aplicável em noites *tropicais*, calmas, com tempom seco e muito fraca nebulosidade ou em locais com um extenso período QUENTE, noites calmas, tempo seco e céu fracamente nublado.

Assim, a graduação desta estratégia resulta do cruzamento da extensão do período QUENTE com a humidade relativa, a nebulosidade, a velocidade do vento e a temperatura nocturna do ar, deduzida esta a partir da amplitude térmica e da temperatura média mensal, para se usarem dados facilmente acessíveis, constantes das Normais Climatológicas.

## -Arrefecimento Evaporativo

Estratégia por excelência para o calor, compreende desde meios simples como a aspersão de terraços para atenuar o efeito da radiação solar, até à micronização da água em torres de arrefecimento capazes de trazer à zona de conforto ambientes relativamente secos com temperatura do ar da ordem dos 40 °C.

Assim, a graduação desta estratégia depende da extensão do período QUENTE que se relaciona com a intensidade do calor, da radiação correlacionada com a insolação e das condições de temperatura e de humidade, considerando, para o efeito, a zona de eficácia desta estratégia segundo a Carta Bioclimática (Watson e Labs, 1983),

## 2.4.Exemplos

Num quinto ecran, são apresentados exemplos sugestivos comentados, para todas as estratégias bioclimáticas.

## 3. Conclusões. Utilização do Método

Como utilizar os resultados da aplicação do método no projecto de novos edifícios ou de reabilitação do património arquitectónico, face à diversidade de exigências programáticas e, nomeadamente, à discrepância entre os pequenos edifícios de habitação e os grandes edifícios de serviços?

Está fora de causa a sua rígida aplicação. Outras exigências que não as de conforto térmico, conduzem a decisões sobre as formas de habitar que podem não coincidir com as disposições que associam o conforto térmico ao clima local.

Numa aplicação menos rígida do método, os seus resultados fornecem um quadro de referência para o reforço de medidas compensatórias que atenuem os efeitos de disposições que, não estando com o clima, segundo os critérios de conforto considerados, não protegem dele ou não o aproveitam devidamente, podendo até agravar as condições climáticas no ambiente concebido.

A forma como o método está estruturado permite a introdução de alterações, colmatando lacunas e corrigindo, aperfeiçoando, ou mesmo incluindo novos procedimentos que não prejudiquem a sua fácil utilização.

Pensa-se que a fácil utilização do método pelo projectista, introduzindo o binómio clima-conforto no âmbito das suas preocupações, justifica o seu aperfeiçoamento, com a colaboração de especialistas nas áreas do conforto, do clima e da física aplicada, tendo em vista a sua divulgação numa versão que possa ser utilizada pelos projectistas, com suficiente fiabilidade.

## 4. Referências

1. Simões, F. (1994). Clima e Conforto. Uma Avaliação Climática Expedida.. *Energias Limpas em Progresso*. Vol 1 621-628. AEES / ISES . Vigo.
2. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, (1990 - 1991). *O Clima de Portugal*. Fascículo XLIX. Volumes 1 a 6.
3. Givoni, B. (1988). Mathematical Models of Passive System. *Energy and Buildings for Temperate Climates* PLEA 88. Porto.
4. Watson, D. e Labs, K. (1983). *Climatic Design*. Mcgraw Hill Book Company, New York