

LdC – Uma experiência em curso Resultados da utilização – 2ª parte

Fausto Simões
arquitectologia.org

Este artigo integra-se num conjunto de três artigos sobre o LdC. O primeiro trata da caracterização bioclimática da forma edificada. O segundo trata dos resultados das decisões de projecto quanto à construção do edifício e dos sistemas activos. O terceiro artigo trata dos resultados das decisões de projecto colhidos na utilização do edifício e dos sistemas activos, incidindo esta segunda parte sobre os resultados da monitorização.

Resultados da Monitorização

A casa pode ser entendida como uma forma de facilitar e embelezar a nossa vida quotidiana. Assim a entendemos neste projecto em que prevalece a pulsação da vida familiar entre o interior do lar e a vizinhança exterior e não a pulsação entre o “trabalho” e a “casa”, o *métro-boulot-dodo* que domina as grandes cidades. Entrelaçam-se aqui as relações familiares e sociais com as relações com a natureza, porventura com os elementos da natureza mais ou menos humanizada. Evidenciam-se nestas, as relações com o clima que não são estranhas à pulsação interior e exterior da vida familiar e que, sendo especialmente visadas nesta experiência, no seguimento dos estudos anteriormente referenciados, levaram à monitorização da casa enquanto forma de termoregulação, como se fosse a nossa “terceira pele” (sendo a segunda o vestuário).

Instrumentação

Foram usados, para a recolha e armazenamento de dados:

- uma estação meteorológica *La Crosse WS-2315*;
- um termómetro de máxima e mínima colocado ao abrigo do sol numa parede da estufa;

-dois termómetros digitais para medições pontuais: um, modelo *Fluke 61* “de infravermelhos”, para a medição da temperatura de superfícies e outro, modelo *Fluke 51 Serie II*, para medição da temperatura do ar com memorização de máxima, média e mínima.

A estação meteorológica tem o pluviómetro e o anemómetro instalados na cobertura, bem como os sensores da temperatura e humidade exteriores ao abrigo dos colectores solares. A cobertura de terra facilitou a instalação e facilita a manutenção que não pode ser descurada, pois os aparelhos são paralisados ou avariados por aranhas e formigas que deles se servem.



O barómetro, e os sensores de temperatura e humidade interiores estão integrados na central meteorológica, instalada no “gabinete de referência”: o gabinete mais distante da lareira central e menos influenciado pelo sol.



Monitorização do LdC - Central Meteorológica

A central meteorológica está ligada a um servidor que recebe, armazena, trata e envia os dados para uma rede internacional de estações meteorológicas – a Weather Underground – o que permite conferir os dados desta com os de outras estações que por sorte, estão instaladas na vizinhança e ligadas à rede.

O clima da região

A temperatura do ar é o principal elemento climático que mais directamente se relaciona com o comportamento térmico do edifício. Por isso a seleccionámos (incluindo a temperatura do ponto de orvalho para entrar com a humidade do ar) entre os dados recolhidos durante cinco anos na estação meteorológica do LdC e noutras duas PWS (Personal Weather Stations) mais próximas. A amostra dos últimos quatro anos apresentada no Anexo 1, serve para ilustrar algumas observações com interesse para a concepção bioclimática de edifícios no “Sul Portugal”, o Sul Mediterrâneo tal como ele é entendido por Orlando Ribeiro:

-Em todos os anos da amostra se verificam os dois meses do Verão quente e seco que distingue o Mediterrâneo do resto da Europa, mas aqui moderado pela proximidade do Oceano Atlântico como acontece em toda a faixa da Estremadura que Orlando Ribeiro leva até ao Rio Mondego e, com ela, o “Sul de Portugal”. O Verão varia naturalmente de ano para ano em intensidade e duração mas, em regra, as amplitudes térmicas diárias no “pino do Verão” (os dois meses mais quentes) são superiores a 10°C e a temperatura média situa-se dentro da zona de conforto. Regras que aliás se podem verificar nas Normais Climatológicas (1) do “Sul de Portugal”, tirando as estações mais próximas do mar (a menos de uma dezena de quilómetros, na Estremadura). O efeito moderador do mar atenua-se para o interior sobretudo no Verão: a estação da Marinha Grande regista amplitudes médias próximas dos 12°C em Julho e Agosto e as de Coimbra excedem os 14°C. No local do estudo regista-se um valor intermédio, mas o que se afigura mais importante é que este valor médio esconde amplitudes térmicas que atingem os 20°C nas ondas de calor que ocorrem nos verões mais quentes. Verifique-se as ondas de calor no Verão de 2013, que também registámos em 2010 e que poderão aumentar em frequência, intensidade e duração com o “aquecimento global”. Esta particularidade do clima mediterrâneo do “Sul de Portugal” que aqui registamos

tem grande importância para quem pretende projectar com o clima pequenos edifícios de habitação que são mais comandados pela envolvente do que pelas cargas térmicas interiores. Ondas de calor que demoram mais de três dias com grandes amplitudes térmicas e temperaturas médias dentro da zona de conforto, requerem edifícios com grande inércia térmica, cuidada protecção de coberturas, envidraçados e paredes contra a radiação solar e ventilação transversal, designadamente ventilação estrutural nocturna, atendendo a que as grandes amplitudes térmicas ocorrem nos predominantemente dias de céu limpo, em que as elevadas temperaturas diurnas acompanham a forte radiação solar e as temperaturas nocturnas relativamente baixas se devem ao arrefecimento radiativo para o céu. Este efeito radiativo torna a convivência mais apetecível no exterior do que o interior, nas primeiras horas da noite.



Fora das ondas de calor, apetece estar no exterior durante o dia, abrigado do sol e da nortada que sopra forte quando se conjuga o anticiclone dos Açores com as baixas pressões na Meseta.

-Quanto ao Inverno, o frio vem regularmente em Novembro, caindo as máximas abaixo dos 20°C e as mínimas abaixo dos 10°C. E assim se demoram abaixo da zona de conforto pelos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e, por vezes, até ao princípio de Abril como no ano de 2013, representado no Anexo 1.

É uma época instável que se percebe na oscilação irregular das temperaturas. O

“mau tempo” que vem com as depressões alterna com o “bom tempo” comandado pelas altas pressões.

Dias de “mau tempo”, escuros, chuvosos ou mesmo tempestuosos, em que apetece estar à lareira no aconchego da casa; dias tristonhos, frios, de um frio húmido que se entranha nos ossos apesar da pequena oscilação térmica em torno de uma temperatura acima dos 10°C.

Dias de “bom tempo”, alegres, luminosos; céu limpo, grandes amplitudes térmicas, noites frias em que o termómetro pode descer abaixo de zero, mas em que durante o dia apetece estar num recanto exterior ensolarado e abrigado do vento cortante, ou mesmo andar agasalhado pelo campo.

Apesar da latitude mais elevada e da proximidade do mar que está a cerca de 20km, o quadro das temperaturas da amostra parece-se mais com o de uma estação do interior alentejano do que de uma estação como Lisboa.

Portanto, também no Inverno nos sentimos no Sul mediterrâneo, mesmo quanto à chuva que ocorre geralmente em Dezembro e Janeiro, bem como no início do Outono e da Primavera, não fora a maior quantidade de precipitação e a luminosidade húmida da atmosfera.

O Inverno assim caracterizado, apesar de ameno e curto em relação ao que impera nas regiões continentais das latitudes e altitudes mais elevadas, desafia mais a arquitectura bioclimática do que o Verão, em comparação mais agressivo. Por um lado, o tempo que convida a viver no exterior, gozando o sol ao abrigo do vento, leva a valorizar os espaços intermédios que enriquecem a arquitectura mediterrânea. Por outro, o tempo adverso pede abrigo e, portanto uma casa “bem isolada” e bem protegida contra as infiltrações de ar (a chuva e a humidade). Havendo sol, há lugar para compensar as perdas de calor com um *sistema solar-passivo*. Mas o clima mediterrâneo levanta dois problemas: as ondas de calor no verão tornam crítico o sobreaquecimento; a amenidade dos invernos não justifica casas super-isoladas e super-vedadas, pela lei dos rendimentos marginais decrescentes e os ganhos solares

mais os ganhos internos não chegam para compensar as perdas, obrigando a recorrer a um sistema de aquecimento para alcançar o conforto numa actividade sedentária.

Chegamos assim ao aparente paradoxo de, numa região de Verões quentes e Invernos amenos, podermos dispensar sistemas de apoio no Verão mas precisarmos deles no Inverno.

-O Outono e a Primavera são estações de transição.

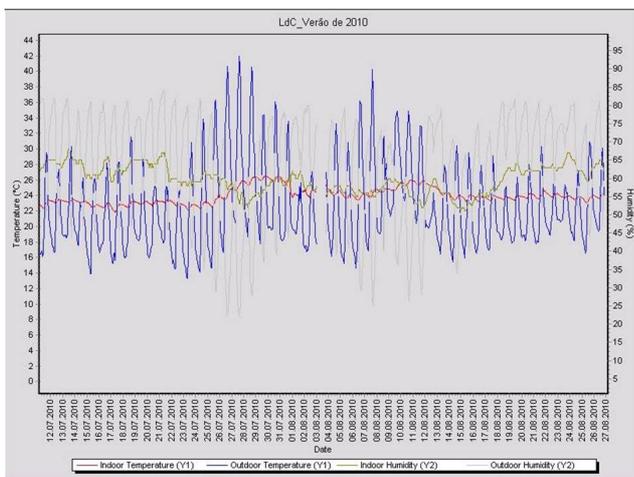
Pelo andamento das temperaturas nos quatro anos da amostra, a transição outonal do Verão para o Inverno vai de finais de Setembro - respeitando pois o equinócio de Setembro - até à primeira quinzena de Novembro, bem longe do solstício de Dezembro. Mas a transição primaveril do Inverno para o Verão alonga-se, com muitos altos e baixos em cada mês e de uns anos para os outros, pelos meses de Abril, Maio e Junho, aproximadamente entre o equinócio de Março e o solstício de Junho.

Os pequenos edifícios como o LdC, bem adaptados ao Verão “navegam” bem na transição gradual das condições de Verão para as de Inverno que demora pouco mais do que um mês. O sombreamento dos envidraçados não é inconveniente, pelo contrário continua a ser útil e o calor armazenado nas massas térmicas durante o Verão, ajuda nas noites que começam a refrescar. O mês do Outubro tem dias de uma encantadora serenidade. Está-se bem no exterior nos “espaços entre os edifícios”, nos “espaços intermédios” que eles encaixam ou que os prolongam neste período de transição que não raramente se despede de nós com o “bom tempo” de um Verão suave: o “Verão de S. Martinho”. É menos pacífica a transição do Inverno para o Verão. Muito extensa e irregular, dias de Inverno podem alternar com dias de Verão, até se atingir a estabilidade estival lá para o mês de Junho. A “navegação” merece cuidados na manobra dos envidraçados e no sombreamento das *aberturas solares* dos *sistemas solares passivos* sobretudo devido à diferença de um mês entre o solstício de Junho e o “pico do Verão” que cria um problema insolúvel aos sombreadores fixos, conduzindo a

soluções de compromisso ou, de preferência a dispositivos móveis como esteiras ou caducifólias que acompanham naturalmente o ciclo térmico... mas carecem de manutenção.

O Verão

Os resultados da monitorização ao longo de todo o Verão 2010 que foi muito quente e seco, mostram que a temperatura do ar medida no interior (a vermelho no gráfico) não ultrapassou os 26°C, mesmo nas ondas de calor em que a temperatura exterior (a azul no gráfico) ultrapassou os 40°C e ocorreram noites tropicais.



Mas, pode-se observar, este bom comportamento no Verão não é até proverbial na arquitectura tradicional mediterrânea em Portugal? Foi, mas tem-se vindo a perder na arquitectura moderna e corrente. Por isso se pretende revalorizar a inercia térmica e a protecção solar que oferecem os seus volumes gordos, alvos de cal com parca fenestração... que por outro lado prejudicam o comportamento no Inverno. Um bom comportamento *também* no Inverno é a novidade do *solar passivo* integrado numa arquitectura bioclimática... em que as *aberturas solares* desafiam o seu bom comportamento no Verão! Uma pescadinha de rabo na boca que temos que digerir.

O Inverno

Os dados colhidos nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro do último

Inverno (2013-14), permitem ter uma ideia do comportamento de uma casa com as características bioclimáticas do LdC face às variações do clima e do padrão de utilização que ocorrem na vida real.

Considerando a temperatura do ar como primeiro indicador das condições conforto térmico, o comportamento da casa foi balizado pela temperatura registada em tempo real, no “gabinete de referência” e pelas máximas e mínimas da “estufa” registadas quando oportuno. Estes dados foram conferidos e completados por medições pontuais da temperatura do ar e das superfícies (paredes, tectos e pavimentos), também nos outros dois gabinetes que, note-se desde já, são mais influenciados pelo uso da lareira.

Quanto às variações do clima local, traduzidas no andamento da temperatura do ar que se pode ver no Anexo 1, o Inverno começou na primeira quinzena de Novembro e prolongou-se assim pela primeira semana de Dezembro que foi um mês relativamente frio (temperatura média: 9.9°): três semanas com a mínima a rondar os 0°C e grandes amplitudes térmicas, o que denota dias de céu limpo. Seguidamente e até ao fim de Dezembro, vêm as núvens e a chuva, máximas e mínimas aproximam-se num movimento oscilante, diminuindo a amplitude térmica que não ultrapassa os 3°C nos dias mais chuvosos de céu encoberto. Entra-se assim em Janeiro que continua este padrão oscilante de “mau tempo”, devido mais à chuva e à humidade do que à temperatura do ar. Comparando a pluviosidade, as médias da humidade e da temperatura de Janeiro com as de Dezembro temos: 218-124 mm/89.2-79.9%/11.4-9.9°C.

No mês Fevereiro persistiu o “mau tempo”, chuvoso e húmido agravado por um abaixamento da temperatura. A temperatura média mensal calculada foi de 10.8°C.

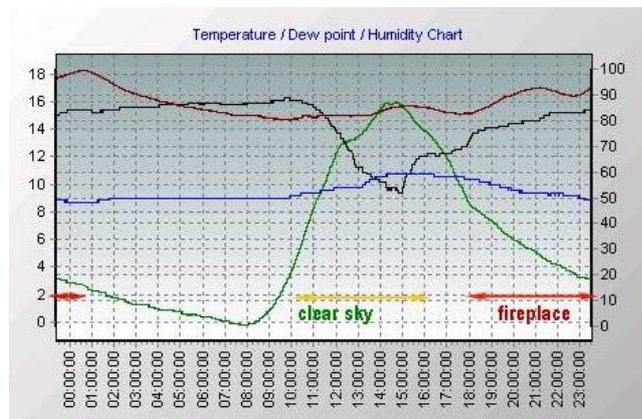
Quanto às variações do padrão de utilização predomina uma regularidade semanal na utilização da casa que é ocupada permanentemente por uma pessoa durante dois-três dias, por duas pessoas durante 2-3 dias e está desocupada dois dias. Excepcionalmente a casa foi ocupada

permanentemente por três pessoas de 24 a 30 de Dezembro de 2013 e de 3 a 10 de Janeiro de 2014. A lareira, fonte de calor do aquecimento central, funcionou durante Dezembro, Janeiro e Fevereiro cerca de 6 horas sempre e apenas nos 2-3 dias em que a casa foi ocupada por duas pessoas. Funcionou portanto cerca de 10 dias por mês, com uma carga de 20kg/dia de lenha. Foi utilizada ainda em idêntico regime na última quinzena de Novembro e na primeira de Março.

Comenta-se seguidamente o andamento das temperaturas do ar interiores e exteriores (a vermelho e a verde nos gráficos), face a estas condições de medição, de tempo e de utilização, discretizando-o nalguns dos dias de Inverno mais significativos para o efeito.

Os gráficos incluem ainda a humidade relativa interior e exterior (respectivamente a azul e a preto).

8 de Dezembro de 2013



O perfil da temperatura exterior denota um dia de céu limpo: sol durante o dia e acentuado arrefecimento nocturno. Um dia frio que se sucede a três semanas de dias de cariz anticiclónico como este: grande amplitude térmica e temperatura mínima a rondar os 0°C. Dias de “bom tempo”, frios: a temperatura média destas três semanas está abaixo da média normal para a estação meteorológica mais próxima - Marinha Grande (1) : 7.7°C contra 9.3°C para o mês mais frio - Janeiro! Um duro teste para uma *casa solar passiva*, dimensionada para um dia de sol de Janeiro. A dureza do teste foi agravada pelo regime de utilização desfavorável - dois dias de desocupação e

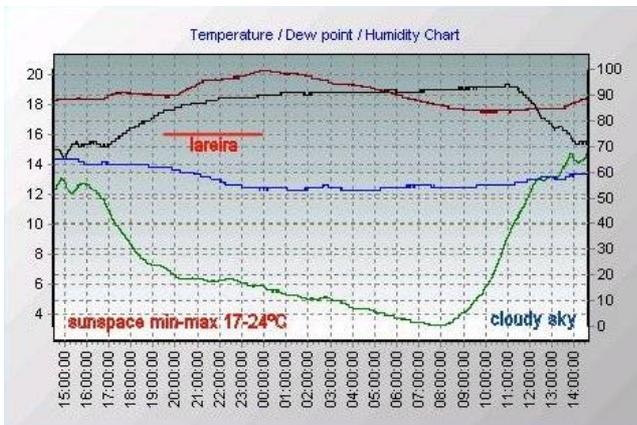
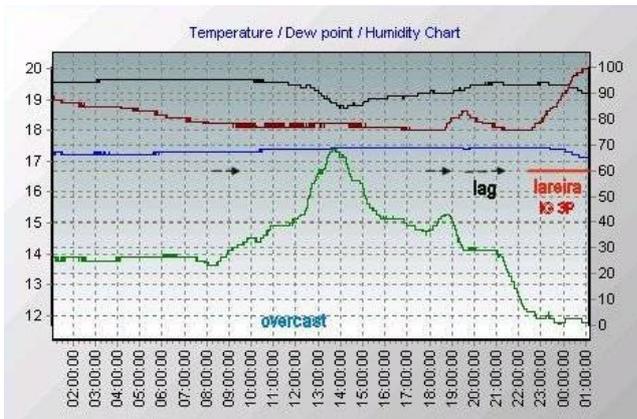
2-3 dias de aquecimento pela lareira central por semana. A temperatura do ar colhida no gabinete referenciado na *Instrumentação* oscilou entre 14.5°C e 18°C, sendo 15.9°C a média calculada, cerca de 2°C abaixo da temperatura que foi considerada de referência para uma actividade sedentária de um utilizador agasalhado.

A estratégia utilizada no LdC em períodos excepcionalmente frios como este, tem sido a de recolher aos gabinetes aquecidos, um pela lareira central, outro por lareira própria que mantêm nestes gabinetes temperaturas confortáveis, para o que contribui a temperatura radiante da lareira e das paredes circundantes. Tem-se verificado em sucessivas medições pontuais que a temperatura do ar de um compartimento acompanha de perto a temperatura das superfícies envolventes que não diferem significativamente entre si, se não houver nenhuma fonte de calor como uma lareira em funcionamento, o que é o caso do gabinete onde se encontra a sonda de ar interior da estação, em que nunca foi utilizada a lareira durante esta estação de aquecimento. Neste caso a temperatura do ar segue a temperatura radiante da envolvente do gabinete que é comandada pela temperatura das paredes exteriores e do tecto que por seu turno seguem o andamento das temperaturas exteriores, em função do isolamento térmico e da inércia. A inércia é, nestes extensos períodos frios, vantajosa porque atenua as grandes flutuações diárias de temperatura e o abaixamento da temperatura ao longo do período frio, mas é inconveniente porque cria uma inércia térmica que dificulta o aquecimento que vai em grande parte para as massas térmicas descarregadas ao longo do tempo. É neste entendimento que considero que “a dureza do teste foi agravada pelo regime de utilização”, designadamente pelo funcionamento intermitente da lareira central que deixou descarregar excessivamente as massas térmicas.

Não obstante, nota-se que temperatura interior medida ao longo destas três semanas de frio em análise (17 de Novembro a 8 de Dezembro), tem uma

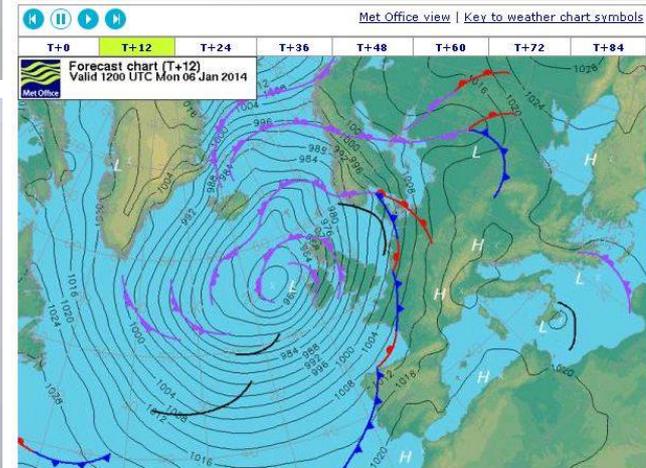
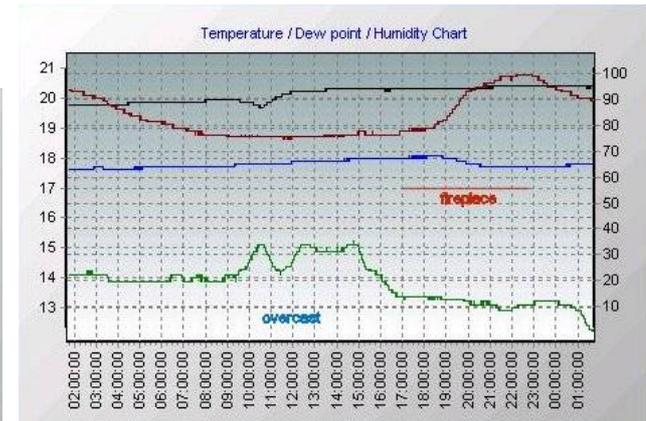
média calculada 8.2°C acima da média calculada para a temperaturas exteriores medidas na estação do LdC neste período e apenas menos 0.6°C do que a temperatura média calculada para as temperaturas exteriores medidas, no periodo anterior entre 1 de Outubro e 17 de Novembro (16.5°C) , o que se deverá em boa medida ao jogo entre os ganhos solares e a massa térmica que é fundamental na estabilização das temperaturas de uma casa solar passiva.

27-28-29 de Dezembro de 2014



horas de lenha na lareira central e apenas no dia 29 não chegaram aos 18°C (17.8°C) nas primeiras horas da manhã, acusando o arrefecimento nocturno. A estufa manteve-se confortável quase todo o dia 29 em que a temperatura registada oscilou entre 17°C e 24°C , sinal de que em toda a casa predominaram condições de conforto. O LdC mostrou poder navegar bem neste tempo instável em que não há “ondas de frio”.

6 de Janeiro de 2014

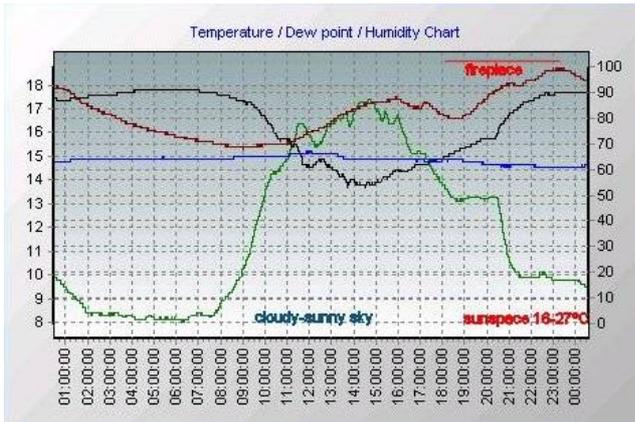


Met Office view

Com a dissipação do anticiclone de bloqueio (2) veio o tempo instável, legível no andamento das temperaturas dos dias 27 a 29 de Dezembro. Dias de “mau tempo” chuvosos com temperaturas moderadas, alternam com dias de “bom tempo” passageiros, em que o sol brilha entre as nubes e as noites são frias. Com este tempo e uma utilização permanente na última semana de Dezembro, o LdC manteve-se confortável. As temperaturas no gabinete de referência chegaram aos 20°C com menos de três

A temperatura interior no “gabinete de referência” situou-se sempre acima dos 18°C, num dia de céu encoberto com temperatura mínima superior à normal e reduzida amplitude térmica. Uma situação recorrente ao longo de todo o mês Janeiro, em que a passagem de sistemas frontais associados a sucessivas depressões que se deslocam nesta latitude de Leste para Oeste, originou “valores de temperatura média e de precipitação superiores ao normal.” (3)

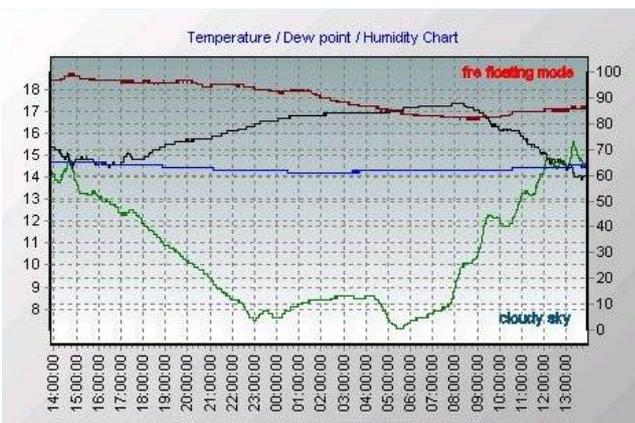
23 de Fevereiro de 2014



Devido à passagem de sucessivos sistemas frontais associados a depressões por vezes muito cavadas (4), Fevereiro foi mais frio do que Janeiro (10.8.-11.4°C). Mais frio e chuvoso: choveu o dobro do normal (4). O LdC navegou com alguma dificuldade neste tempo perturbado, húmido e pouco ensolarado. O regime de utilização foi deixando descarregar as massas térmicas. A temperatura no “gabinete de referência” baixou até aos 15.5°C pela manhã do dia 23 de Fevereiro mas, com o sol a despontar entre as núvens, a estufa foi até ao 27°C.

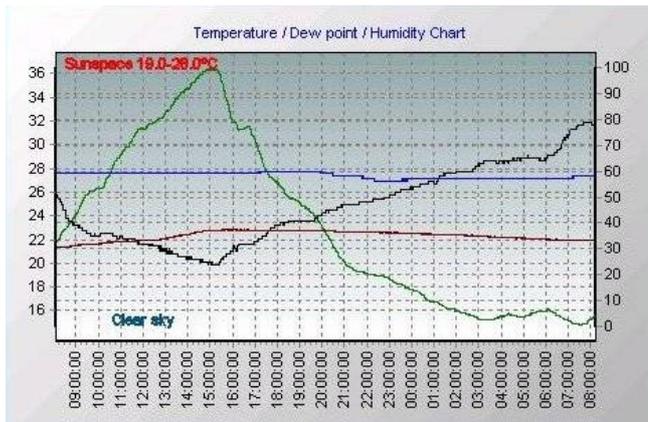
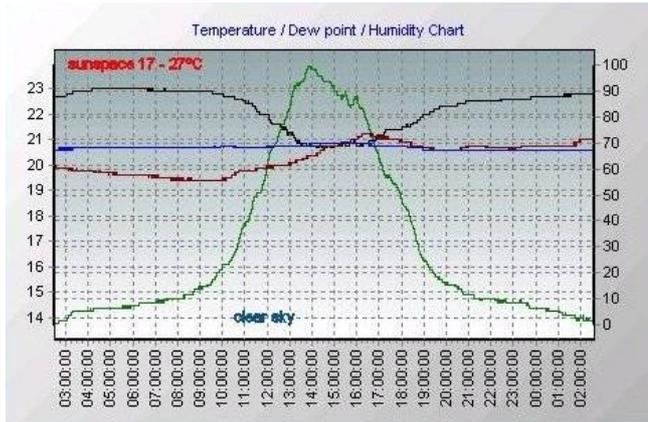
As estações de transição

22-23 de Março de 2014



Doze dias de “bom tempo”, sob a influência de um anticiclone de bloqueio (5), levaram a deixar de ligar a lareira. Nos últimos 10 dias de Março regressou o Inverno com mínimas entre os 4 e 9°C. A casa foi apanhada em “free-floating mode”, pelo que as mínimas na manhã do dia 23 desceram abaixo dos 17°C no gabinete de referência.

17-18 de Abril e 15-16 de Maio de 2014



O maior risco na Primavera era o de sobreaquecimento na ocorrência de dias quentes ou mesmo ondas de calor com dias de céu nebulado ou limpo, devido aos ganhos calor pela abertura solar, numa altura em que a esteira de sombreamento ainda não foi colocada. Conforme mostram os gráficos de temperatura do ar para um dia de Abril e outro de Maio, não houve sobreaquecimento e apenas na estufa a temperatura chegou aos 28°C num dia em que a temperatura exterior atingiu os 36°C. Este comportamento deveu-se em grande parte às massas térmicas que nesta altura têm grande capacidade de armazenamento pois foram descarregadas na estação de aquecimento.

Referências

- (1) *O Clima de Portugal* – Fascículo XII - Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa 1970
- (2) *Boletim Climatológico Mensal – Portugal Continental – Dezembro de 2013*. IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera).
- (3) *Boletim Climatológico Mensal – Portugal Continental – Janeiro de 2014*. IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera).
- (4) *Boletim Climatológico Mensal – Portugal Continental – Fevereiro de 2014*. IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera).
- (5) *Boletim Climatológico Mensal – Portugal Continental – Março de 2014*. IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera).

Weather History Graph

November 14, 2010 - November 15, 2011



Weather History Graph

November 15, 2011 - November 15, 2012



Weather History Graph

November 14, 2012 - November 15, 2013



Weather History Graph

July 26, 2013 - July 27, 2014

